

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS BIOMÉDICAS
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
HOSPITAL CENTRAL DEL ESTADO DE CHIHUAHUA



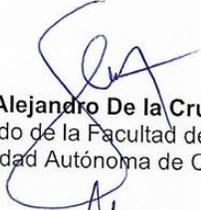
“Caracterización del análisis morfológico y funcional del ventrículo izquierdo mediante angiotomografía coronaria.”

POR:

CLAUDIA ISABEL CABALLERO HERNÁNDEZ

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:
ESPECIALIDAD EN IMAGENOLÓGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA

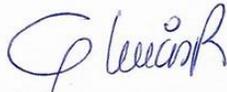
“Caracterización del análisis morfológico y funcional del ventrículo izquierdo mediante angiotomografía coronaria”



Dr. Said Alejandro De la Cruz Rey
Secretario de Investigación y Posgrado de la Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua.



Dra. Megny González Ramírez
Jefa del Departamento de Enseñanza Médica del Hospital Central Universitario “Dr. Jesús Enrique Grajeda Herrera”.



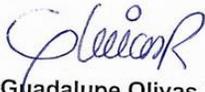
Dra. María Guadalupe Olivas Ramos
Jefa del Departamento de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica del Hospital Central Universitario “Dr. Jesús Enrique Grajeda Herrera”.



Dr. Sergio Arturo Portillo Mendoza
Profesor Titular del curso de Especialización en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica del Hospital Central “Dr. Jesús Enrique Grajeda Herrera”.



Dr. Jose Luis Jasso Rico
Director de Tesis.
Médico Especialista en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica.



Dra. María Guadalupe Olivas Ramos
Asesora de Tesis.
Médico Especialista en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica.

Resumen:

Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en México, el diagnóstico y el manejo apropiado es necesario para disminuir la morbimortalidad que estas patologías implican. La determinación precisa y reproducible de los parámetros volumétricos y funcionales del ventrículo izquierdo es crucial para la evaluación clínica y la estratificación del riesgo en el manejo de pacientes con condiciones cardiovasculares sospechosas o confirmadas, a pesar de esto, en nuestra población no se han establecido protocolos en los diferentes contextos clínicos para brindar un mayor beneficio a los pacientes en su tratamiento y diagnóstico. El objetivo fue evaluar la concordancia entre la cuantificación de parámetros de función y masa ventricular izquierda según los métodos de segmentación manual y semiautomática. Se realizó un estudio retrospectivo, transversal, observacional. Se recabaron 22 estudios de angiotomografía, para evaluar la concordancia entre la medición automática y manual se utilizó el método de Bland-Altman con un índice de confianza del 95%. La medición manual y semiautomática tuvieron excelente correlación y concordancia para todas las variables analizadas de la función global del ventrículo izquierdo entre los métodos de segmentación manual y automática, lo que representa una disminución en el tiempo de interpretación para incluir en el reporte radiológico dichos parámetros y contribuir al esclarecimiento del diagnóstico clínico en pacientes con angina inestable o dolor torácico.

Palabras clave:

Función global del ventrículo izquierdo. Imagen cardíaca.

Abstract

Cardiovascular diseases are the main cause of death in Mexico, diagnosis and appropriate management are necessary to reduce the morbidity and mortality that these pathologies imply. The accurate and reproducible determination of volumetric and functional parameters of the left ventricle is crucial for clinical evaluation and risk stratification in the management of patients with suspected or confirmed cardiovascular conditions, despite this, no protocols have been established in our population. In different clinical contexts to provide greater benefit to patients in their treatment and diagnosis. The objective was to evaluate the agreement between the quantification of left ventricular mass and function parameters according to manual and semi-automatic segmentation methods. A retrospective, cross-sectional, observational study was carried out. 22 angiotomography studies were collected; to evaluate the agreement between automatic and manual measurement, the Bland-Altman method was used with a confidence index of 95%. The manual and semi-automatic measurement had excellent correlation and agreement for all the analyzed variables of the global function of the left ventricle between the manual and automatic segmentation methods, which represents a decrease in the interpretation time to include these parameters in the radiological report and contribute to the clarification of the clinical diagnosis in patients with unstable angina or chest pain.

Keywords:

Global function of the left ventricle. Cardiac imaging.



**MEDI
CHIHUAHUA**

Chihuahua, Chih. A 30 de JULIO del 2024.
Oficio HC/EM499/2024
Asunto: **LIBERACION DE TESIS**

DR. SAID ALEJANDRO DE LA CRUZ REY
SECRETARIO DE INVESTIGACION Y POSGRADO
FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS BIOMEDICAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIHUAHUA
PRESENTE.-

La que suscribe, Jefa de Enseñanza Médica del Hospital Central del Estado.

HACE CONSTAR

Que la **DRA. CLAUDIA ISABEL CABALLERO HERNANDEZ**, residente de la especialidad de **IMAGENOLOGIA, DIAGNOSTICA Y TERAPEUTICA** de Cuarto Año, entregó en forma su tesis:

"Caracterización del análisis morfológico y funcional del ventrículo izquierdo mediante angiotomografía coronaria"

Así mismo manifiesto que no tiene adeudo alguno en éste Hospital, y después de valorar su caso en el comité de investigación del Hospital se autoriza liberación de su tesis para continuar con sus trámites.

Se expide la presente a petición del interesado para los fines que le convengan, en la ciudad de Chihuahua, Chih. a los 30 días del mes de JULIO del 2024.



ATENTAMENTE
DRA. MEGNY GONZALEZ RAMIREZ
JEFATURA DE ENSEÑANZA MÉDICA
HOSPITAL CENTRAL DEL ESTADO DE CHIHUAHUA
"Dr. Jesús Enrique Grajeda Herrera"
Tel. 614. 429. 33. 00 Ext. 16526 y 16527



**SECRETARÍA
DE SALUD**

**ICHISAL
INSTITUTO CHIHUAHUENSE
DE SALUD**

"2024, Año del Bicentenario de fundación del estado de Chihuahua"

Calle Tercera No. 604, Col. Centro, Chihuahua, Chih
Teléfono (614) 429-3300



ÍNDICE

1. MARCO TEÓRICO.....	1
2. ANTECEDENTES.....	12
3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	35
4. JUSTIFICACIÓN.....	36
5. HIPÓTESIS.....	37
6. OBJETIVOS.....	37
7. MATERIAL Y MÉTODO.....	38
8. ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD.....	43
9. ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	45
10. RESULTADOS.....	46
11. DISCUSIONES.....	56
12. CONCLUSIONES.....	61
13. REFERENCIAS.....	62
14. ANEXOS.....	65



1. MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción.

Las enfermedades cardiovasculares (EC) son la principal causa de muerte en nuestro país. (1) El diagnóstico apropiado y el manejo de los pacientes con sospecha de cardiopatías es necesario para disminuir la morbimortalidad que estas patologías implican. (2)

Los avances en la tecnología de las distintas técnicas de imagen, incluyendo la tomografía computarizada (TC), permiten la valoración no solo de las arterias coronarias, sino del resto de las estructuras cardíacas e incluso de la función global y regional del corazón (3), así mismo, el desarrollo de la angiotomografía coronaria (ATC) ha brindado una alternativa no invasiva para el diagnóstico de las enfermedades cardiovasculares. (4)

La evaluación del riesgo cardiovascular puede realizarse de manera oportunista o sistemática. El tamizaje oportunista se realiza cuando un paciente es estudiado por otra razón, por otro lado, el tamizaje sistemático se realiza como parte de un programa formal en poblaciones específicas con factores de riesgo para la patología. Se ha demostrado que el tamizaje oportunista tiene mejor efecto en el pronóstico de las enfermedades cardiovasculares sobre el sistemático, por lo que el tamizaje para detectar factores de riesgo cardiovascular se ha recomendado y dentro de estas recomendaciones se ha incluido a la evaluación estructural del ventrículo izquierdo en la angiotomografía coronaria. (5)

La determinación precisa y reproducible de los parámetros volumétricos y funcionales del ventrículo izquierdo es crucial para la evaluación clínica y la estratificación del riesgo en el manejo de pacientes con condiciones cardiovasculares sospechosas o confirmadas. La tomografía computarizada multidetector (TCMD) con electrocardiograma (ECG), ofrece un análisis cuantitativo retrospectivo de las variaciones del volumen del VI a lo largo del ciclo cardíaco y una evaluación secuencial del rendimiento general del VI. Los índices funcionales del VI globales obtenidos a través de TCMD han demostrado una



fuerte concordancia con los hallazgos de la resonancia magnética (RM) y la ecocardiografía transtorácica (ECT) (6)

1.2 Fisiología básica del ciclo cardíaco y la función del ventrículo izquierdo

El volumen del VI sufre cambios a lo largo del ciclo cardíaco. El ciclo mecánico comienza con una contracción isovolumétrica después de la fase de llenado ventricular. Esta contracción conduce a un aumento de la presión ventricular, provocando la eyección de sangre hacia la circulación sistémica y pulmonar. Posteriormente, se produce una fase de relajación ventricular isovolumétrica, seguida del periodo de llenado ventricular. Los cambios en el volumen ventricular son similares tanto en la cámara izquierda como en la derecha. (2)

1.3 Utilidad clínica de la medición de la función ventricular izquierda y la evaluación de las arterias coronarias mediante tomografía

Las alteraciones estructurales y funcionales del VI relacionadas con la fibrosis y remodelación miocárdica juegan un papel crucial en la enfermedad cardíaca. El tamaño del VI, la masa miocárdica y la función global son predictores clave de morbilidad y mortalidad en pacientes con enfermedad arterial coronaria, enfatizando su importancia en los resultados de insuficiencia cardíaca e infarto de miocardio. (6) Estas variables también son esenciales para evaluar y manejar diversas afecciones cardíacas como arritmias, cardiomiopatías, cardiopatías congénitas, insuficiencia cardíaca y enfermedad cardíaca valvular. (7)

La fibrosis miocárdica es considerada como uno de los principales factores que intervienen en la remodelación cardíaca, la cual se define como los cambios estructurales y funcionales que se encuentran vinculados a procesos patogénicos y factores de riesgo cardiovascular. Diversos estudios han demostrado el impacto de la fibrosis miocárdica sobre la estructura y función miocárdica, así como la alteración morfológica y tisular en diferentes cardiomiopatías. (8)



La evaluación de la fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI) es una valiosa herramienta pronóstica para pacientes con insuficiencia cardíaca congestiva (ICC). La evaluación de la FEVI se utiliza para determinar la función sistólica global del ventrículo izquierdo y es crucial en el diagnóstico y tratamiento de la ICC. Los indicadores de la función contráctil del VI como la FE y el tamaño son vitales para manejar las enfermedades cardiovasculares y predecir la morbilidad y mortalidad. Simplificar y hacer más accesibles las mediciones funcionales del VI es esencial debido a las limitaciones de las costosas técnicas de imagen en diversos entornos de la clínica. (6)

1.3.1 Hipertrofia del ventrículo izquierdo

La hipertrofia ventricular izquierda (HVI) se refiere a un aumento en la masa de los ventrículos, que puede atribuirse ya sea a la dilatación de la cavidad, un aumento en el grosor de la pared, o una combinación de ambos factores.

La clasificación de los patrones de HVI se basa en la relación entre el grosor de la pared del ventrículo izquierdo y el diámetro de la cavidad, conocido como el “espesor de pared relativo”. En los casos en que el espesor relativo de la pared es elevado, la hipertrofia se denomina “concéntrica”. Por el contrario, si el grosor relativo de la pared es normal o reducido, la hipertrofia se denomina “excéntrica”. Un aumento relativo en el grosor de la pared en comparación con el tamaño de la cavidad, sin un aumento concomitante de masa, se conoce como “remodelación concéntrica”. (9)

La hipertrofia excéntrica se asocia típicamente con un volumen excesivo de sangre en el corazón o una contractilidad alterada, mientras que la hipertrofia concéntrica con frecuencia surge debido a una mayor resistencia en el corazón. Este último también se observa en la miocardiopatía hipertrófica y la amiloidosis cardíaca. (10)

La cardiopatía hipertensiva y la estenosis aórtica, que ambas contribuyen a una mayor resistencia en el corazón, también pueden presentarse con hipertrofia excéntrica, lo que potencialmente indica enfermedad avanzada.



La HVI también puede ser una adaptación a condiciones fisiológicas extremas, como el acondicionamiento atlético intenso. La hipertrofia adaptativa asociada al condicionamiento atlético es impulsada por la hipertrofia de las células individuales del músculo cardíaco, que se resuelve con una disminución en el condicionamiento y se vincula con el mantenimiento de la homeostasis intersticial.

La hipertrofia patológica, por otro lado, resulta tanto de la hipertrofia de las células individuales del músculo cardíaco como de la expansión del intersticio circundante, lo que lleva a una pérdida de uniformidad en el medio extracelular. (11)

1.3.2 Expansión del intersticio en la hipertrofia del ventrículo izquierdo.

En el miocardio normal, los miocitos constituyen aproximadamente un tercio de la población celular total, mientras que los dos tercios restantes están compuestos por células endoteliales, células del músculo liso vascular, y fibroblastos que se encuentran en los espacios intersticiales y perivascular. Los constituyentes no celulares del miocardio engloban la vasculatura intramiocárdica y la matriz extracelular, que consiste en una red de proteínas y polisacáridos que proporcionan soporte estructural a las células circundantes. (12)

La expansión del espacio intersticial está ligada a efectos adversos sobre la función miocárdica. El aumento de la rigidez del músculo cardíaco debido a la acumulación de colágeno y la alteración de la transmisión de fuerza causada por cambios en la orientación de la red fibrilar contribuyen a la disfunción sistólica y diastólica, respectivamente. Si la fibrosis resulta en disfunción diastólica o sistólica puede determinarse por diferencias cualitativas en la red extracelular en lugar de diferencias cuantitativas en la cantidad de colágeno. El colágeno tipo I y la acumulación de fibras reticuladas se asocian con disfunción diastólica e insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada. El colágeno tipo III potencia la distensibilidad y, junto con la reorientación de los fascículos de cardiomiocitos, contribuye al desarrollo de adelgazamiento de la pared del corazón, dilatación, y deterioro sistólico. De igual manera, en la amiloidosis cardíaca, el grado de deposición amiloide y edema se vincula al



empeoramiento del rendimiento cardíaco, siendo la disfunción diastólica más pronunciada en las primeras etapas de la enfermedad.

1.4 Medición de la función global del ventrículo izquierdo.

Existen varios enfoques para medir el volumen del ventrículo izquierdo:(13)

- El método de longitud de área, comúnmente utilizado en ecocardiografía y cine ventriculografía, se basa en una vista vertical u horizontal de eje largo. Utiliza el área ventricular (A) y la longitud desde el ápice hasta el plano de la válvula mitral (L) para calcular el volumen de LV (LV Vol).

$$LV_{Vol} = \sum A_N \times S.$$

- El método de Simpson, empleado principalmente en RM y TC, implica el uso de imágenes contiguas de eje corto del ventrículo izquierdo. El LV Vol se determina sumando todas las áreas de la sección transversal (A) multiplicadas por el grosor de la sección (S).

$$LV_{Vol} = \frac{8}{3} \times \frac{A^2}{\pi \bullet L}.$$

- La medición de volumen directo basada en un umbral se logra a través de técnicas de segmentación en modalidades de imagen que representan diferencias de densidad o intensidad de señal entre el miocardio y las cámaras cardíacas. El volumen total de la cámara está representado por la suma de todos los voxeles contiguos que exceden un umbral de atenuación predefinido.

El método de Simpson y la volumetría directa no se basan en suposiciones geométricas, lo que las hace más precisas que el método de longitud de área para determinar el volumen LV, calcular la fracción de eyección LV, el volumen sistólico y el gasto cardíaco.

El análisis de la función miocárdica LV abarca la evaluación cuantitativa de los parámetros de la función global como la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI), el volumen sistólico (VS) y el gasto cardíaco (GC). Estos parámetros se derivan



de las mediciones de los volúmenes tele sistólico (EDV) y tele diastólica (ESV) del ventrículo izquierdo. La FEVI indica el cambio relativo de EDV a ESV y refleja la función ventricular general. En un ventrículo normal, aproximadamente dos tercios del volumen diastólico final se expulsan durante la contracción sistólica.

$$LV - EF = \frac{(EDV - ESV)}{EDV} \times 100\%.$$

El volumen sistólico es el cambio absoluto en el volumen del VI [VS (ml) = EDV-ESV], mientras que el gasto cardíaco es igual al volumen sistólico multiplicado por la frecuencia cardíaca (FC) [CO (ml/min) = SV × frecuencia cardíaca], lo que representa el volumen de sangre bombeado por minuto.

1.5 Angiotomografía coronaria (ATC) aspectos técnicos

Conocer las herramientas y el uso correcto, indicaciones y contraindicaciones de los distintos métodos de imagen permite mejorar la práctica médica, y disminuir los costos que representan estas patologías, principalmente al no realizar estudios innecesarios y sacarle el mayor provecho a los estudios realizados. (14)

El objetivo principal de la ATC es detectar la anatomía y la presencia de estenosis u oclusión del árbol coronario, así como evaluar la morfología cardíaca.

