



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
U.M.A.E. HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI**

TESIS:

**VALOR PRONÓSTICO DEL TRABAJO MIOCÁRDICO
CONSTRUCTIVO COMO PREDICTOR DE EVENTOS
CARDIOVASCULARES A UN AÑO DE SEGUIMIENTO EN
PACIENTES CON INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO CON
ELEVACIÓN DEL ST Y FEVI MENOR O IGUAL DEL 45 % EN
EL HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA CENTRO MÉDICO
NACIONAL SIGLO XXI.**

PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

CARDIOLOGÍA

PRESENTA:

DR. ERICK SÁNCHEZ RODRÍGUEZ

TUTORES:

**DRA. DIANA ROMERO ZERTUCHE
DR. HORACIO GARCÍA MÁRQUEZ**



Ciudad de México, 29 febrero 2024.



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.

AGRADECIMIENTOS

Con amor y gratitud, dedico este proyecto a mis seres queridos, quienes han sido mi mayor apoyo y motivación a lo largo de este camino. Es un gran honor poder dedicarles este logro, el cual he alcanzado con dedicación, esfuerzo y determinación.

Quiero expresar mi reconocimiento a los distinguidos profesores y médicos del Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI cuyos conocimientos y orientación han sido esenciales para mi desarrollo como cardiólogo. Cada uno de ustedes ha dejado una marca indeleble en mi carrera y mi compromiso con la excelencia médica.

No puedo pasar por alto el reconocimiento a mis asesores de tesis, la Dra. Diana Romero Zertuche, el Dr. Horacio García Márquez y la Dra. Gabriela Rodríguez Guzmán quienes generosamente compartieron su experiencia y sabiduría, y me guiaron pacientemente a lo largo de este proyecto.

Agradezco de todo corazón a mis padres, José Esteban Roberto Sánchez Ramírez y Maribel Rodríguez Vite, quienes son mi fuente de inspiración y los impulsores de mis sueños. Mi madre, gracias por estar a mi lado en cada noche de estudio, siendo mi luz en los momentos más desafiantes. Mi padre, gracias por tu constante deseo de lo mejor para mi vida y por cada valioso consejo que me has brindado a lo largo de mi camino.

A mis queridos hermanos, Roberto Sánchez Rodríguez y Daniel Sánchez Rodríguez, les agradezco por ser mi motivo de orgullo y por creer siempre en mí. A mi amada novia, Mariana Hernández Canal, gracias por tu apoyo incondicional durante esta etapa final de mi carrera.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer a todas las personas que, de una forma u otra, han sido parte de mi formación en Cardiología. Cada paciente que he tenido el privilegio de tratar me ha enseñado lecciones invaluable que trascienden la medicina.

Finalmente, agradezco a la vida por este nuevo logro y por todas las bendiciones que me ha brindado.

Gracias de todo corazón.

Erick Sánchez Rodríguez.

“VALOR PRONÓSTICO DEL TRABAJO MIOCARDICO CONSTRUCTIVO COMO PREDICTOR DE EVENTOS CARDIOVASCULARES A UN AÑO DE SEGUIMIENTO EN PACIENTES CON INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO CON ELEVACIÓN DEL ST Y FEVI MENOR O IGUAL DEL 45 % EN EL HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI.”

DR. GUILLERMO SATURNO CHIU

Director de la UMAE Hospital de Cardiología
UMAE Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI

DR. SERGIO RAFAEL CLAIRE GUZMÁN

Director Médico UMAE Hospital de Cardiología
UMAE Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI

DR. EDUARDO ALMEIDA GUTIERREZ

Director de Educación e Investigación en Salud
UMAE Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI

DRA. KARINA LUPERCIO MORA

Jefa de la División de Educación en Salud
UMAE Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI

DRA. DIANA ROMERO ZERTUCHE

Tutor de tesis
UMAE Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XX



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud 3604
HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

Registro COFEPRIS 17 CI 00 018 108
Registro CONBIOÉTICA CONBIOÉTICA 00 CEI 011 2018073

FECHA Miércoles, 26 de abril de 2023

Dra. ROMERO ZERTUCHE DIANA

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **VALOR PRONÓSTICO DEL TRABAJO MIOCARDICO CONSTRUCTIVO COMO PREDICTOR DE EVENTOS CARDIOVASCULARES A UN AÑO DE SEGUIMIENTO EN PACIENTES CON INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO CON ELEVACIÓN DEL ST Y FEVI MENOR O IGUAL DEL 45 % EN EL HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI**, que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A.P.R.O.B.A.D.O.**

Número de Registro Institucional
R-2023-3604-013

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE


Dr. Guillermo Saturno Chiu
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3604

Impreso

IMSS
SEGURIDAD Y SALUD SOCIAL

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	1
ÍNDICE.....	5
RESÚMEN.....	6
IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES.....	7
MARCO TEÓRICO	8
EL PAPEL DE LA ECOCARDIOGRAFÍA EN EL INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO.....	9
IMPACTO PRONÓSTICO DE LA FEVI POSTERIOR AL INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO	10
TÉCNICAS ECOCARDIOGRÁFICAS AVANZADAS EN EL INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO	11
TRABAJO MIOCÁRDICO.....	12
PAPEL DEL TRABAJO MIOCÁRDICO EN EL INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO.....	16
JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	19
HIPÓTESIS.....	19
OBJETIVO GENERAL	19
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
MATERIAL Y MÉTODOS.....	20
CÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA.....	31
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	32
DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO.	32
RECURSOS Y FINANCIAMIENTO	35
CONSIDERACIONES ÉTICAS	35
RESULTADOS.....	37
DISCUSION.....	45
CONCLUSIONES.....	47
ANEXOS.....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	53

RESÚMEN

El infarto agudo de miocardio (IAM) sigue siendo un importante problema de salud pública a nivel mundial, hasta un tercio de los pacientes con infarto agudo de miocardio desarrollarán insuficiencia cardíaca. La función del ventrículo izquierdo es uno de los determinantes pronósticos más importantes en pacientes posterior al IAM. La Identificación de la disfunción del ventrículo izquierdo en pacientes con infarto agudo de miocardio con elevación del ST (IAMCEST) ha motivado el desarrollo de herramientas diagnósticas con importantes implicaciones clínicas, justificando la búsqueda de nuevas estrategias para la identificación de miocardio disfuncional que tiene potencial para la restauración de la función contráctil puede informar las decisiones sobre la revascularización coronaria invasiva. Recientes estudios de imagen como la deformación longitudinal global del VI ha demostrado un valor incremental predecir el pronóstico después de un IAMCEST. Sin embargo, tanto la fracción de eyección del ventrículo izquierdo y strain longitudinal global (SLG) son parámetros dependientes de post carga, y su evaluación está influenciada por la frecuencia cardíaca y la presión arterial sistólica, que también se han asociado con los resultados después de un IAMCEST. La evaluación de los índices de trabajo del miocardio basada en la ecocardiografía de seguimiento de speckle-tracking tiene en cuenta las condiciones de carga al integrar las mediciones de la presión arterial para generar una curva de presión-deformación. Sin embargo, el valor pronóstico a largo plazo de la función sistólica del ventrículo izquierdo evaluado mediante el índice de trabajo miocárdico por bucles de presión-strain en la identificación de eventos cardíacos adversos mayores después de un infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST con fracción de eyección del ventrículo izquierdo sigue sin estar definido. **Objetivo:** Determinar el valor pronóstico del trabajo constructivo < 716 mmHg% medido por ecocardiografía transtorácica, para predecir la presencia de eventos cardiovasculares en el seguimiento a 1 año después de un infarto agudo al miocardio con elevación del ST y Fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) menor o igual a 45 %.

Material y métodos: Estudio de cohorte prospectivo observacional, unicéntrico. Se realizó ecocardiograma con análisis de trabajo miocárdico para determinar su asociación pronóstica en pacientes ingresados con diagnóstico de IAMCEST, que cursen con disfunción ventricular izquierda (FEVI < 45%)

Factibilidad: El estudio es factible, ya que nuestra unidad cuenta con médicos expertos en imagen cardiovascular, equipo ecocardiográfico de casa comercial que realiza el análisis del trabajo miocárdico, estudios que se realizan de forma rutinaria en esta población.

Consideraciones éticas: Estudio con riesgo mínimo. Se usará consentimiento informado.

IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES

Investigador responsable

Dra. Diana Romero Zertuche.

Médico Adscrito – Servicio de Gabinetes y Ecocardiografía

Hospital de Cardiología, Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Tel. 56276900 Extensión: 22007. Correo: dirzcardio@gmail.com Matricula: 99368652

Investigadores Colaboradores.

Dra. Gabriela Rodríguez Guzmán

Médico Adscrito – Servicio de Gabinetes y Ecocardiografía

Hospital de Cardiología, Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Tel. 56276900 Extensión: 22007. Correo: sakag1986@hotmail.com Matricula: 98158768

Dr. Horacio García Márquez.

Médico Adscrito al Servicio de Cardiopatías Congénitas. (Asesor Metodológico)

Hospital de Cardiología, Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Tel. 56276900 Extensión 22007 Correo: Matricula: 97370512

Dr. Luis Fernando Moreno Cuevas.

Médico Cardiólogo. Adscrito al Hospital General de Zona No. 57

Correo: chico_luis_fer@hotmail.com Matricula: 97157786

Alumno asociado al protocolo e investigador principal.

Dr. Erick Sánchez Rodríguez

Médico residente de cardiología tercer año.

Hospital de Cardiología, Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Tel. 2227197087 extensión 22007.

Correo: ericksanro100@gmail.com

Matricula: 991446073

MARCO TEÓRICO

La enfermedad cardiovascular (ECV) es una de las principales causas de muerte y discapacidad a nivel mundial, afectando la cardiopatía isquémica a más de 110 millones de personas en todo el mundo con un aumento de un 73,3% de 1990 al 2015 (1)(2). En el año 2017, México fue considerado el país con la mayor mortalidad por Infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST (IAMCEST), como resultado el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en el año 2021 reporto un total de 226 703 muertes ocasionadas por enfermedades del corazón, que ascendieron a 7 999 casos más que en el año 2020, de las cuales la cardiopatía isquémica represento el 78.2 % de los casos (3)(4). **Imagen 1.**

DEFUNCIONES POR ENFERMEDADES DEL CORAZÓN 2021^P

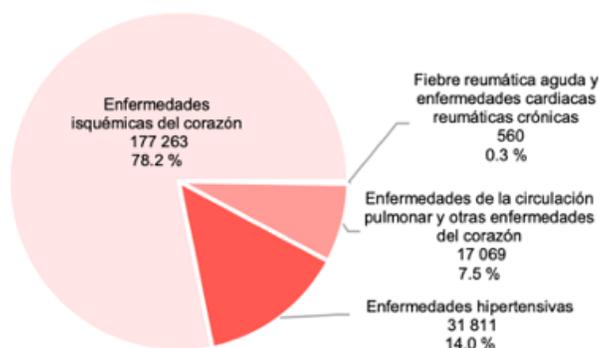


Imagen 1. INEGI. P: Información preliminar. Fuente: Estadísticas de Defunciones Registradas, 2021^P

Es un hecho que el impacto de la isquemia sobre el miocardio en el IAMCEST es gradual y progresivo si esta no se resuelve, inicialmente con un desequilibrio tanto bioquímico e histológico, seguido por cambios eléctricos y mecánicos para finalmente dar la presentación de los síntomas. Todos estos cambios son reversibles una vez que se restablece el flujo sanguíneo coronario, por consiguiente, el tiempo de isquemia asociado al tamaño del infarto son factores clave para el aumento de insuficiencia cardíaca y mortalidad (5). Es por lo que en los últimos años las terapias de reperfusión han sido la piedra angular del tratamiento cuyo beneficio se ha traducido en reducción de la mortalidad en pacientes con IAMCEST de un 20 % a finales de la década de 1980 a aproximadamente el 5-7% en los estudios más recientes (5)(6). Sin embargo, a pesar de la revascularización urgente oportuna y las estrategias de tratamiento óptimo que reducen significativamente la mortalidad del IAM, la cardiopatía isquémica sigue siendo la principal causa de insuficiencia cardíaca (7). A pesar de las nuevas terapias que existen en la actualidad, la prevalencia de la insuficiencia cardíaca secundaria a la cardiopatía isquémica fue de 270 por 100 000 años-persona en hombres y de 190 por 100 000 años-persona en mujeres en el año 2010 (8). Por consiguiente, es de suma importancia identificar a los pacientes con alto riesgo de desarrollar insuficiencia cardíaca, con el objetivo de proporcionar intervenciones terapéuticas antes de que

ocurra la remodelación del ventrículo izquierdo (5)(7). Además, múltiples comorbilidades confieren significativamente mayor riesgo de presentar insuficiencia cardiaca posteriormente al IAM como hipertensión arterial sistémica, enfermedad renal crónica, enfermedad pulmonar crónica obstructiva, diabetes, obesidad, independientemente del tamaño del infarto (7).

La insuficiencia cardiaca secundaria al IAM representa una morbilidad y mortalidad significativa, sin olvidar el alto costo de atención médica en todo el mundo. En 1960 Killip mencionó por primera vez la presencia de insuficiencia cardíaca como implicación pronóstica posterior al IAM (9). En el Registro Global de Eventos Coronarios Agudos (GRACE) de 1999 a 2009 la presencia de insuficiencia cardiaca al ingreso aumentó 2.2 veces más la incidencia de mortalidad intrahospitalaria (10). La disfunción del ventrículo izquierdo es uno de los determinantes pronósticos más importantes en pacientes con enfermedad arterial coronaria, afectando la supervivencia a largo plazo, la hospitalización y la calidad de vida (11). Por lo tanto, es necesario la búsqueda de nuevas estrategias diagnósticas que evalúen de forma adecuada la función ventricular y así implementar nuevas series de acciones terapéuticas preventivas y una estratificación de riesgo temprano (7).

