



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

Disminución de la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo posterior a estrés con adenosina como predictor de enfermedad arterial coronaria en pacientes evaluados con resonancia magnética cardiaca.

TESIS

Que para obtener el título de
Cardiólogo

P R E S E N T A

Edith Liliana Posada Martínez

DIRECTOR DE TESIS

Dra. Gabriela Meléndez Ramírez

Facultad de Medicina



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., Agosto de 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

Resumen.....	3
Marco teórico.....	4
Epidemiología.....	4
Definición.....	4
Diagnóstico.....	5
Pruebas diagnósticas.....	5
Sensibilidad y especificidad de las pruebas diagnósticas.....	8
Gammagrafía cardiaca.....	8
Marcadores de gravedad.....	9
Resonancia magnética.....	10
Usos clínicos e indicaciones.....	10
Resonancia magnética con adenosina.....	12
Justificación.....	14
Planteamiento del problema y pregunta de investigación.....	15
Objetivo general.....	16
Objetivos específicos.....	16
Hipótesis.....	17
Material y métodos.....	17
Descripción general del estudio.....	20
Análisis estadístico.....	21
Aspectos éticos.....	22
Recursos, financiamiento y factibilidad.....	23
Resultados.....	24
Discusión.....	29
Conclusión.....	30
Referencias bibliográficas.....	31

TÍTULO

Disminución de la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo posterior a estrés con adenosina como predictor de enfermedad arterial coronaria en pacientes evaluados con resonancia magnética cardiaca.

RESUMEN

Introducción: La resonancia magnética cardiaca (RMC) es ampliamente usada para la evaluación de enfermedad arterial coronaria. El estrés farmacológico es usado para evaluar la perfusión miocárdica y anormalidades regionales de la movilidad comparados con el reposo; debido a su favorable perfil de seguridad, la adenosina es el vasodilatador más frecuentemente usado para imagen de perfusión. El uso de otras modalidades de imagen como medicina nuclear y ecocardiografía han mostrado que la imagen bajo condiciones de estrés proveen mayor información hemodinámica y funcional además de la perfusión y el engrosamiento regional de la pared, como la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo (FEVI). La utilidad de la RM con adenosina está bien establecida para valoración de perfusión miocárdica, pero podría tener un rol en la evaluación de otros parámetros funcionales y su respuesta al estrés.

Material y métodos: Se realizó un estudio transversal comparativo. Los criterios de inclusión fueron pacientes evaluados en el INCICH con estudio de RMC con adenosina de enero 2009 a junio 2015. A todos los pacientes se les realizó RMC con adenosina con protocolo estándar. Se determinó la FEVI en reposo y posterior a estrés con adenosina. Posteriormente se calculó la diferencia entre ambas. Se comparó el cambio en la FEVI en pacientes con estudio positivo vs estudio negativo para isquemia por este método.

Resultados: Se incluyeron 59 pacientes. Sexo masculino 41 pacientes (70%), la media de edad fue de 59.7 años \pm 10.9 años, el 38% de los estudios fueron positivos para isquemia. La FEVI basal fue de 58.3% (48.2-65.7) vs 59% (45.3-64) ($p=0.94$); el volumen telesistólico basal fue de 37.6 ml (22.1-59.8) vs 38 ml (29-59.2) ($p=0.62$), en pacientes con y sin isquemia respectivamente. La delta de la FEVI (FEVI postestrés – FEVI reposo) fue de -0.16 ± 5.9 vs 5.3 ± 4.7 ($p<0.001$) en pacientes con y sin isquemia respectivamente; la delta del volumen telesistólico fue de 6.3 ± 7.7 vs -1.5 ± 7 ($p< 0.001$) en pacientes con y sin isquemia respectivamente.

Conclusión: Los pacientes con estudios positivos para isquemia tuvieron menor delta FEVI y mayor delta de VTS y VTD que aquellos con estudios negativos para isquemia.

DISMINUCIÓN DE LA FRACCIÓN DE EXPULSIÓN DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO POSTERIOR A ESTRÉS CON ADENOSINA COMO PREDICTOR DE ENFERMEDAD ARTERIAL CORONARIA EN PACIENTES EVALUADOS CON RESONANCIA MAGNÉTICA CARDIACA

MARCO TEÓRICO

EPIDEMIOLOGÍA

Es ampliamente conocido que las enfermedades cardiovasculares son causa principal de mortalidad y morbilidad en adultos alrededor del mundo. De éstas, la enfermedad arterial coronaria (EAC) es la causa más común alcanzando aproximadamente el 42% de todas las muertes relacionadas a enfermedades cardiovasculares. (1)

En México las enfermedades del corazón son la principal causa de muerte; según los últimos datos reportados en el INEGI, en el 2014 hubo 82 334 muertes debidas a enfermedades isquémicas del corazón. (2)

DEFINICIÓN

Se denomina isquemia miocárdica al proceso mediante el cual se reduce la presión de perfusión sanguínea en un área del músculo cardiaco que condiciona una privación de oxígeno tisular y evita la remoción de sus productos catabólicos (3).

La principal causa de cardiopatía isquémica es la aterosclerosis, que se define como un proceso inflamatorio patológico caracterizado por la deposición de lípidos y otros materiales de la sangre en la pared arterial, provocando diferentes grados de isquemia e incluso necrosis cuando se compromete totalmente la luz del vaso (4).

DIAGNÓSTICO

La angiografía coronaria invasiva (ACI) permanece como el estándar de oro en el diagnóstico de la enfermedad arterial coronaria. Sin embargo la información de las imágenes se limita sólo a la luz del vaso y no a las características de la placa. En la mayoría de los pacientes la ACI no proporciona información de anomalías funcionales de las arterias coronarias epicárdicas o la microvasculatura.