Debido a la capacidad de adquisición continua de datos con gatillo electrocardiográfico, la reconstrucción de imágenes en cualquier fase del ciclo cardíaco, se puede lograr mediante el análisis retrospectivo. En consecuencia, se pueden generar imágenes tele sistólicas (TS) y tele diastólicas (TD) que permiten la evaluación de los volúmenes ventriculares. (15)

Estudios han demostrado que los parámetros de la función global del ventrículo izquierdo (VI) obtenidos de la ATC tienen concordancia con los datos adquiridos de ventriculografía con catéter, ecocardiografía y resonancia magnética (RM). El rápido avance del hardware del escáner en los últimos años ha dado lugar a mejoras notables en la resolución espacial y temporal, así como escaneos cardíacos más rápidos. En consecuencia, la ATC



se ha convertido en una técnica confiable y ampliamente aceptada. Adicionalmente, han surgido herramientas de post-procesamiento, lo que permite la determinación rápida y semiautomática de parámetros de función del VI a partir de datos de ATC, similar a los métodos de evaluación por RM establecidos. (15)

La TC de 16 cortes representó un gran avance en la imagen cardíaca, ya que permitió realizar la exploración dentro de un solo tiempo de retención de la respiración. Posteriormente, el desarrollo del escáner de 64 cortes ha permitido la adquisición de espesor de corte submilimétrico junto con una notable mejora en la resolución espacial en los ejes X, Y y Z, así como una mejora en la resolución temporal. La introducción de los escáneres de 64 cortes o superiores ha hecho factible generar conjuntos de datos isométricos tridimensionales de aproximadamente 0.5 mm cada uno (voxeles). Esto se debe a su capacidad para postprocesar y reconstruir imágenes en cualquier plano sin distorsión de imagen. (16)

Al emplear el gatillo electrocardiográfico durante la adquisición de imágenes y la capacidad de realizar el análisis retrospectivo, se ha hecho posible la adquisición de datos volumétricos tridimensionales con respecto a la referencia temporal y al ciclo cardíaco. En consecuencia, esto constituye un conjunto de datos verdaderamente cuatridimensional. El advenimiento de los escáneres de 64 a 312 cortes no solo ha permitido completar el escaneo dentro de una sola respiración completa, sino también dentro de 1-2 ciclos cardíacos. Esto disminuye la susceptibilidad a los artefactos de registro causados por arritmias o respiración. (16)

Los avances en la tecnología de software han facilitado el post procesamiento y la creación de reconstrucciones multiplanares a partir de estas numerosas imágenes axiales originales de manera eficiente. Si bien esta técnica no invasiva por TC es limitada en cuanto a resolución espacial y temporal en comparación con la angiografía coronaria invasiva, se aproxima a la capacidad para definir la anatomía coronaria y la estenosis sin requerir cateterismo cardíaco invasivo en numerosos casos. Como resultado, la ATC se



utiliza cada vez más para evaluar el dolor torácico y detectar EAC en subconjuntos apropiados de pacientes. (16)

Actualmente se utiliza este método para medir valores funcionales utilizando el gatillo retrospectivo, identificando las diferentes fases del ciclo cardíaco. Normalmente, se examinan 5 fases de los ciclos cardíacos para la ATC, si es necesario, se pueden realizar análisis de fase adicionales.

Las imágenes se post procesan automáticamente para reconstruirse en las fases 0%, 25%, 50%, 75% y 85% del ciclo cardíaco.

En la técnica manual, las imágenes de eje corto del VI (reconstrucción multiplanar) se disponen a partir de las fases 0% a 85%, correspondiendo típicamente la fase 0% a la fase diastólica final y la fase 50% con la fase terminal-sistólica. Empleando estas reconstrucciones multifásicas, el software puede presentar un bucle cine de la función sistólica del VI. (16)

1.6 Angiotomografía coronaria: Adquisición de los datos y reconstrucción de las imágenes.

La adquisición de datos se realiza con base en los protocolos establecidos utilizados para la obtención de imágenes de arterias coronarias, ya que la evaluación de la función ventricular izquierda se realiza típicamente en conjunto con la angiografía coronaria por TC. Los protocolos de escaneo pueden variar según el escáner específico empleado. El advenimiento de los inyectores de potencia de doble cabezal y los sistemas avanzados de tomografía multicorte y multidetector ha dado como resultado duraciones de escaneo que van de 5 a 15 segundos, lo que permite la opacificación de contraste enfocado en las arterias coronarias y el ventrículo izquierdo.

Ciertos fabricantes ofrecen la capacidad de reconstruir datos sin procesar en cualquier orientación. Al utilizar estos algoritmos avanzados para la reconstrucción de datos sin procesar, el reformato multifásico de imágenes de eje corto puede generarse directamente a partir de los datos brutos adquiridos. (17)



1.7 Angiotomografía coronaria: Análisis de los datos.

El cálculo de los volúmenes del VI tanto diastólicos y sistólicos se puede realizar utilizando el software estándar, que emplea el método de longitud de área o el método de Simpson para las mediciones de área y distancia. Los paquetes de software disponibles comercialmente, adaptados a partir de herramientas de análisis de RM validadas y diseñados específicamente para aplicaciones de ATC, permiten mediciones semiautomáticas del volumen ventricular y del espesor de pared, lo que facilita un proceso de análisis y reporte más rápido. (18)

Para la evaluación de la función global, solo se requieren los contornos endocárdico y epicárdico. El software de análisis puede detectar automáticamente estos contornos o se puede realizar un trazado manual de los mismos. (19)

El corte más basal se debe localizar justo anterior al anillo auriculoventricular y debe exhibir miocardio en al menos el 50% de su circunferencia. Una identificación precisa del corte basal es crucial, ya que abarca el área más grande de la pila de reforma de imagen MDCT, y una selección inadecuada de este corte puede introducir errores en la volumetría LV.

El corte más apical se define como la imagen final que muestra un lumen opacificado con contraste. Similar a la práctica en ecocardiografía, los músculos papilares LV se incluyen dentro del lumen LV y, por lo tanto, no requieren contorneado adicional.

Altas diferencias en atenuación entre el miocardio y el agente de contraste en el ventrículo izquierdo (VL) facilitan la segmentación del LV en base a un umbral. Al definir con precisión la posición de la válvula mitral, es posible estimar el volumen del LV de manera rápida y precisa. Este método es mucho más eficiente y requiere menos interacción del usuario en comparación con la evaluación rebanada por rebanada convencional utilizando el método Simpson. Desafortunadamente, actualmente no hay estudios prospectivos disponibles que comparen diferentes paquetes de software para evaluar la TC cardíaca. (20)

Para medir el grosor de la pared LV, se debe determinar el grosor de los contornos endo- y epicárdico. Esto también permite la evaluación del engrosamiento de la pared sistólica



y la determinación de la masa miocárdica LV, parámetro importante para el monitoreo de pacientes con hipertensión arterial. Si se va a mostrar el movimiento regional de la pared del LV, se requiere un mínimo de ocho a diez fases cardíacas. Para evaluar cualitativamente el movimiento de pared LV, las imágenes de las posiciones de corte correspondientes se pueden ver en un bucle cine. (21)

El software de análisis MDCT proporciona información cuantitativa sobre los volúmenes de LV y el grosor de la pared miocárdica a lo largo del tiempo, así como los volúmenes LV normalizados al área de superficie corporal para su comparación con los valores de referencia.(22)

1.8 Coronary Artery Disease-Reporting and Data System (CAD- RADS)

El objetivo principal del CAD-RADS es estandarizar el reporte de los hallazgos del ATC y mejorar la comunicación de los resultados de las pruebas a los médicos remitentes, incluyendo recomendaciones para la atención posterior al paciente. Ofrece una evaluación complementaria que debe interpretarse junto con la información detallada y específica del paciente en el informe radiológico, particularmente porque puede ofrecer detalles más precisos con respecto a la ubicación y extensión de la placa coronaria y la estenosis. Por otra parte, las recomendaciones de manejo clínico dadas por CAD-RADS no deben anular el juicio clínico, especialmente considerando los diversos factores específicos del paciente que pueden afectar las decisiones de tratamiento. (3)

La angiogramía coronaria ha demostrado ser una técnica de imagen con alta sensibilidad y valor predictivo negativo para el diagnóstico de enfermedad arterial coronaria (EAC). En pacientes con angina estable o dolor torácico atípico, la ATC ha demostrado mejores resultados que la prueba de esfuerzo, por lo que en los últimos años ha sido la principal indicación clínica para la realización de este estudio. (23)



Más de 50 publicaciones han confirmado aún más elementos específicos del CAD-RADS desde su introducción inicial en 2016. Se ha demostrado que la clasificación CAD-RADS predice eficazmente eventos cardiovasculares adversos importantes, como angina inestable, infarto de miocardio, o muerte, en pacientes que experimentan dolor torácico estable, que superan a los factores de riesgo tradicionales, otras herramientas de evaluación de riesgos, el puntaje de calcio de la arteria coronaria y el anterior sistema de puntuación de estenosis coronaria SCCT. También se ha demostrado que CAD-RADS se correlaciona con el grado de estenosis determinado por la angiografía coronaria invasiva (ICA) con alta precisión diagnóstica. (3)

Estudios recientes han indicado que la implementación de CAD-RADS en entornos clínicos conduce a una reducción en las pruebas posteriores y derivaciones a cardiología para pacientes con enfermedad arterial coronaria no obstructiva, así como efectos positivos en el tratamiento médico y manejo de la presión arterial sistólica. (24)

Adicionalmente, investigaciones recientes han confirmado la efectividad de los algoritmos de aprendizaje profundo en la evaluación de la clasificación CAD-RADS en CCTA. (3)



2. ANTECEDENTES

Autor y año	Título	Objetivo	Metodología	Resultados principales
2012 Johannes Greupner MD Et al (25)	Head-to-Head Comparison of Left Ventricular Function Assessment with 64-Row Computed Tomography, Biplane Left Cineventriculography, and Both 2- and 3-Dimensional Transthoracic Echocardiography: Comparison With Magnetic Resonance Imaging as the Reference Standard	Comparar la precisión de la tomografía computarizada (TC) con contraste de 64 filas, la cine ventriculografía invasiva (CVG), la ecocardiografía bidimensional (Eco 2D) y la ecocardiografía tridimensional (Eco 3D) para la evaluación de la función del ventrículo izquierdo (VI) con resonancia magnética imágenes (MRI).	<p>Un total de 36 pacientes se sometieron prospectivamente a TC de 64 filas, CVG, eco 2D, eco 3D y resonancia magnética (como estándar de referencia).</p> <p>Se midieron el movimiento de la pared del VI global y regional y la fracción de eyección (FE).</p> <p>Además, se realizó una evaluación de concordancia interobservador.</p>	<p>No hubo sobrestimación ni subestimación significativas mediante TC</p> <p>La TC mostró una excelente correlación con la RM para la fracción de eyección.</p> <p>La TC mostró límites de concordancia versus resonancia magnética de $\pm 42,0$ g, con una excelente correlación entre ambas pruebas.</p>



<p>2006 Marc Dewey, et al. (26)</p>	<p>Evaluation of Global and Regional Left Ventricular Function With 16-Slice Computed Tomography, Biplane Cine Ventriculography, and Two-Dimensional Transthoracic Echocardiography Comparison With Magnetic Resonance Imaging</p>	<p>Comparar la función del ventrículo izquierdo (VI) evaluada con tomografía computarizada multicorte (MSCT), cine ventriculografía biplana (CVG) y ecocardiografía transtorácica (Echo), con imágenes por resonancia magnética (MRI) como estándar de referencia.</p>	<p>Un total de 88 pacientes (64 hombres y 24 mujeres) se sometieron a TCMC con 16 detectores de colimación de 0,5 mm, CVG y resonancia magnética, mientras que la ecografía se analizó retrospectivamente en un subconjunto de 30 pacientes.</p>	<p>En cuanto a la fracción de eyección, la concordancia fue significativamente superior para MSCT que para CVG (10,2% vs. 16,8%; p 0,001) y Echo (11,0% vs. 21,2%; p 0,001). Para los volúmenes tele diastólico y tele sistólico, los límites de concordancia con CVG (p 0,001) y Echo (p 0,001 y p 0,02, respectivamente) también fueron significativamente mayores que con MSCT. En comparación con la TCMC, el CVG sobrestimó significativamente los volúmenes tele diastólico y tele sistólico (p 0,001). El análisis intraobservador de la TCMC arrojó límites de concordancia para la fracción de eyección (4,8%), el volumen tele diastólico (15,6 ml) y el volumen tele sistólico (8,0 ml) y la masa miocárdica (18,2 g). La precisión en la identificación de pacientes y segmentos de miocardio con función regional anormal fue significativamente mayor con MSCT (84% y 95%) que con CVG (63% y 90%; p 0,002 y p 0,001), mientras que MSCT y Echo no fueron significativamente diferentes en identificar pacientes con función regional anormal</p>
-------------------------------------	--	--	--	---



<p>2009 Ammar Sarwar, et al (27)</p>	<p>Evaluating global and regional left ventricular function in patients with reperfused acute myocardial infarction by 64-slice multidetector CT: A comparison to magnetic resonance imaging</p>	<p>Comparar la evaluación de la función del VI global y regional mediante TC de 64 cortes (TCMD) con resonancia magnética cardíaca (RMC) después de un infarto de miocardio con elevación del ST reperfundido.</p>	<p>Veintiún pacientes fueron explorados después de la reperfusión con RMC con contraste y TCMD. Se utilizaron imágenes reconstruidas de eje corto para evaluar global (evaluación cuantitativa del volumen tele diastólico [LVEDV], volumen tele sistólico [LVESV], volumen sistólico [LVSV], fracción de eyección [FEVI] y masa, mediante el método de Simpson) y función cardíaca regional (evaluación cualitativa en una escala de 4 puntos [4 · 5 normal, 3 · 5 hipocinesia, 2 · 5 discinesia, 1 · 5 acinesia]) en un modelo miocárdico estándar de 17 segmentos</p>	<p>Escanearon a 21 personas (edad, 60 ± 10 años; 19 hombres) con RMC y TCMD. Se observó una buena correlación para todos los parámetros globales entre la TCMD y la RMC (FEVI, r = 0,90; VEDVI, r = 0,91; VESVI, r = 0,94; VSVI, r = 0,84; masa del VI, r = 0,91). El acuerdo entre observadores para la función regional fue excelente (k ponderado, 0,81). El acuerdo entre observadores para la función regional en TCMD y RMC fue comparable (k ponderado de 0,86 y 0,88, respectivamente). La TCMD tuvo una mejor sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo para los segmentos acinéticos en la RMC que los segmentos hipocinéticos (71%, 91%, 68% y 93% versus 84%, 97%, 81% y 98%). %, respectivamente). CONCLUSIÓN: La TCMD proporciona una medición precisa y reproducible de la función del VI regional y global en pacientes con infarto agudo de miocardio reperfundido</p>
--------------------------------------	--	--	--	--



<p>2007 Suhny Abbara a,et al (28)</p>	<p>Assesment of left ventricular function with 16- and 64-slice multi-detector computed tomography</p>	<p>Valorar la función ventricular con tc de 16 y 64 cortes</p>	<p>Entre mayo de 2004 y enero de 2005, 306 pacientes se sometieron a estudios de TC cardíaca sincronizada con ECG en el Hospital General de Massachusetts. Se incluyeron en el estudio pacientes con conjuntos de datos de TC disponibles y una imagen de perfusión ECHO y/o SPECT reciente (dentro de los 3 meses). Los conjuntos de datos controlados por ECG se adquirieron con una TCMD de 16 cortes o con una de 64 cortes. Los conjuntos de datos funcionales de TCMD se reconstruyeron en 10 fases cardíacas (5-95%) con cortes de 1,5 mm. Las imágenes fueron procesadas e interpretadas por dos observadores cegados a los resultados de ECHO y SPECT.</p>	<p>Un total de 69 pacientes se sometieron a TCMD y ECHO o SPECT en 3 meses (33 tuvieron TCMD de 16 cortes y 36 tuvieron TCMD de 64 cortes). Hubo una correlación justa entre la FEVI medida mediante TCMD de 16 cortes y "ECHO o SPECT" ($62 \pm 10\%$ frente a $62 \pm 10\%$; $r = 0,56$). Hubo una correlación deficiente entre la FEVI medida mediante TCMD de 16 cortes y la ECO ($64 \pm 10\%$ frente a $59 \pm 11\%$; $r = 0,26$) y hubo una buena correlación entre la FEVI medida mediante CTMD de 16 cortes y la SPECT ($62 \pm 11\%$ y $64 \pm 9\%$, respectivamente; $r = 0,76$). Hubo muy buena correlación entre la FEVI medida mediante TCMD de 64 cortes y "ECHO o SPECT" ($57 \pm 15\%$ frente a $58 \pm 13\%$; $r = 0,86$). Hubo muy buena correlación entre la FEVI medida por TCMD y ECO ($56 \pm 14\%$ vs. $54 \pm 15\%$; $r = 0,89$) y entre la FEVI medida por TCMD de 64 cortes y SPECT ($60 \pm 13\%$ y $60 \pm 14\%$, respectivamente; $r = 0,90$). Conclusión: La evaluación de la FEVI y las dimensiones del VI con TCMD de 64 cortes proporciona valores similares a los obtenidos por ecocardiografía y SPECT sincronizada con Tc-99m. La precisión de la MDCT de 64 cortes con una velocidad de rotación del pórtico de 330 ms (en comparación con ECHO y SPECT) puede ser superior a la de la MDCT de 16 cortes con una rotación del pórtico de 420 ms.</p>
---------------------------------------	--	--	---	--