EL PAPEL DE LA ECOCARDIOGRAFÍA EN EL INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO

La ecocardiografía juega un papel muy importante en la predicción del pronóstico a corto y largo plazo, y una estratificación de riesgo más precisa para orientar la terapia y el seguimiento de los pacientes en el IAM. A pesar de las limitaciones en el entorno clínico, la ecocardiografía es el método no invasivo, accesible y de bajo costo que proporciona una estimación rápida del tejido miocárdico isquémico además de la evaluación visual de las funciones miocárdicas tanto segmentarias como globales. Dada su aplicabilidad y confiabilidad, la modalidad no invasiva de ecocardiografía debe

Parámetro ecocardiográfico evaluado	Fortalezas	Debilidades	Evento cardiovascular adverso
FEVI < 40 %	Gran disponibilidad y evidencia amplia en IAM	Suposición geométrica, limitada reproducibilidad	Incrementa el riesgo de mortalidad a corto, largo plazo y riesgo de muerte súbita
Insuficiencia mitral moderada o severa	Viable y evidencia en guías IAMCEST	Heterogeneidad en el grado de severidad (visual o cuantitativa)	Incrementa el riesgo de mortalidad a largo plazo e insuficiencia cardiaca
Patrón de llenado restrictivo, TDVM < 130 mseg.	Aceptable reproducibilidad, viable, validación por cateterismo de presiones de llenado del VI en FEVI reducida.	Alta dependencia del ángulo medido por Doppler, no relación con presión de llenado del VI en pacientes con FEVI normal, dependiente	Incrementa el riesgo de mortalidad a largo plazo e insuficiencia cardiaca
E/e' > 15	Factibilidad, buena reproducibilidad, validación por cateterismo de presiones de llenado del VI	Alta dependencia del ángulo medido por doppler, dependiente de edad	Incrementa el riesgo de mortalidad a largo plazo
LAVI > 32 ML / M2	Evaluación precisa del remodelado AI, factibilidad, buena reproducibilidad	Suposición geométrica, valor limitado en enfermedad de la válvula mitral y FA.	Incrementa el riesgo de mortalidad a largo plazo e insuficiencia cardiaca
SLG > -14 %	Independencia relativa del operador, factibilidad, buena reproducibilidad	Dependencia del proveedor, limitada disponibilidad	Incrementa el riesgo de mortalidad a largo plazo e insuficiencia cardiaca
PSAP > 35 mmHg	Validación en laboratorio de cateterismo	Dependencia del ángulo medido por doppler, pobre reproducibilidad	Incrementa el riesgo de mortalidad a largo plazo e insuficiencia cardiaca
Strain longitudinal del VD mayor o igual 22%	Independencia relativa del operador, buena reproducibilidad	Dependencia del proveedor, limitada disponibilidad	Incrementa el riesgo de mortalidad a largo plazo e insuficiencia cardiaca

Tabla 1. Propuesta de algoritmo secuencial multiparamétrico para la estratificación temprana del riesgo de pacientes con IAM tratados mediante ICP. (Modificado de María Prastaro et al). AI(Aurícula izquierda) IAM (Infarto agudo de miocardio) FA (Fibrilación auricular) FEVI (Fracción de eyección del ventrículo izquierdo) LAVI (Índice de volumen auricular izquierdo) PSAP(Presión sistólica arterial pulmonar) SLG (Strain longitudinal global) TDVM (Tiempo de desaceleración de la válvula mitral) VD (Ventrículo derecho) VI (Ventrículo izquierdo).

utilizarse en todos los pacientes con IAMCEST. En las últimas dos décadas varios estudios han buscado la importancia de la ecocardiografía transtorácica para la predicción del riesgo de eventos adversos posteriores al IAM, utilizando índices de ecocardiograma convencionales y tecnologías avanzadas de ultrasonido (12). **Tabla 1.**

IMPACTO PRONÓSTICO DE LA FEVI POSTERIOR AL INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO

La disfunción sistólica del ventrículo izquierdo en la fase temprana del IAM ha sido ampliamente estudiada como un fuerte predictor de pronóstico adverso después del IAM. La fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) es uno de los principales indicadores de la función sistólica del ventrículo izquierdo en el entorno clínico (13). La FEVI es obtenida a partir del volumen diastólico y sistólico del VI con el método biplano de discos (Simpson modificada) (14). Este parámetro fue estudiado en 417 pacientes con IAM dentro de las 24 horas del ingreso hospitalario, en un análisis multivariante se identificó que la FEVI menor o igual al 40 % fue un predictor independiente de eventos adversos como muerte, insuficiencia cardiaca e IAM recurrente (OR, 3,82; IC del 95 %, 2,15 a 6,87) (15). En el registro HIJAMI 4122 pacientes con IAM, fueron seguidos 4.1 años y aquellos con FEVI \leq 30 %, FEVI \leq 40 % y $>$ 30 % tenían un mayor riesgo de muerte cardiaca súbita (HR 5,99, IC 95 % 2,73-13,14, $p < 0,001$, HR 3,37, IC 95 % 1,74 a 6,50, $p < 0,001$, respectivamente) y mortalidad (HR 3,85, IC 95% 2,96 a 5,00, $p < 0,001$, HR 2,06, IC 95% 1,66 a 2,57, $p < 0,001$, respectivamente), en comparación con los pacientes con FEVI $> 40\%$ (16). A Volpi et al, reevaluaron la predicción del riesgo en 10219 pacientes del ensayo GISSI-2 que sobrevivieron posteriormente al IAM, se observó una relación inversa hiperbólica entre la FEVI y la mortalidad por todas las causas a los 6 meses tras un IAM (17). **Figura 2.** Sin embargo, a pesar de que la FEVI es un parámetro importante para la evaluación pronóstica de la disfunción sistólica del VI en el contexto de IAM, está

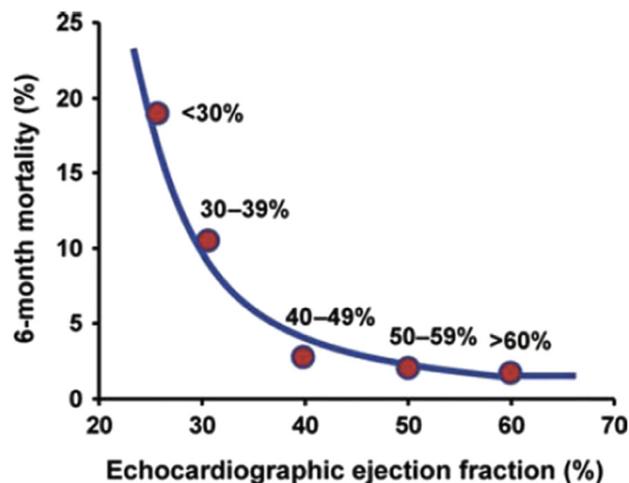


Figura 2. Relación inversa hiperbólica entre la FEVI y la mortalidad por todas las causas a los 6 meses tras un IAM. (Tomada de Maria Pastraro et al)

influenciado por varios determinantes entre los más importante la carga ventricular (especialmente la poscarga) y tiene una gran variabilidad inter e intra observador. (18)

TÉCNICAS ECOCARDIOGRÁFICAS AVANZADAS EN EL INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO

Además del papel pronóstico de la ecocardiografía estándar que involucra todas las técnicas de ultrasonido, la FEVI es una de las variables medidas con mayor frecuencia en el entorno clínico y usada regularmente para describir la función sistólica y la contractilidad después del IAM. Sin embargo, es un error considerarlo como una medida única de la contractilidad cardíaca, sino más bien como una medida artificial de la fracción de eyección del VI influenciada por múltiples variables (precarga, la poscarga y la frecuencia cardíaca) (12)(19). Esto ha llevado a la búsqueda de otras medidas simples y no invasivas de la función sistólica como la ecocardiografía de seguimiento de manchas, la ecocardiografía de contraste miocárdico, la reserva de flujo coronario y la ecocardiografía tridimensional en tiempo real que han tomado mucha relevancia actualmente en la evaluación pronóstica de los pacientes después del IAM (12).

El strain (deformación) miocárdico es una variable que representa el cambio longitudinal entre dos puntos a lo largo del ciclo cardíaco y específicamente la medición del strain longitudinal global (SLG) que representa la función global del VI evaluando la deformación miocárdica tangencial de todos los segmentos, es menos afectada por los factores de confusión geométricos y es capaz de detectar la disfunción sistólica en pacientes con FEVI preservada (19). Actualmente, la modalidad de strain miocárdico más realizada es la ecocardiografía por speckle tracking “rastreo de marcas” (EST) independientemente de la dependencia del ángulo común a todas las tecnologías basadas en Doppler (12). Las imágenes para SLG se obtienen a nivel de ventanas apicales estándar dos, tres y cuatro cámaras y se utiliza el cierre de la válvula aórtica para medir el tiempo final de la sístole. El SLG normal para la mayoría de los sistemas de ecocardiografía se reporta entre -18% y -25% en individuos sanos, una variación que en parte puede explicarse por la diferencia entre ensayos clínicos, software y proveedores (20). El valor pronóstico de la función longitudinal derivada del SLG tras un IAM se ha descrito en estudios recientes (12). Kalam K. et al, con el objetivo de evaluar implicaciones pronósticas de la disfunción global del VI en un marco de patologías de origen cardiovascular incluída la insuficiencia cardíaca, reporto que el SLG tuvo un valor pronóstico superior en comparación con la FEVI (21). Ersboll et al. evidencio que $SLG > -14\%$ se asoció de forma significativa con mayor muerte cardiovascular (HR: 12,7; IC 95 %: 3,0 a 54,6; $p < 0,001$) y hospitalización por insuficiencia cardíaca (HR: 5,31; IC 95%: 1,50 a 18,82); $p < 0,001$) en pacientes con FEVI $> 40\%$ independientemente de los índices tradicionales de IAM de alto riesgo (22).

Recientemente Magdalena Holzknrecht et al, realizó un estudio de cohorte observacional prospectivo con un total 445 pacientes con el objetivo de investigar el valor pronóstico comparando FEVI, MAPSE (Excursión sistólica del plano del anillo mitral), strain eje largo y SLG por resonancia magnética cardíaca en la etapa aguda posterior a IAMCEST para la aparición de MACE (Eventos cardiovasculares mayores) tratados con intervención coronaria percutánea primaria (ICPp), en el

análisis multivariable el SLG se mostró como mayor predictor independiente de MACE, con un AUC (0,69, IC del 95 %: 0,64–0,73; $p < 0,001$), incluso después de ajustar la función del VI, el tamaño del infarto y la obstrucción microvascular (HR 1,13, IC del 95 %: 1,01–1,27; $p = 0,030$), así como angiográfico (HR : 1,13, IC 95% 1,01-1,28; $p = 0,037$) y parámetros clínicos (HR: 1,16, IC 95% 1,05-1,29; $p = 0,003$), con una validez pronóstica superior comparado con la FEVI (23). Es un hecho que el SLG como parte de la evaluación pronóstica en los pacientes con IAM debería integrarse a la par que la FEVI, sin embargo, también se ve afectada por cambios en las condiciones hemodinámicas, siendo una técnica avanzada ecocardiográfica muy dependiente de poscarga, que no toma en cuenta el acortamiento de la fibra miocárdica asociado al incremento de la de la resistencia al vaciado ventricular (12)(19).

TRABAJO MIOCÁRDICO

Actualmente la FEVI es considerado el principal método de imagen para evaluar la función sistólica del ventrículo izquierdo, sin embargo, tiene importantes limitaciones: 1) es un índice derivado del volumen, por lo tanto, se basa en suposiciones geométricas, 2) es altamente dependiente de la poscarga lo que conduce a una pérdida considerable de reproducibilidad y 3) no muestra con exactitud la correcta contractilidad del VI. Por lo tanto, la sensibilidad para detectar la disminución de la función ventricular es baja. Recientemente el SLG del VI como una alternativa viable permite la cuantificación más objetiva de la función sistólica del VI, muestra mayor sensibilidad para detectar anomalías más sutiles en la contracción del VI, incluso cuando la FEVI es normal. Sin embargo, tanto el SLG y la FEVI son altamente dependiente de la carga ventricular por lo que se ve afectado en condiciones de precarga o poscarga elevada (24).

El trabajo miocárdico es una técnica novedosa utilizada en la evaluación avanzada de la función ventricular izquierda siendo más sensible que el strain longitudinal global y la fracción de eyección del ventrículo izquierdo ya que supera las limitaciones dependientes de la carga ventricular a través de la interpretación del strain longitudinal en relación con la presión dinámica no invasiva del VI (24) (25). La medición del trabajo miocárdico invasivo inicialmente fue publicada por Suga en 1979, al incluir registros instantáneos de la presión del VI durante el cateterismo cardíaco, contemplando la relación dinámica entre la presión intracardiaca y la contracción del miocardio. Esto se calcula en el área o bucle de presión-volumen derivada de forma invasiva (26)(27). No tardó mucho hasta que Russell et al, en el año 2012 introdujo un método no invasivo para la evaluación el trabajo miocárdico con la incorporación de strain del ventrículo izquierdo con EST, la curva de presión estimada de esta medida no invasiva se generó incorporando la presión arterial sistólica periférica relacionado con eventos cardíacos (contracción isovolumétrica, la eyección sistólica y la relajación isovolumétrica) derivados de los eventos valvulares. Además, evidenció una fuerte correlación con el consumo miocárdico de oxígeno, así como con el metabolismo de la glucosa miocárdica regional mediante tomografía por emisión de positrones. (27)(28). El trabajo miocárdico no invasivo se obtiene a través de la medición estimada de presión sistólica del ventrículo izquierdo derivada de la presión arterial

del manguito a nivel arterial braquial y la medición de strain miocárdico mediante EST. El área dentro de la curva se describe como trabajo de latido sistólico que no tiene en cuenta el trabajo realizado por el ventrículo izquierdo durante la diástole. El análisis de trabajo miocárdico se mide durante este trabajo de latido sistólico, o sístole mecánica más la relajación isovolumétrica, que comienza en el cierre de la válvula mitral y termina en la apertura de la válvula mitral y se expresa en unidades de mmHg% (24)(27). **Imagen 3.**

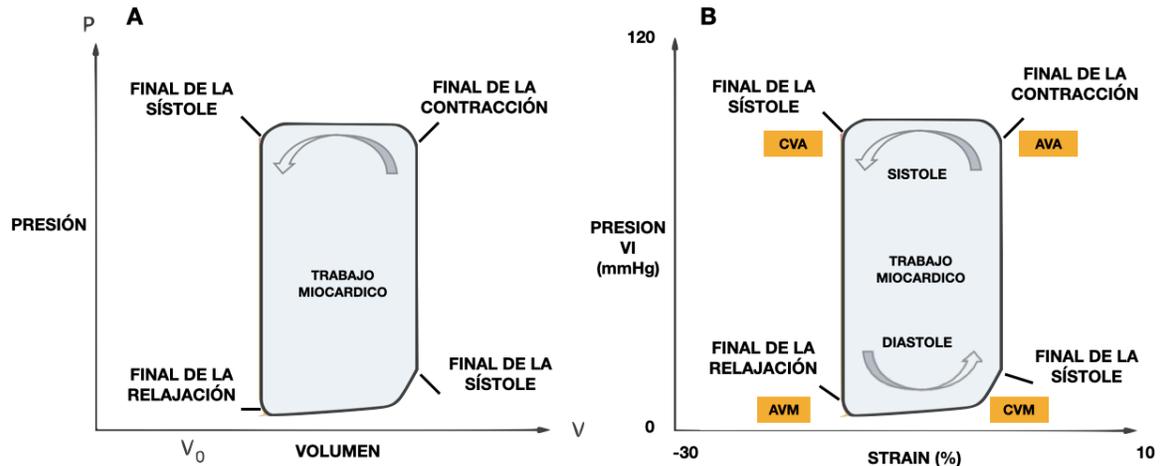


Imagen 3. Representación esquemática de la relación presión- volumen (A) y presión-deformación (bucle) (B). El área dentro del bucle representa el trabajo realizado por el ventrículo izquierdo. El bucle funciona en una rotación en sentido contrario a las agujas del reloj, mostrando la correlación entre los tiempos de eventos cardíacos y la relación entre SLG y presión sistólica del VI (PA tomada del manguito) (41)(42). CVA (cierre de la válvula aórtica),AVA(apertura de la válvula aórtica, AVM (Apertura de la válvula mitral), CVM (Cierre de la válvula mitral). (Modificado de Sarah Roemer et al (27).

Medición del trabajo miocárdico.