El diagnóstico de EAC estable puede clásicamente también ser soportada por pruebas funcionales (prueba de esfuerzo o una prueba de imagen con estrés). Estas pruebas brindan información importante acerca de la relación causal entre isquemia y la ocurrencia de los síntomas del paciente. Sin embargo, la distinción entre lesiones epicárdicas y disfunción microvascular causantes de isquemia es difícil.

Según las actuales guías internacionales, todos los pacientes con dolor torácico y/o disnea de esfuerzo que no puede ser explicada por causas no cardíacas, como enfermedad pulmonar, deben ser sometidos a un estudio para valorar isquemia, usando prueba de esfuerzo o pruebas de imagen con estrés farmacológico o ejercicio (5). El rendimiento diagnóstico superior de las pruebas de imagen con estrés ha sido un fuerte argumento para recomendar el uso preferencial de estas técnicas en todos los pacientes donde la experiencia local y disponibilidad lo permitan.

PRUEBAS DIAGNÓSTICAS

Las técnicas de imagen con estrés tienen varias ventajas sobre la prueba de ejercicio convencional, incluyendo rendimiento diagnóstico superior para la detección de enfermedad coronaria obstructiva, la capacidad para cuantificar y localizar áreas de isquemia y la habilidad de proveer información diagnóstica en la presencia de anomalías en el electrocardiograma de base. Además las imágenes con estrés farmacológico son una opción en pacientes que no pueden realizar ejercicio. Las técnicas de imagen con estrés también son preferidas a la prueba de esfuerzo en pacientes con intervención coronaria percutánea previa o cirugía de revascularización coronaria, quienes

frecuentemente tienen anormalidades pre-existentes en el electrocardiograma basal y en quienes el diagnóstico de enfermedad arterial coronaria ya es conocido. La mayor capacidad de las pruebas de imagen con estrés de localizar y cuantificar la isquemia puede traducirse en estratificación de riesgo más efectiva, evitando procedimientos invasivos innecesarios.

En pacientes con lesiones coronarias intermedias confirmadas angiográficamente, la evidencia anatómicamente apropiada de isquemia es predictiva de futuros eventos, mientras que una prueba de imagen con estrés negativa puede usarse para definir pacientes con bajo riesgo cardiovascular.

Las indicaciones para realizar pruebas de imagen con estrés, más que prueba de esfuerzo convencional, incluyen a pacientes con una probabilidad pre prueba intermedia de enfermedad, si es que está indicada un prueba para valorar isquemia miocárdica.

Para realizar el diagnóstico de enfermedad arterial coronaria existen varias modalidades diagnósticas, cada una con diferentes ventajas, las cuales se muestran de manera general en la tabla 1. (5)

TABLA 1. Ventajas y desventajas de las técnicas de imagen con estrés y angiotomografía		
Técnica	Ventajas	Desventajas
Ecocardiografía	Fácil acceso Portabilidad Sin radiación Bajo costo	Es necesario el contraste en pacientes con mala ventana Operador dependiente
SPECT	Fácil acceso Información extensa	Radiación
PET	Cuantificación de flujo	Radiación Acceso limitado Alto costo
RMC	Alta caracterización tisular incluyendo imagen precisa de cicatriz miocárdica Sin radiación	Acceso limitado Contraindicaciones Análisis funcional limitado en arritmias Alto costo
Angiotomografía	Alto VPN en pacientes con baja probabilidad pre prueba	Disponibilidad limitada Radiación Valoración limitada con calcificación coronaria extensa o previo implante de stent Calidad de imagen limitada con arritmias y frecuencias cardiacas altas que no pueden disminuirse de 60-65 lpm. Bajo VPN en pacientes con alta probabilidad preprueba

SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DE LAS PRUEBAS DIAGNÓSTICAS

Además de las diferentes características de cada prueba, cada una tiene diferente sensibilidad y especificidad, las cuales se presentan en la tabla 2. (2)

	Diagnóstico de EAC	
	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)
Prueba de esfuerzo	45-50	85-90
Ecocardiograma estrés físico	80-85	80-88
SPECT estrés físico	73-92	63-87
Ecocardiograma dobutamina	79-83	82-86
RMC estrés dobutamina	79-88	81-91
Ecocardiograma c/vasodilatador	72-79	92-95
SPECT c/vasodilatador	90-91	75-84
RMC c/vasodilatador	67-94	61-85
AngioTAC coronaria	95-99	64-83
PET c/vasodilatador	81-97	74-91

GAMMAGRAFÍA CARDIACA

La centellografía (gammagrafía) es una técnica bien establecida para la evaluación de la perfusión miocárdica. Para realizarla se requiere de radiotrazadores de los cuales el tecnecio 99 es el más comúnmente usado, se utilizan con tomografía computarizada con emisión de fotón único (SPECT) en asociación con alguna modalidad de estrés. Independientemente del radiotrazador o la cámara, ésta técnica produce imágenes de captación del radiotrazador, el cual está relacionado con el flujo sanguíneo miocárdico regional. Con ésta técnica la hipoperfusión miocárdica es caracterizada por reducción en la captación del radiotrazador en el estrés, en comparación con el reposo.