<p>2008 Yen-Wen Wu 1, Eiji Tadamura, Shotaro Kanao, Masaki Yamamuro, Satoshi Okayama, Neiko Ozasa, Masanao Toma, Takeshi Kimura, Toru Kita, Akira Marui, Masashi Komeda, Kaori Togashi(15)</p>	<p>Left ventricular functional analysis using 64-slice multidetector row computed tomography: comparison with left ventriculography and cardiovascular magnetic resonance</p>	<p>Comparar la función cardíaca mediante TC de 64 cortes con ventriculografía izquierda (LVG) y resonancia magnética cardiovascular (CMR).</p>	<p>Se realizó una comparación directa entre CT, LVG y CMR en 41 pacientes. En la función global del VI, la RMC sirvió de referencia. El movimiento regional de la pared se comparó en un sistema de puntuación de 5 puntos.</p>	<p>La TC tuvo una excelente reproducibilidad intra e interobservador.</p> <p>La fracción de eyección, los volúmenes tele diastólico y tele sistólico mediante TC se correlacionaron estrechamente con la RMC ($r = 0,95, 0,96$ y $0,98$, respectivamente), mientras que el LVG subestimó los volúmenes del VI ($p < 0,01$).</p> <p>La desviación estándar de la diferencia de la fracción de eyección entre CT y CMR fue significativamente menor que entre LVG y CMR ($p = 0,0015$). En función regional, hubo buenos acuerdos del 94,8% ($kappa = 0,82$) entre CT y LVG y del 94,5% ($kappa = 0,84$) entre CT y CMR.</p> <p>Las concordancias entre métodos en la hipocinesia leve mediante TC tendieron a ser menores.</p>
--	---	--	---	--



<p>2020 Ji Won Lee 1, Kyung Jin Nam 2, Jin You Kim 1, Yeon Joo Jeong 1, Geewon Lee 1, So Min Park 1, Soo Jin Lim 3, Ki Seok Choo 4(18)</p>	<p>Simultaneous Assessment of Left Ventricular Function and Coronary Artery Anatomy by Third-generation Dual-source Computed Tomography Using a Low Radiation Dose</p>	<p>Evaluar la función ventricular izquierda y la arteria coronaria simultáneamente mediante tomografía computarizada (TC) de doble fuente de tercera generación utilizando una dosis baja de radiación.</p>	<p>En este estudio retrospectivo se incluyó un total de 48 pacientes (36 hombres, 12 mujeres; edad media $57,0 \pm 9,5$ años) que se sometieron a angiografía por TC cardíaca controlada por electrocardiografía (ATCC) utilizando 70-90 kVp y ecocardiografía.</p> <p>Se determinó la correlación entre el volumen tele diastólico del ventrículo izquierdo (LVEDV), el volumen tele sistólico del ventrículo izquierdo (LVESV) y la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) medidos mediante CCTA y ecocardiografía.</p> <p>La calidad de las imágenes de las arterias coronarias se analizó mediante una escala de 4 puntos (1, excelente; 4, mala). Se calculó la dosis de radiación efectiva de CCTA.</p>	<p>La frecuencia cardíaca media durante el examen de TC fue de $59,9 \pm 9,9$ lpm (rango 38-79) y el índice de masa corporal de 48 pacientes fue de $24,5 \pm 2,6$ kg/m² (rango 17,0-29,4). LVEDV, LVESV y LVEF medidos mediante CCTA y ecocardiografía demostraron una correlación de regular a moderada (coeficiente de correlación de Pearson: $r = 0,395$, $p = 0,005$ para LVEDV; $r = 0,509$, $p < 0,001$ para LVESV; $r = 0,551$, $p < 0,001$ para FEVI).</p> <p>La puntuación media de calidad de imagen de las arterias coronarias fue de $1,0 \pm 0,1$ (rango 1-2).</p> <p>Un total del 99,0 % (783 de 791) de los segmentos obtuvo una puntuación de calidad de imagen excelente y el 1,0 % (8 de 791) de los segmentos obtuvo una buena puntuación. La dosis de radiación efectiva media fue de $2,2 \pm 0,7$ mSv.</p>
--	--	---	--	---



<p>2011 Soo Jin Lim 1, Ki Seok Choo, Yong Hyun Park, Jeong Su Kim, June Hong Kim, Kook Jin Chun, Dong Wook Jeong (29)</p>	<p>Assessment of left ventricular function and volume in patients undergoing 128-slice coronary CT angiography with ECG-based maximum tube current modulation: a comparison with echocardiography</p>	<p>Comparar la TC multidetector (TCMD) utilizando angiografía coronaria por TC de 128 cortes (Definition AS+, Siemens Medical Solution, Forchheim, Alemania) con modulación de corriente máxima del tubo basada en ECG con ecocardiografía para la determinación de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI), volumen tele diastólico (EDV), volumen tele sistólico (ESV), así como evaluación de la calidad de la imagen de la arteria coronaria y la dosis de radiación del paciente.</p>	<p>Treinta pacientes consecutivos (M:F = 20:10; edad media, 57,9 ± 11,4 años) fueron remitidos a TCMD para evaluación de dolor torácico atípico. Se determinaron EF, EDV y ESV tanto para la TCMD como para la ecocardiografía, y se evaluaron los coeficientes de correlación. Se registraron la calidad de imagen subjetiva del segmento de la arteria coronaria (1, excelente; 4, mala) y la dosis de radiación.</p>	<p>La FE, EDV y ESV del ventrículo izquierdo se calcularon mediante TCMD y ecocardiografía y la comparación mostró una correlación significativa con las estimadas por ecocardiografía (p < 0,05). Consistentemente, las FEVI calculadas mediante TCMD y ecocardiografía no fueron estadísticamente diferentes. Sin embargo, LV, EDV y ESV de la TCMD fueron estadísticamente mayores que los de la ecocardiografía (p < 0,05). La puntuación media de calidad de imagen del segmento de la arteria coronaria fue de 1,10 y la dosis media de radiación del paciente fue de 3,99 ± 1,85 mSv.</p> <p>Conclusión: Aunque la TCMD sobreestimó el volumen del VI, la TCMD proporciona resultados comparables a la ecocardiografía para la FEVI y el VVI, con una dosis de radiación baja.</p>
---	---	--	---	---



<p>2017 Malwina Kaniewska, Georg M Schuetz, Steffen Willun, Peter Schlattmann, Marc Dewey</p> <p>(30)</p>	<p>Noninvasive evaluation of global and regional left ventricular function using computed tomography and magnetic resonance imaging: a meta-analysis</p>	<p>Comparar la precisión diagnóstica de la tomografía computarizada (TC) en la evaluación de la función ventricular izquierda (VI) global y regional con la resonancia magnética (IRM).</p>	<p>Se revisaron sistemáticamente MEDLINE, EMBASE e ISI Web of Science. La evaluación incluyó: fracción de eyección (FE), volumen tele diastólico (EDV), volumen tele sistólico (ESV), volumen sistólico (SV) y masa ventricular izquierda (LVM). Las diferencias entre modalidades se analizaron mediante límites de acuerdo (LoA).</p> <p>El sesgo de publicación se midió mediante la prueba de regresión de Egger. La heterogeneidad se evaluó mediante la prueba Q de Cochran y la estadística I² de Higgins.</p> <p>En presencia de heterogeneidad, se utilizó el método de DerSimonian-Laird para estimar la varianza de la heterogeneidad.</p>	<p>Se identificaron cincuenta y tres estudios que incluyeron 1.814 pacientes. La diferencia media entre TC y RM fue -0,56 % (LoA, -11,6-10,5 %) para EF, 2,62 ml (-34,1-39,3 ml) para EDV y 1,61 ml (-22,4-25,7 ml) para ESV, 3,21 ml (-21,8-28,3 ml) para SV y 0,13 g (-28,2-28,4 g) para LVM.</p> <p>La TC detectó anomalías en el movimiento de la pared por segmento con una sensibilidad del 90 % y una especificidad del 97 %.</p> <p>Conclusiones: La TC es precisa para evaluar los parámetros de función global del VI, pero los límites de concordancia frente a la RM son moderadamente amplios, mientras que los déficits de movimiento de la pared se detectan con alta precisión.</p>
---	--	---	--	---



<p>2023 Zhenhong Chen, Francisco Contijoch, Andrew M Kahn, Seth Kligerman, Hari K Narayan, Ashish Manohar, Elliot McVeigh (31)</p>	<p>Myocardial Regional Shortening from 4D Cardiac CT Angiography for the Detection of Left Ventricular Segmental Wall Motion Abnormality</p>	<p>investigar si el acortamiento regional endocárdico calculado a partir de una angiografía por TC (RSCT) de cuatro dimensiones (4D) se puede utilizar como clasificador de decisión para detectar la presencia de anomalías del movimiento de la pared (WMA) del ventrículo izquierdo (VI)</p>	<p>Se evaluaron retrospectivamente cien estudios de TC cardíaca 4D sincronizados electrocardiográficamente realizados entre abril de 2018 y diciembre de 2020. Tres expertos calificaron el movimiento de la pared del VI en cada uno de los 16 segmentos de la American Heart Association (AHA) como normal o anormal. También midieron el RSCT máximo en un latido cardíaco en cada segmento. El conjunto de datos se dividió en partes iguales en grupos de entrenamiento y validación. Durante el entrenamiento, se evaluó la intercambiabilidad del umbral de RSCT con expertos para detectar WMA utilizando el índice de equivalencia individual (γ), y se identificó un umbral óptimo del RSCT máximo (RSCT*) que logró la máxima concordancia. Luego se validó RSCT* utilizando el grupo de validación y se evaluó el efecto de los umbrales específicos del segmento de AHA.</p>	<p>El umbral óptimo, RSCT* de -0,19, cuando se aplicó a todos los segmentos de la AHA, condujo a un alto acuerdo (tasa de acuerdo = 92,17 %, $\kappa = 0,82$) y a la intercambiabilidad con expertos ($\gamma = -2,58$ %). El mismo RSCT* también logró un alto acuerdo en el grupo de validación (tasa de acuerdo = 90,29%, $\kappa = 0,76$, $\gamma = -,38$%). El uso de umbrales específicos de cada segmento de la AHA (rango: 0,16 a -0,23 en todos los segmentos de la AHA) mejoró ligeramente el acuerdo (aumento del 1,79%).</p> <p>Conclusión: El umbral de RSCT fue intercambiable con el análisis visual experto en la detección de WMA segmentaria a partir de TC 4D y puede usarse como una clasificación de decisión objetiva.</p>
--	--	---	---	--



<p>2022 Hui Li 1, Zhenhong Chen 1, Andrew M Kahn 2, Seth Kligerman 3, Hari K Narayan 4, Francisco J Contijoch 1 3(32)</p>	<p>Deep learning automates detection of wall motion abnormalities via measurement of longitudinal strain from ECG-gated CT images</p>	<p>Demostrar la capacidad de un marco de aprendizaje profundo publicado recientemente para medir de forma automática y precisa LS para la detección de anomalías del movimiento de la pared (WMA).</p>	<p>Tres lectores experimentados de TC cardíaca evaluaron cien estudios clínicos de cineCT para identificar si cada segmento de AHA tenía una WMA. Se utilizaron cincuenta casos para el desarrollo del método y un grupo independiente de 50 para las pruebas. Se utilizó una red neuronal previamente desarrollada para segmentar automáticamente el conjunto de sangre del VI y definir los planos de imágenes de eje largo de 2, 3 y 4 canales. LS se midió como el perímetro del charco de sangre para cada plano del eje largo. Se desarrollaron dos enfoques de suavizado para evitar artefactos debidos a la inserción del músculo papilar y la textura de la superficie endocárdica. El impacto del suavizado se evaluó comparando las estimaciones de LS con la fracción de eyección del VI y el cambio fraccional del área de la vista correspondiente.</p>	<p>El enfoque DL automatizado analizó con éxito a 48/50 pacientes en la cohorte de entrenamiento y 47/50 en la cohorte de prueba. El límite de LS óptimo para la identificación de WMA fue -21,8, -15,4 y -16,6 % para las vistas de 2, 3 y 4 CH en la cohorte de entrenamiento. Esto condujo al etiquetado correcto del 85, 85 y 83 % de las vistas de 2, 3 y 4 canales, respectivamente, en la cohorte de prueba. La precisión por estudio fue del 83% (84% de sensibilidad y 82% de especificidad). El suavizado mejoró significativamente la concordancia entre LS y el cambio de área fraccional (R 2: 2 CH = 0,38 frente a 0,89 frente a 0,92). Conclusión: La segmentación automatizada del conjunto de sangre del VI y la delimitación del plano del eje largo mediante aprendizaje profundo permiten la evaluación automática del LS. Los valores de LS identifican con precisión las anomalías regionales del movimiento de la pared y pueden usarse para complementar las evaluaciones visuales estándar.</p>
---	---	--	---	--



<p>2016 Makoto Saito 1, Faisal Khan 2, Ted Stoklosa 2, Andrea Iannaccone 1, Kazuaki Negishi 1, Thomas H Marwick 3(33)</p>	<p>Prognostic Implications of LV Strain Risk Score in Asymptomatic Patients With Hypertensive Heart Disease</p>	<p>Investigar las asociaciones de la tensión del ventrículo izquierdo (VI) y su cambio en serie con eventos cardíacos adversos mayores (MACE) en la enfermedad cardíaca hipertensiva, independientemente de los parámetros clínicos y geométricos del VI y de manera incremental.</p>	<p>Estudiaron retrospectivamente a 388 pacientes asintomáticos no isquémicos con hipertensión que tenían una geometría anormal del VI en un ecocardiograma inicial entre 2005 y 2014. La tensión longitudinal global (GLS) se midió mediante speckle tracking. Los pacientes fueron seguidos por MACE (muerte e ingreso por insuficiencia cardíaca, infarto de miocardio y accidentes cerebrovasculares) durante una mediana de 4 años. Se utilizó un modelo de riesgos proporcionales de Cox para evaluar la asociación de parámetros con MACE.</p>	<p>MACE (n = 72; 19%) se asociaron con una mayor prevalencia de hipertrofia concéntrica y deterioro del GLS (ambos, p <0,01). La asociación de GLS con MACE fue independiente e incremental de los parámetros clínicos y la hipertrofia concéntrica. Se realizó seguimiento ecocardiográfico en 55 pacientes (mediana de duración, 3 años); El deterioro del GLS también se asoció con los 10 pacientes que experimentaron MACE después del segundo eco. Se desarrolló una puntuación de riesgo utilizando edad > 70 años, fibrilación auricular, hipertrofia concéntrica y GLS inicial > -16 % de la cohorte de derivación (estadística C, 0,71), y una cohorte de validación separada mostró que tenía una buena discriminación para MACE (estadística C, 0,71).</p>
---	---	---	--	---



<p>2004 K Koch 1, F Oellig, P Kunz, P Bender, K Oberholzer, P Mildenberger, U Hake, K-F Kreitner, M Thelen (34)</p>	<p>Assessment of global and regional left ventricular function with a 16-slice spiral-CT using two different software tools for quantitative functional analysis and qualitative evaluation of wall motion changes in comparison with magnetic resonance imaging]</p>	<p>Determinar la función global y regional del ventrículo izquierdo (VI) a partir de una tomografía computarizada (TC) de fila multidetector retrospectiva mediante el uso de dos herramientas de análisis semiautomáticas diferentes y correlacionar los resultados con los de la resonancia magnética (IRM).</p>	<p>Diecinueve pacientes (5 mujeres, 14 hombres, edad media 69 años) se sometieron a una TC en espiral de 16 cortes (MS-CT) con una técnica estándar sin administración de betabloqueantes para disminuir la frecuencia cardíaca. Se reconstruyeron diez series de imágenes cada 10 % del intervalo RR. Con software disponible comercialmente capaz de detectar contornos semi automáticamente, los volúmenes tele diastólicos y sistólicos del VI (EDV y ESV) se determinaron a partir de reformas de TC multiplanares (MPR) de eje corto. Las imágenes axiales de la fase cardíaca tele diastólica y tele diastólica se transformaron a volúmenes 3D (3D) para determinar EDV y ESV mediante el uso de un algoritmo de reconstrucción apoyado en un umbral que depende de la mejora del contraste del ventrículo izquierdo. Se realizó un análisis de Bland-Altman para calcular los límites de concordancia y los errores sistemáticos entre TC y RM.</p>	<p>El análisis semiautomatizado de conjuntos de datos de TC de filas de 16 detectores permite un análisis volumétrico y funcional global y regional. Los resultados de la TC se correlacionan bien con los hallazgos de la RM para la MPR de eje corto y para las reconstrucciones de volumen 3D, con una mayor dispersión estadística para el método 3D. La subestimación de los volúmenes tele sistólico y tele diastólico con la TC puede deberse a un promedio parcial del volumen debido a la menor resolución temporal en comparación con la resonancia magnética.</p>
--	---	--	--	--