- 1) La presión arterial sistémica (PAS) con manguito debe tomarse en el momento del examen ecocardiográfico, se utilizará como sustituto de la presión sistólica del ventrículo izquierdo. 2) Se debe adquirir las tres vistas apicales transtorácicas convencionales, ajustar la velocidad de fotogramas de 60 a 80 fotogramas por segundo, con una variabilidad mínima del ritmo cardíaco entre las imágenes. 3) Posteriormente se realiza el análisis de SLG lo que garantiza que todos los segmentos se observan de forma correcta y se visualiza un gráfico de ojo de buey de SLG en el ecocardiograma. 4) Análisis de Trabajo Miocárdico, se debe garantizar de que las fases tanto eléctrica y mecánica estén correctamente alineadas. El cierre de la válvula aórtica puede configurarse de forma automática o configurarse con los otros tiempos valvulares mediante el Doppler (cierre de la válvula mitral, apertura de la válvula aórtica, cierre de la válvula aórtica y apertura de la válvula mitral) o de forma manual usando la imagen apical de eje largo 2D como guía. 5) Finalmente se introducen la PAS y diastólica en el software del ecocardiograma (27). **Imagen 4.**

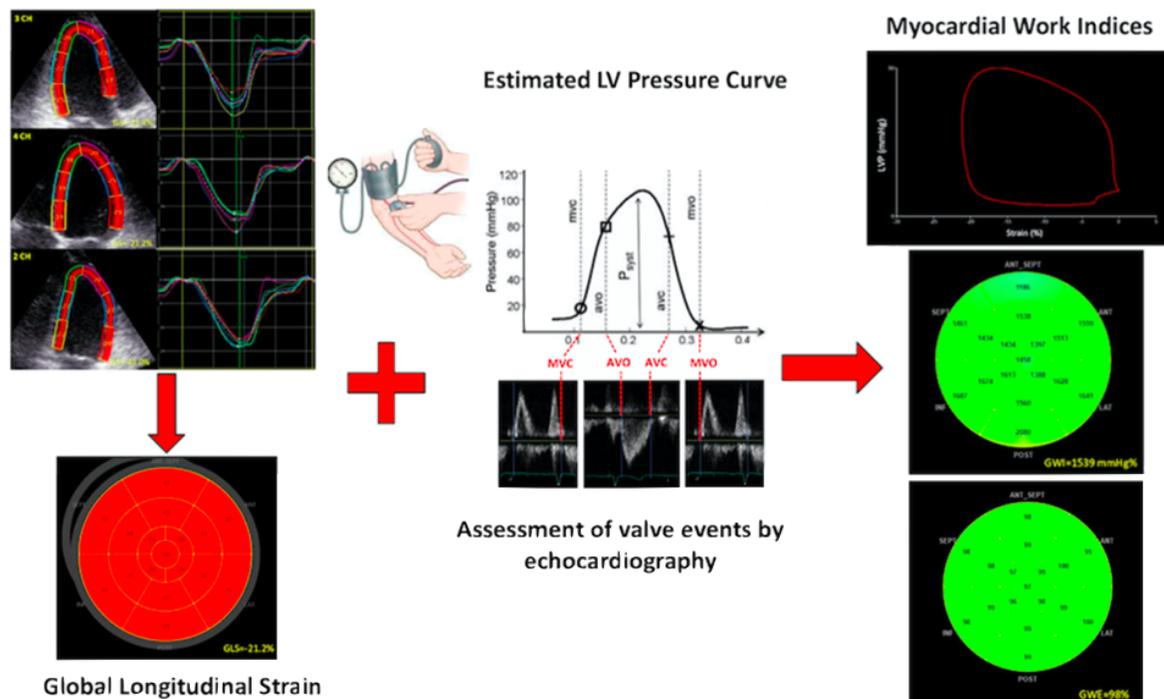


Imagen 4. Los datos del SLG VI, se combinan con la curva de presión del VI estimada, a partir de la presión arterial sistémica medida con un manguito arterial, se ajusta una curva de referencia empírica normalizada de acuerdo con la duración del VI, definida por el momento de los eventos de la válvula aórtica y mitral por ecocardiografía (panel central). En el parte derecha, esquema representativo que muestra el bucle de presión-strain del VI (arriba), representación de ojo de buey de 17 segmentos del índice de TM (centro) y eficiencia global del TM. (Modificada Federica Ilardi et al)

Análisis del trabajo miocárdico

Los siguientes valores se obtienen del análisis de TM, se calculan tanto de forma global y segmentaria:

- A) Índice de trabajo global (GWI): Trabajo total realizado por el VI durante la sístole mecánica (cierre de la válvula mitral – apertura de la válvula mitral), contracción y relajación isovolumétricas. GWI refleja el área dentro del bucle strain - presión del ventrículo izquierdo. El uso de presión y tensión no permite una medida directa del trabajo, sino que se deriva un índice.
- B) Trabajo constructivo global (GCW): Es el trabajo realizado por el VI durante la sístole que es productivo, incluyendo tanto el acortamiento del músculo durante la sístole como el alargamiento del músculo en la relación isovolumétrica.
- C) Trabajo desperdiciado global (GWW): Es el trabajo realizado por el VI durante la sístole que no es productivo, incluido tanto el alargamiento del músculo durante la sístole como el acortamiento del músculo en la relajación isovolumétrica. El trabajo desperdiciado se condiciona durante las contracciones asincrónicas, por ejemplo, el bloqueo de rama del haz

de His, la isquemia miocárdica y algunas otras cardiopatías. Por lo tanto, el trabajo desperdiciado agrega una carga metabólica al ventrículo que puede contribuir a una remodelación adversa.

D) Eficiencia global del trabajo (GWE): La relación entre el trabajo constructivo y la suma del trabajo constructivo y desperdiciado ($GCW / [GCW + GWW]$).

Estos valores se calculan global y segmentariamente, usando el mismo gráfico de ojo de buey que para el SLG. El GWI se evalúa visualmente con una escala de colores; el rojo demuestra zonas de mucho trabajo, el verde muestra áreas de trabajo normal y el azul indica áreas de trabajo negativo. El concepto trabajo negativo significa que un segmento está desperdiciando energía en lugar de contribuir a la función ventricular, como el alargamiento de un segmento durante la sístole o el acortamiento de un segmento durante la relajación isovolumétrica. Por lo tanto, algunos trabajos reducidos, pero todavía positivos están codificados en un azul más claro, y la transición a cero está dentro de los tonos más oscuros de azul (27). **Imagen 4.**

Valores de referencia normales

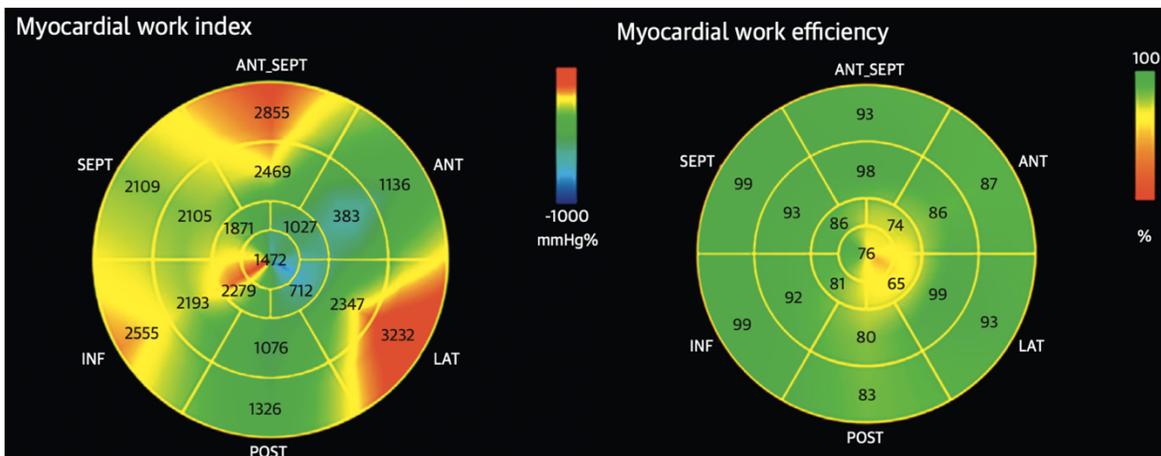


Imagen 4. Representación grafica de ojo de buey de los 17 segmentos del índice de trabajo global miocárdio (izquierda) y eficiencia del trabajo global (derecha).

El estudio NORRE (European Association of Cardiovascular Imaging Normal Reference Ranges for Echocardiography) un estudio prospectivo multicéntrico realizado en 22 laboratorios inscribió a 226 voluntarios sanos (85 hombres, edad media: 45 ± 13 años) para establecer los rangos de referencia normales del trabajo miocárdico y mediciones derivadas. La PAS media fue 116 ± 12 mm Hg. El GWI medio en hombres y mujeres fue 1849 ± 295 y 1924 ± 313 mm Hg %, el GCW medio fue 2228 ± 295 y 2234 ± 352 mm Hg %, el GWW medio fue 94 mmHg% (rango intercuartílico, 61,5–130,5 mmHg%) y 74 mmHg% (rango intercuartílico, 49,5–111 mmHg%), y la mediana de GWE fue de 95 % (rango intercuartílico, 94 %–97 %) y 96 % (rango intercuartílico, 94 %–97 %), respectivamente. El estudio NORRE mostró que GWI y GCW aumentaron con la edad en las mujeres. Además, GWW

fue mayor en hombres que en mujeres, mientras que GWE fue mayor en mujeres que en hombres (27)(29) **Tabla 2**

Tabla 2. Valores normales y determinantes del trabajo miocárdico en hombres y mujeres evaluados en el estudio NORRE				
Parámetros	Determinantes	Valores de referencia		
		Total	Hombres	Mujeres
Índice de trabajo global (mmHg%)	Trabajo miocárdico global realizado por el ventrículo izquierdo durante la sístole.	1896 ± 308	1849 ± 295	1924 ± 313
Trabajo constructivo global (mmHg%)	Trabajo positivo realizado en sístole (acortamiento) + Trabajo negativo realizado en relajación isovolumétrica (alargamiento).	2232 ± 331	2228 ± 295	2234 ± 352
Trabajo global desperdiciado (mmHg%)	Trabajo negativo realizado en sístole (alargamiento) + Trabajo positivo realizado en relajación isovolumétrica (acortamiento).	78,5 (53-122,2)	94 (62,5-130,5)	74 (49,5-111)
Eficiencia de trabajo global (mmHg%)	Porcentaje (0-100%) La relación entre el trabajo constructivo y la suma del trabajo constructivo y desperdiciado (GCW/[GCW + GWW])	96 (94-97)	95 (94-97)	96 (94-97)

Tabla 2. Rangos de referencia normales de trabajo miocárdico. (Adaptado de Manganaro et al).

PAPEL DEL TRABAJO MIOCÁRDICO EN EL INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO

En el IAM la característica contráctil del tejido miocárdico isquémico es altamente dependiente de las condiciones de carga del ventrículo izquierdo, sin embargo, el uso del trabajo miocárdico ha demostrado superar con éxito esta limitación y proporcionar información de diagnóstico y pronóstico, tanto en entornos crónicos como agudos, siendo más sensible que el SLG (24)(30). Edward et al evaluaron 115 pacientes, con FEVI > 55 % que se sometieron a angiografía coronaria, donde se evidenció el GWI era el predictor más poderoso de CAD significativa (área bajo la curva = 0,786) siendo superior al SLG (área bajo la curva = 0,693). El valor de corte óptimo de GWI para predecir una EAC significativa fue de 1810 mm Hg % (sensibilidad, 92 %; especificidad, 51%) (31) Rodolfo P. Lustosa et al, en el año 2021 investigó el valor pronóstico de eficiencia global del trabajo miocárdico del VI (refleja el rendimiento del VI) obtenida a partir de bucles de presión-deformación con ecocardiografía en pacientes con infarto de miocardio con elevación del segmento ST. Los pacientes con GWE reducido (<86%) mostraron tasas acumuladas más altas de mortalidad por todas las causas (17,5 % frente a 4,7 %; log-rank P<0,001) en comparación con los pacientes con GWE conservado (>86 %) además de una asociación independiente con la mortalidad por todas las causas (32).

Patrick Meimoun et al. con el objetivo de evaluar la utilidad del trabajo miocárdico en pacientes con IAMCEST anterior en predecir la recuperación global y segmentaria del VI y complicaciones dentro de la hospitalización, realizó ecocardiogramas transtorácicos a sus pacientes dentro de las 24-48 horas posterior al IAM con un seguimiento promedio de 92 días y una segunda evaluación ecocardiográfica a los 3 meses. Un total de 93 pacientes fueron evaluados, el GCW regional se evidenció como el único predictor independiente de recuperación segmentaria (OR = 1,17; IC del 95 %: 1,13-1,20; P < 0,0001), con un valor de corte >831 mm Hg%. El GCW con un punto de corte 1,159

mm Hg % mostró mejor valor diagnóstico para predecir la recuperación global del VI en comparación con la GWI, FEVI en el momento agudo, GLS y el índice de movilidad parietal (IMP) (todos $P < 0,05$). Además, el GCW se vio más gravemente afectado en pacientes con complicaciones intrahospitalarias ($n = 16$; $P < 0,01$). (33)

Moreno L y cols., en nuestro hospital, analizó 32 pacientes con IAMCEST a los que se les realizó ecocardiograma transtorácico con medición de todos los índices de trabajo miocárdico y además resonancia magnética como estándar de oro para determinar viabilidad miocárdica. El estudio tenía como objetivo encontrar un punto de corte de los índices de trabajo miocárdico para predecir viabilidad, encontrando que el GCW tuvo la mejor precisión diagnóstica con un AUC =0.96 y un valor de corte de 716 mmHg%, con sensibilidad del 100% y especificidad de 57%. (34)

JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad todos los pacientes con IAM deben ser evaluados con ecocardiografía transtorácica durante la hospitalización, es una herramienta de imagen no invasiva, de bajo costo y accesible a pie de cama que permite detectar las paredes miocárdicas afectadas en el proceso isquémico, la extensión del daño miocárdico, consecuencias funcionales y las complicaciones mecánicas. Además, y lo que es más importante, puede proporcionar información sobre los resultados pronóstico a corto y largo plazo después del IAM. El papel de los parámetros ecocardiográficos estándar como la FEVI y avanzados en particular la SLG derivada de la ecocardiografía speckle tracking han tomado un valor muy importante para la identificación temprana de pacientes con alto riesgo de desarrollar eventos adversos y mortalidad después del IAM. Sin embargo, son parámetros dependientes de la carga, y su evaluación está influenciada por la frecuencia cardíaca y la presión arterial sistólica, que también se han asociado con los resultados después de IAMCEST. Recientemente el trabajo miocárdico ha surgido como una herramienta alternativa para la evaluación de la función miocárdica basada en la ecocardiografía speckle tracking con la ventaja incorporar información sobre la poscarga, a través de la interpretación del strain en relación con la presión dinámica no invasiva del VI. Además, actualmente la accesibilidad en el entorno clínico de un software ecocardiográfico comercialmente disponible para el cálculo no invasivo del trabajo miocárdico ha permitido la aplicación de este nuevo método en diferentes áreas. Sin embargo, el valor pronóstico de la función sistólica del ventrículo izquierdo evaluado mediante el índice de trabajo miocárdico por bucles de presión-strain en la identificación de eventos cardíacos adversos mayores después de un infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST con sigue sin estar definido.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el valor pronóstico del trabajo miocárdico constructivo medido por ecocardiografía para predecir eventos cardiovasculares mayores (muerte cardiovascular, reinfarto, rehospitalización por falla cardíaca) a un año de seguimiento, en pacientes con infarto agudo de miocardio con elevación del ST y Fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) menor o igual a 45 % en el Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI?

HIPÓTESIS

En pacientes con infarto agudo de miocardio con elevación del ST y fracción de eyección del ventrículo izquierdo menor o igual a 45% en el Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI; La presencia de trabajo miocárdico constructivo bajo, medido por ecocardiografía transtorácica predecirá la presencia de 2 veces más riesgo de presentar un evento cardiovascular mayor (muerte, reinfarto, y rehospitalización por falla cardíaca) en el seguimiento a 1 año.

OBJETIVO GENERAL

1. Determinar el valor pronóstico del trabajo constructivo medido por ecocardiografía transtorácica, para predecir la presencia de un desenlace combinado de eventos cardiovasculares mayores (muerte, reinfarto, y/o rehospitalización por falla cardíaca) en el seguimiento a 1 año después de un infarto agudo al miocardio con elevación del ST y Fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) menor o igual a 45 %.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2. Determinar el punto de corte del trabajo constructivo medido por ecocardiografía transtorácica que mejor clasifique a los pacientes con la presencia o no de un desenlace combinado de eventos cardiovasculares mayores (muerte, reinfarto, y/o rehospitalización por falla cardíaca) en el seguimiento a 1 año después de un infarto agudo al miocardio con elevación del ST y Fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) menor o igual a 45 %.
3. Describir la presencia de eventos cardiovasculares mayores (muerte, reinfarto, y/o rehospitalización por falla cardíaca) en el seguimiento a 1 año en pacientes con infarto agudo de miocardio con elevación del ST y FEVI menor o igual a 45 %.
4. Determinar el riesgo relativo de presentar algún evento cardiovascular el seguimiento a 1 año tras un infarto agudo de miocardio con elevación del ST y FEVI menor o igual a 45 %.