El estrés farmacológico está indicado en pacientes que tienen incapacidad para realizar ejercicio físico adecuado y pueden ser usados como una alternativa. La adenosina puede precipitar broncoespasmo en pacientes asmáticos por activación de receptores A1, A2B y A3 además de la activación de los A2A que producen hiperemia. La dobutamina o el regadenoson, pueden ser usados como alternativa. (5)

MARCADORES DE GRAVEDAD

En las décadas pasadas con las imágenes de perfusión con gatillo electrocardiográfico durante la adquisición SPECT (gated SPECT), fue posible valorar simultáneamente la perfusión ventricular izquierda, función y volúmenes. La medida de la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo (FEVI) y los volúmenes ventriculares por gated SPECT han sido validadas por varios autores usando talio 201 y tecnecio sestamibi. (6)

El gated SPECT post estrés y en reposo ha permitido valorar el fenómeno de aturdimiento post isquémico, por ejemplo el daño en la función regional aún reversible que puede ocurrir en pacientes después de la isquemia inducida por el ejercicio, en ausencia de anomalías de la perfusión, puede ser analizada en pacientes con EAC. La magnitud de la depresión de la FEVI post estrés en relación con el reposo, correlaciona con la severidad de la isquemia, y la depresión funcional de los segmentos post estrés se asocian con segmentos isquémicos mostrando defectos de perfusión reversibles. *Bestetti* et al., reportaron que una reducción significativa de la FEVI post estrés con gated SPECT se debe a un incremento del volumen telesistólico (VTS) causado por aturdimiento endocárdico postestrés. (7)

En la actualidad se sabe que la dilatación isquémica transitoria y la disminución de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) postestrés son importantes predictores de enfermedad arterial coronaria grave. (5)

Respecto al tipo de estrés utilizado en las diferentes pruebas diagnósticas, es importante comentar que existen reportes que demuestran que los vasodilatadores utilizados en los estudios de SPECT disminuyen la FEVI por sí mismos, como lo reportado por *Odagiri* et al., (19) en donde reportó una diferencia estadísticamente significativa entre la disminución de la FEVI en reposo (71.7 ± 13.8) y la FEVI en el estrés (69.3 ± 13.1) en pacientes con perfusión miocárdica normal, por lo que estos autores sugieren que la dilatación isquémica transitoria debe ser interpretada cuidadosamente cuando se usan pruebas diagnósticas de estrés con vasodilatadores.

RESONANCIA MAGNÉTICA

La resonancia magnética tiene su uso bien establecido en imagen cardiovascular. Las indicaciones para realizar un estudio de resonancia magnética cardíaca (RMC) han aumentado debido a los avances computacionales, desarrollo de nuevos protocolos y el interés en la investigación de esta modalidad de imagen. En algunas áreas, la RMC es considerada el estándar de referencia debido a su alta resolución, planos de imagen ilimitados y su capacidad de proveer diferentes tipos de información en un solo estudio. (9)

En cuanto a la cardiopatía isquémica, la prueba de resonancia magnética cardíaca con estrés, con infusión de dobutamina o adenosina, puede ser utilizada para detectar anomalías del movimiento de la pared inducidas por isquemia. Esta técnica ha mostrado un perfil de seguridad comparable con el ecocardiograma de estrés con dobutamina. La RMC con estrés puede ser usada en pacientes con ventana acústica subóptima.

La perfusión con RMC es muy frecuentemente usada, estudios recientes han confirmado una buena precisión diagnóstica en comparación con la imagen de perfusión con medicina nuclear. El análisis visual permite identificar áreas de perfusión reducida o con asistencia computacional el realce durante la fase de primer paso. (5) La cuantificación de la perfusión con RMC demostró buena correlación con medidas de FFR (8).

USOS CLÍNICOS E INDICACIONES

Uno de los roles más comunes de RMC es la diferenciación y evaluación de cardiomiopatías no isquémicas. RMC puede ser usada en el escenario agudo de un paciente que se presenta con enzimas cardíacas positivas o en la evaluación crónica de un paciente con FEVI reducida cuando hay mínima o no oclusiva enfermedad arterial coronaria. En combinación con la caracterización tisular con o sin el uso de medio de contraste la RMC es capaz de diferenciar varios tipos de cardiomiopatías no isquémicas. (9).

Así como en la cardiomiopatía no isquémica, el volumen y la función ventricular son parte integral para la valoración de la cardiopatía isquémica. RMC ha sido considerada el estándar de referencia para la cuantificación volumétrica y funcional por más de 20 años.

La valoración de la cicatriz miocárdica y la fibrosis son las razones más comunes para la realización de RMC en enfermedad cardíaca isquémica. La caracterización tisular con realce tardío con gadolinio pueden detectar cambios en infarto de miocardio agudo y crónico. La capacidad de alta resolución permite distinguir entre infartos subendocárdicos o transmurales y detectar infartos en la pared relativamente delgada del ventrículo derecho. La extensión del infarto como un porcentaje del grosor completo de la pared del ventrículo izquierdo correlaciona con viabilidad miocárdica y la probabilidad de recuperar la función después de revascularización. (12)

En un centro con equipo apropiado, las imágenes de perfusión y las funcionales con estrés pueden realizarse como parte del mismo estudio de RMC para valoración de la EAC. La RMC con estrés ha mostrado ser igual o superior al ecocardiograma de estrés con dobutamina y estrés con vasodilatador en la detección de EAC hemodinamicamente significativa (13). Esto también ha demostrado tener valor pronóstico. (14)

Un gran estudio pivote prospectivo comparó la RMC con medicina nuclear, la RMC tuvo mayor sensibilidad y mejor valor predictivo negativo para detectar la presencia de enfermedad arterial coronaria definida por angiografía subsecuente. (15)

Los usos clínicos con sus diferentes técnicas de imagen con RMC en enfermedad arterial coronaria se en listan en la tabla 3. (9)

TABLA 3. RMC en enfermedad cardiaca isquémica	
Usos Clínicos	Técnicas de imagen
Diferenciación de enfermedad cardiaca no isquémica	Uso en todos los casos: estructura cardiaca y anatomía. 2D imagen estática
Síndrome coronario agudo	Volumen, masa y función cardiaca: 2D cine
Viabilidad	Uso en muchos casos: flujo, caracterización tisular, realce tardío con gadolinio
Valoración de cicatriz	Uso en casos seleccionados: T2, perfusión en reposo, imagen funcional de estrés con dobutamina, imagen de perfusión de estrés con adenosina
Remodelado	
Prueba de estrés	
Arterias coronarias anómalas	

RESONANCIA MAGNÉTICA CON ADENOSINA

La RMC con estrés ha mostrado tener excelente precisión diagnóstica para la detección de EAC significativa. (16, 17) Las imágenes de RMC proveen de valiosa información clínica en isquemia, viabilidad, función ventricular y enfermedad cardiaca estructural o valvular. El beneficio de RMC es el resultado de su alta resolución espacial, contraste de imagen, no utiliza radiación ionizante y excelente representación del movimiento de la pared. Como resultado, la RMC es cada vez más usada para valorar el dolor torácico en pacientes con EAC conocida o sospechada.