<p>2009 Janina Schroeder 1, Andreas Peterschroeder, Bernhard Vaske, Thomas Butz, Peter Barth, Olaf Oldenburg, Thomas Bitter, Wolfgang Burchert, Dieter Horstkotte, Christoph Langer(35)</p>	<p>Cardiac volumetry in patients with heart failure and reduced ejection fraction: a comparative study correlating multi-slice computed tomography and magnetic resonance tomography. Reasons for intermodal disagreement</p>	<p>Correlación entre la TC y RMN en fracción de eyección.</p>	<p>Veinticuatro pacientes con un volumen tele diastólico del ventrículo izquierdo (LV-EDV) de C 150 ml medido mediante angiografía se sometieron a una exploración por TCMC y RMC para la volumetría del ventrículo izquierdo y derecho (LV, RV). Se obtuvieron vistas del eje cardíaco corto basadas en TCMC comenzando en la base cardíaca y avanzando hasta el ápice. Estos se reconstruyeron en 20 ventanas de tiempo diferentes del intervalo RR (0-95%) que sirven para la identificación del final de la diástole (ED) y del final de la sístole (ES) y para la planimetría. Se calcularon los volúmenes de DE y ES y la fracción de eyección (FE) para el VI y el VD. La volumetría basada en MSCT se comparó con la CMR.</p>	<p>La volumetría del VI basada en MSCT se correlaciona significativamente con la RMC de la siguiente manera: LV-EDV $r = 0,94$, LV-ESV $r = 0,98$ y LV-EF $r = 0,93$, pero sobreestima significativamente LV-EDV y LV-ESV y subestima la EF ($P < 0,0001$). La volumetría del VD basada en MSCT se correlaciona significativamente con la RMC de la siguiente manera: RV-EDV $r = 0,79$, RVESV $r = 0,78$ y RV-EF $r = 0,73$, pero nuevamente sobreestima significativamente RV-EDV y RV-ESV y subestima RV-EF ($P < 0,0001$).</p> <p>Conclusión: En comparación con la RMC, se debe considerar una sobreestimación continua de los volúmenes y una subestimación de la FE al aplicar la TCMC en pacientes con HFREF.</p>
---	---	---	---	---



<p>2017 Daniel Juneau 1, Fernanda Erthal 2, Owen Clarkin 2, Atif Alzahrani 2, Ali Alenazy 2, Alomgir Hossain 3, Joao R Inacio 4, Girish Dwivedi 2, Alexander J Dick 2, Frank J Rybicki 5, Benjamin J W Chow 6(36)</p>	<p>Mid-diastolic left ventricular volume and mass: Normal values for coronary computed tomography angiography</p>	<p>To establish normal reference values for LVMDV and LV mass.</p>	<p>Se midieron prospectivamente los volúmenes medio diastólicos del ventrículo izquierdo y la masa del VI en 2.647 pacientes "normales" consecutivos sometidos a ATC coronaria prospectivamente activada por ECG. Se excluyeron los pacientes con enfermedad coronaria conocida (infarto de miocardio previo o revascularización previa), insuficiencia cardíaca, cardiopatía congénita, trasplante de corazón o cirugía cardíaca previa. Se utilizó software disponible comercialmente para calcular el LVMDV y la masa del VI.</p>	<p>Entre la cohorte de 2647 pacientes (edad media = 58 años, 54% hombres), el LVMDV promedio indexado para el área de superficie corporal fue de $57,5 \pm 15,3$ ml/m² y $64,5 \pm 20,2$ ml/m² para mujeres y hombres, respectivamente. La masa media indexada del VI fue de $52,2 \pm 10,9$ g/m² para las mujeres y de $63,6 \pm 13,7$ g/m² para los hombres. El LVMDV indexado disminuyó con la edad. La presencia de hipertensión, diabetes y enfermedad coronaria obstructiva no tuvo un impacto clínicamente relevante sobre estos valores. Se definieron límites superiores normales específicos de edad y sexo.</p> <p>Conclusión: Establecieron rangos de referencia normales para LVMDV y masa del VI mediante ATC coronaria prospectivamente activada por ECG. Estos puntos de referencia pueden identificar a los pacientes con mayor riesgo de sufrir eventos adversos, lo que respalda el potencial de informes clínicos de estas métricas.</p>
---	---	--	--	--



<p>2012 Prateek J Khatri 1, Vikas Tandon, Li Chen, Yeung Yam, Benjamin J W Chow (37)</p>	<p>Can left ventricular end-diastolic volumes be estimated with prospective ECG-gated CT coronary angiography?</p>	<p>To predict LV EDV using CT coronary angiography (CTA) images obtained during ventricular diastasis.</p>	<p>Se inscribieron pacientes consecutivos que se sometieron a ATC retrospectiva controlada por ECG. Las imágenes se reconstruyeron en la fase del 75% y al final de la diástole. Se midieron los volúmenes del VI y de la aurícula izquierda (LA).</p>	<p>Se analizaron un total de 153 pacientes consecutivos (edad media = $56,7 \pm 11,2$ años; hombres = 56,2%). El VED y la FE promedio del VI fueron $144,4 \pm 40,2$ ml y $63,4 \pm 9,9\%$, respectivamente. Parecía haber una relación lineal muy fuerte entre el volumen del VI de la fase del 75 % y el VED del VI con un R (2) de 0,993. Utilizando los volúmenes del VI y la AI en la fase del 75 %, se desarrolló un modelo de predicción del EDV del VI ($VED \text{ del VI} = (1,021 \times 75 \% \text{ del volumen del VI de la fase}) + (0,259 \times 75 \% \text{ del volumen de la fase del LA})$), R (2) ajustado = 0,995).</p> <p>Conclusión: El VED del VI se puede estimar utilizando los datos de ATC obtenidos durante la diástasis ventricular. Se necesitan más estudios para demostrar que tales estimaciones del EDV del VI tienen un valor pronóstico incremental sobre la evaluación de la gravedad de la enfermedad de las arterias coronarias con ATC prospectiva controlada por ECG.</p>
--	--	--	--	--



<p>2008 Kai Uwe Juergens 1, Harald Seifarth, Felix Range, Susanne Wienbeck, Mirja Wenker, Walter Heindel, (6)</p>	<p>Automated threshold-based 3D segmentation versus short-axis planimetry for assessment of global left ventricular function with dual-source MDCT</p>	<p>evaluar el software para la segmentación 3D basada en umbrales del ventrículo izquierdo en comparación con la planimetría tradicional basada en eje corto 2D (método Simpson) para medir el volumen del ventrículo izquierdo (VI) y la función global con fuente dual de última generación</p>	<p>Cincuenta pacientes con enfermedad arterial coronaria conocida o sospechada se sometieron a una angiografía coronaria por TC. Los volúmenes tele diastólico, tele sistólico y sistólico del VI y la fracción de eyección se determinaron a partir de imágenes axiales a las que se había aplicado segmentación 3D y de reformas de eje corto de planimetría 2D. Se evaluó la variabilidad interobservador para ambos enfoques.</p>	<p>La segmentación 3D del VI basada en umbrales tuvo una excelente correlación con los resultados del eje corto 2D (volumen tele diastólico, R = 0,99; volumen tele sistólico, R = 0,99; volumen sistólico, R = 0,90; fracción de eyección, R = 0,97; p < 0,0001). Los análisis de Bland-Altman revelaron una subestimación sistemática del volumen tele diastólico del VI (-7,4 +/- 8,9 ml) y del volumen tele sistólico del VI (-7,0 +/- 4,4 ml) con el enfoque de segmentación 3D y una sobreestimación del 2,8 +/- 3,3%. De la fracción de eyección del VI. Conclusión: La segmentación 3D automatizada basada en umbrales permite una evaluación por TC de doble fuente precisa y reproducible del volumen y la función del VI con una excelente correlación con los resultados del análisis de eje corto 2D. La exclusión de los músculos papilares del volumen del VI da como resultado pequeñas diferencias sistemáticas en los valores cuantitativos</p>
---	--	---	---	---



<p>2011 Ryo Nakazato 1, Balaji K Tamarappoo, Thomas W Smith, Victor Y Cheng, Damini Dey, Haim Shmilovich, Ariel Gutstein, Swaminatha Gurudevan, Sean W Hayes, Louise E J Thomson, John D Friedman, Daniel S Berman(38)</p>	<p>Assessment of left ventricular regional wall motion and ejection fraction with low-radiation dose helical dual-source CT: comparison to two-dimensional echocardiography</p>	<p>Evaluar el efecto de la reducción máxima de la corriente del tubo basada en ECG en la evaluación del movimiento de la pared regional del ventrículo izquierdo (VI) y la fracción de eyección (FE) comparando la TC helicoidal de doble fuente (DSCT) con baja radiación con la ecocardiografía transtorácica bidimensional (2D-TTE).</p>	<p>Estudiaron 83 pacientes (15 con infarto de miocardio previo) que se sometieron a angiografía coronaria DSCT adquirida helicoidalmente con modulación máxima de la corriente del tubo basada en ECG (DSCT helicoidal de baja radiación) y ETT-2D en un período de 6 meses (mediana, 1 día), sin ningún cambio en el estado clínico entre los estudios. En todos los pacientes, la corriente completa del tubo se aplicó sólo en el 70% del intervalo R-R, con una corriente mínima del tubo (4% del máximo) en todas las demás partes del ciclo cardíaco. El voltaje reducido del tubo (100 kVp) se combinó con la modulación de dosis máxima en 34 pacientes. Los conjuntos de datos de DSCT fueron evaluados por un cardiólogo experimentado y ciego. El movimiento de la pared regional se evaluó con el modelo estándar de 17 segmentos, y cada segmento se calificó como normal, hipocinético, acinético y discinético.</p>	<p>La dosis de radiación efectiva media para la DSCT helicoidal de baja radiación fue de $5,2 \pm 1,7$ mSv. El movimiento de la pared regional fue evaluable en todos los segmentos en DSCT helicoidal de baja radiación. Hubo una excelente concordancia en la puntuación del movimiento de la pared mediante DSCT helicoidal de baja radiación y 2D-TTE en 1382 de 1411 segmentos (98%; valor κ de Cohen 0,83; intervalo de confianza del 95%, 0,76-0,89; $P < 0,0001$). La FEVI media fue de $67,6\% \pm 10,3\%$ en DSCT helicoidal de baja radiación y de $61,8\% \pm 10,3\%$ en 2D-TTE ($P < 0,0001$).</p> <p>Conclusión: La angiografía coronaria por TC helicoidal con dosis bajas de radiación con modulación máxima de la corriente del tubo basada en ECG es comparable a la ETT 2D para el movimiento de la pared regional y la evaluación de la FE.</p>
--	---	---	--	--



<p>2019 Hyun Woo Goo 1(39)</p>	<p>Technical feasibility of semiautomatic three-dimensional threshold-based cardiac computed tomography quantification of left ventricular mass</p>	<p>Evaluar la viabilidad técnica de la cuantificación semiautomática de la masa ventricular izquierda por TC cardíaca basada en umbrales tridimensionales en pacientes con diversos grados de hipertrofia ventricular izquierda.</p>	<p>En 99 pacientes, se utilizó TC cardíaca para cuantificar el volumen y la masa ventricular mediante un método semiautomático basado en umbrales tridimensionales. Se compararon los valores de masa del ventrículo izquierdo entre el final de sístole y el final de diástole. Los parámetros volumétricos se compararon entre tres grupos de hipertrofia ventricular izquierda (definida, límite, ninguna). Se evaluó la reproducibilidad. Se utilizó la prueba t, análisis de varianza unidireccional y correlación de Pearson.</p>	<p>Conclusión: La cuantificación por TC de la masa ventricular izquierda mediante segmentación semi automática basada en umbrales tridimensionales es factible con alta reproducibilidad y los valores de masa y sus relaciones con los volúmenes ventriculares pueden usarse en pacientes con diversos grados de hipertrofia ventricular izquierda.</p>
--------------------------------	---	--	---	--



<p>2011 Florian Schwarz 1, Richard Takx, U Joseph Schoepf, Yeong Shyan Lee, Balazs Ruzsics, Eva María Gassner, Salvatore Chiaramida, Thomas Henzler(20)</p>	<p>Reproducibility of left and right ventricular mass measurements with cardiac CT</p>	<p>Evaluamos la reproducibilidad intraobservador, interobservador y entre estudios de la cuantificación de la masa del ventrículo izquierdo (VI) y del ventrículo derecho (VD) con TC cardíaca.</p>	<p>En este análisis se incluyeron treinta y ocho pacientes que se sometieron a TC cardíaca dos veces en 365 días. Se utilizaron reconstrucciones funcionales en pasos del 10% a lo largo del intervalo R-R y secciones axiales de 1,5 mm. Se utilizó la detección de contorno semiautomática para trazar los bordes epicárdicos y endocárdicos en todas las fases cardíacas para calcular la fracción de eyección del VI y el VD, el volumen tele diastólico, el volumen tele sistólico, el gasto cardíaco, el volumen sistólico y la masa ventricular. Para cada estudio, dos observadores midieron la masa del VI y del VD dos veces.</p>	<p>Los parámetros de masa del VI derivados del algoritmo semiautomático de detección de contornos tuvieron una excelente reproducibilidad intraobservador ($r = 1,00$), interobservador ($r = 0,99$) y entre estudios ($r = 0,99$) ($P < 0,0001$). La masa media del VI al final de la diástole fue de $146,2 \pm 42,9$ g en el primer estudio de TC y de $146,8 \pm 44,4$ g en el segundo estudio. Para medir la masa del VD, la reproducibilidad fue buena en todos los niveles ($r = 0,78$, $r = 0,78$ y $r = 0,68$, respectivamente, con una masa tele diastólica promedio de $25,7 \pm 5,8$ g en el primer estudio y $24,4 \pm 4,8$ g en el segundo). La cuantificación de la masa del VI en la TC cardíaca con el software de análisis de segmentación semiautomática de crecimiento de regiones basado en umbrales evaluado aquí es altamente independiente del observador y reproducible. Esto también es válido en gran medida para la estimación de la masa del VD; sin embargo, se necesitan más mejoras para optimizar la reproducibilidad de la cuantificación de la masa del VD.</p>
---	--	---	---	--



<p>2009M Arraiza 1, G Bastarrika, B Zudaire, J Pueyo, A Villanueva</p>	<p>Cuantificación de la función y masa ventricular izquierda mediante tomografía computarizada de doble fuente (40)</p>	<p>Evaluar la reproducibilidad interobservador para cuantificar la función y masa ventricular izquierda (VI) y valorar la exactitud para cuantificar estos parámetros utilizando un software comercial con respecto a la segmentación manual convencional.</p>	<p>Se incluyeron 20 sujetos consecutivos con estudio cardíaco por tomografía computarizada de doble fuente (TCDF) y sincronización electrocardiográfica retrospectiva. Se realizaron 2 reconstrucciones multifásicas en intervalos del 5% del ciclo R-R. La función y masa del VI la cuantificación 2 observadores independientes que dibujaron manualmente los contornos endo y epicárdicos y utilizaron un software comercial que emplea un método de segmentación semiautomática. Se analizaron la correlación entre ambos observadores, la exactitud de los distintos métodos de segmentación y el tiempo necesario para cuantificar estos parámetros</p>	<p>La correlación interobservador para cuantificar los parámetros de función y masa VI fue excelente ($r_{40, 94}$; $p_{0, 05}$). Los métodos de segmentación manual y semi automática no mostraron diferencias estadísticamente significativas para estimar la función VI ($p_{40, 05}$). Con el método semiautomático la estimación de la masa VI fue significativamente superior que al utilizar la segmentación manual (diferencia media 29, 4571,64 g; $p_{0, 05}$). Para calcular estos parámetros se requiere significativamente menos tiempo con el software comercial (248, 85799,8 s) que con el trazado manual (452, 7773,92 s) ($p_{0, 05}$). Conclusiones: La reproducibilidad interobservador para cuantificar la función y la masa mediante TCDF es excelente. Aunque tiende a sobrestimar la masa miocárdica, el software comercial permite cuantificar los parámetros cardiacos con la misma exactitud que la segmentación manual en la mitad de tiempo</p>
--	---	--	---	---



<p>2020 Patrycja S. Matusik1 , Amira Bryll 2, Paweł T. Matusik 3,4, Agnieszka Pac 5, Tadeusz J. Popiela 2 (11)</p>	<p>Electrocardiography and cardiac magnetic resonance imaging in the detection of left ventricular hypertrophy: the impact of indexing methods</p>	<p>Evaluar la utilidad de los criterios del ECG en el diagnóstico de HVI, según lo determinado mediante imágenes de resonancia magnética cardíaca (CMR), utilizando varios métodos de indexación LVM</p>	<p>Se incluyeron 53 pacientes a los que se les realizó una RMC y se les realizaron electrocardiogramas de calidad adecuada disponible en sus registros médicos. La mayoría de los pacientes del estudio tenían problemas cardiovasculares. Definieron CMR-LVH como un aumento de LVM, también evaluado después de la indexación de LVM al área de superficie corporal. (LVMBSA). Se utilizaron 10 criterios diferentes de ECG-LVH.</p>	<p>La prevalencia de CMR-LVH osciló entre el 11 % (para PLVM) y el 72 % (para LVMBSA). La sensibilidad de los criterios ECG-HVI cuando se aplicaron todos los criterios juntos osciló del 57,9 % (IC del 95 %, 40,8–73,7) al 100 % (IC del 95 %, 63,1–100). El mejor rendimiento respecto al endpoint del diagnóstico CMR-LVH después de la indexación de LVM se logró mediante los criterios de Peguero-Lo Presti y Cornell (Área bajo la curva, 0,621–0,876; P, 0,001–0,17). El diagnóstico de HVI depende en gran medida de las definiciones basadas en ECG y RMC. El criterio y los criterios de Cornell, que son específicos de cada sexo, pueden proporcionar el nivel más alto de precisión diagnóstica y debe considerarse al realizar pruebas de detección de HVI en pacientes con enfermedades cardiovasculares.</p>
--	--	--	--	--