MATERIAL Y MÉTODOS

- Por el objetivo del estudio: Analítico.
- Por la direccionalidad: Cohorte.
- Por el control de la asignación de los factores de estudio: Observacional.
- Por el tiempo de obtención de la información: Ambilectivo
- Por el sitio de captura de datos: Unicéntrico.

B. MARCO POBLACIONAL

1. Población diana.

Pacientes con Infarto Agudo de Miocardio con elevación del segmento ST, reperfundidos o no y fracción de expulsión menor o igual al 45% medida entre los 2 a 7 días del evento índice con estudio de ecocardiograma transtorácico donde se haya determinado el índice de trabajo miocárdico.

2. Población accesible.

- a) Cohorte recolectada en el estudio realizado por Luis Moreno et al. "Exactitud diagnóstica del índice de trabajo miocárdico por bucles de presión-strain para demostrar viabilidad miocárdica posterior a un infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST en pacientes con fracción de expulsión reducida en el Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI"
- b) Pacientes con diagnóstico de infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST (De acuerdo con la cuarta definición universal de infarto) con fracción de expulsión reducida (FEVI < 45%) medida a los 2 a 7 días del evento índice en el servicio de Gabinetes de nuestra unidad.

C. CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión:

1. Por datos demográficos:

Pacientes consecutivos de cualquier género.

Edad de 40 años o más

2. Por datos diagnósticos:

Infarto agudo de miocardio con elevación persistente del segmento ST y Fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) menor a 45%, medida por ecocardiografía transtorácica, durante la hospitalización.

3. Por consideraciones éticas:

Todo paciente que firme consentimiento informado.

4. Por variables de interés:

- Infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST.
- Fracción de expulsión medida por medida por cardiólogo ecocardiografista, adscrito al servicio de Gabinetes de nuestra unidad con FEVI menor o igual a 45% durante la hospitalización.
- Registro de presión arterial sistólica en arteria braquial en los previos 60 minutos del estudio ecocardiográfico.
- Determinación del trabajo miocárdico global, constructivo, desperdiciado y la eficiencia miocárdica por ecocardiografía transtorácica.

Criterios de exclusión:

- Arritmias Supraventriculares o ventriculares que condicionan una variación del volumen latido mayor al 5%
- Síndrome Aórtico Agudo
- Obstrucción del tracto de salida del ventrículo izquierdo.
- Enfermedad arterial periférica con variación de la presión sistólica mayor a 15 mmHg entre ambos brazos
- Inestabilidad hemodinámica o eléctrica.
- Miocardiopatía dilatada no isquémica.
- Enfermedad renal crónica conocida con tasa de filtrado glomerular < 30 ml/min/m².
- Pacientes con sospecha o confirmación de infección por SARS-COV-2.

Criterios de eliminación:

- Pérdida de información o estudios necesarios para el estudio.
- Mala ventana ecocardiográfica que limite la obtención y seguimiento de Strain Speckle Tracking.

D. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE:

Índice de Trabajo miocárdico

Definición conceptual: Medida de función ventricular izquierda que deriva del área del bucle presión-strain obtenida desde métodos no invasivos.

Definición operacional: Área del bucle de presión-strain del VI expresada en mmHg%; representa en trabajo latido del ventrículo izquierdo.

Tipo de variable: Cuantitativa, continua.

Escala de medición: Numérica; 0 - 3000 mmHg%

Unidad de medición: mmHg%

Trabajo Miocárdico constructivo

Definición conceptual: Trabajo realizado por el VI que contribuye a la eyección del VI durante la sístole.

Definición operacional: Trabajo realizado por el VI que contribuye a la eyección del VI durante la sístole.

Tipo de variable: Cuantitativa, discreta

Escala de medición: Numérica; 0 - 3000 mmHg%

Unidad de medición: mmHg%

Trabajo Miocárdico desperdiciado.

Definición conceptual: Trabajo realizado por el VI que no contribuye a la eyección del VI; alargamiento de los miocitos (en lugar de acortamiento) durante la sístole añadiendo acortamiento durante la fase de relajación isovolumétrica

Definición operacional: Trabajo realizado por el VI que no contribuye a la eyección del VI; alargamiento de los miocitos (en lugar de acortamiento) durante la sístole añadiendo acortamiento durante la fase de relajación isovolumétrica

Tipo de variable: Cuantitativa, discreta

Escala de medición: Numérica; 0 - 3000 mmHg%

Unidad de medición: mmHg%

Eficiencia miocárdica

Definición conceptual: porcentaje del trabajo ventricular que aporta al acortamiento y expulsión de sangre del VI.

Definición operacional: Trabajo Miocárdico constructivo / (Trabajo miocárdico constructivo + Trabajo miocárdico desperdiciado)

Tipo de variable: Cuantitativa, discreta

Escala de medición: Numérica; 0 - 3000 mmHg%

Unidad de medición: mmHg%

VARIABLE DEPENDIENTE: variable compuesta.

Eventos cardiovasculares mayores.

Muerte Cardiovascular.

Definición conceptual: Todas las muertes fueron adjudicadas y clasificadas como cardiovasculares, por infarto agudo de miocardio, muerte súbita, por insuficiencia cardiaca, por evento vascular cerebral. Las muertes cardiovasculares se definieron como todas las muertes, excepto aquellas en las que la causa principal y subyacente es únicamente no cardiovascular. Cualquier muerte en la que se sospechó una causa contribuyente cardiovascular también se consideró una muerte cardiovascular.

Tipo de variable: Cualitativa, dicotómica.

Escala de medición: Nominal.

Unidad de medición: Si/ No.

Reinfarto

Definición conceptual: Paciente que presento datos clínicos de isquemia miocárdica y/o nuevos cambios significativos del segmento ST (elevación del ST mayor o igual 0.1 mV o aparecen nuevas ondas Q en al menos dos derivaciones contiguas) con aumento y/o disminución de cTn con al menos un valor por encima del percentil 99 superior límite de referencia en pacientes con valores normalizados o aumento del 20% en la segunda muestra.

Tipo de variable: Cualitativa, dicotómica

Escala de medición: Nominal.

Unidad de medición: Si/ No.

Evento de Insuficiencia cardiaca

Definición conceptual: Consulta urgente, no programada o una visita de emergencia que cumple con los criterios signos, síntomas y pruebas diagnósticas para insuficiencia cardiaca.

Definición operacional: Una visita de atención urgente de Insuficiencia cardiaca se definió como un evento que cumple con todos los siguientes criterios:

- El paciente tiene una visita urgente, no programada al consultorio /practica o al departamento de emergencias por un diagnóstico de insuficiencia cardiaca que no cumple con los criterios para una hospitalización por insuficiencia cardiaca.
- El paciente cumple con todos los signos y síntomas, pruebas de laboratorio o diagnosticas de hospitalización por Insuficiencia cardiaca (Mencionado en hospitalización por insuficiencia cardiaca)

Tipo de variable: Cualitativa, dicotómica

Escala de medición: Nominal.

Unidad de medición: Si/ No.

Hospitalización por causas cardiovasculares

Definición conceptual:

La hospitalización para la adjudicación del criterio de valoración se definió como una admisión no electiva a un entorno de cuidados intensivos para recibir tratamiento médico que resulte en una estadía de al menos 24 horas (o un cambio de fecha si la hora de admisión/alta no está disponible).

- **Hospitalización por Insuficiencia cardiaca:** Paciente que ingreso en el hospital con un diagnóstico primario de Insuficiencia cardiaca, con síntomas nuevos o que empeoran documentados debido a la insuficiencia cardiaca. al momento de la presentación al menos uno de los siguientes:

Hallazgos clínicos:

- o Disnea (disnea de esfuerzo, disnea de reposo, ortopnea, disnea paroxística nocturna)
- o Fatiga
- o Síntoma de empeoramiento de la perfusión de órgano diana o sobrecarga de volumen (Edema periférico, aumento de la distensión abdominal o ascitis en ausencia de enfermedad hepática primaria, estertores crepitantes pulmonares, aumento de la presión venosa yugular y/o reflujo hepatoyugular, S3 galope, aumento de peso clínicamente significativo o rápido relacionado a la retención de líquidos)

Evidencia de laboratorio de Insuficiencia cardiaca nueva o que empeora:

- o Aumento de las concentraciones de BNP/ NT- pro-BNP compatibles con insuficiencia cardiaca aguda (BNP > 500 pg/ ml o NT- pro-BNP >2000 pg/ ml) En pacientes con péptidos natriuréticos crónicamente elevados, se debe notar un aumento significativo por encima del valor inicial.
 - o Evidencia radiológica de congestión pulmonar
 - o Evidencia diagnóstica no invasiva de presiones de llenado ventricular izquierda o derecha elevada clínicamente significativa o gasto cardiaco bajo
 - o Evidencia diagnóstica invasiva con cateterismo cardiaco derecho que muestra una presión de enclavamiento capilar pulmonar (presión de oclusión pulmonar de la arteria pulmonar) > 18 mmhg, presión venosa central > 12 mmhg o índice cardiaco < 2.2 l/ min/ m²
- **Hospitalización por arritmias:** Paciente hospitalizado por diagnóstico o tratamiento electivo o urgente de bradiarritmias, trastornos del ritmo auricular o ventricular del corazón.
 - **Hospitalización por otras causas de etiología cardiovascular:** Una hospitalización no incluida en las categorías anteriores, pero con una causa conocida específica (hospitalización por angina inestable, embolia pulmonar o enfermedad arterial/vascular periférica, embolia periférica, trombosis venosa u otras razones o complicaciones vasculares).

Tipo de variable: Cualitativa, dicotómica

Escala de medición: Nominal.

Unidad de medición: Si/ No.

VARIABLES CLÍNICAS BASALES.

Infarto Agudo de miocardio con elevación del segmento ST.

Definición conceptual: Presencia de obstrucción aterosclerótica aguda detectada por biomarcadores cardíacos anormales en el contexto de evidencia clínica o electrocardiográfica de isquemia miocárdica aguda.

Definición operacional: Elevación del segmento ST (medida en el punto J) de al menos 1 mm en 2 derivaciones contiguas o una elevación del segmento ST > o igual 2,5 mm en los varones menores de 40 años, > o igual de 2 mm en los de 40 años o más > o igual 1,5 mm en las mujeres en las derivaciones V2-V3 o mayor o igual 1 mm.

Tipo de variable: Cualitativa, nominal

Escala de medición: Nominal.

Unidad de medición: 1= Anterior, 2= Antero septal, 3= Anterior extenso, 4=Inferior, 5= Posteroinferior, 6= Postero inferolateral, 7= Posterior, 8= Lateral.

Oclusión total aguda:

Definición conceptual: Obstrucción total, repentina del flujo anterógrado de una arteria epicárdica coronaria.

Definición operacional: Angiografía coronaria con ausencia de flujo anterógrado, clasificado como un flujo inicial TIMI 0

Tipo de variable: Cualitativa, dicotómica

Escala de medición: Nominal

Unidades de medición: Si/No

Tabaquismo

Definición conceptual: Consumo de cigarrillo en cualquier época de la vida de un cigarrillo/día al menos durante un año; o bien la exposición pasiva al humo de tabaco diariamente al menos un año.

Definición operacional: Presencia del antecedente de haber consumido antes o actualmente en cantidad de uno al día por al menos un año, o bien el antecedente de exposición pasiva al humo producido por la combustión de cigarrillos al menos durante un año.

Tipo de variable: Cualitativa, dicotómica.

Escala de medición: Nominal.

Unidad de medición: Si/No.

Hipertensión arterial sistémica

Definición conceptual: La hipertensión arterial sistémica es un síndrome de etiología múltiple caracterizado por la elevación persistente de las cifras de presión arterial. Definición operacional: Presencia de diagnóstico previo en los antecedentes o durante el estudio de cifras tensionales sistólicas igual o mayor a 140 mmHg o diastólicas igual o mayor a 90 mmHg en mediciones repetidas, o bien cifras de tensión arterial normales, pero bajo efecto de tratamiento antihipertensivo.

Tipo de variable: Cualitativa, dicotómica.

Escala de medición: Nominal.

Unidad de medición: Si/No.

Diabetes mellitus

Definición conceptual: Es un grupo de enfermedades metabólicas caracterizadas por hiperglucemia, resultante de la alteración de la secreción de insulina, la acción de la insulina, o ambas.

Definición operacional: Se consideró la elevación de la glucemia sérica igual o mayor de 126 mg/dl en ayuno de al menos 6 horas, 200 mg/dl o más a cualquier hora del día con presencia de síntomas (poliuria, polidipsia, polifagia), hemoglobina glucosilada (HbA1c) de 6.5% o más, o el antecedente de diagnóstico de diabetes mellitus previo. Tipo de variable: Cualitativa, dicotómica.

Escala de medición: Nominal.

Unidad de medición: Si/No.

Dislipidemia

Definición conceptual: Elevación de los niveles séricos de colesterol total arriba de 200 mg/dl, triglicéridos arriba de 160 mg/dl, LDL mayor de 130 mg/dl, HDL menor de 45 mg/dl en hombres y de 40 mg/dl en mujeres.

Definición operacional: Elevación de los niveles séricos de colesterol total arriba de 200 mg/dl, triglicéridos arriba de 160 mg/dl, LDL mayor de 130 mg/dl, HDL menor de 45 mg/dl en hombres y de 40 mg/dl en mujeres, el antecedente de diagnóstico de dislipidemia o encontrarse bajo efecto de medicación hipolipemiente en el último año. Tipo de variable: Cualitativa, dicotómica.

Escala de medición: Nominal.

Unidad de medición: Si/No.

Tiempo total de isquemia

Definición conceptual: Tiempo desde el inicio de los síntomas hasta el cruce de guía durante la angioplastia coronaria.

Definición operacional: Tiempo en horas desde el inicio de los síntomas hasta el cruce de guía durante la angioplastia coronaria.

Tipo de variable: Cualitativa, politómica.

Escala de medición: Nominal.

Unidad de medición: 1. <3 horas. 2. 3 a <6 horas. 3. 6 a 12 horas.

Presión arterial al momento del estudio.

Definición conceptual: Presión arterial registrada durante el procedimiento ecocardiográfico y de resonancia magnética.

Definición operacional: Registro de presión arterial tomada con el paciente en decúbito supino, posterior a 10 minutos de reposo con baumanómetro digital Welch Allen.

Tipo de variable: Cuantitativa, continua

Escala de medición: Numérica

Unidades de medición: mmHg

Clasificación de Killip y Kimbal.

Definición conceptual: Es una clasificación o índice de gravedad de la insuficiencia cardíaca en pacientes con infarto agudo de miocardio, con el objetivo de evaluar el riesgo de muerte a los 30 días. Con la siguiente interpretación:

- Clase I: 2-3% probabilidad de mortalidad a los 30 días.
- Clase II: 5-12% probabilidad de mortalidad a los 30 días.
- Clase III Y IV: 10- 20 % probabilidad de mortalidad a los 30 días.

Definición operacional: Clasificación o índice de gravedad de la insuficiencia cardíaca en pacientes con infarto agudo de miocardio, realizada al momento del ingreso hospitalario, que evalúa:

- Clase I: Ningún signo de congestión.
- Clase II: Presencia a la auscultación cardiaca de S3 y estertores basales.
- Clase III: Edema agudo pulmonar.
- Clase IV: Choque cardiogénico.

Tipo de Variable: Cualitativa, ordinal.

Escala de medición: Numérica.

Unidad de medición: I, II, III y IV.

Clasificación de GRACE

Definición conceptual: Es una clasificación o escala de riesgo, calculada en la admisión hospitalaria que evalúa mortalidad a los 6 meses en pacientes con síndrome coronario agudo. Evalúa 8 variables (Cuatro variables continuas: Edad, presión arterial sistólica, frecuencia cardiaca y creatinina sérica. Además de 3 variables binarias: paro cardiaco durante la admisión, elevación de biomarcadores cardiacos y elevación del segmento ST).