Un importante objetivo de cualquier modalidad de prueba de estrés, es no solo identificar los pacientes de alto riesgo sino también reconocer aquellos con baja tasa de eventos cardiacos, lo cual tiene un importante impacto para evitar el riesgo y el costo asociado con futuros diagnósticos redundantes y abordajes terapéuticos.

Sozzi et al., revisaron 300 pacientes consecutivos con EAC sospechada o conocida y movimiento de la pared normal quienes habían sido sometidos a RMC con estrés y fue negativa para isquemia y cicatriz, muchos pacientes fueron de riesgo intermedio para EAC. El punto final de estudio fue mortalidad por todas las causas y eventos cardiacos

adversos mayores, incluyendo muerte cardíaca, infarto de miocardio, revascularización y hospitalización por angina inestable. En un seguimiento a 5.5 años, una baja tasa de eventos y excelente pronóstico ocurrió en pacientes con resultado normal en la RMC con adenosina. Por lo tanto determinaron que un estudio de perfusión de RMC con adenosina normal es una buena herramienta de estratificación con un alto valor pronóstico a largo plazo en pacientes con riesgo bajo a intermedio. (18)

A pesar de todas las actuales utilidades de la RMC con adenosina, actualmente no existe información contundente acerca de la comparación de parámetros funcionales en el postestrés respecto del reposo, como la hay con otras técnicas de imagen, por ejemplo la falta de incremento o disminución de la FEVI posterior al estrés ($\Delta\text{FEVI} \leq 0\%$) que se ha asociado con mayor probabilidad de enfermedad arterial coronaria grave en SPECT como ya se mencionó.

La evaluación de la FEVI posterior a estrés con adenosina puede realizarse dentro del mismo protocolo de estudio, sin aumentar los costos y con mínimo tiempo invertido.

- La delta FEVI se calcula como:

$$\Delta\text{FEVI} = \text{FEVI post estrés} - \text{FEVI reposo}$$

JUSTIFICACIÓN

La enfermedad arterial coronaria sigue siendo la principal causa de muerte en el mundo y en nuestro país. Es necesario un diagnóstico correcto y una adecuada estratificación de los pacientes, para lo cual necesitamos técnicas con la mayor precisión diagnóstica posible y que nos brinden información tanto anatómica como funcional, lo cual evitará el riesgo y el costo de estudios invasivos.

La resonancia magnética cardíaca se ha convertido en una prueba diagnóstica muy útil debido a que ha mostrado ser incluso mejor que otras técnicas, sin embargo no hay evidencia contundente del papel que juegan los distintos marcadores funcionales como la disminución de la FEVI postestrés.

Por lo tanto, en pacientes llevados a resonancia magnética cardíaca con adenosina, determinar si la delta FEVI se asocia con la presencia de estudios positivos para isquemia, nos permitirá mejorar la exactitud de esta prueba sin aumentar los costos del estudio y con una mínima inversión de tiempo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Debido a que la cardiopatía isquémica sigue siendo la principal causa de muerte a nivel mundial y en nuestro país, es importante hacer diagnósticos precisos y adecuada estratificación, para lo cual es indispensable contar con herramientas diagnósticas con la mayor sensibilidad y especificidad posible.

Las alteraciones de la perfusión en la resonancia magnética con adenosina están bien validadas para el diagnóstico de cardiopatía isquémica, sin embargo no se conoce con exactitud el valor diagnóstico de los parámetros funcionales medidos por resonancia magnética con adenosina en pacientes con enfermedad arterial coronaria, por lo que nos planteamos la siguiente pregunta:

- ¿Existe diferencia en la delta FEVI entre los pacientes con estudio de RMC con adenosina positivo para isquemia versus negativo?

OBJETIVO GENERAL

Determinar si existe diferencia en la delta de la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo en pacientes con estudio positivo vs negativo para isquemia evaluados con RMC con adenosina.

Objetivos específicos:

- Establecer un punto de corte de la delta FEVI con mayor sensibilidad y especificidad para detectar estudios positivos para isquemia.
- Determinar si el volumen telediastólico (VTD), volumen telesistólico (VTS) y el volumen latido (VL) del ventrículo izquierdo también son predictores de estudios positivos para isquemia.
- Conocer la prevalencia de la disminución de la FEVI en pacientes con sospecha o conocimiento de enfermedad arterial coronaria.

HIPÓTESIS:

La delta FEVI es menor en pacientes evaluados con resonancia magnética cardiaca con adenosina con estudios positivos para isquemia en comparación con los negativos.

MATERIAL Y MÉTODOS:

Marco poblacional:

A. Población diana: Pacientes a los que se les realizó estudio de resonancia magnética con adenosina por sospecha o conocimiento de enfermedad arterial coronaria.

B. Población accesible: Pacientes a los que se les realizó estudio de resonancia magnética con adenosina, en el Instituto Nacional de Cardiología y de quienes se tenga disponible los resultados.

La recolección de datos abarca de enero de 2009 a junio de 2015.

Diseño muestral:

A. Tipo de muestreo: No aleatorio de casos consecutivos.

B. Tamaño de la muestra: No requiere tamaño de muestra por ser estudio retrospectivo observacional.

Características del diseño:

Por la maniobra del investigador: Observacional.

Por el número de mediciones: Transversal.

