



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
FACULTAD DE MEDICINA
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA "IGNACIO CHÁVEZ"**

**EVALUACIÓN DE LA ENFERMEDAD ARTERIAL CORONARIA CON
TOMOGRFÍA MULTICORTE (MSCT) Y PERFUSIÓN MIOCÁRDICA CON
TOMOGRFÍA COMPUTADA POR EMISIÓN DE FOTÓN ÚNICO (SPECT).**

**TESIS DE POSGRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN CARDIOLOGÍA.**

Presenta:

Dra. Magali Herrera Gomar

ASESOR

Dr. Erick Alexánderson Rosas

**DIRECTOR GENERAL DE ENSEÑANZA
DR. JOSE FERNANDO GUADALAJARA BOO**



AGOSTO DEL 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**EVALUACIÓN DE LA ENFERMEDAD ARTERIAL CORONARIA CON
TOMOGRFÍA MULTICORTE (MSCT) Y PERFUSIÓN MIOCÁRDICA CON
TOMOGRFÍA COMPUTADA POR EMISIÓN DE FOTÓN ÚNICO (SPECT).**

**TESIS DE POSGRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN CARDIOLOGÍA.**

Presenta:

Dra. Magali Herrera Gomar

ASESOR

Dr. Erick Alexanderson Rosas

**DIRECTOR GENERAL DE ENSEÑANZA
DR. JOSE FERNANDO GUADALAJARA BOO**



AGOSTO DEL 2007

DR. JOSE FERNANDO GUADALAJARA BOO
DIRECTOR GENERAL DE ENSEÑANZA

DR. ERICK ALEXANDERSON ROSAS
Médico adjunto del servicio de Medicina Nuclear
Instituto Nacional de Cardiología

AGRADECIMIENTOS.

A mis padres a quienes les debo todo lo que he logrado y les dedico mi esfuerzo.

A mi bebe, Marco Alcántara por haber estado conmigo apoyándome en todo mi desarrollo tanto profesional como emocional.

A Melisa, Minerva e Ismael, por haber estado conmigo en momentos difíciles y animarme cuando más lo he necesitado.

A Carlos por ayudarme con mis gráficas y a Gilo por mejorar mi estado de ánimo, ambos me ayudaron cuando mas lo necesité.

A Carlitos por haber sido la energía que me animó para seguir adelante con mis objetivos.

A mi maestro y guía, Dr. Octavio González Chon por sus consejos, por ser un ejemplo como persona y como médico; además por el apoyo incondicional que me dió y me sigue dando.

A mi tia Blanquita por ser la causa de que yo decidiera escoger cardiología como especialidad.

A los Drs. Carlos Martínez Sánchez, Patricio Ortiz, Mauricio López Meneses, Paris Troyo, José Antonio Lorenzo Negrete, Gerardo Vieyra y la Dra. Lomelí por la confianza que tuvieron en mi desde el inicio de este logro, por su apoyo y por ser un ejemplo a seguir.

A mis amigos doctores, Alvaro Ramírez, Angel Orta, Charlie Aguirre, Manuel Baños, Juan José Flores, Toñito Arias, Rafa Bulle-Goyri y Sandra Nagay que hicieron que mi estancia en este logro fuera mucho mas agradable, por regalarme su amistad y cariño, por ayudarme a resolver problemas y por hacerme el camino mas fácil.

A los Drs. Alexanderson y Aloha por apoyar el proyecto y al Dr. Fernando Flores por su ayuda en la estadística.

A Dios por haber sido tan generoso conmigo.

A todos mis pacientes por ser la razón de mis estudios.

INDICE

ABREVIATURAS

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
A. Planteamiento del problema.	
B. Pregunta de investigación.	
C. Marco teórico	
D. Justificación del estudio	
III. OBJETIVOS	18
A. OBJETIVOS GENERALES.	
B. OBJETIVOS SECUNDARIOS.	
IV. DISEÑO METODOLOGICO	19
A. Sede	
B. Tipo de Investigación	
C. Hipótesis	
D. Selección de la muestra	
E. Tamaño de la muestra	
F. Criterios de inclusión	
G. Criterios de exclusión	
H. Definiciones operacionales	
I. Variables	
J. Descripción del estudio	
K. Programa de actividades	
L. Análisis e interpretación de los datos	
V. RECURSOS	32
VI. RESULTADOS	33
VII. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	58
VIII. DISCUSION	59
IX. CONCLUSIONES	65
X. BIBLIOGRAFIA	68

ABREVIATURAS.

EAC	Enfermedad arterial coronaria.
SPECT	Tomografía computada por emisión de positrón único.
MSCT	Tomografía computada multicorte.
AngioTC	Angiotomografía.
INC	Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".
CASS	Coronary Artery Surgery Study.
DA	Arteria descendente anterior.
Cx	Arteria circunfleja
CD	Arteria coronaria derecha
OM	Arteria obtusa marginal
AMI	Arteria mamaria interna
HV	Hemoducto venoso
BRIHH	Bloqueo de rama izquierda del haz de his.
ECG	Electrocardiograma
VPP	Valor predictivo positivo
VPN	Valor predictivo negativo

EVALUACIÓN DE LA ENFERMEDAD ARTERIAL CORONARIA CON TOMOGRAFÍA MULTICORTE (MSCT) Y PERFUSIÓN MIOCÁRDICA CON TOMOGRAFÍA COMPUTADA POR EMISIÓN DE FOTÓN ÚNICO (SPECT).

I. INTRODUCCIÓN.

Tradicionalmente, la detección de enfermedad arterial coronaria (EAC) por técnicas de imagen no invasivas estaba basada en la detección de estenosis hemodinámicamente significativa a través de la visualización de isquemia inducible. Para éste propósito se utiliza frecuentemente la imagen de perfusión miocárdica por tomografía por emisión de fotón único (SPECT) .

Recientemente la tomografía multicorte (MSCT) surgió como una modalidad de imagen alternativa para la evaluación de pacientes con sospecha de EAC. La MSCT de 64 cortes tiene a diferencia de las generaciones previas de 4 y 16 cortes, alta sensibilidad y especificidad para detectar EAC significativa (estrechez > 50%); sin embargo ésta técnica reconoce aterosclerosis pero no isquemia. Los estudios que han comparado la información obtenida mediante MSCT y SPECT han mostrado que existe una discrepancia entre la extensión de las lesiones anatómicas coronarias y su repercusión funcional en cuanto a la isquemia que estas condicionan. De hecho muchas lesiones con estenosis anatómicamente significativa, no ocasionan isquemia en el lecho coronario irrigado por esa determinada arteria, pero el beneficio de la utilidad de ambas técnicas en pacientes con sospecha de EAC no está bien establecida.

El Instituto Nacional de Cardiología (INC) es un gran centro de referencia de pacientes con enfermedad arterial coronaria. Recientemente se adquirió el tomógrafo de 64 cortes que permite evaluar con excelente definición y resolución la anatomía coronaria. El SPECT es un estudio no invasivo que se ha utilizado para valorar la perfusión miocárdica y establecer la presencia de tejido isquémico.

A pesar de que en el INC se cuentan con estos dos métodos diagnósticos no invasivos, actualmente no contamos con estudios que delimiten la utilidad de estos dos métodos diagnósticos en la detección de EAC.

Este estudio se realizó con la finalidad de establecer el abordaje diagnóstico no invasivo mas adecuado en el paciente con sospecha de EAC. De esta manera se podra decidir de forma precisa que paciente ameritará ser llevado a estudio angiográfico invasivo.

II. ANTECEDENTES

A. Planteamiento del problema.

Aún no está bien definido el papel de la angiotomografía coronaria multicorte como estudio anatómico y su relación con un estudio funcional no invasivo como el SPECT en la valoración de los pacientes con riesgo bajo a intermedio para EAC, ya que los estudios realizados hasta el momento muestran una falta de correlación entre la gravedad de las lesiones coronarias y su repercusión funcional.

Con el objetivo de conocer los beneficios de combinar los dos métodos diagnósticos en la evaluación del paciente con sospecha de EAC realizamos una correlación directa entre la MSCT y el SPECT, dos métodos diagnósticos no invasivos complementarios de 92 pacientes del Instituto Nacional de Cardiología (INC) con sospecha de EAC

B. Pregunta de investigación.

¿La combinación de ambos métodos diagnósticos no invasivos mostrará correlación entre el grado de estenosis coronaria y alteración en la perfusión de pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria?.

C. Marco teórico.

La exactitud y detección temprana de la EAC es fundamental y esencial debido a que la cardiopatía isquémica continúa apareciendo como una de las

principales causas de mortalidad en México. Según el último boletín epidemiológico en México, la EAC es la segunda causa de mortalidad general con 53,188 muertes al año

En la actualidad, existen diversos métodos diagnósticos no invasivos disponibles para diagnosticar EAC. El estándar de oro para detectar EAC significativa es un método diagnóstico invasivo, la coronariografía; ésta permite visualizar con alta resolución espacial y temporal las arterias coronarias, además, si se demuestran anomalías en éstas, existe la facilidad de realizar intervencionismo coronario. Sin embargo éste método se relaciona con incomodidad para el paciente, es costoso y aunque en un bajo porcentaje de pacientes, pueden presentarse complicaciones con alto riesgo de mortalidad. De acuerdo a esto, sólo pacientes con probabilidad preprueba alta para EAC son referidos directamente para este procedimiento. En pacientes con baja probabilidad preprueba se prefieren métodos diagnósticos no invasivos como el ecocardiograma con dobutamina, la prueba de esfuerzo o el SPECT. Dentro de éstos métodos, la tomografía computada por emisión de fotón único (SPECT) es uno de los más utilizados

TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA POR EMISIÓN DE FOTÓN ÚNICO (SPECT) EN LA EVALUACIÓN DEL PACIENTE CON ENFERMEDAD ARTERIAL CORONARIA (EAC).

La técnica de imagen que más se realiza en cardiología nuclear es la SPECT. Tras la inyección del radiomarcador escogido, los miocitos viables extraen el

isótopo de la sangre y lo retienen durante cierto periodo de tiempo. El miocardio emite fotones en proporción a la captación del marcador, lo que a su vez se relaciona con la perfusión. La gammacámara captura los fotones de rayos gamma y convierte la información en datos digitales que representan la magnitud de la captación y la localización de la emisión. Las emisiones de fotones colisionan a lo largo de su trayecto con un cristal detector. Allí se absorben los fotones gamma y se convierten en acontecimientos de luz visible. Los rayos gamma emitidos los selecciona para su captura y cuantificación un colimador conectado a la porción frontal de un sistema detector con cámara. Lo más frecuente es utilizar colimadores con agujeros paralelos de forma que sólo se acepten las emisiones de fotones que discurren perpendiculares al cabezal de la cámara y paralelas a los agujeros de colimación. Esta disposición permite una localización más adecuada de la fuente que emite los rayos gamma. Los tubos fotomultiplicadores, el componente principal final en la gammacámara, detectan los sucesos gamagráficos de luz y los convierten en una señal eléctrica para procesarlos (Figura 1).

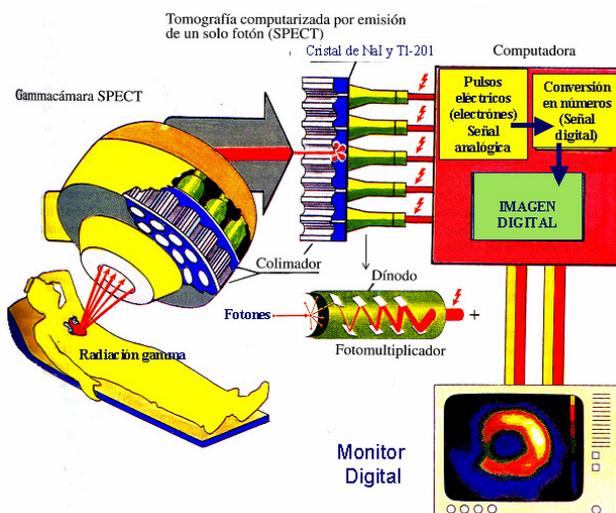


Figura 1. Captura de fotones emitidos por una gammacámara. Las emisiones son captadas por un colimador con agujeros paralelos, lo que permite a los fotones interactuar con un cristal detector, y se registran como fenómenos gamma. El fenómeno se localiza en la base donde el fotón interactúa con el cristal. Obtenido de Seibert et al, J. Nucl Med Tech 2005:3-18.

El resultado final de la SPECT es la creación de múltiples tomografías o cortes del órgano de interés, formando una imagen digital que representa la distribución del radiomarcador a través del miocardio. A partir de la reconstrucción tridimensional del corazón, se utilizan técnicas de procesamiento informático para identificar el eje largo del ventrículo izquierdo y se obtienen imágenes topográficas estandarizadas en los tres planos estándar. Las imágenes del eje corto, que representan cortes de tipo rosquilla del corazón tomadas perpendiculares a su eje largo, se muestran comenzando cerca de la punta y moviéndose hacia la base. Los cortes tomográficos paralelos al eje largo del corazón y también paralelos al eje largo del cuerpo se denominan tomografías en el eje largo vertical y los cortes también paralelos al eje largo del corazón pero perpendiculares a los cortes en el eje largo vertical se conocen como tomografías en el eje largo horizontal (Figura 2).

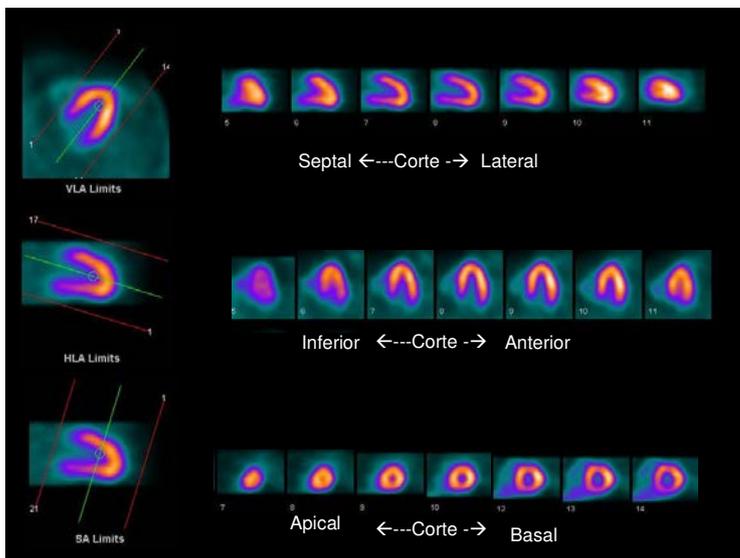


Figura 2. Imágenes estándar de SPECT. Diferentes cortes. Departamento de Medicina Nuclear.

Las guías de ACC/AHA/ASNC Radionuclide Imaging resumen la sensibilidad y especificidad de 33 estudios sobre 4480 pacientes a los que se les practicó un SPECT en ejercicio. La sensibilidad para detectar EAC fue del 87% (71-97%) y especificidad del 73% (límites del 36-100%). Sin embargo al utilizar el SPECT sincronizado al ECG la especificidad aumentó de un 76 a 96%.