Definición operacional: Clasificación o escala de riesgo que evalúa mortalidad a los 6 meses en pacientes con síndrome coronario agudo.

Puntuación por cada valor predictivo:

Clasificación de Killip.	Presión arterial sistémica	Frecuencia cardiaca. (lpm)
Clase I: 0 Clase II: 20 Clase III: 39 Clase IV: 59	< 80 mmHg: 58 pts. 80-99 mmHg: 53 pts. 100-119 mmHg: 43 pts. 120-139 mmHg: 34 pts. 140-159 mmHg: 24 pts. 160-199 mmHg: 10 pts. >200 mmHg: 0	< 50: 0 pts. 50-69: 3 pts. 70-89: 9 pts. 90-109: 15 pts. 110-149: 24 pts. 150-199: 38 pts. >200: 46 pts.
Edad.	Creatinina sérica. (mg/dl)	Otros factores de riesgo.
< 30 años: 0 pts. 30-39 años: 8 pts 40-49 años: 25 pts. 50-59 años: 41 pts. 60-69 años: 58 pts. 70-79 años: 75 pts. 80-89 años: 91 pts. >90 años: 100 pts.	0-0.39: 1 pt. 0.40 - 0.79: 4 pts. 0.80 – 1.19: 7 pts. 1.20 – 1.59: 10 pts. 1.60 – 1.99: 13 pts. 2.0 – 3.99: 21 pts. > 4.0: 28 pts	- Paro cardiaco durante la admisión: 39 pts. - Elevación del segmento St: 28 pts. - Elevación biomarcadores: 14 pts.

Tipo de variable: Cuantitativa, continua

Escala de medición: Numérico

Unidad de medición: Puntuación.

Troponina I de alta sensibilidad:

Definición conceptual: Biomarcador aislado mediante técnicas de inmunoanálisis no isotópico sensible y específico de lesión miocárdica.

Definición operacional: Biomarcador sensible y específico que indica lesión miocárdica por encima del percentil de individuos sanos. En nuestra unidad se utiliza troponina cardiaca de alta sensibilidad (Elecsys; Roche).

Tipo de variable: Cuantitativa, continua.

Escala de medición: Numérico

Unidad de medición: ng/ml.

VARIABLES ECOCARDIOGRÁFICAS

Diámetro Diastólico del Ventrículo Izquierdo (DDVI)

Definición conceptual: Medición de la distancia que existe entre el borde interno del septum y el borde interno de la pared posterior del VI, medida en tele diástole en una vista de eje largo paraesternal.

Definición operacional: Medición de la distancia que existe entre el borde interno del septum y el borde interno de la pared posterior del VI, medida en tele diástole en una vista de eje largo paraesternal.

Tipo de variable: Cuantitativa, numérica.

Unidad de medición: mm

Diámetro Sistólico del Ventrículo Izquierdo (DDVI)

Definición conceptual: Medición de la distancia que existe entre el borde interno del septum y el borde interno de la pared posterior del VI, medida en tele sístole en una vista de eje largo paraesternal.

Definición operacional: Medición de la distancia que existe entre el borde interno del septum y el borde interno de la pared posterior del VI, medida en tele sístole en una vista de eje largo paraesternal.

Tipo de variable: Cuantitativa, numérica.

Unidad de medición: mm

Fracción de eyección del Ventrículo Izquierdo

Definición conceptual: Porcentaje de sangre expulsada por el ventrículo izquierdo en cada latido.

Definición operacional: $(\text{Volumen tele diastólico final}) - (\text{Volumen tele sistólico final}) / (\text{Volumen tele diastólico final}) * 100$

Tipo de variable: Cuantitativa, numérica.

Unidad de medición: %

Strain Global Longitudinal

Definición conceptual: Promedio de porcentaje de acortamiento de la fibra miocárdica en sentido longitudinal en vistas de 4 cámaras, 3 cámaras y 2 cámaras.

Definición operacional: Promedio de porcentaje de acortamiento de la fibra miocárdica en sentido longitudinal en vistas de 4 cámaras, 3 cámaras y 2 cámaras.

Tipo de variable: Cuantitativa, numérica.

Unidad de medición: %

Tratamiento farmacológico óptimo

Definición conceptual: Aquel paciente que al alta le hallan recetado al menos 6 de los 8 grupos farmacológicos ideales de acuerdo con los lineamientos tomados de la Guía de la Sociedad Europea de Cardiología 2017 sobre el tratamiento del infarto agudo de miocardio en pacientes con elevación del segmento ST y Guía de la Sociedad Europea de Cardiología 2021 sobre el diagnóstico y tratamiento de la insuficiencia cardíaca aguda y crónica.

Definición operacional: Aquel paciente que al alta le hallan recetado al menos 6 de los 8 grupos farmacológicos: Antiagregante plaquetario (Acido acetil salicílico, Clopidogrel, Prasugrel, Ticagrelor) beta bloqueador, inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECA) y/o antagonistas de los receptores de angiotensina (ARA II) y/o un inhibidor de neprilisina, inhibidores del cotransportador sodio-glucosa tipo 2 (iSGLT2), antagonistas del receptor de mineralocorticoides

Tipo de variable: Cualitativa, dicotómica.

Escala de medición: Nominal.

Unidad de medición: Si/No.

Variables confusoras: Reperusión (si o no), tiempo de isquemia, flujo final TIMI.

Variables modificadoras del efecto: Tratamiento óptimo al egreso, escala de Killip y Kimbal, escala de GRACE al ingreso.

CÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA

El cálculo de tamaño de muestra se basó en el riesgo relativo de presentar el evento en el grupo de menor trabajo constructivo, consideramos que para que sea clínicamente relevante este riesgo debe ser 2 veces mayor al riesgo del grupo con trabajo constructivo mayor. La proporción de eventos cardiovasculares mayores (como desenlace combinado) encontrados por Holzknrecht (23) fue de 11% en 16 meses. Se ha utilizado las siguientes fórmulas para el cálculo de tamaño de muestra:

$$N = \frac{[Z\alpha\sqrt{2\cdot P\cdot(1-P)} + Z\beta\sqrt{P1\cdot(1-P1) + P2\cdot(1-P2)}]^2}{(P1-P2)^2}$$

$$RR = P2/P1$$

- * Z alfa: 1.645 (con alfa 0.05 para una cola)
- * Z beta: 0.842 (con 1-beta de 80%)
- * P: media ponderada de las proporciones. (0.0825)
- * P1: proporción que se supone que existe en el grupo de referencia. (0.055)
- * P2: proporción que se supone que existe en el grupo de estudio (0.11)

Sustituyendo los valores tenemos un resultado de 289 pacientes.

Se agregaron 10 pacientes por cada variable confusora que se ha considerado, obteniendo 319 pacientes en total.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó una estadística descriptiva empleando frecuencias absolutas y porcentajes de las variables cualitativas, de las variables cuantitativas se realizó una prueba de normalidad y si su distribución es normal se reportaron medias con desviación estándar y si la distribución es libre se reportaron medianas con rangos intercuartiles.

Se realizó una fase de validación de los operadores para evaluar la variabilidad inter e intraobservador que calcularon el índice de trabajo miocárdico, utilizando coeficiente de correlación interclase para determinar la precisión de los observadores.

Se realizó curva ROC para determinar el mejor punto de corte del trabajo miocárdico constructivo para predecir el desenlace final combinado de eventos cardiovasculares mayores (muerte, reinfarto, rehospitalización por falla cardíaca).

Para el análisis de las diferencias entre los pacientes con trabajo constructivo mayor al punto de corte encontrado y los que tengan trabajo constructivo menor al punto de corte encontrado por la curva ROC se realizó un análisis comparativo entre quienes desarrollaron o no el desenlace con el valor cualitativo (si/no) del trabajo constructivo con una prueba de Chi-cuadrada.

Los eventos cardiovasculares mayores acumulados, fueron evaluados mediante curva de Kaplan-Meier y para la comparación entre grupos se utilizó prueba de Long-Rank. Y se estimó el riesgo univariado con RR.

Se realizó un análisis multivariado de regresión logística cuya variable dependiente fue la presencia o no de alguno evento cardiovascular, donde se evaluaron diferentes modelos que incluyeron trabajo constructivo y las variables confusoras y modificadoras de efecto para determinar la relación de dichas variables con la variable dependiente. En caso de no completarse el tamaño de muestra se calculará un OR ajustado a un confusor empleando prueba de Mantel y Haenszel.

DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO.

Se recabó información del censo del servicio de Urgencias para identificar todos los pacientes que hayan ingresado con diagnóstico de IAMCEST. Del expediente clínico se recabó la información demográfica de los pacientes, así como el tratamiento administrado, si fue o no revascularizado y el número de vasos enfermos.

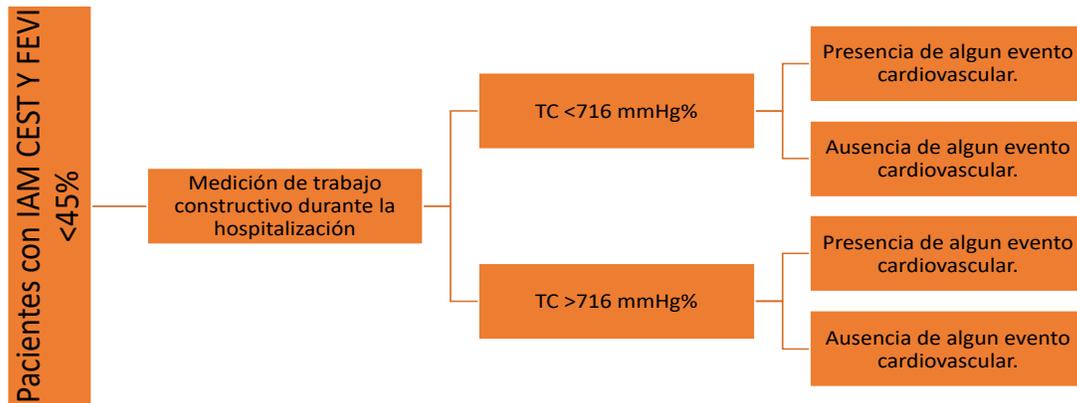
Posteriormente y una vez que las condiciones clínicas del paciente lo permitan los pacientes seleccionados fueron invitados a formar parte del protocolo de estudio y se les informo las maniobras que éste implica, mismo que fue la realización de un ecocardiograma con mediciones especiales (más allá de las convencionales) y el seguimiento de cada uno de ellos durante un año, tras el evento agudo, lo que implicó la revisión de su expediente clínico y llamadas telefónicas. Los pacientes que aceptaron participar debieron firmar un consentimiento informado donde se especificó los riesgos y beneficios de su participación.

En el servicio de Gabinetes fueron realizados los ecocardiogramas transtorácicos, donde primero se tomó la presión arterial del paciente apegándonos a las normas internacionales para el registro correcto de la presión arterial. El paciente debió permanecer sentado con la espalda recta y ambos brazos reposados en el descansabrazo, en un lugar tranquilo, por al menos 5 minutos, posteriormente se tomaron la presión arterial con ayuda del baumanómetro digital semiautomático Welch Allen. El manguito neumático del dispositivo debió tener una longitud de al menos el 80% de la circunferencia del brazo y al menos del 40% del ancho del brazo. Inicialmente se tomó la presión arterial en ambos brazos tomando como referencia el brazo con la presión arterial más alta, en donde se registraron 3 mediciones separadas por intervalos de 1-2 minutos. La presión arterial registrada fue el promedio de las dos últimas.

En el ecocardiograma se realizó todas las mediciones habituales y se agregó el estudio de la deformación miocárdica longitudinal por speckle tracking y el análisis del trabajo miocárdico. Para tal fin, se utilizó el equipo E95 de General Electric, con transductor sectorial 5S con el cual se tomaron imágenes bidimensionales de 4 cámaras apical, 3 cámaras apical y 2 cámaras apical, con una profundidad alrededor de 15 cm que permita enmarcar al ventrículo izquierdo, observar el anillo mitral y sólo un centímetro de la aurícula izquierda. Estas imágenes fueron tomadas con un frame rate que sea al menos el 85% de la frecuencia cardiaca que tenga el paciente en el momento del estudio y/o entre 40 a 90 frame rates. Estos frame rates se alcanzaron disminuyendo el ancho del sector de análisis o aumentando la cadencia de cuadros por segundo. De cada vista se obtendrán 3 latidos. El cierre valvular aórtico se obtuvo con análisis del flujo Doppler del tracto de salida del VI.

Una vez obtenidas las imágenes se procesó la deformación miocárdica longitudinal a través del software Automated Function Imaging (AFI) cargado en el equipo. Cada vista fue etiquetada y se ajustó el ROI para que la malla de lectura involucre todo el miocardio, este 1 mm por encima del anillo mitral y no revise el epicardio. Con esto se obtuvieron los bull-eye de strain, índice postsistólico y dispersión mecánica. Posteriormente se introdujo la presión arterial tomada al paciente para el análisis de los bucles de presión-strain y el índice de trabajo miocárdico y sus derivados.

El seguimiento de cada paciente se hizo revisando sus expedientes clínicos y con llamadas telefónicas.



Flujograma de trabajo.

Seguimiento 1 año

CONTROL DE SESGOS.

La variabilidad inter e intra observador para la medición del trabajo miocárdico en esta población ya se realizó en el trabajo de tesis del Dr. Luis Fernando Moreno Cuevas (34), los expertos ecocardiografistas quienes realizaron esas mediciones, son los mismos que participan en este proyecto.

	INTRAOBSERVADOR	INTEROBSERVADOR
INDICE DE TRABAJO MIOCARDICO	0.9	0.89
TRABAJO CONSTRUCTIVO	0.93	0.79
TRABAJO DESPERDICIADO	0.96	0.87
EFICIENCIA MIOCARDICA	0.91	0.9
STRAIN GLOBAL LONGITUDINAL	0.94	0.87

RECURSOS Y FINANCIAMIENTO

a) Recursos materiales:

- * Expedientes clínicos.
- * Ecocardiógrafo E95 con traductor 5S y software AFI.

b) Recursos Humanos:

- * Tesista y autor principal: Dr. Erick Sánchez Rodríguez.
- * Tutor: Dra. Diana Romero Zertuche.
- * Tutor Metodológico: Dr. Horacio García Márquez.
- * Investigador colaborador: Dra. Gabriela Rodríguez Guzmán.

c) Recursos Financieros: El estudio se llevó a cabo al interior de las instalaciones del Hospital de Cardiología CMN Siglo XXI, con el equipamiento disponible del hospital. Este estudio no tiene ningún financiamiento de la industria.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente estudio estuvo apegado a los principios éticos y fue sometido a evaluación por la Comisión Local de Investigación y Ética en Investigación de la UMAE Hospital de Cardiología CMN SXXI.

1. **Riesgo de la Investigación:** El presente protocolo de investigación se basa en lo estipulado en el artículo 17, fracción II del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (32), clasificándola como “Investigación de RIESGO MÍNIMO”.
2. **Contribuciones y beneficios:** El estudio tiene como finalidad generar conocimiento a través de la investigación e información de la función miocárdica del ventrículo izquierdo y determinar su valor pronóstico, esta información fue recabada de manera prospectiva y no genera ningún beneficio para los participantes. El beneficio potencial para los participantes es la evidencia diagnóstica ecocardiográfica de alguna complicación encontrada durante el estudio, la cual fue notificada de manera inmediata a su médico tratante, y se consignará en el expediente clínico. El resto de los beneficios derivados de la información recabada fue para las poblaciones similares futuras.
3. **Confidencialidad:** Los investigadores garantizamos que la información obtenida de las hojas de recolección fue anónimas y no vinculables a los individuos a los cuales pertenecen para la cual se asignó un número de folio a cada participante. La información sensible del paciente como nombre, afiliación y número telefónico sólo fue conocida y manejada por el investigador principal y el tesista.