<p>2021 You-Jung Choi 1, Jun-Bean Park 2 3, Chan Soon Park 1 4, Inchang Hwang 1 5, Yeonyee E Yoon 6 5, Seung-Pyo Lee 1 6, Hyung-Kwan Kim 1 6, Yong-Jin Kim 1 6, Goo-Yeong Cho 6 5, Dae-Won Sohn 1 6(33)</p>	<p>Prognostic implications of left ventricular mass-geometry in patients with no or nonobstructive coronary artery disease</p>	<p>Evaluar las implicaciones pronósticas de la geometría anormal del VI en individuos con EAC no obstructiva o sin ella.</p>	<p>Se incluyeron en el estudio un total de 5806 sujetos sin EAC o con EAC no obstructiva (estrechamiento luminal <50%) en CCTA. Los principales criterios de exclusión fueron cardiopatía estructural y antecedentes de infarto de miocardio o revascularización coronaria. La geometría anormal del VI en la ecocardiografía se definió como un índice de masa del VI > 95 g/m² en mujeres y > 115 g/m² en hombres, y/o espesor relativo de la pared > 0,42. El resultado primario fue la mortalidad por todas las causas.</p>	<p>4.045 (69,7%) sujetos tenían una geometría del VI normal y 1.758 (30,3%) tenían una geometría del VI anormal, respectivamente. Durante un seguimiento medio de 6,2 ± 1,48 años, 84 (1,44%) sujetos murieron en la población de estudio. De estos, 56 sujetos eran del grupo de geometría normal del VI (1,24%) y 28 eran del grupo de geometría anormal del VI (2,32%). Conclusiones: La geometría anormal del VI presagia un peor pronóstico en sujetos con EAC no obstructiva o sin ella. Estos hallazgos sugieren que la evaluación de la geometría del VI puede ayudar a mejorar la estratificación de los individuos con estos hallazgos de CCTA.</p>
---	--	--	---	---



<p>2014 YINSU ZHU,1,* HAI XU,1,* XIAOMEI ZHU,1 YONGYUE WEI,2 GUANYU YANG,3 YI XU,1 and LIJUN TANG1(41)</p>	<p>Association between cardiothoracic ratio, left ventricular size and systolic function in patients undergoing computed tomography coronary angiography</p>	<p>Investigar la asociación entre el índice cardiorácico (CTR) y los parámetros de función sistólica del ventrículo izquierdo (VI) en pacientes con o sin fracción de eyección del VI (FEVI) conservada.</p>	<p>Un total de 203 sujetos con sospecha de enfermedad de las arterias coronarias se sometieron a una radiografía de tórax y una angiografía coronaria por tomografía computarizada de doble fuente (DSCT-CA). Los parámetros de la función sistólica del VI: índice de volumen diastólico final del VI (LVEDVI), índice de volumen sistólico final del VI (LVESVI) y FEVI se midieron a partir del DSCT-CA. La asociación entre CTR y los parámetros de función sistólica del VI se analizó según el valor de FEVI (<55%, grupo de FEVI deprimida; versus ≥55%, grupo de FEVI preservada) y el valor de CTR (<0,5, grupo de CTR de rango normal; versus ≥0,5, grupo de mayor grupo CTR).</p>	<p>El LVEDVI y el LVESVI fueron mayores en el grupo de FEVI deprimida en comparación con el grupo de FEVI preservada (108,56 ± 57,15 frente a 67,52 ± 14,56 ml/m², P <0,001; y 64,07 ± 37,81 frente a 20,23 ± 7,23 ml/m², P <0,001), respectivamente) y menor en el grupo de CTR de rango normal en comparación con el grupo de CTR más). Se encontraron correlaciones significativas entre CTR y LVEDVI, y LVESV.</p>
--	--	--	--	--



3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las enfermedades cardiovasculares constituyen un problema de salud pública en México y específicamente en nuestra localidad. La función del ventrículo izquierdo es un biomarcador que sirve como factor pronóstico de morbimortalidad. A nivel mundial se han descrito valores de referencia para las distintas mediciones que ofrecen las modalidades de imagen de resonancia magnética y ecografía, los cuales muestran los índices normales de acuerdo a peso, altura, raza y edad.

En el Hospital Ángeles de Chihuahua se cuenta con un equipo de tomografía con un software semiautomático de análisis funcional del corazón, sin embargo no se ha evaluado su factibilidad, ni se cuenta con los valores de referencia en nuestra población. Actualmente no se ha incluido en la práctica habitual los resultados del análisis semiautomático de la función ventricular izquierda, a pesar de que se ha demostrado que existe excelente concordancia con la resonancia magnética, aún queda la duda en nuestro medio de si es necesario realizar el análisis manual, o si es concordante con el resultado del análisis semiautomático.

Es necesario conocer si esta herramienta ofrece resultados confiables para iniciar la aproximación a la determinación de valores de referencia en Chihuahua.



4. JUSTIFICACIÓN

Dada la morbilidad y mortalidad sustancial asociada a la cardiopatía isquémica, y considerando los mejores resultados asociados al tratamiento, es de suma importancia el reconocimiento oportuno de estas manifestaciones de CH a través de técnicas de imagen no invasivas. (1)

La determinación precisa de la función del ventrículo izquierdo es fundamental para el diagnóstico clínico, estratificación de riesgo y estimación del pronóstico en pacientes con cardiopatías.

Múltiples estudios han demostrado que la determinación de la función global del ventrículo izquierdo mediante angiotomografía coronaria tiene adecuada concordancia con la ventriculografía, ecocardiografía y resonancia magnética. (2)

Las técnicas de postprocesamiento de diferentes equipos de tomografía permiten realizar un análisis rápido y confiable de la función global del ventrículo izquierdo, y, aunque la angiotomografía cardíaca no se considera el estudio de elección para la valoración funcional, es un valor añadido que se puede ofrecer en el análisis de los pacientes que acuden a realizarse angiotomografías coronarias sin la necesidad de recurrir a un método adicional.

Está descrito que la ATC es un estudio de primera línea en síndromes coronarios agudos y crónicos, particularmente en pacientes sintomáticos con probabilidad pre-test intermedia de EAC obstructiva, a pesar de esto, en nuestra población no se han establecido protocolos en los diferentes contextos clínicos para brindar un mayor beneficio a los pacientes en su tratamiento y diagnóstico. (3)

El equipo de tomografía del Hospital Ángeles Chihuahua cuenta con un software semiautomático para el análisis funcional del corazón, por lo que es necesario determinar la concordancia entre la cuantificación manual basada en el método Simpson y la cuantificación semiautomática para brindar información valiosa sobre la función ventricular, de una manera más rápida y confiable.



5. HIPÓTESIS

H1: Existe concordancia entre la cuantificación de parámetros de función y masa ventricular izquierda según los métodos de segmentación manual y semiautomática.

H0: No existe concordancia entre la cuantificación de parámetros de función y masa ventricular izquierda según los métodos de segmentación manual y semiautomática.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Evaluar la concordancia entre la cuantificación de parámetros de función y masa ventricular izquierda según los métodos de segmentación manual y semiautomática.

6.2 Objetivos específicos

Caracterizar los factores sociodemográficos (edad, sexo, talla, peso).

Analizar la asociación entre los factores sociodemográficos y los valores de función y masa ventricular izquierda.

Determinar la asociación entre el IMC y la frecuencia cardíaca.

Analizar la relación entre el grado de estenosis y el IMC.



7. MATERIAL Y MÉTODO

7.1 Diseño

Estudio retrospectivo, transversal, observacional.

7.2 Población de estudio

Angiotomografías coronarias realizadas en el periodo de Noviembre-Enero de 2023.

7.3 Criterios de inclusión

Pacientes que cuenten con estudio de angiotomografía cardíaca.

Calidad de imagen adecuada.

7.4 Criterios de exclusión

Estudios con errores que impidan la reconstrucción retrospectiva.

Artefactos metálicos o por movimiento.

7.5 Criterios de eliminación

Estudios incompletos.

Calidad no diagnóstica.

7.6 Cálculo del tamaño de la muestra

No probabilístico por conveniencia.

Se incluyeron todos los estudios realizados del mes de noviembre a enero de 2023.



7.7 Variables de estudio

Variable	Concepto	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
Variables independientes				
Sexo	Características y funcionalidad de los órganos sexuales al momento del nacimiento	Se obtendrá del expediente clínico	Nominal	1. Hombre 2. Mujer
Edad	Tiempo vivido por el individuo hasta el momento del estudio	Se obtendrá del expediente clínico	Numérica Escala	Años
Peso	Masa de la persona		Numérica escala	kilogramos
Talla	Estatura de la persona	Se obtendrá del expediente clínico.	Numérica escala	metros
IMC	Razón matemática que asocia la masa y la talla de un individuo	Se obtendrá del expediente clínico.	Numérica escala	kg/m ²
Variables dependientes				
Calidad de la imagen	Juicio realizado por el médico radiólogo, resultado de la combinación de características de resolución, señal/ruido.	Se valorará de manera subjetiva por el observador	Numérica ordinal	1. No diagnóstico 2. Pobre 3. Promedio 4. Buena 5. Muy buena



Frecuencia cardíaca	Número de veces que se contrae el corazón durante un minuto	Promedio durante la adquisición del estudio.	Numérica escala	Latidos por minuto
Volumen tele sistólico (automático)	Volumen ventricular izquierdo al final de la sístole.	Obtenido de manera automática con el software.	Numérica escala	mililitros
Volumen tele diastólico (automático)	Volumen ventricular izquierdo al final de la diástole.	Obtenido de manera automática con el software.	Numérica escala	mililitros
Fracción de eyección (automático)	Fracción porcentual de volumen sanguíneo que el corazón expulsa en cada contracción $FE = [(VFD - VFS) / VFD] \times 100$	Obtenido de manera automática con el software.	Numérica escala	%
Volumen sistólico (automático)	Volumen eyectado al organismo por latido. $VS = VTD - VTS$	Obtenido de manera automática con el software.	Numérica escala	mililitros
Gasto cardíaco (automático)	Producto de la frecuencia cardíaca y el volumen sistólico	Obtenido de manera automática con el software.	Numérica escala	mililitros/segundo
Masa del ventrículo izquierdo (automático)	Suma del volumen miocárdico obtenido tras dibujar los contornos endocárdicos y epicárdicos, y multiplicar su resultado por la densidad específica del miocardio (1,05 g/cm).	Obtenido de manera automática con el software.	Numérica escala	gramos



Volumen tele sistólico (Manual)	Volumen ventricular izquierdo al final de la sístole	Obtenido de manera manual	Numérica escala	mililitros
Volumen tele diastólico (Manual)	Volumen ventricular izquierdo al final de la diástole.	Obtenido de manera manual	Numérica escala	mililitros
Fracción de eyección (Manual)	Fracción porcentual de volumen sanguíneo que el corazón expulsa en cada contracción $FE = [(VFD - VFS) / VFD] \times 100$	Obtenido de manera manual	Numérica escala	%
Volumen sistólico (Manual)	Volumen eyectado al organismo por latido. $VS = VTD - VTS$	Obtenido de manera manual	Numérica escala	mililitros
Gasto cardíaco (Manual)	Producto de la frecuencia cardiaca y el volumen sistólico	Obtenido de manera manual	Numérica escala	mililitros/segun do
Masa del ventrículo izquierdo (Manual)	Suma del volumen miocárdico obtenido tras dibujar los contornos endocárdicos y epicárdicos, y multiplicar su resultado por la densidad específica del miocardio (1,05 g/cm).	Obtenido de manera manual	Numérica escala	gramos



7.8 Técnicas y procedimientos

Se recabaron los estudios de angiotomografía coronaria que se encontraban en el PACS del hospital ángeles Chihuahua en el período de Noviembre de 2023 a enero de 2024, posteriormente, mediante el software compact cardiac se realizó de manera retrospectiva el análisis morfológico y funcional de las imágenes en fase contrastada en 0%, 25%, 50%, 75% y 80%.

Se valoró la calidad de la imagen por el observador de manera subjetiva con una escala de 3 puntos (1= Diagnóstica; 2 = Limitada pero diagnóstica; 3=No diagnóstica), especificando en cada caso el factor que disminuyó la calidad.

Se analizaron los vasos coronarios en búsqueda de placas de ateroma, en caso de encontrarse se caracterizó cada una respecto a la composición (calcificada, parcialmente calcificada, no calcificada), grado de estenosis y se señaló la presencia o no de anomalías o stents.

Posteriormente se realizó un análisis de la función global del ventrículo izquierdo, en una estación de trabajo con el software “cardiac comprehensive” de Phillips.

Se obtuvo el valor que brinda el software con la segmentación automática y selección automática de fin de la diástole y fin de la sístole.

Luego el observador seleccionó la fase de fin de la diástole y fin de la sístole con los volúmenes ventriculares más pequeños y más grandes, respectivamente, luego, con la herramienta semiautomática, se delinearon los contornos endocárdicos y epicárdicos en eje corto con ajustes manuales de ser necesario.

Con el método manual y el método semiautomático se calcularon los parámetros funcionales del ventrículo izquierdo, los cuales incluyeron: Volumen tele sistólico, volumen tele diastólico, fracción de eyección, gasto cardíaco, volumen sistólico, masa miocárdica y después se indexaron los mismos valores de acuerdo al IMC del paciente.

Se recabó la información en una base de datos en Excel para realizar posteriormente su análisis estadístico.



7.9 Diseño y plan de análisis de datos

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el programa SPSS V.21

Para evaluar la concordancia entre la medición automática y manual se utilizó el método de Bland-Altman con un índice de confianza del 95%.

Adicionalmente, se realizaron cálculos de medidas de tendencia central y dispersión para las variables cuantitativas, para las variables cualitativas se realizaron tablas de frecuencias. Se analizó la asociación de la variable dependiente e independiente mediante χ^2 y en caso de encontrarse asociación se realizó análisis con p de Pearson para determinar correlación. En todos los análisis el nivel de significación estadística mínimo a considerar será del $p \leq 0.05$.

8. ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD

Cumplimiento con las leyes y regulaciones

De acuerdo con el artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación, el riesgo de este proyecto corresponde a una investigación SIN RIESGO debido a que se trata de estudio que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos, no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

El presente trabajo de investigación se apega a la NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, la cual establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos publicada en el Diario Oficial de la Federación el 04 de enero de 2013.

Apego a las normas éticas:

Este estudio se ajustará a las normas éticas institucionales y a la Ley General de Salud en materia de experimentación en seres humanos, así como a la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial sobre los "Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos". Además de acuerdo con los principios adoptados por la 18ª



Asamblea Médica Mundial de Helsinki, Finlandia en junio de 1964, y enmendadas por la 29ª Asamblea Médica Mundial en Venecia, Italia, en octubre de 1983, por la 41ª Asamblea Mundial Hong Kong, en septiembre de 1989, en la 48ª Asamblea en Sudáfrica en 1996; y en la última 59ª Asamblea general de la Asociación Médica Mundial en Seúl, en octubre de 2008 y sus enmiendas posteriores.

No se realizará ningún procedimiento que pongan en riesgo la salud o la integridad física del personal de salud, o las y los pacientes, o afecte al medio ambiente, evitando todo sufrimiento o daño innecesario físico o mental como lo dicta el código de Nuremberg 1947.

Contribuciones y beneficio a los participantes:

Los participantes no recibirán ninguna contribución económica, en especie ni de otra índole.

Balance riesgo/beneficio:

El beneficio será para la comunidad médico-científica ya que con los resultados del presente estudio se podrá conocer si el análisis automático de la función cardíaca por angiotomografía coronaria es factible.

Comunicación de resultados:

La interpretación de los resultados del estudio de imagen será entregada por escrito al paciente y médico tratante acorde a los lineamientos institucionales vigentes.

Comité de ética

El presente protocolo de investigación fue sometido a evaluación y aceptación por el comité de ética e investigación del hospital ángeles Chihuahua y hasta ser aceptado se presentará ante los respectivos comités del hospital central del Estado de Chihuahua para su autorización en el comité de enseñanza.

Confidencialidad:

La participación en esta investigación es confidencial, y la información almacenada será resguardada bajo las más estrictas medidas de seguridad, manteniéndose confidencialidad de toda la información, sin revelarse a terceros.



9. ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

9.1 Programa de trabajo

Actividad	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23	01/24	02/24	03/24	04/24	05/24	06 / 24
Elaboración de anteproyecto	■	■	■								
Registro ante comité de bioética e investigación y correcciones.				■	■						
Recopilación y captura de datos					■	■					
Análisis estadístico						■	■				
Redacción manuscrita							■	■			
Presentación de tesis									■	■	
Elaboración de artículo y difusión de resultados									■	■	■

9.2 Recursos humanos

Investigador principal.

Asesores de tesis.

Técnico de tomografía capacitado.

9.3 Recursos materiales

Base de datos en PACS del hospital ángeles.

Estación de trabajo que cuente con software "comprehensive cardiac" de Phillips.

Computadora con programa SPSS y office.