La información obtenida del registro CASS (Coronary Artery Surgery Study) plantea que inclusive en el contexto de EAC trivascular, los beneficios de la revascularización comparados con el tratamiento médico solo se observan cuando existe evidencia de isquemia miocárdica ya sea por prueba de esfuerzo, SPECT o PET. Sabemos que la sobrevida después del cateterismo es función de la extensión anatómica de la cardiopatía isquémica (1, 2 o 3 vasos), severidad de la estenosis, localización de la estenosis, presencia de lesión en la arteria descendente anterior y la extensión del miocardio comprometido.

La técnica de SPECT es prácticamente imprescindible para la evaluación de la perfusión miocárdica en pacientes con EAC, inclusive con superioridad demostrada en cuanto a sensibilidad diagnóstica y localización topográfica de las áreas patológicas frente a las imágenes planares.

La técnica de SPECT es confiable, reproducible y ampliamente utilizada para el diagnóstico, estratificación de riesgo y seguimiento de los pacientes con EAC. En 1999 Shaw y cols. demostraron que la cantidad de dinero necesario para establecer el diagnóstico y evaluar el seguimiento de pacientes con EAC es 30 a 40% mayor con una estrategia diagnóstica invasiva inicial (i.e. angiografía

coronaria) que con una estrategia no-invasiva. Estos resultados son independientes del riesgo clínico para EAC. Hachamovitch y cols. demostraron que la reducción de los costos, con estudios de SPECT, no se limita al momento del diagnóstico sino que se proyecta a largo plazo gracias a: a) la reducción en el número de procedimientos intervencionistas innecesarios, b) la reducción en las complicaciones secundarias por los procedimientos intervencionistas no justificados (reestenosis) y c) optimización de la terapéutica farmacológica.

El SPECT permite establecer la significancia funcional de las estenosis de arterias coronarias y provee información para estratificar el riesgo cardiovascular. Swartz y col. demostraron una sensibilidad del SPECT del 45% y especificidad del 78% para valorar la presencia de lesiones coronarias significativas (> 50%) en pacientes asintomáticos con riesgo pre-test moderado-alto. En pacientes con riesgo bajo o intermedio para EAC, la imagen post-estrés del SPECT es suficiente para establecer con alto grado de certeza, el diagnóstico y el pronóstico a mediano plazo. La importancia de la detección oportuna de la isquemia radica en el pronóstico y manejo terapéutico subsiguiente de este grupo de pacientes. Brown y Marmur. en estudios previos con SPECT han demostrado que la magnitud del miocardio en riesgo está representada por la extensión y la severidad de la isquemia presente, constituyendo el principal y único marcador pronóstico en pacientes con isquemia silenciosa.

Como resultado, la presencia y extensión de la isquemia ha servido como base de referencia para realizar la angiografía coronaria. Este paradigma ha cambiado con la introducción de la MSCT.

TOMOGRAFIA COMPUTADA MULTICORTE EN LA EVALUACIÓN DEL PACIENTE CON EAC.

La MSCT de 64 cortes tiene una resolución espacial elevada y se puede obtener un contraste alto entre la sangre y los tejidos tras inyectar contraste radiológico. La MSCT tiene, por tanto la capacidad de proporcionar imágenes morfológicas del corazón de una resolución alta

(Figura 3).

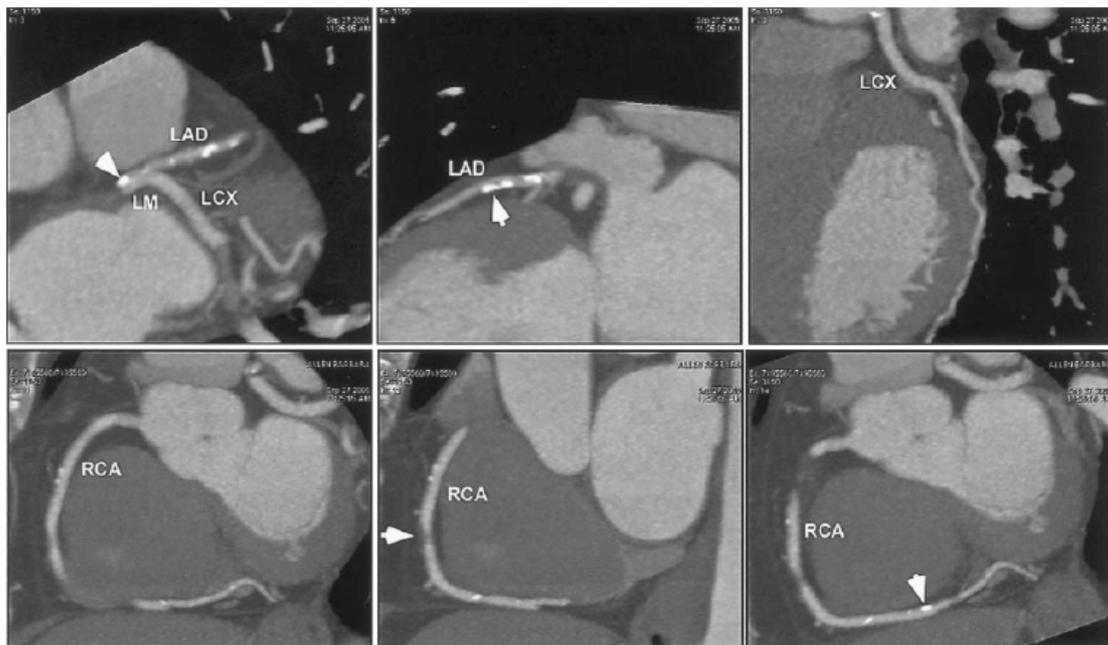


Figura 3. MSCT de 64 cortes que muestra reconstrucciones multiplanares. Tomada de Marcelo F. Di Carli and Rory Hachamovitch. *New Technology for Noninvasive Evaluation of Coronary Artery Disease*. *Circulation*. 2007;115;1464-1480 .

A pesar de que la MSCT tiene limitaciones en cuanto a la valoración de la anatomía, estima de manera objetiva la aterosclerosis y la morfología de la placa lo cual tiene importancia clínica relevante. Aunque la aproximación a la patofisiología juega un papel importante en la toma de decisiones relacionadas con la revascularización, el abordaje basado en la anatomía aporta información clínica que permite definir las metas en el tratamiento médico.

Un análisis retrospectivo con 25 pacientes comparó la exactitud de la MSCT con el SPECT en la detección de lesiones coronarias hemodinámicamente relevantes y concluyeron que la MSCT que resulta positiva para lesiones obstructivas significativas (obstrucción del vaso mayor del 50%) es capaz de detectar defectos de perfusión con sensibilidad del 100%, especificidad del 87%, valor predictivo negativo del 100% y valor predictivo positivo del 29% en una cohorte de estudio no seleccionada

Otro análisis de 11 estudios en 663 pacientes en los que se utilizó la MSCT de 64 cortes mostró que en promedio ésta tiene una sensibilidad del 91% y especificidad del 96% para la detección de lesiones $\geq 50\%$ comparando el método con coronariografía. En el estudio publicado por Joanne D. Schuijf, se comparó en 61 pacientes con enfermedad arterial coronaria significativa la MSCT con el estándar de oro, la coronariografía obteniendo para la MSCT una sensibilidad del 85% y especificidad del 97% confirmando que la MSCT de 64 cortes permite una evaluación no invasiva, exacta de estenosis coronaria significativa. El valor predictivo negativo es alto (99%) y la probabilidad de EAC

es extremadamente baja en pacientes con arterias coronarias normales por lo que la técnica parece ser extremadamente útil para descartar EAC.

LIMITACIONES POTENCIALES DE CADA ESTUDIO EN EL DIAGNÓSTICO Y MANEJO DE LA ENFERMEDAD ARTERIAL CORONARIA.

TOMOGRAFÍA COMPUTADA MULTICORTE (MSCT).

En general, las decisiones respecto a la revascularización coronaria están dadas por la severidad de los síntomas del paciente y la magnitud de la isquemia miocárdica inducible. Este enfoque está basado en el hecho de que los procedimientos de revascularización son muy efectivos para disminuir o abolir los síntomas y reducir el riesgo de muerte cardíaca en aquellos pacientes con isquemia inducible extensa. Sin embargo, estos no son efectivos en reducir las futuras complicaciones como el infarto del miocardio. Aunque en general, la severidad anatómica de la estenosis coronaria es un predictor del grado de isquemia miocárdica presente en el tejido en riesgo, existe gran variabilidad en su detección. Esto se basa en el hecho de que las mediciones angiográficas aisladas de la severidad de la estenosis (diámetro de la estenosis) son indicadores relativamente modestos de la resistencia coronaria, un gran determinante del flujo sanguíneo coronario. Numerosos factores anatómicos y fisiológicos son determinantes importantes del flujo sanguíneo coronario que no son considerados para medir la severidad de la estenosis, incluidos factores relacionados a la placa (forma y excentricidad), hemodinámica cardíaca (contractilidad y presión diastólica final del ventrículo izquierdo), fisiología

arterial (función endotelial y tono vasomotor), características de la estenosis (composición y estenosis en serie), y el flujo sanguíneo colateral. La efectividad de las imágenes de perfusión de estrés están basadas en el hecho de que estas ofrecen una medición integrada de la consecuencia anatómica y parámetros fisiológicos en la perfusión miocárdica.

El manejo de pacientes con MSCT anormal parece estar menos definido ya que no existe información relevante para conocer el beneficio de la revascularización o terapia médica de estos pacientes.

Dificultades con el calcio coronario y los stents.

Los objetos de alta densidad, como una placa coronaria calcificada y las celdas de los stents, limitan la capacidad de delinear el grado de estrechamiento luminal coronario. La señal luminosa de objetos de alta densidad se extiende mas allá de su volumen verdadero, por lo tanto causando una sobreestimación de la severidad de la estenosis. Además, el flujo de fotones por áreas de alta densidad ocasiona una señal de vacío adyacente a las placas calcificadas o dentro de los stents que puede ser interpretada como placa blanda (no calcificada), la cual podría sobrestimar la carga de placa en algunos pacientes. Aunque los adelantos en la resolución espacial podrían disminuir el impacto de los objetos de alta densidad, con la tecnología actual esto podría incrementar la exposición a la radiación. Así, las calcificaciones coronarias podrían limitar el papel de la MSCT en pacientes mayores de 70 años y en aquellos con insuficiencia renal terminal y diabéticos en los cuales la prevalencia de calcificación coronaria está incrementada.

Resolución temporal limitada.

Datos clínicos demuestran que la resolución temporal estándar actualmente disponible es inadecuada para cubrir el rango normal de la frecuencia cardiaca en reposo. Aunque la administración de betabloqueadores antes de la prueba se ha visto que mejora los resultados con respecto a este problema en muchos de los pacientes, esto aun es una causa de degradación de la imagen lo cual podría causar falsos positivos y falsos negativos.

Ritmo cardiaco irregular.

Los pacientes con fibrilación auricular y otras formas de ritmo irregular no son candidatos para la realización de una MSCT coronaria. Esto excluye a muchos pacientes.

TOMOGRAFÍA COMPUTADA POR EMISIÓN DE FOTÓN ÚNICO (SPECT).

Está generalmente aceptado que la evaluación de la gravedad de la perfusión miocárdica con SPECT es un estudio sensible, pero mas específico para el diagnostico de EAC. El SPECT solamente encuentra el territorio irrigado por al arteria con una estenosis significativa. Esto se basa en el hecho de que en los pacientes con EAC, la reserva vasodilatadora es frecuentemente anormal en los territorios irrigados por arterias estenóticas no críticas por métodos angiográficos, de tal modo que se reduce la heterogeneidad del flujo coronario entre zonas "normales" y anormales, limitando la capacidad de delinear la presencia de enfermedad multivaso.

Otra limitación de esta técnica es que aunque las imágenes con estrés mejoran la identificación de la extensión y severidad de la EAC, esta también se ha asociado a un riesgo de eventos adversos por la falla en describir la presencia y extensión de la aterosclerosis. La incorporación de la MSCT a este estudio permite la evaluación de aterosclerosis coronaria subclínica en pacientes a los que se les realiza SPECT.

Con la finalidad de diseñar algoritmos que permitan evaluar las lesiones coronarias observadas por MSCT se requiere realizar comparaciones entre los hallazgos de la MSCT y otras modalidades no invasivas que valoren función cardíaca. Una comparación inicial se publicó por Hacker y colegas, quienes evaluaron 38 pacientes (74% masculino) con ambas modalidades MSCT de 64 cortes y SPECT, ellos observaron una excelente correlación entre MSCT negativa y SPECT negativa con 102 de 109 (94%) de las arterias coronarias sin obstrucciones significativas. Por otra parte, solo 23 de 43 (53%) arterias coronarias con lesiones resultaron con consecuencias hemodinámicas significativas reflejadas en un SPECT anormal sugiriendo gran discrepancia entre estas técnicas. Una importante limitación de este estudio además del número de pacientes incluido fue el hecho de que incluyeron pacientes con historia previa de infarto y/o revascularización con sospecha de EAC.

Recientemente, se publicaron resultados en un estudio prospectivo con pacientes que tenían probabilidad preprueba intermedia . Se analizaron las coronariografías de 114 pacientes (56% hombres, promedio de edad 60 ± 11 años) sin historia previa de cardiopatía isquémica y fueron clasificados por la

presencia de EAC no obstructiva, obstructiva o sin EAC, además a estos pacientes se les realizó gated-SPECT en estrés y reposo para evaluar la presencia de defectos reversibles o irreversibles. La mayoría de los pacientes no tenían evidencia de EAC y mostraron un estudio de perfusión normal, 37 de 41 (90%). Sin embargo en la línea de este estudio por Hacker et al., solo se encontró una modesta relación entre SPECT anormal y MSCT anormal . Sólo 45% de los pacientes con aterosclerosis mostraron perfusión anormal. Considerando pacientes con al menos una estenosis significativa el porcentaje fue de sólo del 50%.

De acuerdo a esto una cantidad importante de lesiones detectadas por MSCT parecen no tener consecuencias hemodinámicas lo que implica la necesidad de una evaluación de imagen funcional en pacientes con EAC significativa reconocida por MSCT.

Por otra parte, estas observaciones implican que en pacientes con un SPECT normal, la MSCT puede hacer la distinción entre pacientes que no tienen EAC y pacientes con aterosclerosis significativa. La diferenciación puede permitir la identificación de EAC en estadio mas temprano, como placas ateroscleróticas blancas, es decir lesiones sin consecuencias hemodinámicas. A pesar de que estos pacientes no requieren revascularización inmediata pueden representar pacientes con riesgo elevado a largo plazo y probablemente requerirán tratamiento médico mas agresivo así como monitoreo estrecho comparados con aquellos individuos con arterias coronarias completamente normales.