4. **Condiciones en las que se solicita el consentimiento informado:** Por ser un estudio ambilectivo, el presente estudio requiere consentimiento informado y se recabará de dos maneras: en la cohorte ya capturada se hizo una llamada telefónica para explicarle al paciente los objetivos de este nuevo estudio y preguntarle si quiere participar, si la respuesta es afirmativa se le pedirá que acuda a firmar el consentimiento informado, en los pacientes que se recolecten de manera prolectiva, se les explicará el procedimiento de la realización del ecocardiograma y sus posibles molestias, así como la necesidad de contactarlos durante los siguientes 12 meses después de su alta. (Anexo 1.1)
5. **Forma de selección:** Se utilizó la información recabada en la tesis del Dr. Luis Fernando Moreno Cuevas y se completó el número de muestra seleccionando todos los pacientes de manera consecutiva que cumplan con los criterios de inclusión de manera consecutiva.

Proceso para solicitud de consentimiento informado:

1. Se identificó al paciente que cumpla los criterios de inclusión del estudio.
2. El investigador responsable y/o el tesista se acercó al paciente para explicarle los beneficios, riesgos y alcances de este estudio, tomando el tiempo para resolver cualquier duda que tenga el paciente al respecto.
3. Se le dio unos minutos al paciente para que lea el consentimiento informado y pueda expresar cualquier duda al respecto. Si el paciente no sabe leer, se le leyó el documento en voz alta, frente a un familiar.
4. El consentimiento fue firmado por el paciente. Al no incluir pacientes en condiciones de gravedad extrema no hay ningún motivo por el cual el paciente no pudo consentir por voluntad propia.
5. Se explicó explícitamente que el paciente puede retirarse del estudio en el momento que así él(ella) lo considere necesario y que su participación no afectó en nada su atención médica.

RESULTADOS

En este estudio se utilizaron los datos ya recolectados en el proyecto de investigación titulado: “Valor pronóstico del trabajo miocárdico constructivo como predictor de eventos cardiovasculares a un año de seguimiento en pacientes con Infarto agudo de miocardio con elevación del ST y FEVI menor o igual del 45 % en el Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI” con número de registro SIRELCIS R-2021-3604-011 y se continuo la recolección de pacientes. De Julio 2021 a Julio 2023 se recolectaron 135 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión, de los cuales se excluyeron del estudio 12 por mala ventana ecocardiográfica, realizando el análisis de 123 pacientes, de los cuales 52 pacientes han concluido el tiempo de seguimiento a un año y 49 de ellos cuentan con estudio de resonancia magnética para búsqueda de viabilidad.

En la tabla 1 y 2 se describen las características generales de los 123 pacientes y posteriormente se analizarán los desenlaces de aquellos que completaron el seguimiento.

La edad promedio de los 123 pacientes estudiados fue de 63 años +/- 11.1.

Tabla 1. Características generales		
	n	%
Hombres	106	86.2
Diabetes Mellitus tipo 2	57	46.3
Hipertensión Arterial Sistémica	58	47.2
Dislipidemia	37	30.1
Tabaquismo	71	57.7
Infarto Previo	7	5.7
Intervención Coronaria Previa	4	3.3
Killip y Kimbal		
1	71	57.7
2	49	39.8
3	1	0.8
4	2	1.6
Localización del infarto		
Anterior	35	28.5
Anterolateral	4	3.3
Anteroseptal	27	22
Anterior extenso	27	22
Inferior	8	6.5
Inferolateral	3	2.4
Posteroinferior	15	12.2
Posteroinferior-Inferolateral	3	2.4

Lateral	1	0.9
Trombólisis	48	39
ICP exitosa	104	84.6
Flujo TIMI		
0	0	0
1	6	4.9
2	6	4.9
3	111	90.2
Arteria responsable del infarto		
Coronaria Derecha	32	26
Descendente Anterior	86	69.9
Circunfleja	5	4.1

Tabla 2. Características clínicas, de laboratorio y ecocardiográficas.

Presión arterial sistólica (mmHg)	107 (93-121)
Presión arterial diastólica (mmHg)	67.5 +/- 8.5
Frecuencia cardiaca	70.4 +/-10.6
Troponinas	3545 (245-8455)
GRACE	123 +/- 27.5
FEVI %	40 (33-47)
SGL%	-10.6 +/-2.8
Diámetro Diastólico del Ventriculo Izquierdo (mm)	46.8 +/- 6
Diámetro Sistólico del Ventriculo Izquierdo (mm)	34.9 +/- 6.6
Índice de trabajo miocárdico global (mmHg%)	817 (405-1229)
Trabajo miocárdico constructivo (mmHg%)	963 (539-1397)
Trabajo miocárdico desperdiciado (mmHg%)	145 (32-258)
Eficiencia miocárdica (%)	83 (70-96)

*** Las variables que tuvieron distribución normal se presentan con su media +/- su desviación estándar, mientras que las variables que no tuvieron distribución normal se presentan con su mediana y rango intercuartílico. GRACE: Global Registry of Acute Coronary Events FEVI: Fracción de eyección del Ventriculo Izquierdo. SGL: strain global longitudinal.

De estos 123 pacientes, 52 han completado el seguimiento a un año. La variable de desenlace de este estudio fue una variable combinada de muerte, falla cardiaca, reinfarto, hospitalización por

causa cardiovascular. El tiempo para el análisis se tomó como la fecha en que presentaba por primera vez alguno de los eventos en la variable combinada.

De estos 52 pacientes, 21 tuvieron algún evento cardiovascular, resultando en una incidencia del 40% de eventos en un año. Solo dos pacientes murieron en el seguimiento a un año (3% de incidencia de muerte), 2 tuvieron reinfarto, 9 eventos de falla cardíaca y 12 hospitalizaciones por causas cardiovasculares. Al alta 36 pacientes (69.2%) tenían tratamiento farmacológico óptimo.

Se realizaron curvas ROC para FEVI, SGL, índice de trabajo miocárdico global, trabajo constructivo, trabajo desperdiciado y eficiencia miocárdica, para determinar el mejor punto de corte que predijera la presencia de eventos cardiovasculares (muerte, reinfarto, falla cardíaca, hospitalización). **Tabla 3**

Tabla 3. Puntos de corte y área bajo la curva para predecir eventos cardiovasculares.			
Índice	Punto de corte	Área bajo la curva	Intervalo de Confianza 95%
Trabajo desperdiciado mmHg%	181	0.726	0.579-0.873
Trabajo Constructivo mmHg%	992	0.651	0.499-0.802
SLG	-9.5	0.631	0.473-0.790
FEVI	37.5	0.606	0.447-0.765
Índice de Trabajo miocárdico global mmHg%	736	0.620	0.466-0.773
Eficiencia miocárdica %	NA	0.447	0.289-0.605

NA (no aplica). No se refiere un punto de corte para el trabajo desperdiciado ya que su área bajo la curva cruza la línea de referencia de la curva ROC.

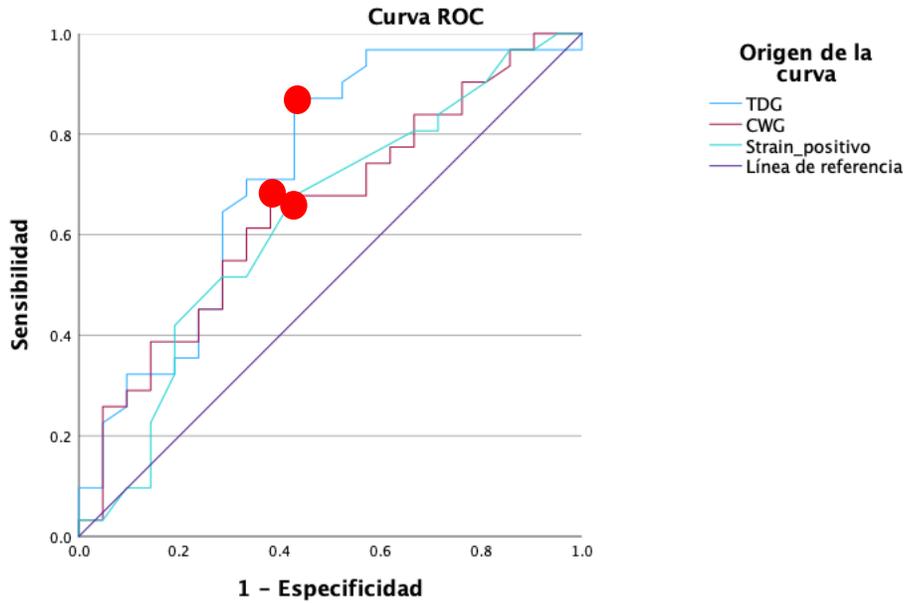


Figura 1. Curva ROC que muestra el rendimiento diagnóstico para predecir eventos cardiovasculares del trabajo desperdiciado, constructivo y el SGL.

Para determinar la probabilidad de tener un evento cardiovascular en el seguimiento a un año de esta población se realizó curva de Kaplan-Meier.

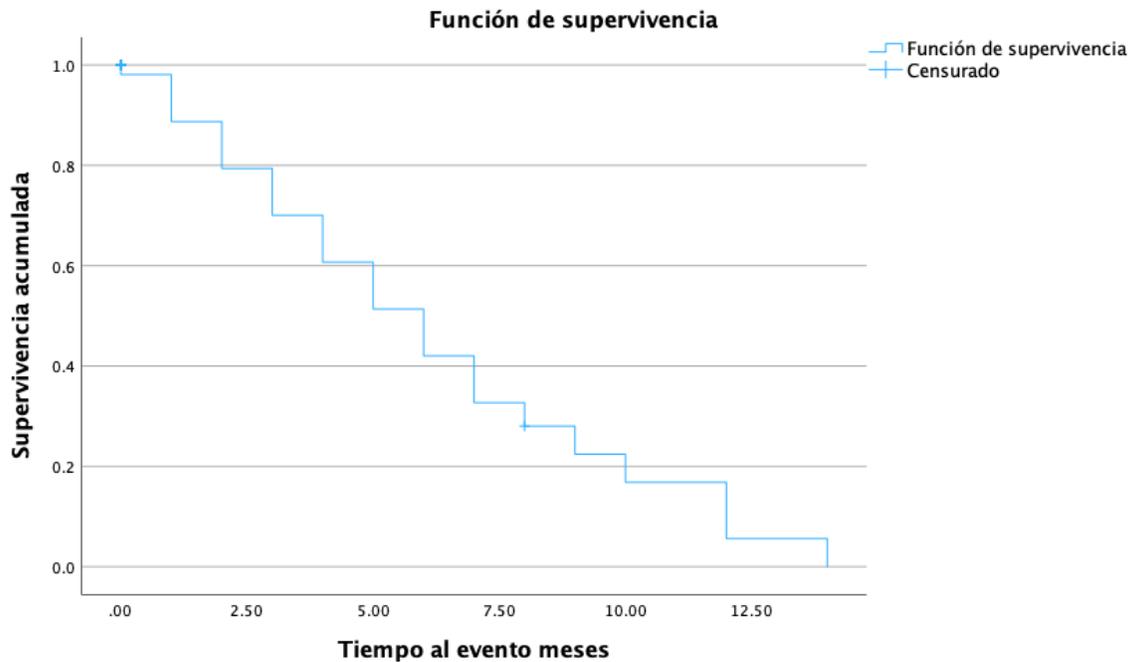


Figura 2. La probabilidad condicional de no tener eventos cardiovasculares al mes de seguimiento es de 88.7% mientras que al mes 10 es de solo 16.8%.

Siendo el objetivo general de este estudio determinar el valor pronostico del trabajo constructivo para predecir eventos cardiovasculares mayores, se realizó una tabla cruzada para comparar entre aquellos sujetos con un valor de trabajo constructivo mayor a 992 mmHg% y menor a este valor, encontrando que aquellos pacientes con un valor de trabajo constructivo menor de 992 mmHg% tienen más eventos cardiovasculares en un año con un valor de p de 0.035. **Tabla 4.**

	Eventos cardiovasculares		Total
	NO	SI	
Trabajo constructivo >992 mmHg%	21	8	29
Trabajo constructivo <992 mmHg%	10	13	23
	31	21	52

Con esta información se graficó una curva de Kaplan-Meier cuya variable de resultado fueron los eventos cardiovasculares y la de contraste el valor de trabajo constructivo dado por la curva ROC previamente analizada de 992 mmHg%.

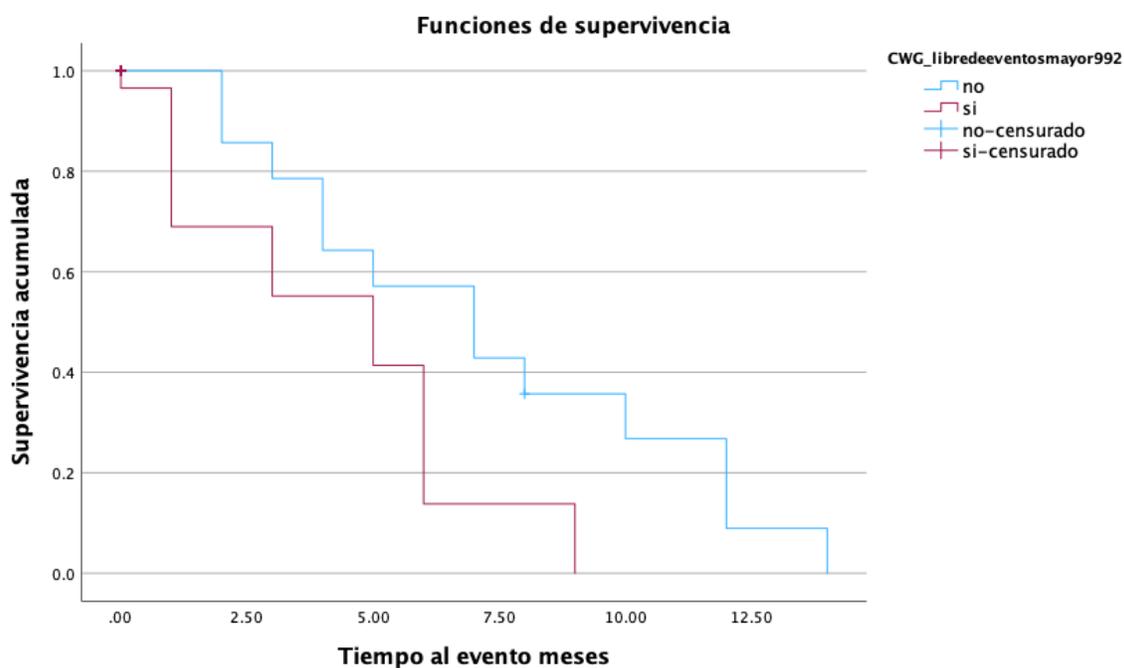


Figura 3. Se muestra la probabilidad de presentar eventos cardiovasculares en el tiempo dependiendo del valor de trabajo constructivo mayor de 992 mmHg% o menor de 992 mmHg%, evidenciándose una mayor proporción de eventos en el grupo con trabajo miocárdico menor de 992 mmHg% con evidente separación de las curvas de supervivencia con un Long-rank de 0.049.

Al ser este un estudio que ha sido el seguimiento de un trabajo previo del grupo de investigadores, donde se demostró que un valor de trabajo constructivo mayor a 786 mmHg% predice viabilidad miocárdica en el sitio del infarto, con una sensibilidad del 97% y especificidad del 78%, se decidió realizar el análisis de eventos con este punto de corte, en el supuesto de que aquellos con viabilidad miocárdica tendrían menos eventos cardiovasculares que los que no tuvieran viabilidad, sin embargo con este punto de corte no hubo diferencias estadísticamente significativas en la prueba de chi-cuadrada entre aquellos que presentar eventos cardiovasculares y los que no con un valor de p de 0.281.