Internet

Luz

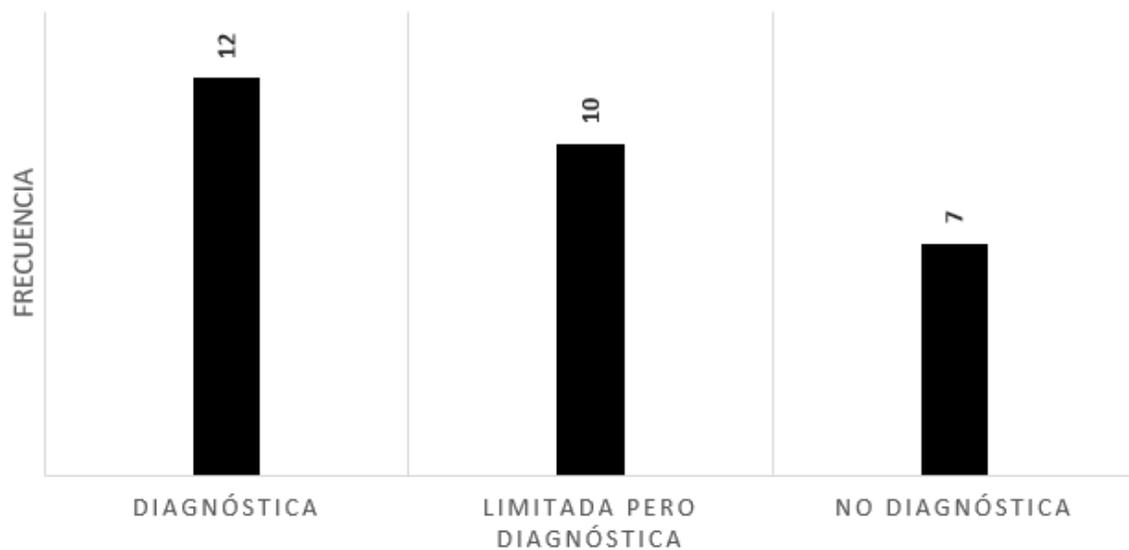
9.4 Fuente de financiamiento

Todos los recursos serán proporcionados por el departamento de imagenología del Hospital Ángeles Chihuahua, sin representar costos adicionales al ser un estudio retrospectivo.

10.RESULTADOS

En total se recabaron 29 tomografías del PACS, de las cuales 7 se catalogaron como no diagnósticas, principalmente por la presencia de artefacto de movimiento, se identificó que todas presentaron una frecuencia cardíaca mayor a 60 en todos los casos, oscilando entre 63-110, con una media de 81.71 y una desviación estándar de 15.68. Ningún paciente presentó complicaciones durante la realización del estudio. (Gráfico 1).

Gráfico 1. Calidad de los estudios de angiotomografía.



Elaboración propia a partir de protocolo de investigación (Hospital Ángeles Chihuahua-Abril 2024).

Para la segmentación del ventrículo izquierdo y la valoración de los diferentes valores funcionales así como del árbol coronario, se tomaron en cuenta a las tomografías calificadas como diagnósticas y limitada pero diagnóstica, de esta manera la muestra final para el análisis estadístico estuvo constituida por 22 pacientes; 14 hombres y 8 mujeres, con una edad media de 62 años con rangos entre los 25 y 78 años, la media del índice de masa corporal de los sujetos es de 31.36 con una desviación estándar de 7.17, en cuanto a la frecuencia cardíaca la media fue de 81 lpm, oscilando entre los 62 y los 110 latidos por minuto. (Tabla 1).



Tabla 1. Características de los pacientes incluidos en el análisis funcional.

	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (cm)	IMC (kg/cm ²)	FC (lpm)
Media	62.14	95.5714	174.2857	31.3683	81.71
DE	9.822	24.30951	11.22073	7.17473	15.681
Mínimo	45	62	152	23.55	62
Máximo	78	130	190	41.97	110

Elaboración propia a partir de protocolo de investigación (Hospital Ángeles Chihuahua-Abril 2024).

Para cada variable de la función del ventrículo izquierdo se obtuvieron las medidas de tendencia central, tanto para el valor automático y el manual, los resultados se resumen en la tabla 2.

Tabla 2. Análisis de la función global del ventrículo izquierdo mediante cálculo automático y manual.

	Media	DE	Min-Max
FE			
Manual	45.3636	11.4955	20-62
Automático	48.3182	11.3699	23-66
VTS			
Manual	48.1818	34.1001	25.6-150
Automático	48.8545	35.71	23.9-142.0
VTD			
Manual	82.8818	34.6122	53.5-183.8
Automático	88.4	39.7180	53.4-185.2
VS			
Manual	35.4727	7.5948	24.7-51.5
Automático	39.2227	7.6005	26.1-56.7
MVI			
Manual	66.3045	27.4258	40-136
Automático	75.4364	37.2750	38.5-187.5

Elaboración propia a partir de protocolo de investigación (Hospital Ángeles Chihuahua-Abril 2024).

Se realizó la valoración de cada parámetro funcional y se categorizó como normal a los pacientes que se encontraran dentro del rango de la normalidad de acuerdo a los estándares proporcionados por la SCMR tomando como referencia la tabla en donde se



describen los valores indexados de acuerdo a la superficie corporal, tomando la masa ventricular dentro del volumen y de acuerdo al sexo, y se categorizaron como patológicos los que se encontraran fuera de dichos rangos.

Tabla 3. Asociación y correlación de los valores manual y automático de la función global del ventrículo izquierdo.

	N=22	% Normal	X² (p<0.005)	R (p<0.005)
FE			12.69	0.605
Manual	10	45.5		
Automático	13	59.1		
VTS			22	0.707
Manual	16	72.2		
Automático	16	72.2		
VTD			15.63	0.645
Manual	19	86.4		
Automático	18	81.8		
VS			9.9	0.557
Manual	12	54.5		
Automático	16	72.7		
MVI			13.86	0.622
Manual	17	77.3		
Automático	15	68.2		

Elaboración propia a partir de protocolo de investigación (Hospital Ángeles Chihuahua-Abril 2024).

Para determinar la concordancia se realizó el análisis de Bland-Altman para cada variable de la función global del ventrículo izquierdo comparando el valor manual y el automático, de la misma manera se determinó la asociación con análisis de chi cuadrado y la correlación con p de Pearson de las mediciones de la función global del ventrículo izquierdo mediante el cálculo automático y manual.

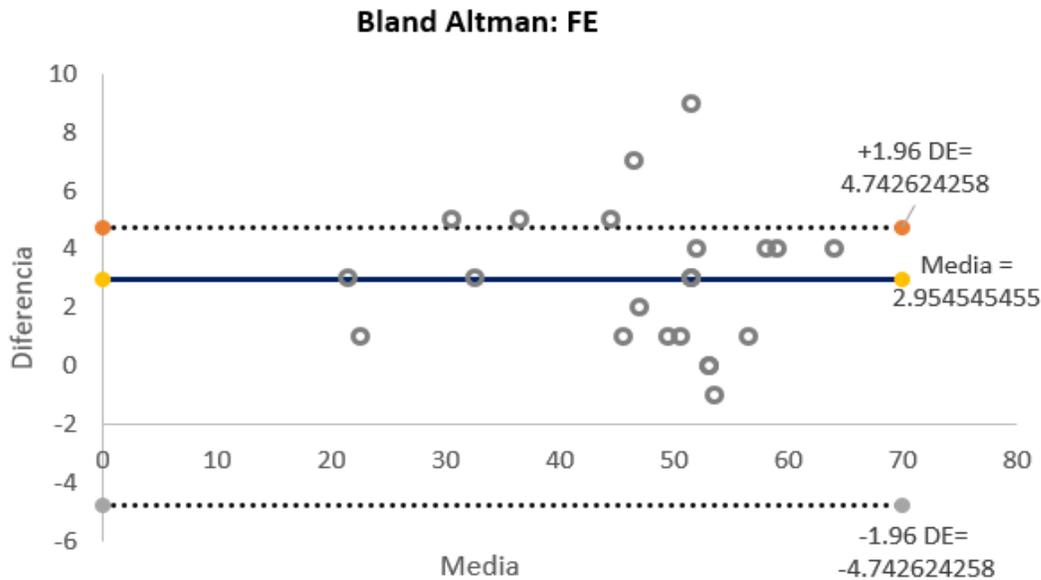


A continuación se describen los resultados obtenidos para cada variable evaluada de la función del ventrículo izquierdo.

Fracción de eyección del ventrículo izquierdo:

Mediante el análisis semiautomático se obtuvo una media de 48.31 lpm, y en el análisis manual de 45.36 ($\chi^2=270.6$, $p<0.001$). La evaluación mediante regresión lineal mostró una excelente correlación entre las dos medidas ($r^2 = 0.978$ $p<0.001$). El análisis mediante la prueba de Bland-Altman demostró una diferencia media de 2.95 ± 4.74 .

Gráfico 2. Concordancia de la medición de la FE mediante método automático vs manual.



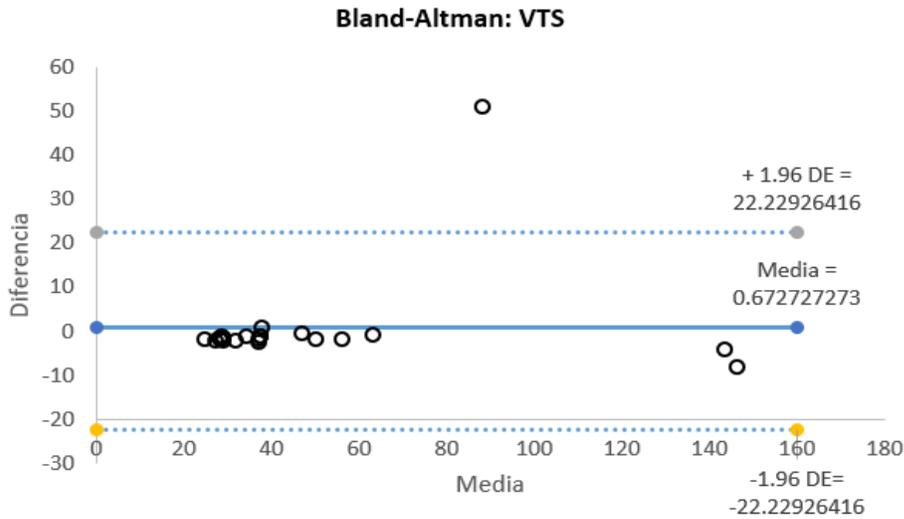
Elaboración propia a partir de protocolo de investigación (Hospital Ángeles Chihuahua-Abril 2024).

Volumen tele sistólico

Mediante el análisis semiautomático se obtuvo una media de 48.85, y en el análisis manual de 48.18 ($\chi^2 396.0$, $p<0.001$). La evaluación mediante regresión lineal mostró una excelente correlación entre las dos medidas ($r^2 = 0.948$ $p<0.001$). El análisis mediante la prueba de Bland-Altman demostró una diferencia media de 0.67 ± 22.2 .



Gráfico 3. Concordancia de la medición del VTS mediante método automático vs manual.

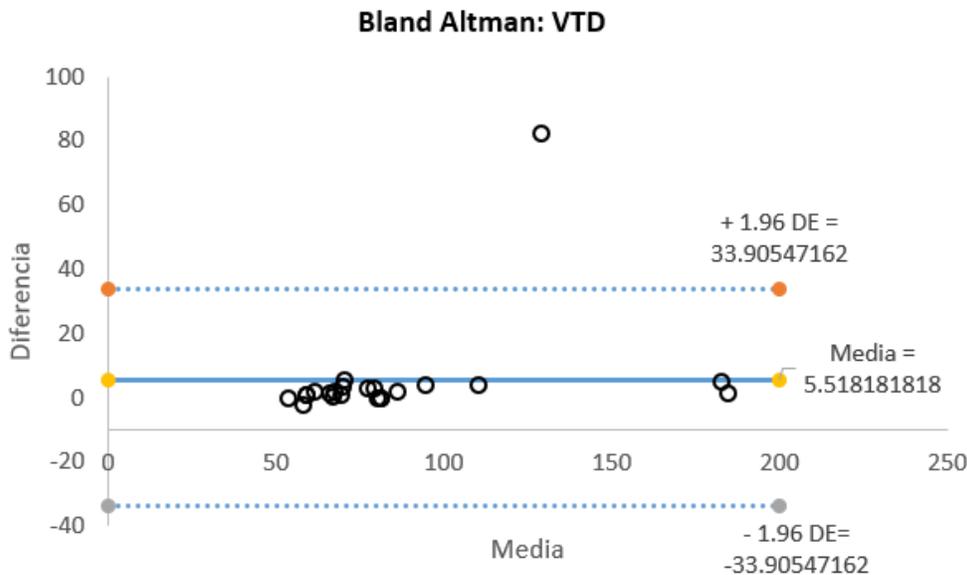


Elaboración propia a partir de protocolo de investigación (Hospital Ángeles Chihuahua-Abril 2024).

Volumen tele diastólico

Mediante el análisis semiautomático se obtuvo una media de 88.40, y en el análisis manual de 82.88 (x^2 418.0, $p < 0.001$). La evaluación mediante regresión lineal mostró una excelente correlación entre las dos medidas ($r^2 = 0.901$ $p < 0.001$). El análisis mediante la prueba de Bland-Altman demostró una diferencia media de 5.51 ± 33.90 .

Gráfico 4. Concordancia de la medición del VTD mediante método automático vs manual.

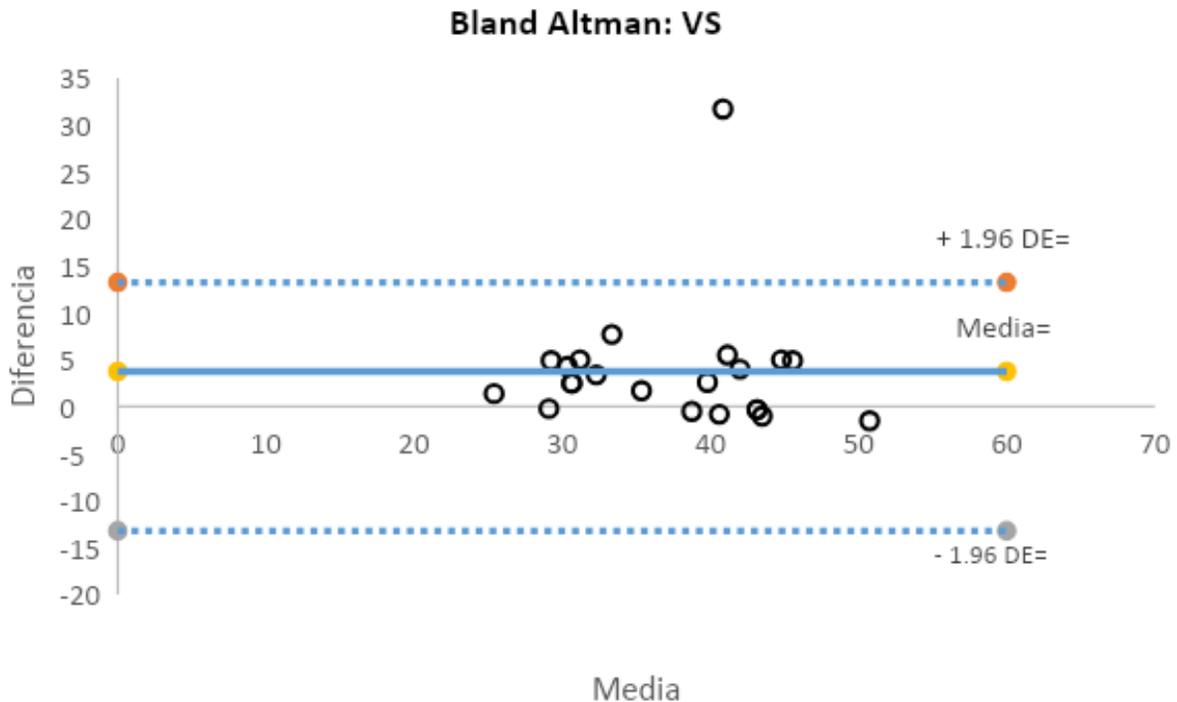


Elaboración propia a partir de protocolo de investigación (Hospital Ángeles Chihuahua-Abril 2024).

Volumen sistólico

Mediante el análisis semiautomático se obtuvo una media de 39.22, y en el análisis manual de 35.47 (x^2 396, $p=0.006$). La evaluación mediante regresión lineal mostró una excelente correlación entre las dos medidas ($r^2 = 0.605$ $p<0.003$). El análisis mediante la prueba de Bland-Altman demostró una diferencia media de 3.75 ± 13.23 .

Gráfico 5. Concordancia de la medición del VS mediante método automático vs manual.



Elaboración propia a partir de protocolo de investigación (Hospital Ángeles Chihuahua-Abril 2024).