Otra ventaja es el hecho de que la MSCT en contraste con la imagen funcional detecta EAC de alto riesgo como enfermedad de tronco o enfermedad trivascular. Es importante reconocer que la MSCT y la imagen funcional dan información diferente y deben considerarse complementarias más que intercambiables. El uso de imagen anatómica y funcional puede ofrecer un método prometedor en el diagnóstico oportuno y la selección del tratamiento adecuado en pacientes con sospecha de EAC. A pesar de que las técnicas de imagen de modalidad dual se encuentran bajo investigación con esta propuesta, estrategias de imagen secuencial pueden ser más prácticas y efectivas en cuanto a costo.

En pacientes con riesgo bajo a intermedio para EAC el primer paso podría ser evaluar la presencia de aterosclerosis con MSCT. Si no existe aterosclerosis el paciente puede darse de alta sin necesidad de otros estudios a futuro. Pero si se demuestra aterosclerosis, se deberá realizar un estudio funcional adicional para evaluar la presencia y extensión de la isquemia. Basados en estas observaciones se debe decidir entre realizar una coronariografía, un estudio invasivo con posibilidad de intervencionismo o sólo tratamiento médico en combinación con modificación agresiva del estilo de vida para modificar el riesgo cardiovascular.

Potencialmente, la combinación de información anatómica y funcional puede permitir la evaluación de EAC que resulta en un mejor manejo para el paciente y un seguimiento más seguro y adecuado.

Se requieren mas estudios prospectivos, multicentricos comparativos que nos permitan obtener algoritmos de manejo y que nos permitan determinar la exactitud, seguridad y costo-efectividad de las estrategias de imagen combinadas.

Por lo anterior se decidió realizar un estudio en pacientes con riesgo de EAC, para valorar la relación entre la gravedad de las lesiones coronarias encontradas mediante angiotomografía coronaria multicorte y la isquemia detectada mediante perfusión miocárdica con SPECT.

D. Justificación del estudio.

Hasta el momento no existe en México ningún estudio prospectivo, aleatorizado, comparativo, que evalúe la EAC mediante la combinación de dos métodos diagnósticos no invasivos, uno con alta resolución debido a que tiene 64 cortes, la MSCT, con capacidad de estudiar la anatomía coronaria y otro que permite cuantificar el grado de perfusión coronaria en cada uno de los segmentos del corazón que es el SPECT.

Recientemente la tomografía computada multicorte (MSCT) ha surgido como un método diagnóstico no invasivo alternativo para la detección de enfermedad arterial coronaria (EAC).

Los estudios que comparan esta técnica con la coronariografía convencional demostraron que la MSCT tiene gran exactitud para detectar estenosis significativa (> 50%) en pacientes con probabilidad preprueba alta para

cardiopatía isquémica. Sin embargo, es importante conocer la diferencia de la MSCT con respecto a las técnicas de imagen no invasivas de primera línea como la perfusión miocárdica, ya que se sabe que la MSCT es una técnica de imagen anatómica y no puede determinar las consecuencias hemodinámicas de las estenosis coronarias, además el valor relativo en la detección de aterosclerosis con MSCT y de isquemia con perfusión miocárdica en pacientes con riesgo bajo a intermedio no se ha determinado. Para valorar los beneficios de las dos técnicas, nuestro estudio consistió en comparar los dos métodos de imagen (MSCT y SPECT) en sujetos con sospecha de EAC con la finalidad de encontrar el abordaje diagnóstico mas adecuado y poder así determinar el mejor tratamiento del paciente con estas características.

III. OBJETIVOS

A. OBJETIVOS GENERALES

1. Comparar la certeza diagnóstica del SPECT cardiaco con la MSCT de 64 cortes en pacientes con EAC.
2. Demostrar si existe correlación en pacientes con EAC entre los hallazgos encontrados en la perfusión miocárdica (SPECT) con los hallazgos en la MSCT de 64 cortes. Correlacionar las estenosis significativas, no significativas y su ausencia en la MSCT con los hallazgos en el SPECT.
3. Describir la presencia de estenosis significativas, no significativas y su ausencia por arteria coronaria.
4. Correlacionar la presencia de placa calcificada, no calcificada o ausencia de placa con los hallazgos en el SPECT.

B. OBJETIVOS SECUNDARIOS.

1. Describir las características demográficas de los pacientes con EAC incluidos en el estudio.
2. Conocer los factores de riesgo mas importantes que pueden tener asociados.
3. Describir los hallazgos en el SPECT de los pacientes de riesgo bajo e intermedio para EAC.
4. Describir los hallazgos de la MSCT de 64 cortes en las arterias coronarias de los pacientes de bajo riesgo e intermedio para EAC.

Identificar el grado de asociación entre la repercusión anatómica y funcional valorada por ambos métodos.

IV. DISEÑO METODOLÓGICO.

A. SEDE.

Instituto Nacional de Cardiología " Ignacio Chávez en la Ciudad de México.
Servicio de tomografía y servicio de Medicina Nuclear.

B. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Se realizó un estudio descriptivo, longitudinal, prospectivo, protectivo, ciego y comparativo de todos los pacientes del INCICH con sospecha de EAC a los cuales sus médicos tratantes les habían solicitado estudio de perfusión miocárdica (SPECT) y MSCT de 64 cortes con un máximo de diferencia entre

ambas técnicas de 6 meses en el periodo comprendido de marzo del 2006 a marzo del 2007.

Los datos se obtuvieron de los pacientes del INC que acudían al servicio de angiotomografía que cumplían con los criterios de inclusión y contaban con SPECT con al menos 6 meses de diferencia desde marzo del 2006 hasta junio del 2007 (Figura 4).

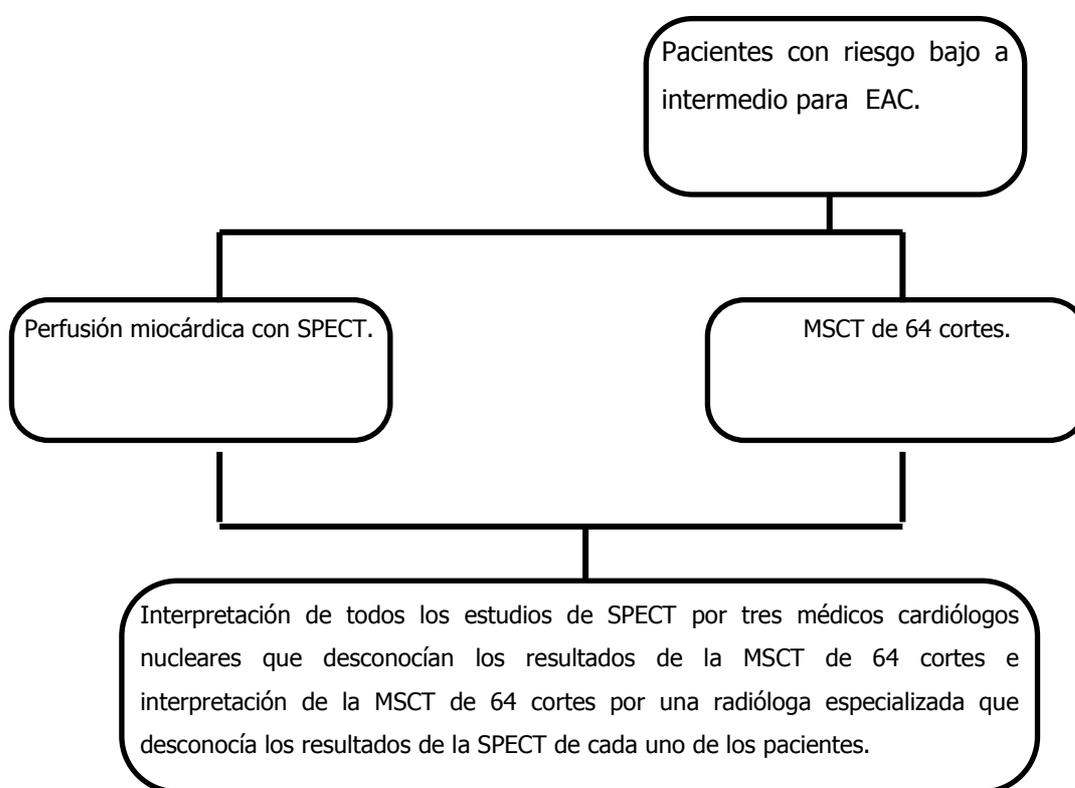


Figura 4. Estructura de cómo se distribuirán los pacientes.

Para la realización del SPECT, se utilizó el tomógrafo que tiene el INCICH con el radiotrazador elegido por el médico nuclear que realice el estudio.

Para la realización de la angioTC de arterias coronarias, se utilizará el tomógrafo de 64 cortes del INCICH Sensation 64, Siemens, Erlangen, Germany.

Se utilizará el protocolo de adquisición de imágenes establecido por el servicio de angiotomografía (angioTC) del INCICH y la cantidad de medio de contraste administrado se estimará por el método propuesto por el European Working Group for Guidelines on Quality Criteria in CT.

C. HIPÓTESIS.

Hipótesis nula: No existe correlación entre los hallazgos por angiotomografía coronaria multicorte y perfusión miocárdica con SPECT en pacientes con enfermedad arterial coronaria.

Hipótesis alterna: Puede existir correlación entre los hallazgos por angiotomografía coronaria multicorte y perfusión miocárdica con SPECT en pacientes con enfermedad arterial coronaria.

D. SELECCIÓN DE LA MUESTRA.

Población: pacientes adultos en estudio de cardiopatía isquémica y pacientes con cardiopatía isquémica previamente detectada, que tengan expediente en el Instituto Nacional de Cardiología.

Muestra: Pacientes adultos de entre 18 y 65 años de edad, con sospecha de EAC de riesgo bajo a intermedio de padecer cardiopatía isquémica y pacientes con cardiopatía isquémica previamente detectada a quienes se les haya realizado tanto angiografía coronaria multicorte como perfusión miocárdica con SPECT.

E. TAMAÑO DE LA MUESTRA.

Se incluyeron 93 pacientes a los que se les realizó tanto angiotomografía como perfusión miocárdica con SPECT en el lapso de tiempo comprendido entre el 1 de marzo del 2006 y el 1 de marzo del 2007.

Tomando en cuenta el número de pacientes utilizado en los escasos estudios que existen hasta el momento comparando la utilidad de la MSCT de 64 cortes y los hallazgos de perfusión miocárdica obtenidos por SPECT y considerando la prevalencia de la EAC en la población general y en el Instituto Nacional de Cardiología, el cálculo del tamaño de la muestra se realizó con la fórmula para muestras en estudios comparativos, a dos colas de dos grupos independientes con una potencia estadística del 85% y un grado de significancia del 95% (alfa 0.05).

$$N = \frac{2 [(Z_{\alpha} - Z_{\beta}) \sigma]^2}{\mu_1 - \mu_2}$$

$$N = \frac{1.96 - 0.84 \times 6}{2}$$

$$N = 70 \text{ pacientes.}$$

F. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

1. Todos los pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria o pacientes con enfermedad arterial coronaria previamente conocida a quienes se les haya realizado angiotomografía coronaria y perfusión miocárdica con SPECT atendidos en el INC en el período comprendido entre el 1 de marzo 2006 y el 1 de marzo 2007.

Para clasificar a los pacientes de riesgo clínico bajo o intermedio se utilizará el siguiente cuadro (tabla 1):

Edad	Sexo	Angina de pecho típica/confirmada	Angina de pecho atípica/probable	Dolor torácico no anginoso	Pacientes asintomáticos
30-39	Varones Mujeres	Intermedio Intermedio	Intermedio Muy baja	Bajo Muy bajo	Muy bajo Muy bajo
40-49	Varones Mujeres	Alto Intermedio	Intermedio Bajo	Intermedio Muy bajo	Bajo Muy bajo
50-59	Varones Mujeres	Alto Intermedio	Intermedio Intermedio	Intermedio Bajo	Bajo Muy Bajo
60-69	Varones Mujeres	Alto Alto	Intermedio Intermedio	Intermedio Intermedio	Bajo Bajo

G. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

1. Contraindicaciones para la tomografía cardiaca (arritmias, alergia al medio de contraste, creatinina serica mayor de 1.5)
2. Estudios SPECT y CT no interpretables por cuestiones técnicas

H. DEFINICIONES OPERACIONALES.

Se consideró como un SPECT positivo a la presencia de reversibilidad ligera, moderada o grave presente en al menos dos segmentos anatómicos. También se consideró una SPECT positiva a la presencia de infarto ya sea transmural o no transmural.

En cuanto a la localización de la isquemia, definimos como región anteroseptal a la que involucra la pared anterior, región anteroseptal, región anterolateral y ápex, ésta región la asociamos al territorio anatómico de la arteria descendente anterior.

La isquemia que se ubica en la pared lateral es la que se encuentra irrigada por la arteria circunfleja. La isquemia que se encuentra localizada en la pared inferior involucra a la pared inferior, región inferolateral e inferoseptal y corresponde al territorio irrigado por la arteria coronaria derecha.

Se consideró MSCT positiva a la presencia de una placa calcificada o no calcificada en al menos un segmento anatómico. También se consideró positiva a la MSCT en la que se observaba obstrucción no significativa (< 50%) o significativa (> 50%) en al menos un segmento anatómico.

Lesiones menores del 50%: Son aquellas lesiones detectadas por MSCT de 64 cortes que sean causadas por una placa calcificada o por una placa no calcificada que causen una obstrucción de las arterias coronarias menor del 50% de su luz.

Lesiones mayores del 50%: Son aquellas lesiones detectadas por MSCT de 64 cortes que sean causadas por una placa calcificada o por una placa no calcificada que causen una obstrucción de las arterias coronarias mayor del 50% de su luz.

I. VARIABLES DE ESTUDIO.

Se determinarán las siguientes variables (tabla 2):

- Datos demográficos: Registro, edad, sexo.
- Antecedentes de importancia: Hipertensión arterial sistémica, tabaquismo, Diabetes Mellitus tipo 2.
-

Tabla 2. Variables demográficas.

Variables	Tipo	Escala	Subtipo	Definición
Registro	Cuantitativa	Numérica	Continúa	El número de registro que se le asigna al paciente en el INCICH.
Edad	Cuantitativa	Numérica	Discreta	Número de años cumplidos
Sexo	Cualitativa	Ordinal	Dicotómica	1. Femenino 2. Masculino
Hipertensión arterial sistémica	Cualitativa	Ordinal	Dicotómica	1. Si 2. No
Tabaquismo	Cualitativa	Ordinal	Dicotómica	1. SI 2. No
Diabetes Mellitus tip2	Cualitativa	Ordinal	Dicotómica	1. SI 2. No

Perfusión miocárdica (SPECT):

Se analizaron los 17 segmentos anatómicos: 4 en el eje corto a nivel del tercio apical (regiones anterior, septal, inferior y lateral), 6 en los tercios medio y basal respectivamente (regiones anterior, septal, inferior y lateral), 6 en los

tercios medio y basal respectivamente (regiones anterior, anteroseptal, inferoseptal, inferior, inferolateral y anterolateral) y 1 en el eje largo vertical correspondiente al ápex. La severidad de los defectos de perfusión se evaluó mediante una escala visual de 4 puntos de acuerdo a la captación existente del radiotrazador: 1= perfusión normal, 2= defecto ligero, 3= defecto moderado, 4= defecto severo o ausencia de captación. Se definió como necrosis, a la presencia de un defecto de perfusión en reposo. La presencia de isquemia, fue determinada al evaluar comparativamente el cambio en la severidad el defecto de perfusión en las imágenes de reposo y esfuerzo. La presencia de isquemia, fue determinada al evaluar comparativamente el cambio en la severidad del defecto de perfusión en las imágenes de reposo y esfuerzo.