Como se observó en el análisis de curvas ROC el trabajo desperdiciado fue el parámetro que mejor rendimiento diagnóstico tuvo en las curvas ROC, por lo que se realizó prueba de chi cuadrada con el punto de corte de 181 mmHg% encontrando un valor de p de 0.07, por lo que se realiza curva de Kaplan y Meier

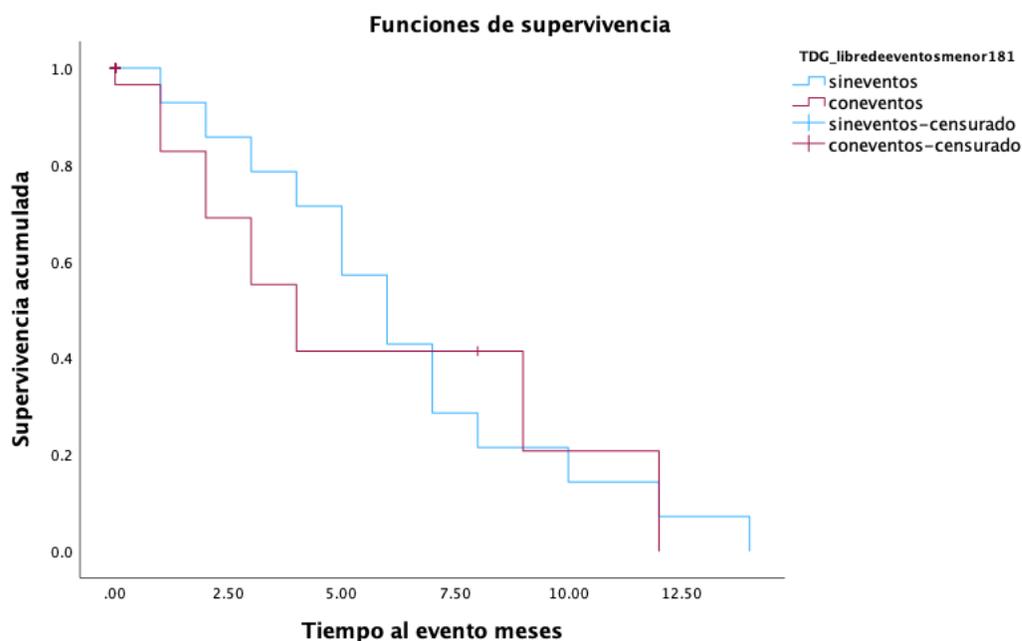


Figura 4. Se muestra la probabilidad de eventos cardiovasculares en un año dependiente del valor del trabajo desperdiciado > 181 mmHg% (peor trabajo desperdiciado) o menor a 180 mmHg%

(mejor), evidenciándose que las curvas se separan al inicio del seguimiento, pero se entrecruzan después del mes 5, con un long-rank de 0.757

Para el análisis de variables confusoras primero se realizó un análisis bivariado donde se analizó la distribución y diferencias de las variables confusoras dividiendo a la población entre aquellos con trabajo constructivo mayor a 992 mmHg% y aquellos con un valor menor a este punto de corte. El valor estadístico se buscó con prueba de chi cuadrada.

	Trabajo constructivo >992 mmHg%	Trabajo constructivo <992mmHg%	p
Diabetes Mellitus tipo 2	15	12	0.974
Hipertensión arterial sistémica	16	10	0.402
Tabaquismo	18	12	0.473
Troponina	4059 +/-2790	4498 +/- 3201	0.30
GRACE	124.4+/-28.4	140.2 +/- 27.5	0.025 *
Killip/Kimbal			
1	21	11	0.194
2	8	10	
3	0	1	
4	0	1	
ICP exitosa			
Si	24	19	0.721
No	4	4	
Flujo TIMI			
1	2	2	0.504
2	0	1	
3	27	20	
Arteria responsable del evento			
CD	12	6	0.515
DA	16	16	
CX	1	1	
Tratamiento farmacológico optimo al egreso			
Si	22	14	0.245
No	7	9	

De acuerdo con el análisis bivariado, la única variable en la que se encontró diferencia entre aquellos sujetos con trabajo constructivo mayor de 992 mmHg% y aquellos con trabajo constructivo menor de 992 mmHg% fue el score de GRACE que es una variable combinada que incluye la edad, frecuencia cardiaca, presión arterial sistólica, creatinina y Killip y Kimbal.

Los determinantes de eventos cardiovasculares a un año en esta población son diversos, consideramos que las posibles variables confusoras que pueden influir sobre la variable dependiente son la edad, el sexo, el flujo final TIMI, el valor del score GRACE, el Killip y Kimbal, el tratamiento optimo al alta, la arteria responsable del evento, el tiempo de isquemia, la presencia o no de viabilidad.

Para el control de confusores, se realizó regresión de Cox, el primer modelo tomo en cuenta como variable independiente una variable dicotómica de trabajo constructivo mayor o menor a 992 mmHg%, en un segundo bloqueo el GRACE y como variable dependiente la presencia o no de eventos cardiovasculares.

1er modelo.

Para este primer modelo en las pruebas de ómnibus de coeficientes del modelo encontramos un valor de p para la Chi cuadrada de 0.057 el cual es estadísticamente no significativo. El coeficiente de regresión del trabajo constructivo es de 0.926 con Hazard ratio de 2.5 (IC95% 0.945-6.741) con un valor de p de 0.065. Las variables fuera de la ecuación (GRACE) no aportan un valor estadísticamente significativo (p 0.51) para el cambio del modelo, probablemente porque incluye variables que en el análisis bivariado no fueron estadísticamente significativas.

Se decidió correr un segundo modelo ajustando por edad, sexo, tratamiento farmacológico optimo y tiempo de isquemia con método LR hacia atrás.

2do modelo.

Para este segundo modelo las pruebas de ómnibus de coeficientes del modelo el valor de p para la Chi cuadrada cuando el modelo solo incluye al trabajo constructivo es igual que el previo de 0.057 y al analizar las variables fuera de la ecuación ninguna mejora el modelo, la edad con valor de p de 0.415, el sexo con valor de p 0.908, el tiempo de isquemia con valor de 0.84 y el tratamiento farmacológico optimo al egreso con valor de p 0.855.

DISCUSIÓN

Los principales hallazgos de este estudio revelan que, en pacientes con IAMCEST, un valor de trabajo desperdiciado global superior a 181 mmHg% es el parámetro con mejor rendimiento diagnóstico en comparación con el trabajo constructivo, el Índice de Trabajo Miocárdico Global, el Strain Longitudinal Global (SLG) y la Fracción de Eyección del Ventrículo Izquierdo (FEVI) para predecir eventos cardiovasculares. Esto se confirma a través de las curvas ROC, que arrojaron un área bajo la curva de 0.76 (Intervalo de Confianza del 95%: 0.579-0.873), lo que aumenta la probabilidad de eventos cardiovasculares en un año. Sin embargo, en el análisis de supervivencia, a pesar de que las curvas muestran una separación inicial durante el seguimiento, se entrecruzan después del quinto mes, con un valor de p del estadístico Long-rank de 0.757.

Además, es relevante mencionar que los pacientes con un valor de Trabajo Constructivo menor a 992 mmHg% experimentaron un mayor número de eventos cardiovasculares graves en el transcurso de un año, con un valor de p de 0.035. Estos resultados destacan la importancia de considerar el trabajo desperdiciado y el trabajo constructivo como indicadores clínicos significativos en la estratificación del riesgo cardiovascular en pacientes post-IAMCEST.

Implicación pronóstica trabajo constructivo, Strain longitudinal global y FEVI

Durante la hospitalización y de acuerdo con las recomendaciones actuales de las guías de práctica, todos los pacientes con Infarto Agudo de Miocardio con Elevación del Segmento ST deben ser evaluados mediante ecocardiografía transtorácica, una herramienta muy accesible, no invasiva y de bajo costo que desempeña un papel fundamental en la obtención de información a corto y largo plazo sobre el pronóstico posterior al IAM (12). Sin embargo, aunque la fracción de eyección del ventrículo izquierdo es un parámetro comúnmente utilizado para evaluar la función del ventrículo izquierdo, en ocasiones, la disfunción subclínica puede subestimarse o pasar desapercibida. El Strain Longitudinal Global (SLG) derivado de la ecocardiografía de seguimiento de moteado (STE) ha emergido como una herramienta más precisa, altamente sensible y reproducible para la evaluación y comparación seriada de la función sistólica del VI.

No obstante, es importante destacar que tanto la FEVI como el SLG dependen de la poscarga, lo que dificulta la distinción entre un SLG anormal secundario a una reducción intrínseca de la contractilidad del VI o debido a un aumento de la poscarga del VI (12, 35).

La relación y el valor pronóstico entre el Trabajo Constructivo Miocárdico y el IAMCEST fueron previamente mencionados por el doctor Patrick Meimoun y colaboradores, quienes observaron que el Trabajo Constructivo se vio más gravemente afectado en pacientes con complicaciones intrahospitalarias ($n = 16$; $p < 0.01$) (33).

En nuestro estudio con 52 pacientes, 21 experimentaron algún evento cardiovascular, lo que se tradujo en una incidencia del 40% de eventos en un año. Sin embargo, es crucial señalar que este estudio representa un seguimiento de investigaciones previas en las que se demostró que un valor

de Trabajo Constructivo superior a 786 mmHg% predice la viabilidad miocárdica en la zona del infarto con una sensibilidad del 97% y una especificidad del 78%. No obstante, es relevante destacar que este punto de corte no reveló diferencias estadísticamente significativas, con un valor de p de 0.281.

Proyección pronóstica del trabajo global desperdiciado después del IAMCEST.

El trabajo global desperdiciado representa el trabajo negativo realizado en sístole (alargamiento) o el trabajo positivo realizado en la relajación isovolumétrica (acortamiento) (24). Hasta el momento, no se han explorado las implicaciones pronósticas de trabajo global desperdiciado en pacientes con IAMCEST con FEVI menor del 45%, siendo base de estudio en otras enfermedades cardiovasculares, no obstante, el doctor Russel informo que los pacientes con miocardiopatía y BRI tienen un trabajo global desperdiciado mayor en comparación con los pacientes con miocardiopatía sin BRI y los sujetos de control sanos. (28). Este estudio actual aporta evidencia adicional acerca de las implicaciones pronósticas del trabajo global desperdiciado en una cohorte de pacientes con IAMCEST de tamaño reducido. Se observó que los pacientes con una reducción en el trabajo global desperdiciado presentaron un pronóstico menos favorable en el seguimiento a largo plazo, probablemente proporciona una medición global cuantitativa de la energía malgastada, agregando una carga metabólica al ventrículo que puede contribuir a una remodelación adversa. Además, se evidenció que el trabajo global desperdiciado proporciona un beneficio adicional en comparación con la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI), la segmentación longitudinal global (SLG) y diversos índices de trabajo miocárdico.

LIMITACIONES

La principal limitación de nuestro estudio hasta el momento del análisis es el número reducido de pacientes que ha completado el seguimiento a un año, por lo que al hacer el análisis multivariado y regresión de Cox no obtuvimos valores estadísticamente significativos para poder decir con certeza que el trabajo constructivo o desperdiciado puedan predecir de manera independiente la presencia de ventos cardiovasculares.

CONCLUSIONES

En nuestro estudio el trabajo constructivo inferior a 991 mmHg% puede desempeñar un papel fundamental en la mejora de la estratificación del riesgo en pacientes que han experimentado un Infarto Agudo de Miocardio. Además, este parámetro proporciona una valiosa perspectiva sobre la función miocárdica postinfarto y puede ser esencial para identificar a aquellos pacientes con un mayor riesgo de complicaciones y resultados adversos en el período post-IAM. Esto, a su vez, podría contribuir a la reducción de eventos cardiovasculares posteriores y mejorar la calidad de vida de los pacientes después de un IAM. En última instancia, la integración del Trabajo Constructivo como un marcador de pronóstico en la atención post-IAM podría representar un avance significativo en la gestión clínica y en la prevención de complicaciones a largo plazo.

De manera interesante, el Trabajo Desperdiciado podría considerarse como el parámetro no invasivo más eficaz para anticipar resultados desfavorables después de un IAM. Sin embargo, en el análisis de supervivencia, a pesar de que las curvas muestran una separación inicial durante el seguimiento, pero se cruzan después del quinto mes, con un valor de p de Long-rank de 0.757. Esto posiblemente adquiera significado con un seguimiento de un año y un mayor número de pacientes. En resumen, el Trabajo Desperdiciado se erige como una herramienta prometedora en la gestión post-IAM, aunque se requieren más investigaciones y un seguimiento prolongado para comprender completamente su relevancia y aplicaciones clínicas a largo plazo.

ANEXOS.

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

NUMERO DE FOLIO: _____



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS, PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN**

Fecha de recolección: __/__/__

Edad:		Sexo:	
Peso:		Talla:	
		Fc:	
		TA:	

FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR

	SI	NO
Tabaquismo		
Hipertensión arterial sistémica		
Diabetes Mellitus		
Dislipidemia		

CARACTERISTICAS ISQUÉMICAS

Killip y kimball		Tiempo total de isquemia	
GRACE		Troponinas.	

	SI	NO
Oclusión total aguda		

VARIABLES ECOCARDIOGRÁFICAS

Fecha del Ecocardiograma: __/__/__

Parámetro ecocardiográfico	Resultado del ecocardiograma
Fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI)	
Diámetro diastólico del ventrículo izquierdo (DDVI)	
Diámetro sistólico del ventrículo izquierdo (DSVI)	
Strain longitudinal global (SLG)	
Índice de trabajo miocárdico.	
Trabajo miocárdico constructivo.	

Trabajo miocárdico desperdiciado	
Eficiencia miocárdica	

EVENTOS CARDIOVASCULARES

1. Muerte cardiovascular : Si ____ No ____

Si la repuesta es si :

	SI	NO		SI	NO
Muerte por Infarto agudo de miocárdio			Muerte por insuficiencia cardiaca		
Muerte cardiaca subita			Muerte por accidente cerebrovascular		

2. Reinfarto: Si ____ No____

3. Evento de insuficiencia cardiaca: Si____No____

4. Hospitalización por causas cardiovasculares:

Si la respuesta es si :

	SI	NO		SI	NO
Hospitalización por insuficiencia cardiaca			Hospitalización por evento cardiovascular		
Hospitalización por arritmias			Hospitalización por otras causas cardiovaasuclar		

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	Actividades del protocolo de investigación 2022-2023-2024																	
Actividad	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	
Elaboración del Protocolo	X	X	X	X	X	X												
Autorización del CLIES							X											
Recopilación de pacientes								X	X	X	X	X						
Análisis de datos													X					
Presentación de resultados														X				
Publicación															X	X	x	

HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN
Y POLÍTICAS DE SALUD
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD**

**CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO
(ADULTOS)**

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN

Nombre del estudio: **VALOR PRONÓSTICO DEL TRABAJO MIOCÁRDICO CONSTRUCTIVO COMO PREDICTOR DE EVENTOS CARDIOVASCULARES A 1 AÑO EN PACIENTES CON INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO CON ELEVACIÓN DEL ST Y FEVI MENOR O IGUAL DEL 45 % EN EL HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI.**

Patrocinador externo (si aplica): NO APLICA

Lugar y fecha: CIUDAD DE MÉXICO A

Número de registro:

Justificación y objetivo del estudio: La información obtenida por este estudio ayudará al desarrollo de nuevas herramientas de diagnóstico que sirvan a los médicos de nuestra unidad para identificar a los pacientes con mayor riesgo de complicaciones posteriores a un infarto y con ello ofrecer mejores y oportunos tratamientos. Por otra parte, la información obtenida del estudio le aportará información valiosa a su médico sobre el grado de lesión que sufrió su corazón.

Procedimientos: En el presente estudio se le realizará un ecocardiograma que es un ultrasonido de su corazón, para lo cual se utilizará un transductor (aparato tipo lápiz) y gel con los cuales se obtendrán imágenes de su corazón que posteriormente se medirán y analizarán. Además obtendrán datos de su historia clínica del expediente y se le realizará una llamada telefónica tras 12 meses del evento del infarto que tuvo para saber cómo está.