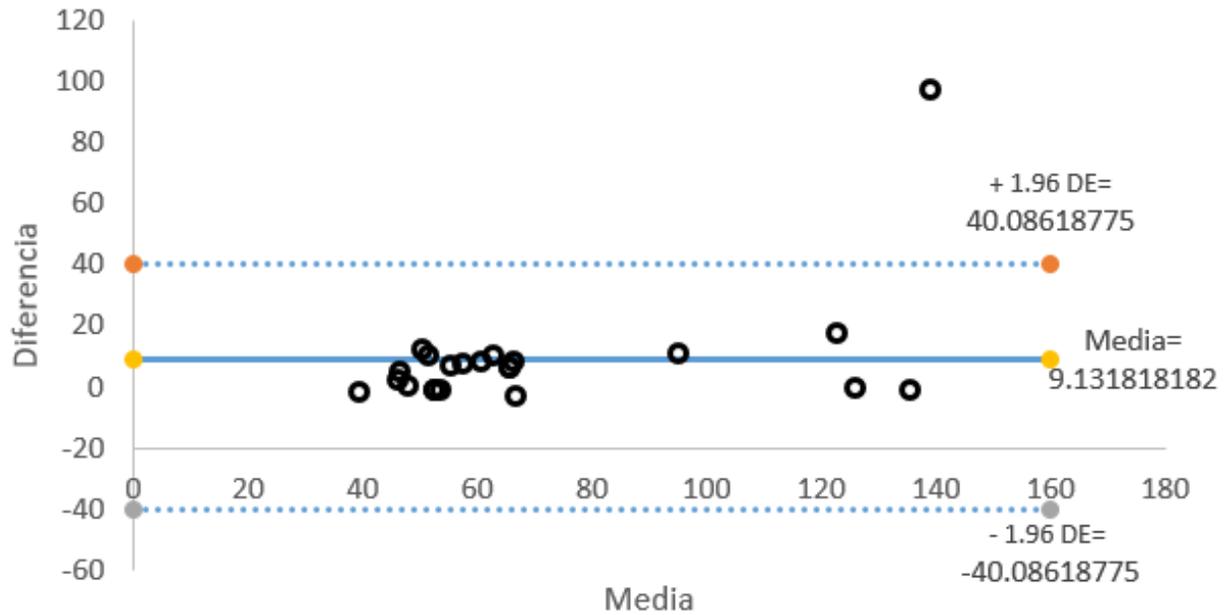
Masa del ventrículo izquierdo

Mediante el análisis semiautomático se obtuvo una media de 75.43, y en el análisis manual de 66.30 (x^2 396.0, $p=<0.001$). La evaluación mediante regresión lineal mostró una excelente correlación entre las dos medidas ($r^2 = 0.843$ $p<0.001$). El análisis mediante la prueba de Bland-Altman demostró una diferencia media de 9.13 ± 40.08 .

Gráfico 6. Concordancia de la medición de la MVI mediante método automático vs manual.



Bland Altman: MVI



Elaboración propia a partir de protocolo de investigación (Hospital Ángeles Chihuahua-Abril 2024).

Se realizó una evaluación de las arterias coronarias de acuerdo al sistema CAD-RADS, valorando en cada arteria la presencia o no de placas de ateroma, de encontrarse se determinó el porcentaje de estenosis y sus características. En la tabla 4 se resumen los resultados obtenidos agrupados de acuerdo al vaso afectado.



Tabla 4. Características de las placas de ateroma en arterias coronarias.

	Coronaria derecha	Coronaria izquierda (Tronco común)	Circunfleja	Descendente anterior	Descendente posterior	Total
Placas	14	7	13	14	1	49
% estenosis						
1-24	4	2	2	0	0	9
25-49	1	3	3	4	1	12
50-69	3	1	1	2	0	7
70-99	4	1	3	5	0	13
100%	2	0	4	3	0	9
Características						
Calcificada	5	5	5	1	1	17
Parcialmente calcificada	7	2	5	9	0	23
No calcificada	2	0	3	4	0	9

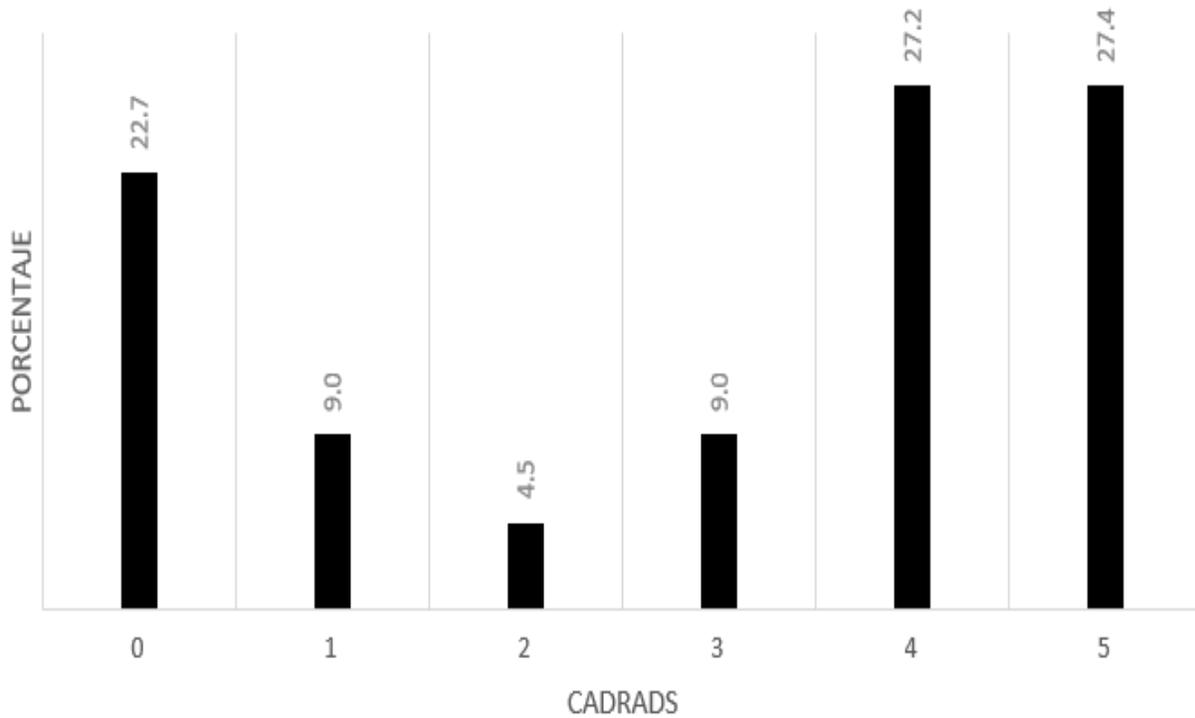
La arteria coronaria derecha y la descendente anterior se encontraban afectadas en 14 pacientes, la circunfleja en 13 pacientes, el tronco común de la coronaria izquierda en 7 pacientes y la descendente posterior en 1 paciente.

En total se evaluaron 49 placas de ateroma, de las cuales 9 se trataron de oclusiones totales, y 20 se encontraron entre el 50 y 99%. La mayoría de las placas de ateroma eran parcialmente calcificadas (23), 17 se encontraban totalmente calcificadas y 9 no mostraron calcificación.



Únicamente 8 pacientes tuvieron una puntuación CADRADS menor a 3, 2 pacientes obtuvieron 2, 6 pacientes categoría 4 y 6 pacientes con CADRADS 5. El 57% de los pacientes presentó enfermedad arterial coronaria con obstrucción significativa.

Gráfico 6. Porcentaje de acuerdo a categoría CADRADS.



Elaboración propia a partir de protocolo de investigación (Hospital Ángeles Chihuahua-Abril 2024).



En total 14 pacientes obtuvieron un puntaje igual o mayor a CADRADS 3, se recategorizó a la población y se realizaron análisis de asociación con el resultado normal o anormal del análisis funcional manual del ventrículo izquierdo en cada variable así como de acuerdo al sexo y peso de los pacientes, únicamente se encontró una correlación negativa moderadamente significativa con el volumen tele sistólico.

Tabla 5. Relación entre variables en pacientes con CADRADS mayor o igual a 3.

	N=14	X²	p	R (p)
Sexo		0.702	0.358	
Femenino	6			
Masculino	8			
Peso		0.187	0.911	
Normal	1			
Sobrepeso	9			
Obesidad	4			
VTS		4.71	0.040	-0.463
Normal	8			
Anormal	6			
VTD		1.985	0.236	
Normal	11			
Anormal	3			
VS		0.105	0.546	
Normal	8			
Anormal	6			
FE		0.105	0.546	
Normal	6			
Anormal	8			
MVI		0.749	0.380	
Normal	10			
Anormal	4			

Elaboración propia a partir de protocolo de investigación (Hospital Ángeles Chihuahua-Abril 2024).



11.DISCUSIONES

El uso de la tomografía computarizada para valorar la función del ventrículo izquierdo no se sugiere de primera línea debido a los riesgos por la radiación y el medio de contraste, sin embargo, el realizar el análisis funcional en pacientes que se les realiza ATC para la evaluación coronaria, particularmente en pacientes en que otros métodos de imagen no han sido provechosos o que tienen contraindicaciones para la realización de algún otro estudio de imagen, resulta beneficioso para la detección oportunista de alteraciones en la función global del ventrículo izquierdo. (15) (29)

Partiendo del hecho que las angiotomografías coronarias han tomado un papel esencial en el diagnóstico de la enfermedad coronaria y de que los estudios se realizan la mayoría de las veces con un análisis retrospectivo, es posible obtener un diagnóstico oportunista de la función del ventrículo izquierdo, sin necesidad de realizar exposiciones adicionales ni representar un costo extra para el paciente.

Se ha demostrado que existe buena concordancia entre las medidas funcionales del ventrículo izquierdo obtenidas mediante tomografía multidetector de 64 cortes (26) y los hallazgos con resonancia magnética cardíaca, la cual es el estándar de oro para estas determinaciones.(25) (27)

Una de las limitaciones por la que no se cuantifican de forma rutinaria los parámetros cardíacos es el tiempo necesario para llevar a cabo este análisis, ya que requiere dibujar manualmente los contornos endocárdicos y epicárdicos del corazón. Recientemente se ha descrito la utilidad de varios software comerciales que emplean distintos métodos de segmentación para este propósito

Actualmente existen herramientas que permiten el análisis semiautomático de la función ventricular izquierda. En el presente estudio se demostró que existe excelente concordancia y correlación entre los resultados obtenidos mediante el análisis semiautomático con el software comprehensive cardiac y los resultados obtenidos mediante el análisis manual.



Aunque el análisis volumétrico semiautomático brinda los valores funcionales del ventrículo izquierdo; el análisis manual da la posibilidad de corregir el corte basal y apical así como los bordes del endocardio y epicardio, lo que llevó a cuestionar si es necesario corregir en cada estudio de manera manual dichos parámetros.

El presente estudio demuestra que no es necesario realizar un delineado manual de las cavidades, ya que, además de que existe una gran concordancia en el valor numérico, al momento de asignar un valor como normal o anormal, existe una mayor correlación, esto quiere decir que el diagnóstico no se verá afectado al realizar un análisis automático.

En 2019 Wyun Hoo et al concluyeron que la cuantificación por TC de la masa ventricular izquierda mediante segmentación semi automática basada en umbrales tridimensionales es factible con alta reproducibilidad y los valores de masa y sus relaciones con los volúmenes ventriculares pueden usarse en pacientes con diversos grados de hipertrofia ventricular izquierda, no es una práctica común en nuestro medio, sin embargo, el presente estudio demuestra que la información obtenida es válida y permitirá la incorporación de dichas variables en el reporte radiológico en los estudios de ATC y la comunicación con el médico tratante para que tome la mejor conducta terapéutica.

Los resultados de la medición manual y semiautomática tuvieron excelente correlación y concordancia para todas las variables analizadas de la función global del ventrículo izquierdo (VTS, VTD, FEVI, VS, MVI), de igual manera a otros estudios en los cuales no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para estimar la función ventricular izquierda por dichos métodos. (39) (40)

Al no encontrar asociación entre la puntuación de CAD-RADS y la alteración de los parámetros funcionales, se concuerda con You-Jung et al (2021), quienes sugieren que la evaluación de la geometría del VI puede ayudar a mejorar la estratificación de los individuos con geometría anormal del VI, pues presagia un peor pronóstico en sujetos con EAC no obstructiva o sin ella, por lo que se propone realizar un análisis prospectivo en donde se evalúe la progresión de la enfermedad. (33)

Aun así cabe destacar que en el presente estudio, la mayoría de los pacientes presentaron más de una placa en los vasos principales encontrando placas de alto riesgo,



por lo que sería valioso registrar los datos clínicos tales como los antecedentes personales patológicos y la indicación del estudio, así como la estimación del riesgo cardiovascular.

Se sugiere realizar un estudio prospectivo en pacientes tanto con enfermedad cardíaca conocida como sin enfermedad cardíaca, posteriormente estratificar a la población de acuerdo al grado de riesgo cardiovascular y de esta manera obtener sus resultados de angiotomografía coronaria para determinar la relación entre variables en los diferentes grupos.

Una de las limitaciones inherentes al diseño retrospectivo, es que no se pudieron controlar algunas variables como los artefactos de movimiento ocasionados principalmente por la frecuencia cardíaca del paciente, por lo que la arteria descendente posterior no fue valorable en 7 de los estudio; mejorar la resolución temporal e incrementar el número de reconstrucciones es necesario para lograr analizar adecuadamente el árbol coronario completo. Se ha descrito que una resolución temporal de 20 ms es deseable para evadir los artefactos de movimiento. (16)

Está claro que un equipo de tomografía con mayor cantidad de detectores permitiría mejorar la resolución temporal, tal como lo describieron en un estudio con un equipo de tercera generación con doble fuente y 128 detectores, donde no se encontraron diferencias en la calidad del estudio sin importar la frecuencia cardíaca por lo que no fue necesario utilizar beta bloqueadores, incluso en pacientes con arritmias.

Aun así, una ventaja del equipo del HA, es que al ser un tomógrafo espectral con detector dual, permite reducir la dosis administrada al paciente e incluso podría disminuir la cantidad de material de contraste administrado, esto al poder realizar reconstrucciones con kilo voltajes que permitan mejorar el grado de contraste entre la cavidad y la pared ventricular, de esta manera encontramos un hito en la investigación.

Si bien es cierto que es claro que el análisis semiautomático representa una disminución importante en el tiempo de interpretación, se recomienda en los siguientes protocolos analizar la variabilidad interobservador y calcular el tiempo destinado tanto para la realización del estudio como para su interpretación en cada observador.



Las guías clínicas actuales recomiendan la utilización de la angiografía por tomografía computarizada coronaria como abordaje diagnóstico inicial para el dolor torácico estable, con el objetivo de identificar a los pacientes que requieren revascularización coronaria por enfermedad arterial coronaria obstructiva, de manera similar, a pesar de no registrar de cada paciente el motivo del estudio, se observó que en gran parte de los pacientes se realizaba como estudio de la angina inestable, por lo que se concuerda con la literatura, pues dicha estrategia también detecta un número sustancial de pacientes sin CAD obstructiva e individuos que carecen de ateroma coronario visible, que comúnmente son dados de alta sin intervenciones específicas o seguimiento debido a un manejo y resultados inciertos.

En tal sentido, la presente investigación demuestra que es posible brindar un valor añadido a la estratificación del riesgo cardiovascular en pacientes que presentan y que carecen de EAC obstructiva, esto se suma a la evidencia existente en la necesidad de desarrollar herramientas que permitan identificar a pacientes en riesgo, particularmente en aquellos que carecen de EAC obstructiva.

El número de sujetos incluidos en nuestro estudio es limitado y por lo tanto las cardiopatías evaluadas son muy concretas, no obstante, de manera similar, el grupo de estudio esto concuerda con las conclusiones del grupo del estudio Oxford Risk Factors And Non-invasive imaging (ORFAN) quienes evaluaron una cohorte de 40091 pacientes consecutivos que se sometieron a una ACT en ocho hospitales del Reino Unido y que en sus conclusiones subrayan la necesidad de desarrollar herramientas para identificar a los pacientes en riesgo, particularmente entre aquellos que carecen de CAD obstructiva. (42)

Dicho esto es importante subrayar la importancia del presente estudio, el cual representa una base para el inicio de la investigación en imagen cardiovascular en Chihuahua, pues se tiene el potencial para realizar una evaluación de riesgos estandarizada en ACT en la práctica clínica de rutina en pacientes estables y así determinar algoritmos que añadan información a los factores de riesgo cardiovascular convencionales.



Esto podría llevar a una reclasificación sustancial del riesgo, especialmente en personas que carecen de CAD obstructiva en ACT, así como en pacientes con comorbilidades, tal como sucede en algoritmos ya descritos en otras poblaciones. (42)

Por otro lado, otra fortaleza de nuestros resultados, es que se demuestra también la utilidad de la ATC en pacientes con dolor torácico, en quienes, acorde a las guías internacionales para el manejo del dolor torácico, son candidatos a evaluar mediante una variedad de estudios no invasivos, dentro de los cuales se incluye la ATC la cual cuenta con alta sensibilidad y especificidad para la detección de EAC y que además permite clarificar el diagnóstico clínico así como dirigir la actitud diagnóstica y terapéutica, como se demuestra en Prospective Multicenter Imaging Study for Evaluation of Chest Pain (PROMISE) quienes demostraron que el uso de la ATC adicional al tratamiento estándar resulta en mejores resultados clínicos(43). (44)

Por último, se destaca que han pasado más de 50 años desde la primera demostración de los métodos de imagen estructurales y funcionales, desde los primeros resultados de Zaret y Strauss en 1973 quienes usaron inyecciones de potasio radioactivo para trazar la perfusión cardíaca en reposo y estrés, hasta la fecha, han existido avances sustanciales que permiten obtener imágenes de cada aspecto de la estructura, función, perfusión y fisiopatología cardiovascular. (45)

A pesar de contar con la tecnología, en nuestro estado existe escasa investigación en el ámbito de la imagen cardíaca, el presente estudio tiene resultados que contribuyen en la demostración de la eficacia técnica del equipo del Hospital Ángeles Chihuahua, en la eficacia diagnóstica de los estudios realizados, así como un impacto positivo en el diagnóstico, manejo y pronóstico de los pacientes. Esto debería conducir a un uso responsable de los recursos y a continuar en la búsqueda de conocimiento en la imagen cardiovascular en cada una de las modalidades para tener un impacto en nuestra sociedad.