Las variables a estudiar fueron: Desviación máxima del segmento ST en la prueba de esfuerzo, METS alcanzados, frecuencia cardiaca, grado de certeza, riesgo, evidencia de isquemia en cada uno de los segmentos (Tabla 3).

Tabla 3. Variables de la prueba de esfuerzo y SPECT.

SPECT				
Variables	Tipo	Escala	Subtipo	Definición
Prueba de esfuerzo	Cualitativa	Nominal	Dicotómica	PE: Si se realizó con esfuerzo físico es 1, si fue farmacológico es 2.
Desviación máxima del segmento ST	Cuantitativa	Numérica	Continúa	Elevación del segmento ST máxima durante la prueba de esfuerzo
Frecuencia cardiaca	Cualitativa	Nominal	Dicotómica	Si alcanzó la FC máxima para su edad o no.
Grado de certeza	Cualitativa	Nominal	Dicotómica	Anormal o normal según la interpretación final del estudio.
Grado de isquemia	Cualitativa	Nominal	Ordinal	0. Sin isquemia, 1. Isquemia ligera. 2. Moderada y 3. Severa.
Número de paredes afectadas	Cuantitativa	Numérica	Discreta	Número de paredes que tienen defectos de perfusión.
Movimiento y engrosamiento	Cualitativa	Nominal	Ordinal	1. Normal. 2. Paradójico. 3. Acinesia. 4. Discinesia 5. Hipocinesia.

- Angiotomografía multicorte: Se analizaron los 17 segmentos en función de eje corto y eje largo. La primer variable a describir será la evidencia de placa calcificada, no calcificada o ausencia de la misma. La segunda variable es la obstrucción, si es mayor al 50% (significativa) , menor al 50% (no significativa) o ausencia de obstrucción (Tabla 4).

Tabla 4. Variables de la MSCT de 64 cortes.

MSCT de 64 cortes				
Variables	Tipo	Escala	Subtipo	Definición
Placa	Cualitativa	Nominal	Ordinal	1. Sin evidencia de placa. 2. Placa no calcificada 3. Placa calcificada.
Obstrucción	Cualitativa	Nominal	Ordinal	1. No existe obstrucción 2. Existe obstrucción no significativa (<50%) 3. Existe obstrucción significativa (> 50%).
Número de vasos afectados	Cualitativa	Numérica	Discreta	Se especificarán el número de vasos afectados.

J. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO.

El estudio gammagráfico fué indicado a criterio del cardiólogo clínico responsable del paciente con fines diagnósticos y/o de estratificación de riesgo, así como pronóstico. En todos los casos se practicó un SPECT de perfusión miocárdica con 99mTc-tetrofosmina reposo/esfuerzo en un solo día (protocolo corto) o en dos (protocolo largo) si el paciente pesaba mas de 100 Kg. La primera dosis del radiotrazador fue administrada en reposo a razón de 10 mCi de 99 mTc-tetrofosmina. La prueba de esfuerzo con ejercicio físico (banda deslizante) se realizó en 40 pacientes (43.5%) y con estrés farmacológico a 52 pacientes (56.5%) de acuerdo a la indicación clínica para cada pacientes

(principales contraindicaciones para el estrés físico: incapacidad para la deambulación, enfermedad articular degenerativa, tratamiento actual con betabloqueadores). Se realizó una prueba de esfuerzo máximo, debiendo alcanzar al menos el 85% de la frecuencia cardiaca máxima calculada para la edad, empleándose el protocolo de Bruce. La frecuencia cardiaca, presión sanguínea y ECG de 12 derivaciones fue realizado en reposo, durante cada etapa de la etapa de esfuerzo y recuperación. La capacidad al ejercicio fue medida en equivalentes metabólicos estimados (METS). Los puntos terminales estándar fueron depresión del segmento ST severa (> 3 mm), fatiga y angina. La prueba de estrés farmacológico fue realizada usando el protocolo estándar de 0.56 mg/kg/min de dipiridamol intravenoso en infusión continua durante 4 minutos y a los 7 minutos se inyectó el radiotrazador, empleando los mismos puntos terminales que para la prueba de esfuerzo físico. Un cardiólogo experimentado ciego a los resultados de las imágenes de perfusión miocárdica por SPECT y a los resultados de MSCT de 64 cortes del mismo paciente interpretó los resultados de las pruebas de electrocardiograma de esfuerzo. Se obtuvieron 32 imágenes de 30 segundos cada una para reposo y esfuerzo respectivamente, la ventana energética fue centrada simétricamente al 20% sobre el fotopico de emisión gamma de 140 keV. Las imágenes fueron adquiridas con una matriz de 64 x 64 y procesadas empleando un filtro butterworth de orden 5 y frecuencia de corte de 0.4 ciclos/píxel. En la reconstrucción y procesamiento de las imágenes, se generaron cortes en los planos habituales: eje corto, eje largo horizontal y vertical. Las imágenes de perfusión miocárdica en reposo y esfuerzo fueron evaluadas por tres

cardiologos nucleares que por ningún motivo conocían los resultados de la MSCT de 64 cortes de los mismos pacientes, obteniéndose una kappa intraobservador de 0.92.

Las imágenes de tomografía de 64 cortes fueron realizadas en el servicio de tomografía del INC por un médico experto en la interpretación que no conocía los resultados del SPECT de cada uno de los pacientes. Cada paciente acudía en ayuno de al menos 6 horas, se preparó con un acceso venoso vía antecubital con solución salina al 0.9%, se colocó en el tomógrafo de 64 cortes en posición supina. Las imágenes fueron procesadas en el Escaner Biograph True Point (Siemens Medical, Erlangen Germany). El colimador fue de 64 x 0.5 mm; tiempo rotatorio de 500 msec (dependiendo de la frecuencia cardiaca), voltaje del tubo de 120 kV y corriente del tubo de 200 mA. La ventana temporal fue programada en el porcentaje 75% después de la onda R del ECG para realizar la reconstrucción prospectiva.

La frecuencia cardiaca del paciente tenía que ser menor de 65 latidos por minuto, utilizamos en la mayoría de los casos beta-bloqueadores (59-100 mg de atenolol oral una hora antes del estudio o 5-20 mg de metoprolol intravenoso inmediatamente antes del estudio). La adquisición de la información se procesó en tres pasos: topograma, bolo para el procesamiento y exploración mediante MSCT. El bolo del material de contraste se realizó con un volumen pequeño (10 a 20 ml) de contraste ionico (Iopamidol 370 mg/mL) seguido de solución salina (30-50 mL) a velocidad de 4-6 mL/s. El campo de visión del estudio MSCT

cubría el corazón completo, la aorta ascendente proximal (1-2 cm por debajo de la carina) a la pared inferoposterior del corazón.

El rastreo se adquirió con una inspiración profunda y continuó con la inyección del medio de contraste ionico de alta concentración (379 mg/mL) a una velocidad de flujo de 4-6 ml/s, seguido de un bolo de solución salina al 0.9% (40-70 ml a velocidad de 4-6 ml/s). El rastreo tomográfico inició después del tiempo calculado para la administración del bolo. El ECG se realizó continuamente para la reconstrucción axial de las imágenes.

Reconstrucción de imagen y fusión.

La información obtenida fue reconstruída de forma automática por el software Syngo MMWP® (versión VE23B) fabricado por Siemens. Las imágenes de perfusión fueron adquiridas en tres ejes, corto, largo horizontal, largo vertical y analizados en 17 segmentos según el modelo de la AHA .

Las imágenes de la tomografía fueron analizadas una por una para eliminar estructuras que pudieran obstruir la vista de las arterias coronarias (por ejemplo, la pared del tórax, los vasos pulmonares y las orejuelas atriales. La estenosis coronaria se definió como cualquier reducción del diámetro definida como significativa igual o mayor del 50%. La estenosis se atribuyó a placas calcificadas o no calcificadas. Las reconstrucciones tridimensionales por la MSCT se realizaron utilizando el software Syngo MMWP® , que permite reconstruir la anatomía coronaria y la forma del corazón.

Interpretación de los datos.

Las imágenes de SPECT fueron analizadas e interpretadas por tres médicos cardiólogos nucleares expertos en perfusión miocárdica, quienes no conocían los resultados de la tomografía multicorte realizada en los mismos pacientes (MSCT). Los resultados de la MSCT de 64 cortes fueron analizados e interpretados por una radióloga que de ninguna manera conocía los resultados de la SPECT de los mismos pacientes.

K. PROGRAMA DE ACTIVIDADES (Tabla 5).

	2006			2007							
	oct	nov	dic	Ene	Feb	mar	Abr	may	jun	jul	ago
Formulación de marco teórico	X	X	X								
Revisión de antecedentes	X	X									
Captura y recolección de datos			X	X	X	X	X	X			
Redacción del manuscrito									X	X	
Revisión del manuscrito										X	X
Entrega final											X

L. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.

Se utilizó estadística descriptiva e independientemente de la prueba estadística utilizada, se procuró ajustar una significancia de 95% ($\alpha = 0.05$) para conocer si existe relación entre las variables categóricas que se analizaron.

Se utilizó el programa estadístico SPSS para ordenar los datos y describir los hallazgos. Se utilizó estadística descriptiva para obtener promedios, medianas,

desviación estándar, intervalos y porcentajes para las variables demográficas. Se aplicó la prueba de Chi 2 para las comparaciones entre variables dicotómicas, la correlación de Spearman para variables categóricas y la prueba exacta de Fisher cuando fuese apropiado de acuerdo a la distribución de las variables. La comparación de variables continuas se realizó con la prueba de Wilcoxon. Todas las pruebas fueron evaluadas a dos colas y se considerará significativo un valor de $p \leq 0.05$.

V. RECURSOS.

Materiales : hojas de recolección de datos, computadoras con hoja de cálculo, procesador de texto e impresora, expediente clínico, calculadora, programa para realizar los cálculos estadísticos.

Métodos diagnósticos: Para la adquisición de imágenes se utilizó una gamacámara SIEMENS DIACAM, de un solo cabezal (colimador de alta resolución, baja energía y agujeros paralelos), con órbita circular de 180° desde la oblicua anterior derecha a la oblicua posterior izquierda y adquisiciones en modo discontinuo (step and shoot). Humanos : una persona para recolección de datos tanto de los resultados de la SPECT y resultados de MSCT y una persona que fue mi tutor para el estudio estadístico.

VI. RESULTADOS.

Se estudiaron un total de 92 pacientes con EAC a los que se les realizó MSCT de 64 cortes y SPECT, 44.6% fueron hombres y 55.4% mujeres, con edad promedio de 57.67 ± 13.6 años. Las características de la población en estudio se resumen en la tabla 6. Los factores de riesgo predominantes para EAC fueron hipertensión arterial sistémica (48.9%) , tabaquismo (46.8%) , dislipidemia (42.2%) y Diabetes Mellitus tipo 2 (30.5%). El 26.1% de los pacientes (n= 24) tuvieron antecedente de infarto, 16.3% (15) eran de localización antero-septal.

Tabla 6. Características clínicas de la población en estudio.

Características	Valor
Sexo (Femenino/ Masculino)	41/51(44.6 %/55.4)
Edad (años)	57.67 ± 13.6
Dislipidemia	39 (42.2%)
Tabaquismo	43 (46.8%)
Hipertensión arterial sistémica	45 (48.9%)
Diabetes Mellitus tipo 2	28 (30.5%)
Infarto antiguo	24 (26.1%)
Anterior / Septal	15 (16.3%)
Inferior	7 (7.6%)
Lateral	2 (2.2%)
Probabilidad preprueba	
Bajo	19 (20.7%)
Intermedio	46 (50%)
Alto	27 (29.3%)
Síntomas	
Asintomático	16 (17.4%)
Dolor atípico	47 (51.1%)
Angina típica	26 (28.3 %)
Disnea	3 (3.3 %)
Antecedente de angioplastia	6 (6.5%)
Stent a la arteria descendente anterior	4 (4.3%)
Stent a la arteria circunfleja	1 (1.1 %)
Stent a la arteria coronaria derecha	2 (2.2%)
Stent a ramo intermedio	1 (1.1%)
Antecedente de cirugía de revascularización	6 (6.5%)
Hemoductos a la obtusa marginal	
AMI a OM	1 (1.1%)
HV a OM	5 (5.4%)
Hemoductos a la descendente anterior.	
AMI a DA	4 (4.3%)
HV a DA	1 (1.1%)
Hemoductos a la primera diagonal	
AMI a la primera diagonal	1 (1.1%)
HV a la primera diagonal	1 (1.1%)
Hemoductos al ramo intermedio	
HV a ramo intermedio	1 (1.1%)
Hemoducto a la descendente posterior	2 (2.2%)
Score de calcio	241.59 ± 610.8

Los factores de riesgo con mayor asociación para EAC diagnosticada por MSCT de 64 cortes en esta población fueron la evidencia de tener un infarto antiguo OR 3.9 ($p= 0.047$) e hipertensión arterial sistémica OR 3.5 ($p= 0.05$) (Tabla 7). La mayoría de la población estudiada se encontraba en riesgo bajo a intermedio para EAC (86%) y de riesgo alto (14%).

Tabla 7. Factores de riesgo cardiovascular presentes en pacientes con enfermedad coronaria evidenciada topográficamente.

Variable	OR	IC 95%	P
Dislipidemia	0.93	(0.620-1.42)	0.928
Tabaquismo	1.3	(0.923-2.08)	0.169
Hipertensión arterial sistémica	3.5	(1.016-2.33)	0.05
Diabetes Mellitus tipo 2	1.2	(0.848-1.853)	0.391
Infarto antiguo	3.9	(1.109-2.40)	0.047

A los 92 pacientes se les realizó SPECT. Los resultados del tipo de estrés que se utilizó en la primera fase del SPECT se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Resultados del estrés utilizado en el SPECT realizado a la población en estudio.