Posibles riesgos y molestias: Durante la realización del ecocardiograma la aplicación del gel sobre su piel se sentirá frío y algunas veces es necesario hacer presión sobre su pecho para poder obtener imágenes adecuadas, esto puede ser ligeramente doloroso.

Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio: Si durante el estudio se identifica alguna complicación en su corazón derivado del infarto que usted sufrió o algún dato relevante, su médico tratante será avisado de manera inmediata para proporcionarle la atención médica requerida. Esto representa un beneficio para usted durante este estudio. Los datos obtenidos representarán además un beneficio para pacientes similares a usted en el futuro.

Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	Los datos obtenidos en el ecocardiograma y el seguimiento serán debidamente anexados a su expediente. De encontrar alguna complicación que requiera atención de tercer nivel durante su seguimiento, se dará cita en la consulta externa de este hospital.						
Participación o retiro:	El que usted acepte o rechace participar en este estudio no interfiere con su atención médica. Usted puede rechazar participar o continuar en cualquier momento del estudio. La atención médica y tratamientos que requiere su enfermedad no dependerán de su decisión de participar o no en este estudio.						
Privacidad y confidencialidad:	Toda su información confidencial será resguardada por el investigador principal y su grupo de apoyo. No se divulgará en ningún momento su nombre, la razón social o el número telefónico. Para tal efecto se asignará a cada paciente un número de folio con el cual los investigadores trabajarán.						
En caso de colección de material biológico (si aplica):							
<table border="1"> <tr> <td>No autoriza que se tome la muestra.</td> </tr> <tr> <td>Si autorizo que se tome la muestra solo para este estudio.</td> </tr> <tr> <td>Si autorizo que se tome la muestra para este estudio y estudios futuros.</td> </tr> </table>		No autoriza que se tome la muestra.	Si autorizo que se tome la muestra solo para este estudio.	Si autorizo que se tome la muestra para este estudio y estudios futuros.			
No autoriza que se tome la muestra.							
Si autorizo que se tome la muestra solo para este estudio.							
Si autorizo que se tome la muestra para este estudio y estudios futuros.							
En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:							
Investigador Responsable:	Erick Sánchez 56276900 extensión 22007						
Colaboradores:	Diana Romero Zertuche 56276900 extensión 22007						
En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comisión de Ética de Investigación de la CLIES ubicada en la UIBCAR de la UMAE Hospital de Cardiología CMN Siglo XXI. Avenida Cuauhtemoc 330. Colonia Doctores. Tel. 526276900. Correo electrónico: cleicardiologiacmnsxxi@gmail.com							
<table border="1"> <tr> <td>Nombre y firma del sujeto</td> <td>Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento</td> </tr> <tr> <td>Testigo 1</td> <td>Testigo 2</td> </tr> <tr> <td>Nombre, dirección, relación y firma</td> <td>Nombre, dirección, relación y firma</td> </tr> </table>		Nombre y firma del sujeto	Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento	Testigo 1	Testigo 2	Nombre, dirección, relación y firma	Nombre, dirección, relación y firma
Nombre y firma del sujeto	Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento						
Testigo 1	Testigo 2						
Nombre, dirección, relación y firma	Nombre, dirección, relación y firma						
Clave: 2810-009-013							

BIBLIOGRAFÍA

1. Benjamin, E. J., Muntner, P., Alonso, A., Bittencourt, M. S., Callaway, C. W., Carson, A. P., Chamberlain, A. M., Chang, A. R., Cheng, S., Das, S. R., Delling, F. N., Djousse, L., Elkind, M. S. V., Ferguson, J. F., Fornage, M., Jordan, L. C., Khan, S. S., Kissela, B. M., Knutson, K. L., ... Virani, S. S. (2019). Heart Disease and Stroke Statistics-2019 Update: A Report from the American Heart Association. *Circulation*, 139(10), e56–e528. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000659>.
2. Roth, G. A., Mensah, G. A., Johnson, C. O., Addolorato, G., Ammirati, E., Baddour, L. M., Barengo, N. C., Beaton, A., Benjamin, E. J., Benziger, C. P., Bonny, A., Brauer, M., Brodmann, M., Cahill, T. J., Carapetis, J. R., Catapano, A. L., Chugh, S., Cooper, L. T., Coresh, J., ... Fuster, V. (2020). Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990-2019: Update from the GBD 2019 Study. In *Journal of the American College of Cardiology* (Vol. 76, Issue 25, pp. 2982–3021). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.11.010>
3. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Estadísticas de defunciones registradas 2021 (Preliminar). Comunitado de prensa Num. 378/22. 2022.
4. Organisation for Economic Cooperation and Development (Internet). Francia: Healt at a Glance; 2019.
5. Nepper-Christensen, L., Lønborg, J., Høfsten, D. E., Ahtarovski, K. A., Bang, L. E., Helqvist, S., Kyhl, K., Køber, L., Kelbæk, H., Vejlsturp, N., Holmvang, L., & Engstrøm, T. (2018). Benefit from reperfusion with primary percutaneous coronary intervention beyond 12 hours of symptom duration in patients with ST-segment-elevation myocardial infarction. In *Circulation: Cardiovascular Interventions* (Vol. 11, Issue 9). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.118.006842>
6. Cahill, T. J. & Kharbada, R. K. (2017). Heart failure after myocardial infarction in the era of primary percutaneous coronary intervention: Mechanisms, incidence and identification of patients at risk. *World Journal of Cardiology*, 9(5), 407. <https://doi.org/10.4330/wjc.v9.i5.407>
7. Frantz, S., Hundertmark, M. J., Schulz-Menger, J., Bengel, F. M., & Bauersachs, J. (2022). Left ventricular remodelling post-myocardial infarction: pathophysiology, imaging, and novel therapies. In *European heart journal* (Vol. 43, Issue 27, pp. 2549–2561). NLM (Medline). <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac223>.
8. Moran, A. E., Forouzanfar, M. H., Roth, G. A., Mensah, G. A., Ezzati, M., Flaxman, A., Murray, C. J. L., & Naghavi, M. (2014). The global burden of ischemic heart disease in 1990 and 2010: The global burden of disease 2010 study. In *Circulation* (Vol. 129, Issue 14, pp. 1493–1501). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.004046>

9. Killip Iii, T., Kimball, J. T., & York, N. (n.d.). Treatment of Myocardial Infarction in a Coronary Care Unit A Two Year Experience with 250 Patients*.
10. Fox, K. A. A., Eagle, K. A., Gore, J. M., Steg, P. G. & Anderson, F. A. (2010). The Global Registry of Acute Coronary Events, 1999 to 2009-GRACE. *Heart*, 96(14), 1095-1101. <https://doi.org/10.1136/hrt.2009.190827>
11. Garcia, M. J., Kwong, R. Y., Scherrer-Crosbie, M., Taub, C. C., Blankstein, R., Lima, J., Bonow, R. O., Eshtehardi, P., & Bois, J. P. (2020). State of the Art: Imaging for Myocardial Viability: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation: Cardiovascular Imaging*, 13(7). <https://doi.org/10.1161/HCI.0000000000000053>
12. Prastaro, M., Pirozzi, E., Gaibazzi, N., Paolillo, S., Santoro, C., Savarese, G., Losi, M. A., Esposito, G., Perrone Filardi, P., Trimarco, B. & Galderisi, M. (2017). Expert Review on the Prognostic Role of Echocardiography after Acute Myocardial Infarction. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 30(5), 431-443.e2. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2017.01.020>
13. Shimizu, A. (2013). What Are the Most Useful Predictors of Cardiac Mortality in Patients Post Myocardial Infarction? *Circulation Journal*, 77(2), 319-320. <https://doi.org/10.1253/circj.cj-12-1542>
14. Lang, R. M., Badano, L. P., Mor-Avi, V., Afilalo, J., Armstrong, A., Ernande, L., Flachskampf, F. A., Foster, E., Goldstein, S. A., Kuznetsova, T., Lancellotti, P., Muraru, D., Picard, M. H., Rietzschel, E. R., Rudski, L., Spencer, K. T., Tsang, W., Voigt, J.-U., Maria, T., ... Leuven, B. (n.d.). *Recomendaciones para la Cuantificación de las Cavidades Cardíacas por Ecocardiografía en Adultos: Actualización de la Sociedad Americana de Ecocardiografía y de la Asociación Europea de Imagen Cardiovascular*.
15. Freed, B. H., Daruwalla, V., Cheng, J. Y., Aguilar, F. G., Beussink, L., Choi, A., Klein, D. A., Dixon, D., Baldrige, A., Rasmussen-Torvik, L. J., Maganti, K. & Shah, S. J. (2016b). Prognostic Utility and Clinical Significance of Cardiac Mechanics in Heart Failure With Preserved Ejection Fraction. *Circulation: Cardiovascular Imaging*, 9(3). <https://doi.org/10.1161/circimaging.115.003754>
16. Shiga, T., Hagiwara, N., Ogawa, H., Takagi, A., Nagashima, M., Yamauchi, T., Tsurumi, Y., Koyanagi, R. & Kasanuki, H. (2008b). 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*, 95(3), 216-220. <https://doi.org/10.1136/hrt.2008.145243>
17. Volpi, A., De Vita, C., Franzosi, M. G., Geraci, E., Maggioni, A. P., Mauri, F., Negri, E., Santoro, E., Tavazzi, L. & Tognoni, G. (1993). Determinants of 6-month mortality in survivors of myocardial infarction after thrombolysis. Results of the GISSI-2 data base. The Ad hoc Working Group of the Gruppo Italiano per lo Studio della Sopravvivenza nell'Infarto

- Miocardico (GISSI)-2 Data Base. *Circulation*, 88(2), 416-429. <https://doi.org/10.1161/01.cir.88.2.416>
18. Marwick, T. H. (2018). Ejection Fraction Pros and Cons. *Journal of the American College of Cardiology*, 72(19), 2360-2379. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.08.2162>
 19. Halliday, B. P., Senior, R. & Pennell, D. J. (2020). Assessing left ventricular systolic function: from ejection fraction to strain analysis. *European Heart Journal*, 42(7), 789-797. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa587>
 20. Smiseth, O. A., Torp, H., Opdahl, A., Haugaa, K. H. & Urheim, S. (2015). Myocardial strain imaging: how useful is it in clinical decision making? *European Heart Journal*, 37(15), 1196-1207. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv529>
 21. Antoni, M. L., Mollema, S. A., Delgado, V., Atary, J. Z., Borleffs, C. J. W., Boersma, E., Holman, E. R., van der Wall, E. E., Schalij, M. J. & Bax, J. J. (2010). Prognostic importance of strain and strain rate after acute myocardial infarction. *European Heart Journal*, 31(13), 1640-1647. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq105>
 22. Ersbøll, M., Valeur, N., Mogensen, U. M., Andersen, M. J., Møller, J. E., Velazquez, E. J., Hassager, C., Søgaard, P. & Køber, L. (2013b). Prediction of All-Cause Mortality and Heart Failure Admissions From Global Left Ventricular Longitudinal Strain in Patients With Acute Myocardial Infarction and Preserved Left Ventricular Ejection Fraction. *Journal of the American College of Cardiology*, 61(23), 2365-2373. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.02.061>
 23. Holzknrecht, M., Reindl, M., Tiller, C., Reinstadler, S. J., Lechner, I., Pamminger, M., Schwaiger, J. P., Klug, G., Bauer, A., Metzler, B. & Mayr, A. (2021). Global longitudinal strain improves risk assessment after ST-segment elevation myocardial infarction: a comparative prognostic evaluation of left ventricular functional parameters. *Clinical Research in Cardiology*, 110(10), 1599-1611. <https://doi.org/10.1007/s00392-021-01855-6>
 24. Ilardi, F., D'Andrea, A., D'Ascenzi, F., Bandera, F., Benfari, G., Esposito, R., Malagoli, A., Mandoli, G. E., Santoro, C., Russo, V., Crisci, M., Esposito, G. & Cameli, M. (2021). Myocardial Work by Echocardiography: Principles and Applications in Clinical Practice. *Journal of Clinical Medicine*, 10(19), 4521. <https://doi.org/10.3390/jcm10194521>
 25. Van der Bijl, P., Kostyukevich, M., El Mahdiui, M., Hansen, G., Samset, E., Ajmone Marsan, N., Bax, J. J. & Delgado, V. (2019). A Roadmap to Assess Myocardial Work. *JACC: Cardiovascular Imaging*, 12(12), 2549-2554. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2019.05.028>
 26. Sørensen, J., Harms, H. J., Aalen, J. M., Baron, T., Smiseth, O. A. & Flachskampf, F. A. (2020b). Myocardial Efficiency. *JACC: Cardiovascular Imaging*, 13(7), 1564-1576. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2019.08.030>

27. Roemer, S., Jaglan, A., Santos, D., Umland, M., Jain, R., Tajik, A. J. & Khandheria, B. K. (2021). The Utility of Myocardial Work in Clinical Practice. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 34(8), 807-818. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2021.04.013>
28. Russell, K., Eriksen, M., Aaberge, L., Wilhelmsen, N., Skulstad, H., Remme, E. W., Haugaa, K. H., Opdahl, A., Fjeld, J. G., Gjesdal, O., Edvardsen, T. & Smiseth, O. A. (2012). A novel clinical method for quantification of regional left ventricular pressure–strain loop area: a non-invasive index of myocardial work. *European Heart Journal*, 33(6), 724-733. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs016>
29. Manganaro, R., Marchetta, S., Dulgheru, R., Ilardi, F., Sugimoto, T., Robinet, S., Cimino, S., Go, Y. Y., Bernard, A., Kacharava, G., Athanassopoulos, G. D., Barone, D., Baroni, M., Cardim, N., Hagendorff, A., Hristova, K., López-Fernández, T., de la Morena, G., Popescu, B. A., . . . Lancellotti, P. (2018). Echocardiographic reference ranges for normal non-invasive myocardial work indices: results from the EACVI NORRE study. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*, 20(5), 582-590. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jey188>
30. Skulstad, H., Edvardsen, T., Urheim, S., Rabben, S. I., Stugaard, M., Lyseggen, E., Ihlen, H. & Smiseth, O. A. (2002). Postsystolic Shortening in Ischemic Myocardium. *Circulation*, 106(6), 718-724. <https://doi.org/10.1161/01.cir.0000024102.55150.b6>
31. Edwards, N. F., Scalia, G. M., Shiino, K., Sabapathy, S., Anderson, B., Chamberlain, R., Khandheria, B. K. & Chan, J. (2019). Global Myocardial Work Is Superior to Global Longitudinal Strain to Predict Significant Coronary Artery Disease in Patients With Normal Left Ventricular Function and Wall Motion. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 32(8), 947-957 <https://doi.org/10.1016/j.echo.2019.02.014>
32. Lustosa RP, Butcher SC, van der Bijl P, et al. Global Left Ventricular Myocardial Work Efficiency and Long-Term Prognosis in Patients After ST-Segment-Elevation Myocardial Infarction. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2021;14(3):e012072. doi:10.1161/CIRCIMAGING.120.012072
33. Meimoun, P., Abdani, S., Stracchi, V., Elmkies, F., Boulanger, J., Botoro, T., Zemir, H., & Clerc, J. (2020). Usefulness of Noninvasive Myocardial Work to Predict Left Ventricular Recovery and Acute Complications after Acute Anterior Myocardial Infarction Treated by Percutaneous Coronary Intervention. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 33(10), 1180–1190. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2020.07.008>
34. Moreno LF, Romero D, García H, Amador J, Gonzalez A, Rodriguez G. (2022) Exactitud Diagnóstica del índice de trabajo miocárdico por bluces de presión-strain para demostrar viabilidad miocárdica posterior a un infarto agudo de miocardio con gracción de expulsión reducida en el Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI. Tesis de especialidad. Universidad Nacional Autónoma de México

35. Marzlin N, Hays AG, Peters M, et al. Myocardial Work in Echocardiography. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2023;16(2):e014419. doi:10.1161/CIRCIMAGING.122.014419