Por la recolección de la información: Retrolectivo.

Por el número de grupos: Comparativo.

Criterios de selección:

1. Criterios de inclusión:

- a. Pacientes a quienes se les realizó estudio de resonancia magnética con adenosina en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” entre enero 2009 a junio 2015
- b. Mayores de 18 años de edad.
- c. Cualquier género.

2. Criterios de exclusión:

- a. Pacientes en quienes el estudio no se haya completado adecuadamente.
- b. Información incompleta.

VARIABLES DE ESTUDIO:

Tabla 4. Variables de estudio

Variable	Definición conceptual	Definición Operativa	Función dentro del Protocolo	Tipo de Variable	Unidades de Medición
Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo basal (FEVI basal)	Es el porcentaje de sangre que sale del ventrículo izquierdo en un latido en reposo.	Se calcula el porcentaje de sangre que sale del ventrículo izquierdo en un latido durante la secuencia de cine.	Independiente	Cuantitativa continua	Porcentaje
Volumen telediastólico del ventrículo izquierdo (VTD basal)	Es el contenido en mililitros de sangre del ventrículo izquierdo al final de la diástole	Se calcula el volumen de sangre que sale del ventrículo izquierdo en un latido durante la secuencia de cine	Independiente	Cuantitativa continua	Mililitros
Volumen telesistólico del ventrículo izquierdo (VTS basal)	Es el contenido en mililitros de sangre del ventrículo izquierdo al final de la sístole	Se calcula el volumen de sangre que sale del ventrículo izquierdo en un latido durante la secuencia de cine	Independiente	Cuantitativa continua	Mililitros
Volumen latido (VL basal)	Es la cantidad de sangre en mililitros que expulsa el ventrículo izquierdo en un latido.	Se calcula el volumen de sangre que sale del ventrículo izquierdo en un latido durante la secuencia de cine	Independiente	Cuantitativa continua	Mililitros
Masa	Es la cantidad de miocardio en gramos que se estima en el corazón		Independiente	Cuantitativa continua	Gramos
Delta FEVI	Es la diferencia del porcentaje de sangre que sale del ventrículo izquierdo en un latido en reposo y en estrés	Se resta la FEVI en estrés menos la FEVI en reposo	Dependiente	Cuantitativa continua	Porcentaje
Delta VTD	Es la diferencia del contenido en mililitros de sangre del ventrículo izquierdo al final de la diástole en reposo y en estrés	Se resta el VTD en estrés menos el VTD en reposo	Dependiente	Cuantitativa continua	Mililitros
Delta VTS	Es la diferencia del contenido en mililitros de sangre del ventrículo izquierdo al final de la sístole en reposo y en estrés	Se resta el VTS en estrés menos el VTS en reposo	Dependiente	Cuantitativa continua	Mililitros
Delta VL	Es la diferencia del contenido en mililitros de sangre que expulsa el ventrículo izquierdo en un latido	Se resta el VL en estrés menos el VL en reposo	Dependiente	Cuantitativa continua	Mililitros

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

- A) Se revisó la base de datos del servicio de Resonancia Magnética del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.
- B) Se seleccionaron pacientes a quienes se les realizó estudio de resonancia magnética con adenosina de enero de 2009 a junio 2015.
- C) Se recabaron las variables en una base de datos con el programa SPSS versión 21.
- D) Se analizaron los resultados.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

- a) Se hizo un análisis exploratorio para verificar los valores ingresados a la base de datos, para ver si existían valores “missing”.
- b) El análisis descriptivo fue, para las variables cuantitativas con media y desviación estándar, o bien en caso de distribución no semejante a la normal se resumió con mediana y rangos intercuartílicos. Para variables cualitativas frecuencias absolutas y relativas.
- c) Para las variables cuantitativas con distribución normal se compararon medias con la prueba t de Student para grupos independientes. Para aquellas con distribución no normal se compararon medianas con U de Mann-Whitney.
- d) Para variables nominales se contrastaron las proporciones con χ^2 o prueba exacta de Fisher en caso de frecuencias esperadas ≤ 5 .
- e) En todos los casos se consideró estadísticamente significativa una $p < 0.05$.
- f) Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS versión 21.

ASPECTOS ÉTICOS

Se trata de un estudio observacional (sin maniobra del investigador).

1. Riesgo de la investigación: el riesgo del estudio de acuerdo a la Ley General de Salud en Materia de Investigación es: sin riesgo. Todos los procedimientos que se llevaron a cabo en el presente proyecto de investigación se apegaron a las normas éticas, al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud y a la Declaración de Helsinki y sus enmiendas.
2. Contribuciones y beneficios: los participantes no recibieron algún beneficio directo, sin embargo se espera que los resultados de la presente investigación contribuyan a obtener información valiosa que podría brindar la oportunidad de mejorar la precisión en la detección de pacientes con enfermedad arterial coronaria.
3. Confidencialidad: Los investigadores garantizamos que la información obtenida en la base de datos es plenamente anónima y no vinculable a los individuos a los cuales pertenecen; con esto aseguramos que no pueda derivarse de esta investigación alguna información sobre estos participantes.
4. Este estudio no requiere de consentimiento informado por su carácter retrolectivo.
5. Forma de selección de los pacientes: se incluyeron a todos los pacientes que cumplían los criterios de ingreso. De ninguna manera se excluyeron ni se dió preferencia de algún paciente sobre otro.

RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD.

1. RECURSOS MATERIALES.

El estudio se llevó a cabo en instalaciones del INCICH, no se hizo dispendio de recursos debido a que el estudio es descriptivo.

Los consumibles de oficina, equipo de cómputo para recolección de la información y análisis de la información corrieron a cargo del equipo investigador.

2. RECURSOS HUMANOS

Los integrantes del presente trabajo incluyen:

- Un médico especialista en Cardiología Clínica.
- Un médico especialista en Cardiología Clínica e imagen cardiovascular.