Variable	Valor
Tipo de estrés	
Estrés físico	40 (43.5%)
Estrés farmacológico	52 (56.5%)
Mets alcanzados	3.25 ± 4.56
FC máxima	31 (33.7 %)
FC submáxima	61 (66.3%)
Cambios en el segmento ST	
Significativos	12 (13.1%)
No significativos	80 (87%)

El análisis de las imágenes de perfusión miocárdica, evidenció la presencia de infarto transmural en 13 pacientes (14.1 %) localizado principalmente en la región anteroseptal correspondiente al territorio de la arteria DA con 5 pacientes (5.4 %) e infarto no transmural en 36 pacientes (39.1 %), la mayoría localizado en la región inferior, correspondiente a la arteria CD, con 18 pacientes (19.6 %). Se analizaron tres regiones, la antero-septal, inferior y lateral que corresponden a la DA, CD y Cx respectivamente. La mayoría de los pacientes no presentaron isquemia. De los 92 pacientes, 25 (27.1%) presentaban isquemia ligera en la pared anterior, 20 (21.7%) en la región lateral y 25 (27.1%) en la región inferior. Solo 6 (6.5%) pacientes tenían isquemia

moderada en la región anteroseptal, 14 (15.2%) y 14 (15.2%) en la pared lateral e inferior respectivamente. Únicamente 3 pacientes presentaron isquemia grave un paciente en cada región (antero-septal, lateral e inferior). (Figura 5 y Figura 6).

Figura 5. Resultados del SPECT de perfusión miocárdica. Localización del infarto según el segmento anatómico afectado: DA: pared anterior, región anteroseptal, anterolateral y ápex; Cx: pared lateral; CD: pared inferior y región inferoseptal .

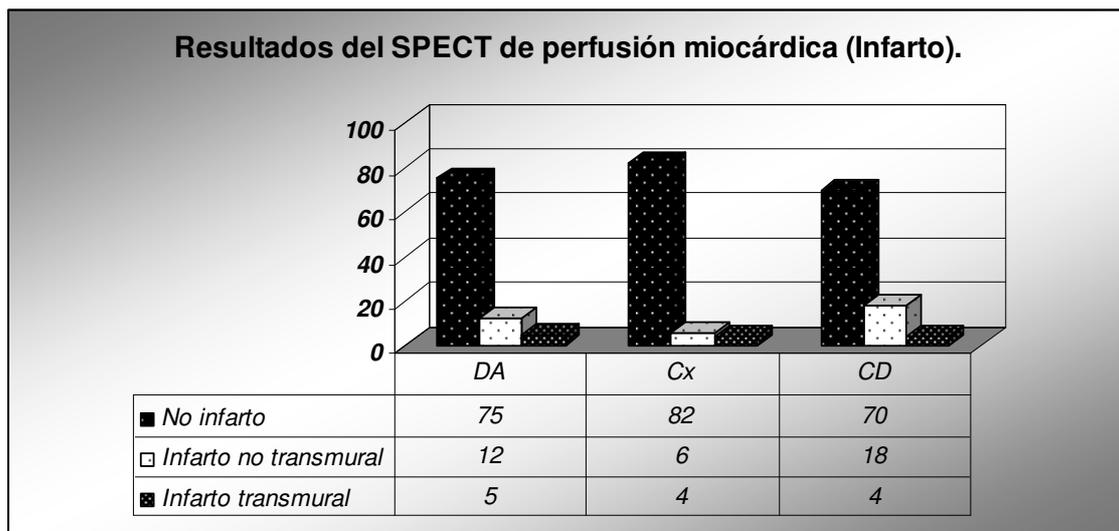
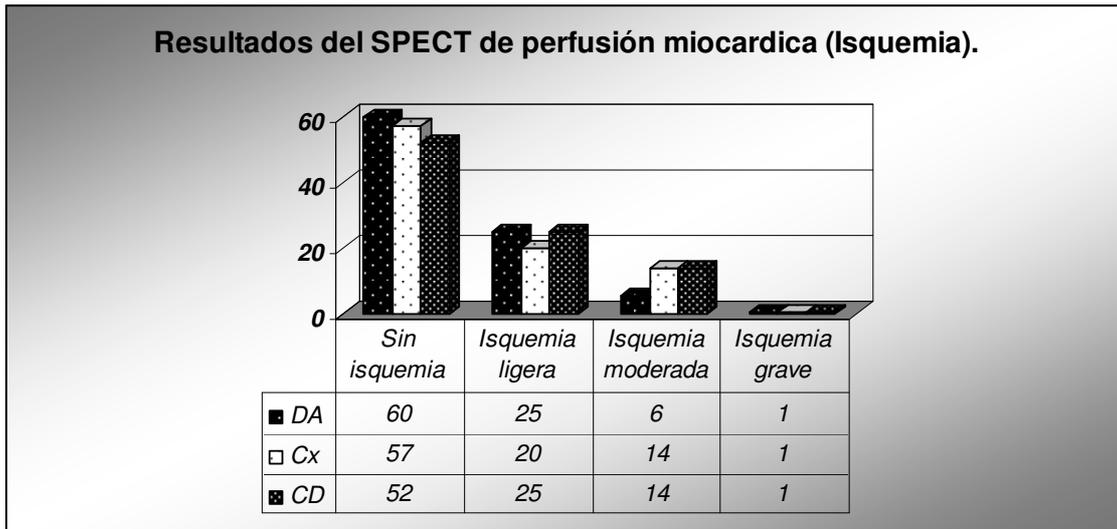


Figura 6. Resultados del SPECT de perfusión miocárdica. Localización de los diferentes grados de isquemia según el segmento anatómico afectado: DA: pared anterior, región anteroseptal, anterolateral y ápex; Cx: pared lateral; CD: pared inferior y región inferoseptal .



De los tres pacientes con isquemia grave, uno de ellos presentaba dicha isquemia en la región antero-septal y tenía además infarto no transmural de la misma región; otro paciente tenía isquemia grave en la región lateral, sin evidencia de infarto y el tercer paciente con isquemia grave, ésta se localizaba en la región inferior en el contexto de un infarto no transmural de la misma pared (Tablas 9, 10 y 11).

Tabla 9. Hallazgos con SPECT en relación al infarto de la región anteroseptal y los grados de isquemia.

		Isquemia en la región anteroseptal / ápex				Total
		Sin isquemia	Isquemia ligera	Isquemia moderada	Isquemia grave	
Infarto anterior por MN	Sin infarto	58	19	3	0	81
	Infarto no transmural	1	5	3	1	9
	Infarto transmural	1	1	0	0	2
Total		60	25	6	1	92

		Valor	Error(a)	Aprox. T(b)	Aprox. Sig.
	R de Pearson	.296	.114	2.941	.004(c)
	Correlación de Spearman	.374	.101	3.826	.000(c)
Número de casos		92			

a Sin asumir la hipótesis nula.

b Utilizar el error estándar asumiendo la hipótesis nula .

c Basado en una aproximación normal.

Tabla 10. Hallazgos con SPECT en relación al infarto de la región lateral y los grados de isquemia.

		MN en región lateral				Total
		Sin isquemia	Isquemi a ligera	Isquemi moderada	Isquemi a grave	
Infarto lateral por MN	Sin infarto	53	15	13	1	82
	Infarto no transmural	4	2	0	0	6
	Infarto transmural.	0	3	1	0	4
Total		57	20	14	1	92

		Valor	Error(a)	Aprox. T(b)	Aprox. Sig.
R de Pearson		.126	.089	1.208	.230(c)
Correlación de Spearman		.123	.099	1.172	.244(c)
Número de casos		92			

a Sin asumir la hipótesis nula.

b Utilizar el error estándar asumiendo la hipótesis nula .

c Basado en una aproximación normal.

Tabla 11. Hallazgos con SPECT en relación al infarto de la pared inferior y los grados de isquemia.

		MN inferior				Total
		Sin isquemia	Isquemia a ligera	Isquemia moderada	Isquemia grave	
Infarto inferior por MN	Sin infarto	43	16	11	0	70
	Infarto no transmural	7	8	2	1	18
	Infarto transmural.	2	1	1	0	4
Total		52	25	14	1	92

		Valor	Error(a)	Aprox. T(b)	Aprox. Sig.
	R de Pearson	.134	.108	1.283	.203(c)
	Correlación de Spearman	.154	.104	1.475	.144(c)
Número de casos		92			

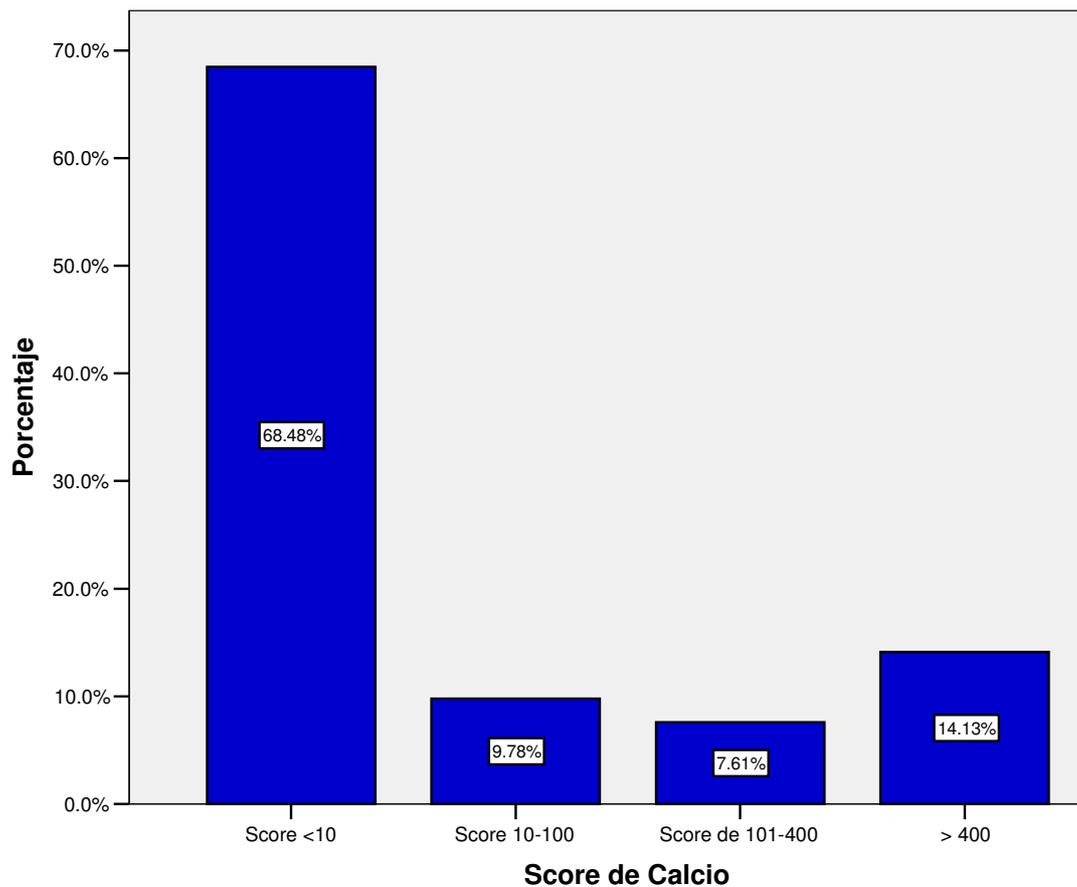
a Sin asumir la hipótesis nula.

b Utilizar el error estándar asumiendo la hipótesis nula .

c Basado en una aproximación normal.

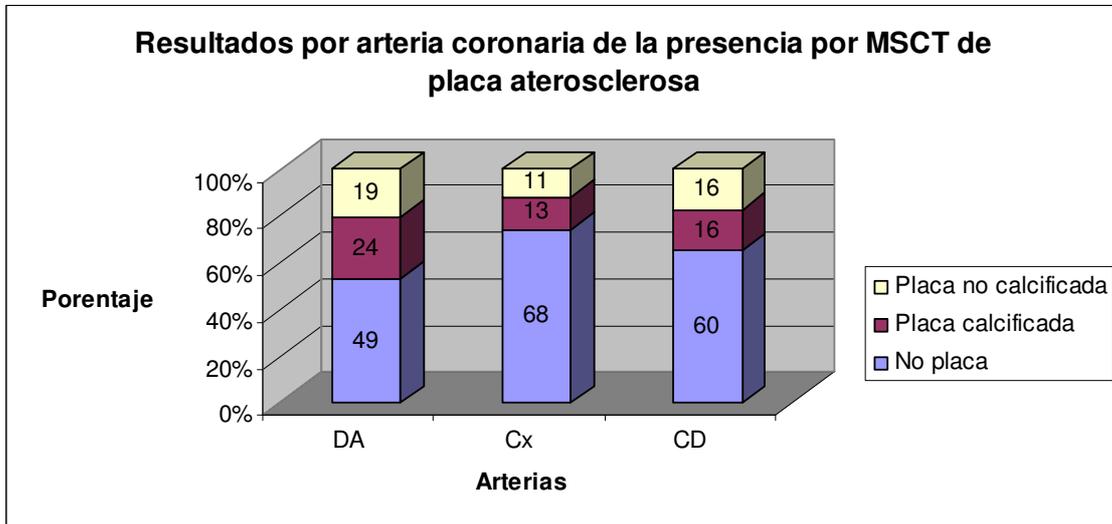
Se analizaron un total de 368 arterias coronarias (DA= Arteria descendente anterior, Cx= Arteria circunfleja, CD= Arteria coronaria derecha y tronco).

Todas las arterias fueron valoradas por MSCT de 64 cortes, sin embargo 6 de ellas presentaban importante calcificación por Score de calcio alto (1539, 1800, 2000, 2006, 2500 y 3032). La distribución del Score de calcio por categorías se encuentra en la Figura 7.



De las 368 arterias estudiadas, 259 (70.3 %) no tenían evidencia de placa, 61 tenían placa calcificada (16.5%) y 48 (13 %) presentaban placa no calcificada. En la figura 8, se describen los diferentes tipos de placa para cada una de las arterias coronarias analizadas.

Figura 8. Gráfica de barras que muestra la prevalencia de placa valorada por MSCT de 64 cortes por cada arteria coronaria.



De los 92 pacientes, 46 (50%) tenían algún grado de estenosis por MSCT de 64 cortes condicionada por placa calcificada o no calcificada, 23 (25%) de estos pacientes tenían isquemia detectada por SPECT. De los 46 pacientes con estenosis, 24 (52.1%) presentaban estenosis no significativa y 17 (36.9 %) presentaban estenosis significativa (> 50%). Con esto podemos observar que de los 46 pacientes que tuvieron algún grado de isquemia, 41 (89.1%) tenían algún grado de estenosis (Tabla 12).

Tabla 12. Resultados de MSCT y SPECT.

Resultados	Pacientes N = 92	Condición	Pacientes (%)
Estenosis de arterias coronarias por MSCT de 64 cortes.	46	Estenosis significativa (>50%)	21 (%)
		Estenosis no significativa (<50%)	25 (%)
		Isquemia por SPECT	22 (%)
Isquemia por SPECT	29	Estenosis coronaria significativa (>50%)	20 (86.9%)
		Estenosis coronaria no significativa (<50%)	9 (31%)

En la figura 9 se muestra la relación entre los resultados de MSCT en cuanto a la presencia de estenosis significativa, no significativa o ausencia de estenosis y la isquemia por grados detectada en el SPECT para cada una de las arterias coronarias. No se observaron diferencias significativas entre las diferentes arterias coronarias. Sin embargo estenosis significativas en la pared lateral relacionada con la arteria circunfleja ($p= 0.05$) tendieron a relacionarse mas frecuentemente a defectos de perfusión en SPECT (Figura 10).