12.CONCLUSIONES

Se realizó un estudio retrospectivo, transversal observacional en el que se recabaron 29 angiogramas coronarios del PACS del Hospital Ángeles Chihuahua realizadas en el período de noviembre de 2023 a enero de 2024.

De las 29 tomografías 7 se catalogaron como no diagnósticas, principalmente por la presencia de artefacto de movimiento, no se encontraron diferencias significativas respecto a edad, IMC o sexo.

La muestra final estuvo constituida por 22 pacientes de los cuales la mayoría fueron hombres (14), tuvieron una edad media de 62 años con rangos entre los 25 y 78 años.

La media del IMC se encontró dentro del rango de obesidad (31.3 kg/m²).

La mayoría de los pacientes presentaron enfermedad arterial coronaria con estenosis significativa (54.4%), el 22.7% no presentó placas de ateroma.

El equipo de tomografía del Hospital Ángeles Chihuahua tiene excelente concordancia entre los resultados de la cuantificación de parámetros de función y masa ventricular izquierda entre los métodos de segmentación manual y automática, lo que representa una disminución en el tiempo de interpretación para incluir en el reporte radiológico dichos parámetros y contribuir al esclarecimiento del diagnóstico clínico en pacientes con angina inestable o dolor torácico.

Incluir en el reporte los resultados de la función ventricular izquierda permitirá también detectar alteraciones en pacientes sin enfermedad arterial coronaria o enfermedad arterial coronaria no obstructiva.

No se encontraron diferencias significativas entre los factores sociodemográficos y los valores de función y masa ventricular izquierda.

No se encontró asociación entre el IMC y la frecuencia cardíaca.

No se encontró relación entre el grado de estenosis y el IMC.



13.REFERENCIAS

1. Estadísticas de Defunciones Registradas (EDR) de enero a junio de 2023 (preliminar). 2024;
2. Choi AD, Thomas DM, Lee J, Abbara S, Cury RC, Leipsic JA, et al. 2020 SCCT Guideline for Training Cardiology and Radiology Trainees as Independent Practitioners (Level II) and Advanced Practitioners (Level III) in Cardiovascular Computed Tomography: A Statement from the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* enero de 2021;15(1):2-15.
3. Cury RC, Leipsic J, Abbara S, Achenbach S, Berman D, Bittencourt M, et al. CAD-RADS™ 2.0 - 2022 Coronary Artery Disease-Reporting and Data System. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* noviembre de 2022;16(6):536-57.
4. Hendel RC, Patel MR, Kramer CM, Poon M, Hendel RC, Carr JC, et al. ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/SCAI/SIR 2006 Appropriateness Criteria for Cardiac Computed Tomography and Cardiac Magnetic Resonance Imaging**Developed in accordance with the principles and methodology outlined by ACCF: Patel MR, Spertus JA, Brindis RG, Hendel RC, Douglas PS, Peterson ED, Wolk MJ, Allen JM, Raskin IE. ACCF proposed method for evaluating the appropriateness of cardiovascular imaging. *J Am Coll Cardiol* 2005;46:1606–13. *J Am Coll Cardiol.* octubre de 2006;48(7):1475-97.
5. Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, Carballo D, Koskinas KC, Bäck M, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J.* 7 de septiembre de 2021;42(34):3227-337.
6. Juergens KU, Seifarth H, Range F, Wienbeck S, Wenker M, Heindel W, et al. Automated Threshold-Based 3D Segmentation Versus Short-Axis Planimetry for Assessment of Global Left Ventricular Function with Dual-Source MDCT. *Am J Roentgenol.* febrero de 2008;190(2):308-14.
7. Xiao G, Zhu S, Xiao X, Yan L, Yang J, Wu G. Comparison of laboratory tests, ultrasound, or magnetic resonance elastography to detect fibrosis in patients with nonalcoholic fatty liver disease: A meta-analysis. *Hepatology.* noviembre de 2017;66(5):1486-501.
8. Elasan S, Yilmaz O. Cardiothoracic ratio and left ventricular ejection fraction relationship: A meta-analysis study. *Saudi Med J.* junio de 2023;44(6):529-36.
9. Halliday BP, Prasad SK. The Interstitium in the Hypertrophied Heart. *JACC Cardiovasc Imaging.* noviembre de 2019;12(11):2357-68.
10. Yen A, Feneis J, Castellanos LR. Detection of concentric left ventricular wall hypertrophy by contrast-enhanced non-electrocardiogram-gated chest computed tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* noviembre de 2017;11(6):482-8.
11. Matusik PS, Bryll A, Matusik PT, Pac A, Popiela TJ. Electrocardiography and cardiac magnetic resonance imaging in the detection of left ventricular hypertrophy: the impact of indexing methods. *Kardiol Pol.* 25 de septiembre de 2020;78(9):889-98.
12. Schumann CL, Jaeger NR, Kramer CM. Recent Advances in Imaging of Hypertensive Heart Disease. *Curr Hypertens Rep.* enero de 2019;21(1):3.
13. Maron MS, Rowin EJ, Maron BJ. How to Image Hypertrophic Cardiomyopathy. *Circ Cardiovasc Imaging.* julio de 2017;10(7):e005372.
14. Kim YJ, Yong HS, Kim SM, Kim JA, Yang DH, Hong YJ. Korean Guidelines for the Appropriate Use of Cardiac CT. *Korean J Radiol.* 2015;16(2):251.
15. Juergens KU, Fischbach R. Left ventricular function studied with MDCT. *Eur Radiol.* febrero de 2006;16(2):342-57.
16. Singh RM. Role of cardiac CTA in estimating left ventricular volumes and ejection fraction. *World J Radiol.* 2014;6(9):669.



17. Alemañ DGB. experto en imagen cardíaca.
18. Lee JW, Nam KJ, Kim JY, Jeong YJ, Lee G, Park SM, et al. Simultaneous Assessment of Left Ventricular Function and Coronary Artery Anatomy by Third-generation Dual-source Computed Tomography Using a Low Radiation Dose. *J Cardiovasc Imaging*. 2020;28(1):21.
19. Roque DA. experto en imagen cardíaca.
20. Schwarz F, Takx R, Schoepf UJ, Lee YS, Ruzsics B, Gassner EM, et al. Reproducibility of left and right ventricular mass measurements with cardiac CT. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. septiembre de 2011;5(5):317-24.
21. Marwick TH. Ejection Fraction Pros and Cons. *J Am Coll Cardiol*. noviembre de 2018;72(19):2360-79.
22. Sánchez DVP. experto en imagen cardíaca.
23. Walpot J, Juneau D, Massalha S, Dwivedi G, Rybicki FJ, Chow BJW, et al. Left Ventricular Mid-Diastolic Wall Thickness: Normal Values for Coronary CT Angiography. *Radiol Cardiothorac Imaging*. 1 de diciembre de 2019;1(5):e190034.
24. Bild DE. Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis: Objectives and Design. *Am J Epidemiol*. 1 de noviembre de 2002;156(9):871-81.
25. Greupner J, Zimmermann E, Grohmann A, Dübel HP, Althoff T, Borges AC, et al. Head-to-Head Comparison of Left Ventricular Function Assessment with 64-Row Computed Tomography, Biplane Left Cineventriculography, and Both 2- and 3-Dimensional Transthoracic Echocardiography. *J Am Coll Cardiol*. mayo de 2012;59(21):1897-907.
26. Dewey M, Müller M, Eddicks S, Schnapauff D, Teige F, Rutsch W, et al. Evaluation of Global and Regional Left Ventricular Function With 16-Slice Computed Tomography, Biplane Cineventriculography, and Two-Dimensional Transthoracic Echocardiography. *J Am Coll Cardiol*. noviembre de 2006;48(10):2034-44.
27. Evaluación de función ventricular y global en px con infartos.pdf.
28. Abbara S, Chow BJW, Pena AJ, Cury RC, Hoffmann U, Nieman K, et al. Assessment of left ventricular function with 16- and 64-slice multi-detector computed tomography. *Eur J Radiol*. septiembre de 2008;67(3):481-6.
29. Lim SJ, Choo KS, Park YH, Kim JS, Kim JH, Chun KJ, et al. Assessment of Left Ventricular Function and Volume in Patients Undergoing 128-Slice Coronary Ct Angiography with Ecg-Based Maximum Tube Current Modulation: A Comparison with Echocardiography. *Korean J Radiol*. 2011;12(2):156.
30. Kaniewska M, Schuetz GM, Willun S, Schlattmann P, Dewey M. Noninvasive evaluation of global and regional left ventricular function using computed tomography and magnetic resonance imaging: a meta-analysis. *Eur Radiol*. abril de 2017;27(4):1640-59.
31. Chen Z, Contijoch F, Kahn AM, Kligerman S, Narayan HK, Manohar A, et al. Myocardial Regional Shortening from 4D Cardiac CT Angiography for the Detection of Left Ventricular Segmental Wall Motion Abnormality. *Radiol Cardiothorac Imaging*. 1 de abril de 2023;5(2):e220134.
32. Li H, Chen Z, Kahn AM, Kligerman S, Narayan HK, Contijoch FJ. Deep learning automates detection of wall motion abnormalities via measurement of longitudinal strain from ECG-gated CT images. *Front Cardiovasc Med*. 15 de diciembre de 2022;9:1009445.
33. Choi YJ, Park JB, Park CS, Hwang I, Yoon YE, Lee SP, et al. Prognostic implications of left ventricular mass-geometry in patients with no or nonobstructive coronary artery disease. *BMC Cardiovasc Disord*. diciembre de 2021;21(1):187.
34. Koch K, Oellig F, Kunz P, Bender P, Oberholzer K, Mildemberger P, et al. Möglichkeiten der 16-Schicht-CT bei der linksventrikulären Funktionsbestimmung: Beurteilung zweier unterschiedlicher Software-Tools zur quantitativen Funktionsanalyse sowie qualitative Bewertung von Wandbewegungsstörungen im Vergleich zur Magnetresonanztomographie. *RöFo - Fortschritte Auf Dem Geb Röntgenstrahlen Bildgeb Verfahr*. diciembre de 2004;176(12):1786-93.



35. Schroeder J, Peterschroeder A, Vaske B, Butz T, Barth P, Oldenburg O, et al. Cardiac volumetry in patients with heart failure and reduced ejection fraction: a comparative study correlating multi-slice computed tomography and magnetic resonance tomography. Reasons for intermodal disagreement. *Clin Res Cardiol.* noviembre de 2009;98(11):739-47.
36. Juneau D, Erthal F, Clarkin O, Alzahrani A, Alenazy A, Hossain A, et al. Mid-diastolic left ventricular volume and mass: Normal values for coronary computed tomography angiography. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* marzo de 2017;11(2):135-40.
37. Khatri PJ, Tandon V, Chen L, Yam Y, Chow BJW. Can left ventricular end-diastolic volumes be estimated with prospective ECG-gated CT coronary angiography? *Eur J Radiol.* febrero de 2012;81(2):226-9.
38. Nakazato R, Tamarappoo BK, Smith TW, Cheng VY, Dey D, Shmilovich H, et al. Assessment of left ventricular regional wall motion and ejection fraction with low-radiation dose helical dual-source CT: Comparison to two-dimensional echocardiography. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* mayo de 2011;5(3):149-57.
39. Goo HW. Technical feasibility of semiautomatic three-dimensional threshold-based cardiac computed tomography quantification of left ventricular mass. *Pediatr Radiol.* 1 de marzo de 2019;49(3):318-26.
40. Arraiza M, Bastarrika G, Zudaire B, Pueyo J, Villanueva A. Cuantificación de la función y masa ventricular izquierda mediante tomografía computarizada de doble fuente. *Radiología.* marzo de 2009;51(2):148-55.
41. Ambale Venkatesh B, Volpe GJ, Donekal S, Mewton N, Liu CY, Shea S, et al. Association of Longitudinal Changes in Left Ventricular Structure and Function With Myocardial Fibrosis: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis Study. *Hypertension.* septiembre de 2014;64(3):508-15.
42. Chan K, Wahome E, Tsiachristas A, Antonopoulos AS, Patel P, Lyasheva M, et al. Inflammatory risk and cardiovascular events in patients without obstructive coronary artery disease: the ORFAN multicentre, longitudinal cohort study. *The Lancet [Internet].* [citado 6 de junio de 2024]; Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)00596-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)00596-8)
43. null null. Coronary CT Angiography and 5-Year Risk of Myocardial Infarction. *N Engl J Med.* 6 de septiembre de 2018;379(10):924-33.
44. Hoffmann U, Ferencik M, Udelson JE, Picard MH, Truong QA, Patel MR, et al. Prognostic Value of Noninvasive Cardiovascular Testing in Patients With Stable Chest Pain: Insights From the PROMISE Trial (Prospective Multicenter Imaging Study for Evaluation of Chest Pain). *Circulation.* 13 de junio de 2017;135(24):2320-32.
45. Udelson JE. TESTING OUR TESTS: THE EVOLUTION OF EVIDENCE FOR CARDIAC IMAGING. *Trans Am Clin Climatol Assoc.* 2020;131:25-32.



14. ANEXOS

11.1 Carta de aprobación por el comité de ética en investigación del hospital Ángeles Chihuahua.

Hospital Angeles 
CHIHUAHUA
SERVICIOS HOSPITALARIOS DE MÉXICO SA DE CV
Hacienda del Valle No. 7120,
Fracc. Plaza Las Haciendas, Chihuahua, Chih., México,
C.P. 31238, Tel. (614) 439 2700



Chihuahua Chih., a 27 de Febrero del 2024

Claudia Isabel Caballero Hernández
R4 Imagenología
Investigador principal
Dr. José Luis Jasso Rico
Director de Tesis
Presente.-

"Caracterización del análisis morfológico y funcional del ventrículo izquierdo mediante angiografía coronaria"

Estimada Dra. Caballero Hernández:

Sirva la presente para notificarle que el Comité de Ética en Investigación del Hospital Ángeles Chihuahua, en sesión celebrada el día lunes 26 de febrero del presente año, ha recibido, revisado y aprobado los siguientes documentos:

1. Protocolo de estudio clínico
2. Curriculum vitae del Investigador y del director de Tesis.

Se le recuerda informar sobre los avances del estudio a este comité

Sin otro particular por el momento aprovecho para enviarle un cordial saludo.

Atentamente

Dra. Sara Francisca Chávez Prieto
Presidente del Comité de Ética en Investigación
Hospital Angeles Chihuahua
Servicios Hospitalarios de México S.A. de C.V.
Registro CONBIOETICA-08-CEI-001-20160413



11.1 Carta de aprobación por el comité de investigación del hospital Ángeles Chihuahua.

Hospital Angeles
CHIHUAHUA 
SERVICIOS HOSPITALARIOS DE MÉXICO SA DE CV
Hacienda del Valle No. 7120,
Frac. Plaza Las Haciendas, Chihuahua, Chih., México,
C.P. 31238, Tel. (614) 439 2700

Chihuahua Chih., a 27 de Febrero del 2024

Claudia Isabel Caballero Hernández
R4 Imagenología
Investigador principal
Dr. José Luis Jasso Rico
Director de Tesis
Presente.-

"Caracterización del análisis morfológico y funcional del ventrículo izquierdo mediante angiotomografía coronaria"

Estimada Dra. Caballero Hernández:

Sirva la presente para notificarle que el Comité de Investigación Servicios Hospitalarios de México S.A. de C.V., en sesión celebrada el día lunes 26 de febrero del presente año, ha recibido, revisado y aprobado los siguientes documentos:

1. Protocolo de estudio clínico
2. Curriculum vitae del Investigador y del director de Tesis.

Se le recuerda informar sobre los avances del estudio a este comité

Sin otro particular por el momento aprovecho para enviarle un cordial saludo.

Atentamente

Dra. Belinda Sofia Gómez Quintana
Presidente de Comité de Investigación de
Servicios Hospitalarios de México S.A. de C.V.
Hospital Angeles Chihuahua
Hacienda del Valle 7120, Fracc. Plaza Las Haciendas.
Registro: 18-CI-08-019-009



11.3 Glosario:

Angiotomografía coronaria (ATC)

Angiografía coronaria invasiva (ICA)

Coronary Artery Disease-Reporting and Data System (CAD- RADS)

Electrocardiograma (ECG)

Ecocardiografía transtorácica (ECT)

Enfermedad arterial coronaria (EAC)

Enfermedades cardiovasculares (EC)

Fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI)

Frecuencia cardíaca (FC)

Gasto cardíaco (GC).

Insuficiencia cardíaca congestiva (ICC)

Telesistólicas (TS)

Telediastólicas (TD)

Tomografía computarizada (TC)

Tomografía computarizada multidetector (MDCT)

Resonancia magnética (RM)

Ventrículo izquierdo (VI)

Volumen sistólico (VS)

Volumen telediastólico (ESV)

Volumen telesistólico (EDV)