3. RECURSOS FINANCIEROS

La información se encuentra en la base de datos del departamento de resonancia magnética por lo que no requiere recursos financieros.

Los recursos adicionales como uso de papelería, equipo de cómputo corrieron a cargo de los investigadores.

Factibilidad del estudio:

El estudio actual fue factible ya que el investigador es residente del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” y el tutor es adscrito al servicio de Resonancia Magnética del mismo hospital y ambos tienen acceso a la información.

RESULTADOS

Se incluyeron 59 pacientes en este estudio, de los cuales 41 fueron de sexo masculino (70%), la media de edad fue de 59.7 años \pm 10.9 años, el 37% de los estudios fueron positivos para isquemia. Las características basales se muestran en la tabla 5. Hubo mayor porcentaje de pacientes con enfermedad arterial coronaria conocida en el grupo de pacientes con estudios positivos en comparación con los que tuvieron estudio negativo, $p= 0.03$.

TABLA 5. Características basales			
	Positivos n=22 (37%)	Negativos n=37 (63%)	Valor de P
Edad	60 \pm 9.1	61 \pm 11.8	0.74
Diabetes mellitus	4 (18.2%)	10 (27%)	0.7
Hipertensión	13 (59%)	26 (70.2%)	0.53
Dislipidemia	4 (18.2%)	10 (27%)	0.71
Tabaquismo	13 (59)	14 (37.8%)	0.22
EAC conocida	14(64%)	6 (16.2%)	0.03

La comparación de los resultados de la RMC entre los pacientes con estudio positivo vs los estudio negativos para isquemia se muestran en la tabla 6. La FEVI basal de los pacientes con estudio positivo para isquemia fue de 58.3% (48.2-65.7) vs 59% (45.3-64) de los pacientes con estudio negativo (p=0.94).

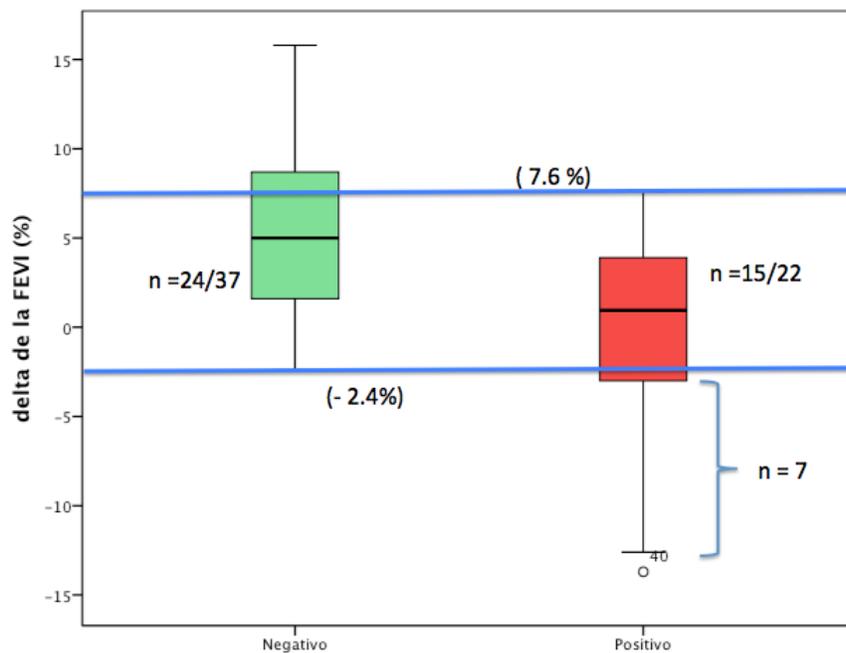
La delta FEVI fue significativamente mayor en pacientes con estudios positivos para isquemia comparada con aquellos con estudio negativo para isquemia, -0.16 ± 5.9 vs 5.3 ± 4.7 respectivamente (p<0.001).

La delta del volumen telediastólico y telesistólico fue significativamente mayor en los pacientes con estudio positivo para isquemia.

Tabla 6. Resultados de la comparación entre pacientes con RMC con adenosina positivos vs negativos para isquemia.			
	Positivos n=22	Negativos n=37	Valor de P
FEVI basal	58.3 (48.2-65.7)	59 (45.3-64)	0.94
VTD basal	93 (77.3-118.2)	92.7 (77.7-117.8)	0.85
VTS basal	37.6 (22.1-59.8)	38 (29-52.5)	0.86
VL basal	50.3 (39.6-59.5)	54.3 (39.8-59.9)	0.62
Masa	76.3 (59-116.3)	88 (56.3-112.7)	0.73
Delta FEVI	-0.16 ± 5.9	5.3± 4.7	<0.001
Delta VTD	15 ± 14	7.1 ± 10.4	0.015
Delta VTS	6.3± 7.7	-1.5 ± 7	<0.001
Delta VL	8.6 ± 10.4	9.3 ± 7	0.76