Figura 9. Relación entre los hallazgos en MSCT y SPECT para cada una de las arterias coronarias en relación al territorio coronario perfundido por cada una de ellas.

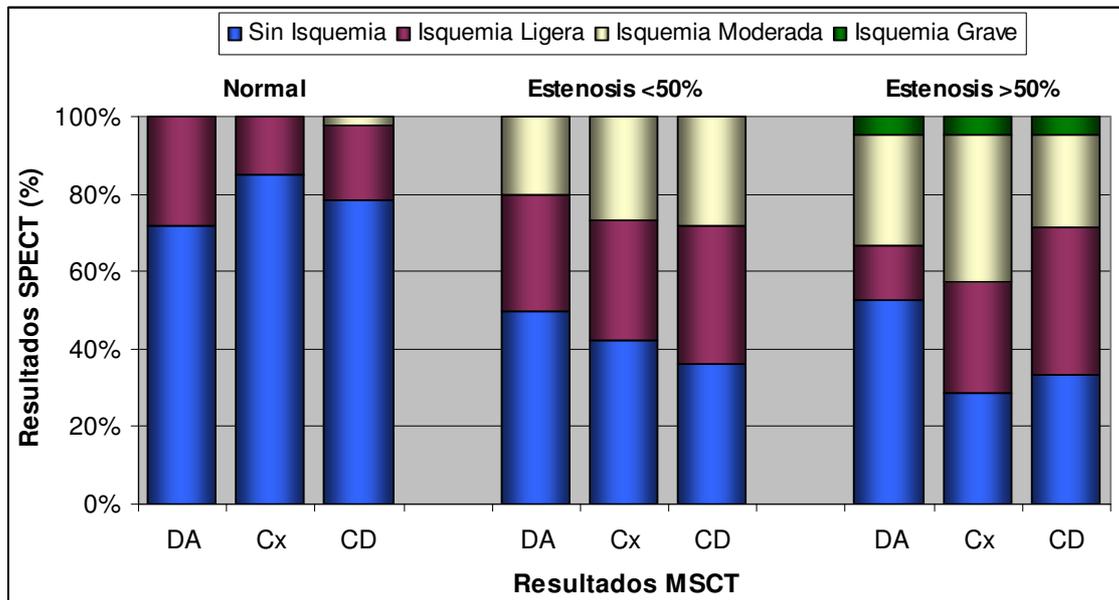
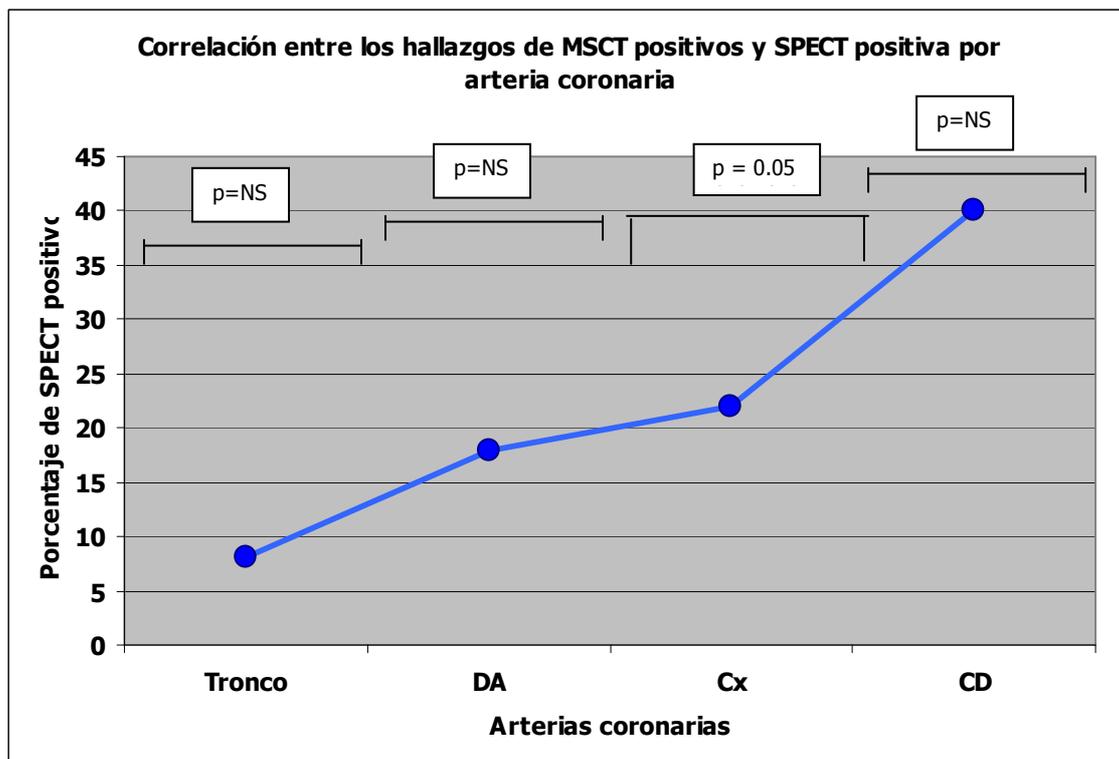


Figura 10. Relación entre la presencia de estenosis y perfusión miocárdica positiva en SPECT por arteria coronaria.



Los estudios de MSCT de 64 cortes mostraron que de los 92 pacientes, 46 (50%) tenían evidencia de algún grado de estenosis, 21 (45.6%) tenían estenosis significativa, 25 (45.6%) estenosis no significativa y 46 (50%) pacientes tenían arterias coronarias normales. De los 21 pacientes con estenosis significativa, 21 tenían un estudio de SPECT positivo y llama la atención que sólo uno de los pacientes presentaba un estudio de SPECT normal (Tabla 13). De los 20 pacientes que presentaron estenosis significativa por MSCT de 64 cortes y algún grado de isquemia por SPECT, 6 tuvieron infarto transmural y 7 tenían infarto no transmural, ambos sin isquemia residual (Figura 11).

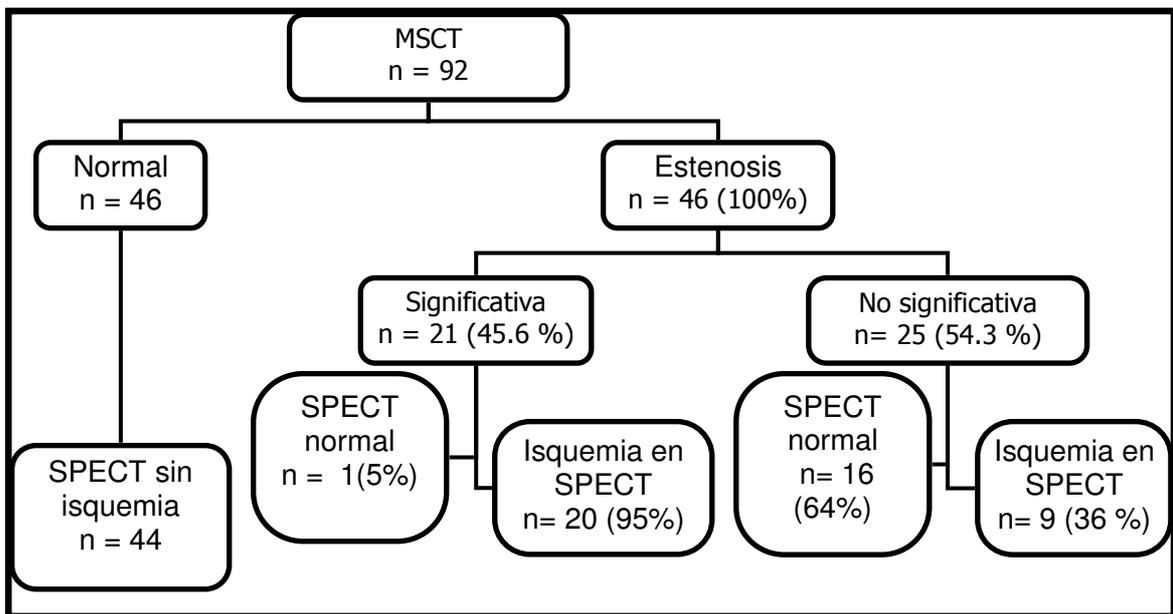
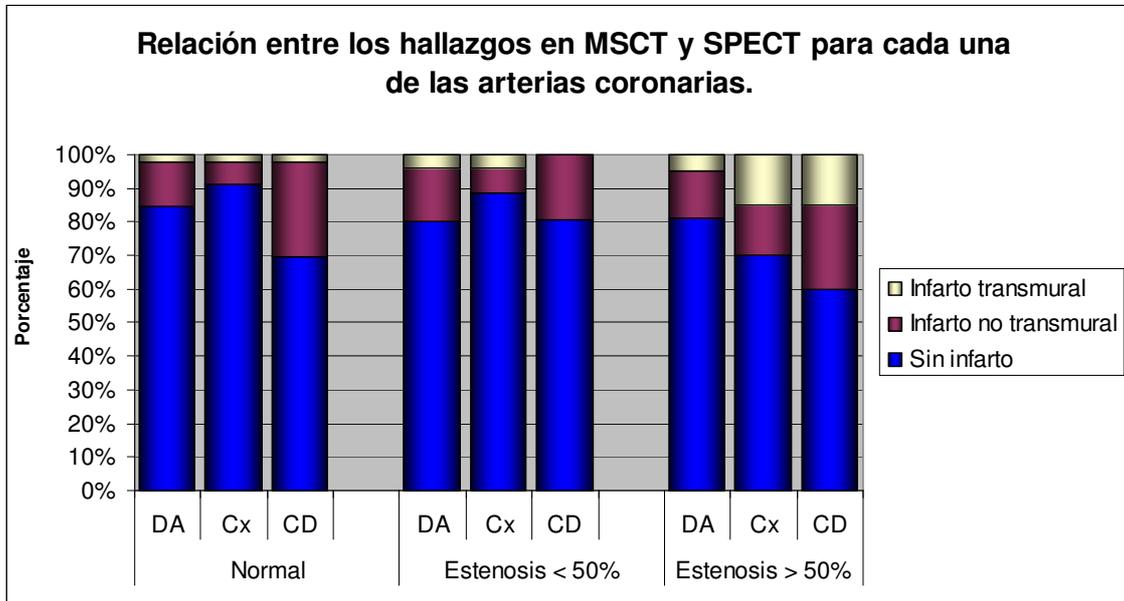


Tabla 13. Resumen de la MSCT de 64 cortes y los hallazgos funcionales del SPECT.

Figura 11. Relación entre el infarto diagnosticado por SPECT y estenosis por MSCT por arteria coronaria.



De los 92 pacientes estudiados, los resultados por MSCT de 64 cortes fueron los siguientes: 46 (50%) presentaron EAC y 46 (50%) no tuvieron evidencia de EAC. En cuanto al SPECT, 31 (33.6%) pacientes tuvieron SPECT positivo y 61 (66.3%) SPECT negativo (Figura 12).

Figura 12. Relación entre MSCT de 64 positiva y SPECT positivo.

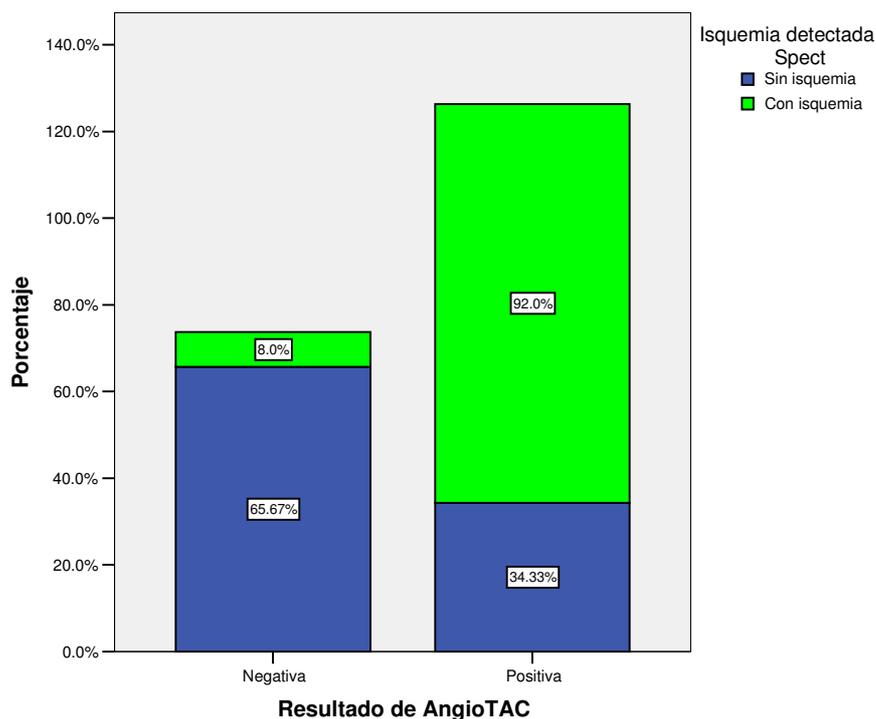
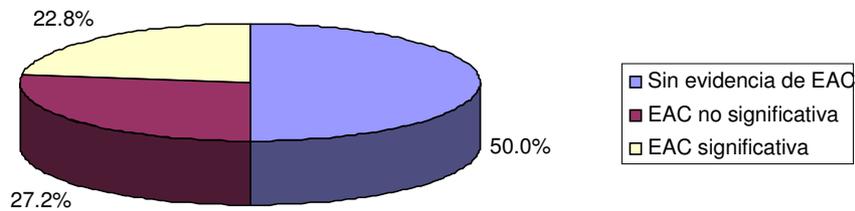


Tabla 14. Tabla de 2 x 2 que compara la MSCT 64 y el SPECT .

	MSCT 64 negativa	MSCT 64 positiva
SPECT positiva	2	29
SPECT negativo	44	17

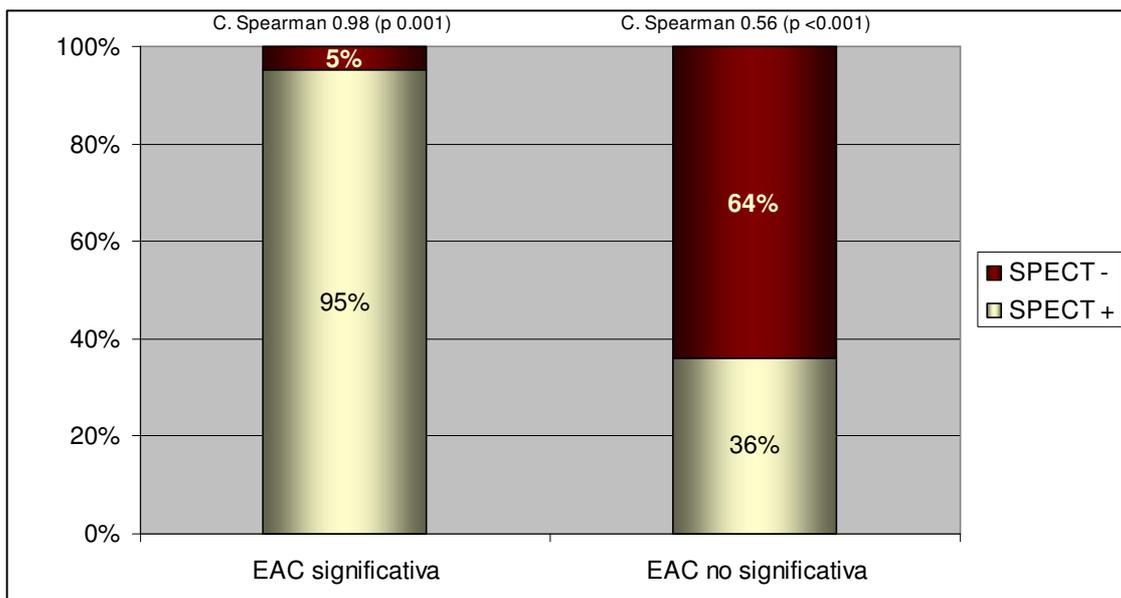
De los 92 (100%) pacientes incluidos en el estudio, 46 (50%) tuvieron EAC, 21 (22.8%) tenían EAC significativa y 25 (27.1%) EAC no significativa (Figura 13).

Figura 13. Descripción de la frecuencia de EAC significativa y no significativa en los 46 pacientes con EAC



En los 21 (45.6%) pacientes con EAC significativa, 20 (43.4%) tenían SPECT positivo, encontrando una correlación de Spearman excelente de 0.98 ($p=0.001$). En los pacientes con EAC no significativa 25 (27.1%), 9 (36%) tuvieron SPECT positivo y 16 (64%) SPECT negativo, logrando obtener una buena correlación de Spearman de 0.56 ($p < 0.001$) (Figura 14).

Figura 14. Correlación entre la MSCT de 64 cortes en EAC y el SPECT.



Para los 46 (50%) pacientes que no tuvieron evidencia de EAC por MSCT de 64 cortes, 44 (95%) tuvieron SPECT negativo y sólo 2 (5%) SPECT positivo. La correlación de las dos técnicas fue buena, correlación de Spearman de 0.69 (p 0.01) (Tabla 15).

Tabla 15. Tabla de 2 x 2 que compara la MSCT 64 negativa para EAC y el SPECT .

	MSCT 64 negativa	MSCT 64 positiva
SPECT positiva	2	29
SPECT negativo	44	17

	Valor	Error(a)	Aprox. T(b)	Aprox. Sig.
R de Pearson	0.69	.108	1.283	0.01(c)
Correlación de Spearman	0.98	.104	1.475	0.01(c)
Número de casos	92			

a Sin asumir la hipótesis nula.

b Utilizar el error estándar asumiendo la hipótesis nula .

c Basado en una aproximación normal.

Dentro de los 46 (100%) pacientes con EAC, 29 (63%) tuvieron SPECT positivo y 17 (36.9%) SPECT negativo (Tabla 16).

Tabla 16. Tabla de 2 x 2 que compara la MSCT 64 positiva para EAC significativa y el SPECT .

	MSCT 64 positiva	MSCT 64 negativa
SPECT positiva	20	9
SPECT negativo	1	16

La sensibilidad de la MSCT de 64 cortes para detectar defectos de perfusión por SPECT debido a cualquier grado de estenosis fue de 95%, especificidad del 64%, VPP 69%, VPN 94% (Tabla 17).

Tabla 17. Utilidad de la MSCT de 64 cortes para identificar estenosis coronaria causante de defectos de perfusión en el SPECT .

Parámetros	MSCT de 64 cortes vs SPECT	Intervalos de confianza (IC)
Sensibilidad	95	0.773 - 0.998
Especificidad	64	0.445 - 0.798
VPP	69	0.508 - 0.827
VPN	94	0.730 - 0.997

Para calcular la capacidad del SPECT para identificar defectos de perfusión miocárdica en pacientes con estenosis significativa, realizamos la misma tabla de 2 x 2 y obtuvimos menor sensibilidad del estudio para detectar isquemia 63%, especificidad del 95%, VPP 93%, VPN 72%. Con estos hallazgos podemos

observar que se mantuvo buena especificidad y VPPCT para detectar isquemia, sin embargo la sensibilidad, especificidad y VPP disminuyeron notablemente, esto seguramente se debe al hecho de que no todas las lesiones coronarias detectadas por MSCT de 64 cortes tienen evidencia de isquemia por SPECT. De los 25 pacientes con estenosis no significativa, sólo 9 tuvieron isquemia por SPECT y 16 tuvieron SPECT normal; esto pudo deberse a que las lesiones no eran significativas, esto quiere decir que algunas eran placas no calcificadas pequeñas que no llegaban a causar isquemia. (Figura 15, 16 y 17).

Figura 15. Relación entre los diferentes grados de isquemia reconocidos por SPECT y la estenosis significativa o no significativa encontrada por MSCT de 64 cortes en la arteria descendente anterior.

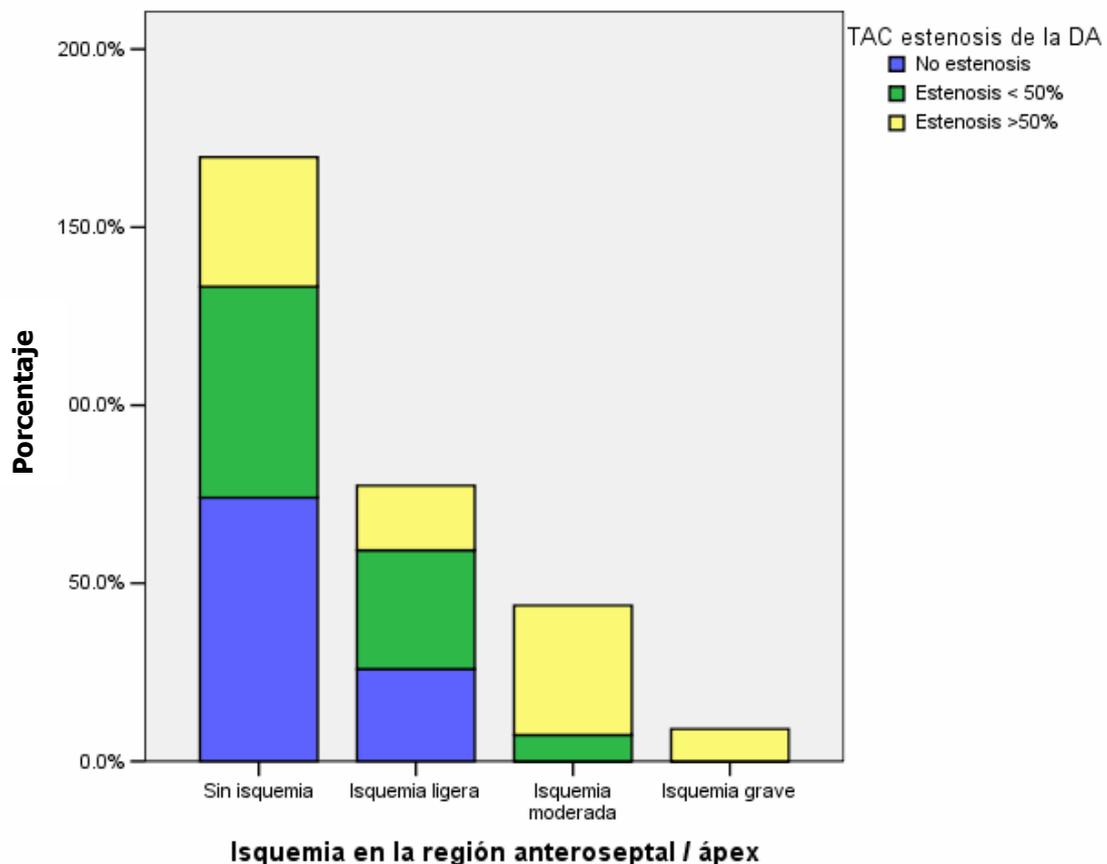


Figura 16. Relación entre los diferentes grados de isquemia reconocidos por SPECT y la estenosis significativa o no significativa encontrada por MSCT de 64 cortes en la arteria circunfleja.

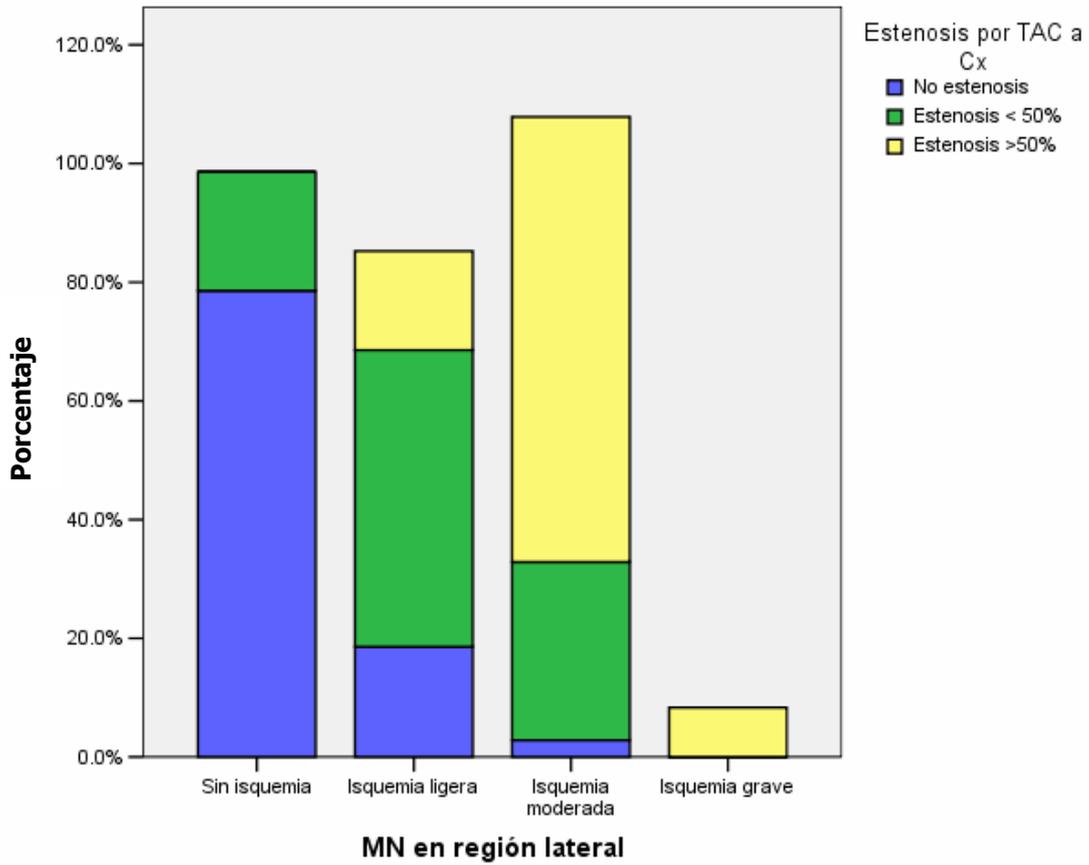
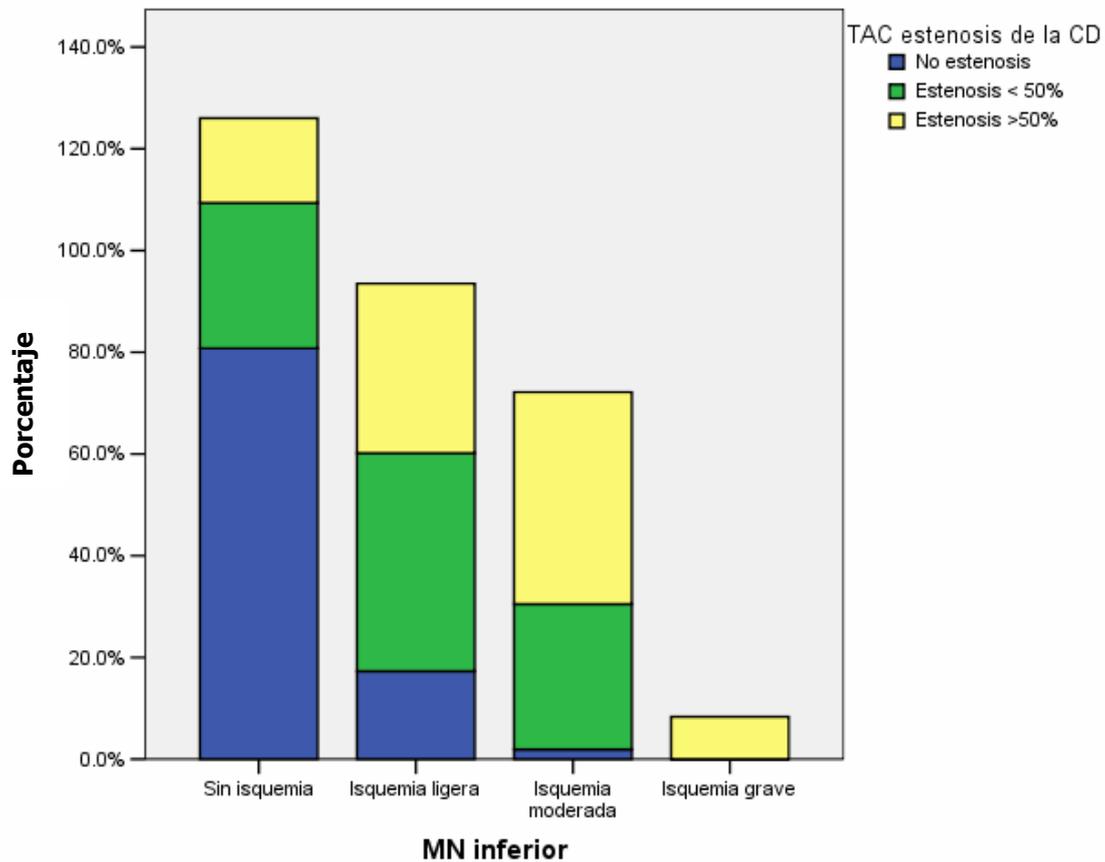


Figura 17. Relación entre los diferentes grados de isquemia reconocidos por SPECT y la estenosis significativa o no significativa encontrada por MSCT de 64 cortes en la arteria coronaria derecha.