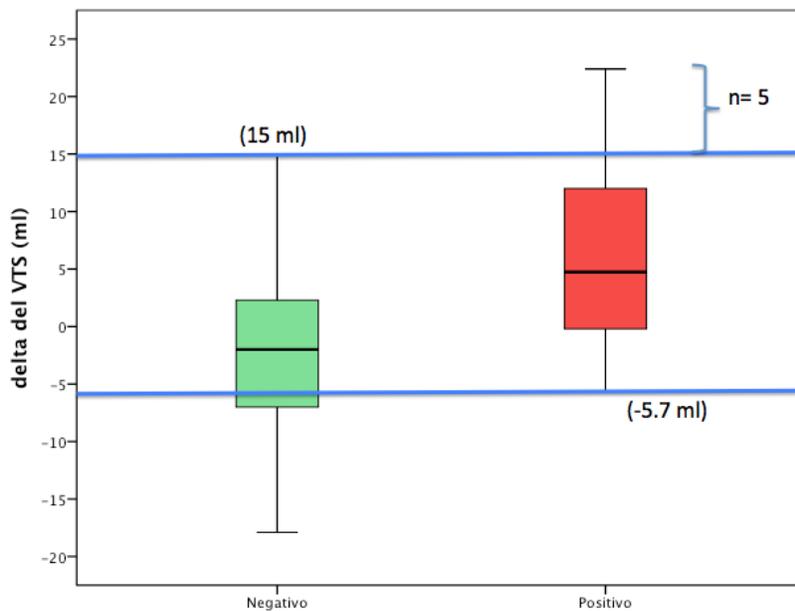
La figura 1 muestra gráficamente la comparación de la delta FEVI entre los grupos. Ningún paciente con estudio positivo para isquemia tuvo una delta FEVI > 7.6%, mientras que ningún paciente con estudio negativo tuvo una delta FEVI menor de -2.4. Se observa sobreposición de los valores entre los pacientes positivos y negativos en el rango de -2.4 y 7.6%. En este rango de valores se encuentran 24 de los 37 pacientes con estudio negativo para isquemia y 15 de los 22 con estudio positivo.

Figura 1. Comparación de delta FEVI en pacientes con estudio positivo vs negativo para isquemia.



La figura 2 muestra gráficamente la comparación del volumen telesistólico entre los grupos. Ningún paciente con estudio negativo para isquemia tuvo una delta de VTS > 15 ml, mientras que ningún paciente con estudio positivo tuvo una delta VTS menor de -5.7 ml. Se observa sobreposición de los valores entre los pacientes positivos y negativos en el rango de 15 y -5.7ml. Dentro de este rango se encuentran 17 de los 22 pacientes con estudio positivo.

Figura 2. Comparación de volumen telesistólico en pacientes con estudio positivo vs negativo para isquemia.



La figura 3 muestra gráficamente la comparación del volumen telediastólico entre los grupos. Ningún paciente con estudio negativo para isquemia tuvo una delta de VTD > 25.5 ml, mientras que en el rango inferior fueron muy parecidos.

Figura 3. Comparación de la delta del VTD en pacientes con estudio positivo vs negativo para isquemia.

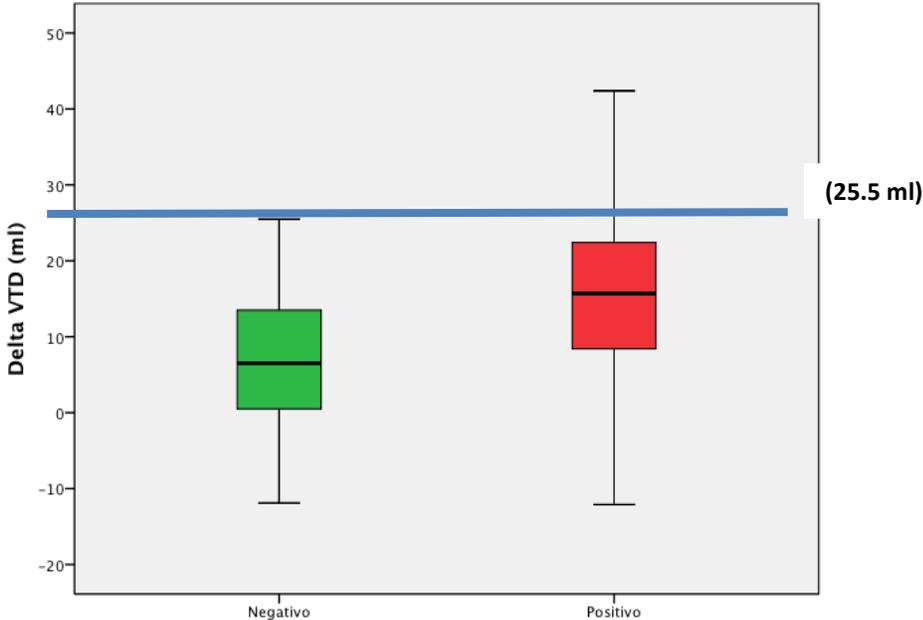
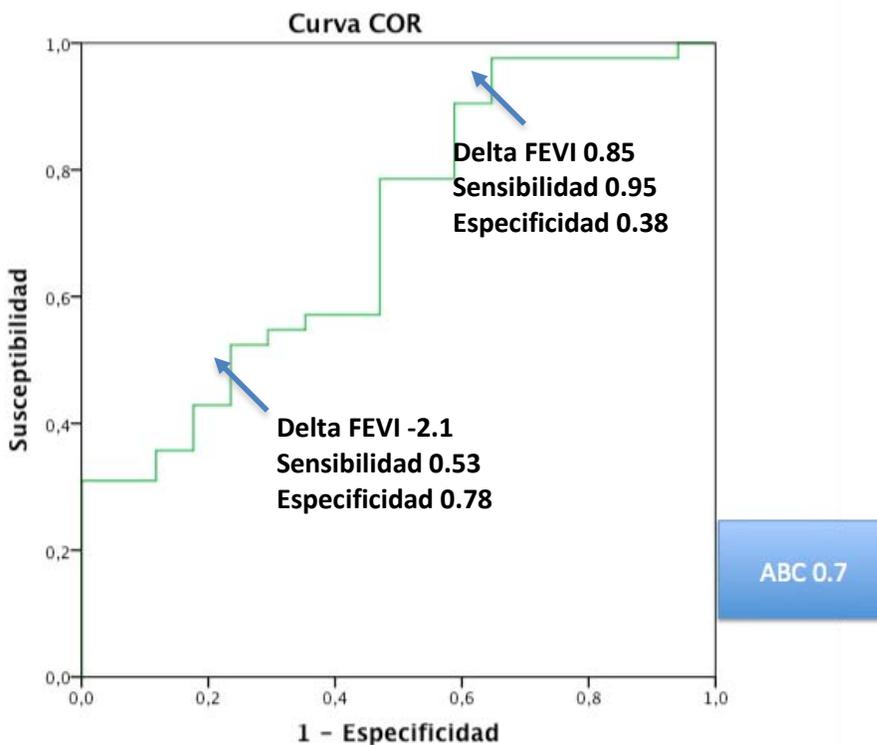


Figura 4. Curva COR de delta FEVI para la detección de estudios positivos para isquemia.



DISCUSIÓN

En nuestra opinión este estudio es relevante, ya que un valor de delta FEVI menor a -2.1% tiene una muy alta especificidad (78%), lo cual indica que pacientes con una delta FEVI igual o menor a este punto de corte, tienen una muy alta probabilidad de tener un estudio positivo. Por otro lado, un valor de corte de delta FEVI menor a 0.85%, tiene muy alta sensibilidad (95%) para detectar estudios positivos, aunque baja especificidad.

Esto quiere decir que en la práctica diaria, si encontramos un estudio que tiene una delta FEVI mayor a 0.85%, lo más probable es que sea un estudio negativo para isquemia, ya que este valor de corte es muy sensible. Por otro lado, si encontramos un estudio con una delta FEVI menor a -2.1%, lo más probable es que sea positivo para isquemia, de manera tal, que si de primera instancia un estudio parece ser negativo para isquemia, pero se

encuentra una delta FEVI menor a -2.1%, debemos de revisar el estudio con cautela, ya que tiene muy alta probabilidad de ser positivo; de la misma manera, un estudio que inicialmente nos parezca positivo pero tenga una delta FEVI mayor a 0.85%, también debemos revisar el estudio, ya que es muy probable que éste sea en realidad negativo para isquemia.

CONCLUSION

Los pacientes con estudios positivos para isquemia tuvieron menor delta FEVI y mayor delta de VTS y VTD que aquellos con estudios negativos para isquemia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brian P. Griffin, Samir R. Kapadia, Curtis M Rimmerman. The Cleveland Clinic Cardiology Board Review. 2° Ed, 2013, 382-397
2. Boletín de estadísticas vitales. INEGI
3. Guadalajara
4. Marco Tubaro, Pascal Vranckx. The ESC textbook of Intensive and Acute Cardiovascular Care. 2° edition, section VI Acute coronary syndromes, 40: 347-355
5. Montalescot G. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease. Eur Heart J 2013 34,2949-3003
6. Bestetti, A. Post-stress end-systolic left ventricular dilation: a marker of endocardial post-ischemic stunning. Nuclear Medicine Communications. Vol 22 (6), June 2001, pp 685-693
7. Bestetti A, Triulzi A, Di Leo C *et al*. Myocardial scintigraphy by the gated SPECT method in coronary artery disease patients with post-ischemic stunning. G Ital Cardiol 1999; 29: 143-148
8. Lockie T, Ishida M, Perera D, Chiribiri A, De Silva K, Kozerke S, Marber M, Nagel E, Rezavi R, Redwood S, Plein S. High-resolution magnetic resonance myocardial perfusion imaging at 3.0-Tesla to detect hemodynamically significant coronary stenosis as determined by fractional flow reserve. J Am Coll Cardiol 2011;57:70–75.
9. Pfeiffer MP. Cardiac MRI A General overview with emphasis on current use and indications. Med Clin N Am 99 (2015) 849-861
10. Gómez-Martínez MV. Disminución de la FEVI post-estrés en pacientes con cardiopatía isquémica y disfunción ventricular. Rev Esp Med Nucl Imagen Mol. 2014; 33 (supl 1): 160
11. McMurray JJ V. Eur Heart J. 2012;33(14):1787-847
12. Selvanayagam JB, Kardos A, Francis JM, et al. Value of delayed-enhancement cardiovascular magnetic resonance imaging in predicting myocardial viability after surgical revascularization. Circulation 2004;110:1535–41.
13. Beach S, Syed MA. Current and upcoming roles of CT and MRI in clinical cardiac imagery. Curr Cardiol Rep 2007;9:420–7.
14. Jahnke C, Nagel E, Gebker R, et al. Prognostic value of cardiac magnetic resonance stress tests: adenosine stress perfusion and dobutamine stress wall motion imaging. Circulation 2007;115:1769–76.
15. Greenwood JP, Maredia N, Younger JF, et al. Cardiovascular magnetic resonance and single-photon emission computed tomography for diagnosis of coronary heart disease (CE-MARC): a prospective trial. Lancet 2012;379:453–60.
16. Nandalur KR, Dwamena BA, Choudhri AF, et al. Diagnostic performance of stress cardiac magnetic resonance imaging in the detection of coronary artery disease: a meta-analysis. J Am Coll Cardiol 2007;50(14):1343-53.
17. Schwitter J, Wacker CM, Wilke N, et al. MR-IMPACT II: Magnetic Resonance Imaging for Myocardial Perfusion Assessment in Coronary artery disease Trial:

perfusion-cardiac magnetic resonance vs. single-photon emission computed tomography for the detection of coronary artery disease: a comparative multicentre, multivendor trial. *Eur Heart J* 2013;34(10):775-81.

18. Sozzi F, Iacuzio L, Civaia F, et al. Incremental value of normal adenosine perfusion cardiac magnetic resonance: long-term outcome. *Am Heart J* 2015; 169: 841-6.
19. Keiichi Odagiri, MD, PhD; Akihiko Uehara, MD, PhD; Chinori Kurata, MD, PhD. Vasodilator stress impairs the left ventricular function obtained with gated single photon emission computed tomography in patients with known or suspected coronary artery disease. *Circ J* 2010; 74: 2666 – 2673.