De las 368 arterias coronarias que analizamos, 259 (70.3%) no tenían evidencia de estenosis, 73 (19.8%) tenían estenosis no significativa y 36 (9.7%) estenosis significativa. La mayor parte de las estenosis no significativas se encontraban en la arteria CD y la mayoría de las lesiones significativas se encontraron tanto en la CD como en la Cx (Tabla 18).

Tabla 18. Distribución de lesiones coronarias detectadas por MSCT de 64 cortes en las diferentes arterias coronarias.

Arterias	SIN ESTENOSIS CORONARIA	ESTENOSIS CORONARIA NO SIGNIFICATIVA (<50%)	ESTENOSIS SIGNIFICATIVA (>50%)
N = 368			
Tronco	82 (31.6%)	8 (10.9%)	2 (5.5%)
DA	55 (21.2%)	27 (36.9%)	10 (27.7%)
Cx	70 (27%)	10 (13.7%)	12 (33.3%)
CD	52 (20%)	28 (38.3%)	12 (33.3%)
TOTAL	259 (100%)	73 (100%)	36 (100%)

La perfusión miocárdica por SPECT se realizó en 1, 564 segmentos de acuerdo a la clasificación de los 17 segmentos de la AHA. Para correlacionar la perfusión miocárdica con su respectiva arteria coronaria las agrupamos por territorios: DA para el segmento anterior, apical y septal; Cx para el segmento lateral y CD para el segmento inferior. Se encontró isquemia en el 27.1% de los pacientes. A pesar de que el segmento lateral fue el que mas se relacionó con defectos de perfusión 23%, los segmentos asociados con la arteria DA, anteroseptal y con la CD, el segmento inferior se relacionaron con defectos de perfusión en el 21.9% y 21.4% respectivamente (Tabla 19).

Se encontraron 25 (27.1%) segmentos con defectos de perfusión, 9.3% con isquemia ligera, 4.8% con isquemia moderada y 1 % con isquemia severa. Todos los grados de isquemia predominaron en el grupo de estenosis no significativa 10.8%. Sólo el 1% de los pacientes con estenosis significativa tuvieron isquemia severa y el 2.6% tuvieron isquemia leve y moderada (Tabla 19).

Presencia y tipo de estenosis	Coronarias con estenosis (100%)				Segmentos con isquemia (100%)			Severidad de la isquémica (100%)		
	Tronco	DA	Cx	CD	Antero-Septal	Lateral	Inf	Leve	Mod	Sev
Significativa 21(45.6%)	-	2.9%	3.2%	3.2%	2.4%	3.8%	3.5%	1.3%	1.3%	1%
No significativa 25(54.3%)	0.3%	7.3%	2.7%	7.6%	2.7%	3.8%	4.3%	2.9%	0.54%	0%
Sin estenosis 46 (50%)	24.7%	14.6%	19%	14.1%	16.3%	15.4%	14.1%	5.1%	2.9%	0%
TOTAL	24.7%	24.8%	24.9%	24.9%	21.4%	23%	21.9%	9.3%	4.8%	1%

Tabla 19. Correlación entre la estenosis coronaria por arteria, segmento afectado y severidad de la isquemia. Tronco, DA, Cx, CD = anterseptal, lateral e inferior respectivamente.

De acuerdo a los resultados, hubo 46 pacientes con cualquier tipo de estenosis, 21 con estenosis significativa y de estos pacientes, 20 tenían algún grado de isquemia y solo 3 pacientes tuvieron isquemia severa. De los 25 pacientes que no tuvieron estenosis significativa, 9 tuvieron algún grado de isquemia (Tabla 18).

Pacientes con estenosis N = 46	Grado de isquémica			
	Sin isquemia	Leve	Mod	Sev
Significant N= 21	1	13	4	3
Non significant N = 25	16	7	2	0
TOTAL	1	9	5	9

Table 18. Correlación entre la estenosis coronaria y la severidad de la isquémica.

VII. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.

Este estudio se realizó con una cohorte de pacientes que acudieron al Instituto Nacional de Cardiología para estudio ante la sospecha de EAC, debido a este hecho la población en estudio ya cuenta con un sesgo de referencia ya que todos los pacientes se encuentran en un hospital de tercer nivel con especialidad en cardiología, esto podría afectar el hecho de poder extrapolar nuestros resultados a la población general, pero los resultados que deseamos conocer están enfocados a la población con riesgo para EAC que se encuentran en su mayoría en centros de concentración de tercer nivel.

La mayoría de estos pacientes se encontraban en riesgo bajo a intermedio para EAC, esto podría causar un sesgo de concentración en el que los resultados se encuentran favorecidos ante la falta de EAC de los pacientes. En nuestro estudio 46 (50%) pacientes presentaron estudio de perfusión miocárdica normal y sólo dos de ellos tenían isquemia ligera.

Otra limitación de nuestro estudio es el tamaño de la muestra ya que debido a que el tomógrafo de 64 cortes se empezó a utilizar desde marzo del 2006 existen mayor número de pacientes que cuentan con criterios de inclusión, pero debido a falta de interpretación de algunas tomografías tuvimos que desechar algunos pacientes. A pesar de que el número de muestra (N) calculada para este estudio en base a la prevalencia de la EAC en el Instituto y en otros estudios reportados fue menor a nuestra N, podríamos aumentar el tamaño de la muestra para incluir pacientes de diferentes riesgos para enfermedad arterial coronaria.

VIII. DISCUSIÓN

La evaluación del impacto funcional de la estenosis coronaria valorada por MSCT e 64 cortes es de gran importancia debido a que se está convirtiendo en una herramienta indispensable para decidir la terapéutica invasiva o no invasiva.

En nuestro estudio con 92 pacientes distribuimos los factores de riesgo mas importantes asociados a EAC y encontramos que por regresión logística los factores de riesgo mas asociados a EAC fueron hipertensión arterial sistémica ($p=0.05$) e infarto antiguo ($p=0.05$).

Los resultados de este estudio demuestran que existe una buena correlación entre la MSCT de 64 cortes y la perfusión miocárdica valorada por SPECT. Un estudio con MSCT de 64 cortes anormal frecuentemente resulta en un estudio de perfusión anormal; sin embargo solo en un paciente resultó en un estudio de perfusión normal, esto pudo deberse a que el estudio fue un falso positivo. En este estudio, de los 92 pacientes estudiados, 21 (22.8%) tenían EAC obstructiva y 20 (95% de los 21 pacientes) tenían algún grado de isquemia. Por otro lado, esto también implica que un estudio de perfusión miocárdica normal no puede garantizar la ausencia de aterosclerosis considerable como lo describió Joanne D. Schuijf. En este estudio, de los 92 pacientes que analizamos, 46 pacientes no tenían evidencia de EAC por MSCT de 64 cortes y 44 de estos tampoco tenían algún grado de isquemia por SPECT, solo dos de ellos tuvieron isquemia

ligera. Esto difiere de lo encontrado en el estudio que realizó Schuijf y obtuvimos una buena correlación para detectar EAC y defectos de perfusión con un coeficiente de Spearman de 0.98 ($p=0.001$), el valor predictivo negativo fue del 94%, valor predictivo positivo 69%, sensibilidad 95% y especificidad del 64%. La sensibilidad para detectar EAC fue muy alta 95%, sin embargo la especificidad fue baja 64% y el valor predictivo positivo también 69%. La especificidad y el valor predictivo positivo quizás fueron bajos debido a que de los 46 pacientes con MSCT de 64 cortes positiva, 29 (63%) tuvieron algún grado de isquemia y 17 (36.9%) no presentaron isquemia, esto se pudo deber a que nosotros definimos MSCT de 64 cortes positiva a la presencia inclusive de una placa no calcificada pequeña y en el 100% de los casos este tipo de placa no permite evidenciar isquemia en la SPECT.

La sensibilidad del SPECT para detectar EAC fue baja, 63%, la especificidad fue del 95%, el VPP de 93% y el VPN de 72%. El estudio puede ser normal ante la presencia de EAC detectada por MSCT de 64 cortes. Con esto comprobamos que la MSCT de 64 cortes es capaz de detectar EAC antes de que se manifiesten defectos de perfusión o sea detecta placas no calcificadas muy pequeñas inclusive antes de que aparezcan anomalías de perfusión.

La discrepancia entre la MSCT de 64 cortes y el SPECT había sido expuesta previamente en el estudio preliminar entre Hacker y colaboradores³⁰. En una población pequeña, heterogénea, los autores observaron consecuencias hemodinámicas en la perfusión miocárdica por SPECT en solo 23 de 43

pacientes (53%) con estenosis significativas por MSCT. Observaciones similares se han obtenido al comparar imagen funcional con angiografía coronaria convencional. En particular, lesiones con estenosis de grado intermedio (40-70% de estrechez luminal) son problemáticas y pueden mostrar una gran variabilidad de relevancia hemodinámica. Heller y colegas evaluaron la prevalencia de perfusión miocárdica anormal en lesiones intermedias con promedio de $59\% \pm 12\%$ de estrechez luminal en la coronariografía convencional. Ellos encontraron isquemia en 48% de las lesiones estudiadas. Es importante recalcar que una MSCT de 64 cortes anormal no necesariamente implica la presencia de perfusión anormal. Por ejemplo en nuestro estudio, de los 21 pacientes que tenían obstrucción significativa por MSCT de 64 cortes, 20 (95%) tenían algún grado de isquemia y 1 no tuvo isquemia, esto se explica por que analizando el resultado del SPECT quizás podrá ser un falso positivo por error de interpretación. También cabe mencionar que en nuestro estudio la definición de SPECT positiva incluyó a los pacientes que tenían infarto a pesar de que no existiera isquemia residual; de los pacientes con estenosis significativa por MSCT de 64 cortes, 6 tuvieron infarto transmural y 7 tenían infarto no transmural, ambos sin isquemia residual.

Frecuentemente, las lesiones detectadas pueden ser no limitadas en flujo y el estudio funcional resulta esencial para determinar las consecuencias hemodinámicas de las anomalías detectadas por MSCT.

La observación de que la MSCT detecta aterosclerosis antes de que la perfusión se vea comprometida también tiene implicaciones, ya que la MSCT de 64 cortes permite la detección de EAC en estadios mas tempranos comparada con el SPECT. A pesar de que MSCT de 64 normal se asocia a un estudio de perfusión miocárdica por SPECT normal, se ha visto que un SPECT normal se asocia únicamente en el 48% de los sujetos a una MSCT normal. Además EAC significativa se detectó en 26% de los sujetos, indicando que la prueba funcional no puede excluir la presencia de EAC. Sin embargo en nuestros resultados logramos observar un excelente VPN para la MSCT de 64 cortes en relación a que la detección de EAC obstructiva y SPECT anormal, ya que en el 95.6% de los pacientes sin evidencia de EAC por MSCT de 64 cortes no se detectó algún grado de defecto en la perfusión por SPECT. Nosotros encontramos una buena correlación de los dos estudios en pacientes sin evidencia de EAC. Correlación de Spearman de 0.69 con $p = 0.01$. Estudios previos que correlacionaron la perfusión miocárdica con el Score de calcio como marcador de aterosclerosis demostraron falta de correlación entre estos dos estudios incluso cuando uno de ellos era negativo; quizás esto se debió a que en nuestra población de estudio predominaron los pacientes con EAC de riesgo bajo a intermedio en los que la mayoría tuvieron MSCT de 64 cortes negativa y SPECT negativa. Berman y colegas estudiaron 1195 pacientes sin EAC conocida y encontraron calcificaciones coronarias extensas en una considerable proporción de pacientes con perfusión miocárdica normal ⁴⁸ .

Estas observaciones indican un importante cambio en el paradigma de la definición y diagnóstico de EAC. Con la reciente disponibilidad de una técnica de imagen no invasiva como la MSCT de 64 cortes, la visualización de aterosclerosis es posible, además con otra técnica no invasiva que evalúa función, como el SPECT es posible conocer la isquemia inducible por la aterosclerosis en etapas tempranas de la EAC. Como resultado, los algoritmos de diagnóstico en la clínica de pacientes con sospecha de EAC probablemente cambiarán. La MSCT de 64 cortes puede ser utilizada como estudio de primera línea cuando se requiere un estudio de imagen que valore anatomía coronaria. Debido a que detectar arterias coronarias normales por MSCT de 64 cortes excluye con alta certeza EAC, los pacientes con SPECT normal pueden ser valorados posteriormente en la consulta externa, con la seguridad de que no existe riesgo de eventos cardiovasculares mayores, además este tipo de pacientes no requieren la realización de otros estudios para determinar el manejo. En el contexto de una perfusión miocárdica normal como el SPECT, el paciente puede tener EAC pero sin compromiso funcional. En estos pacientes la prevención secundaria exige tratamiento médico agresivo y modificación de los factores de riesgo en combinación con un monitoreo estrecho. Si se determina la presencia de isquemia por SPECT, el paciente puede referirse para la realización de una coronariografía diagnóstica y probable revascularización. Sin embargo los beneficios y costo-efectividad de esta estrategia no se han determinado. Con este estudio logramos demostrar que en pacientes de riesgo bajo a intermedio que fue la mayoría de los pacientes que estudiamos vale la pena realizar al menos dos métodos diagnósticos no invasivos debido a que los

dos son complementarios, uno evalúa anatomía coronaria y otro función cardiaca con el objetivo de determinar el manejo subsiguiente del paciente en riesgo de EAC. Estos estudios guardan una muy buena correlación y nos podrán ayudar a establecer el algoritmo de manejo del paciente en riesgo. Además si el estudio de SPECT y MSCT de 64 son negativos, el valor predictivo negativo de ambos estudios es del 94% con especificidad del 95% para descartar EAC.

Una observación secundaria es el hecho de que en los pacientes con probabilidad preprueba para EAC baja e intermedia, la MSCT de 64 cortes es una técnica exacta para detectar la presencia de EAC significativa. Esto lo podemos concluir ya que en nuestro estudio la mayoría de la población estudiada se encontraba en riesgo bajo a intermedio. Esta es una importante observación ya que solo existen limitados estudios para esta población. En contraste, la mayoría de los datos se obtienen de poblaciones con probabilidad preprueba para EAC alta, ya que estos estudios se realizan en pacientes que se trasladaron para realización de coronariografía convencional.

VIII. CONCLUSIONES.

De los 92 pacientes que estudiamos, la mayoría se encontraban dentro de la categoría de riesgo bajo a intermedio para EAC (86%); los factores de riesgo más importantes asociados a EAC fueron la hipertensión arterial sistémica ($p=0.05$) y la evidencia de infarto antiguo ($p=0.047$).

La MSCT de 64 cortes tuvo alta sensibilidad (95%) para reconocer lesiones coronarias obstructivas (>50%) causantes de defectos de perfusión por SPECT, ya que solo un paciente tuvo discrepancia en el resultado de los dos estudios, con MSCT de 64 cortes anormal y estudio de perfusión normal; esto pudo deberse a un error de interpretación en el SPECT.

La observación de que la MSCT de 64 cortes detecta aterosclerosis antes de que la perfusión se vea comprometida implica que la MSCT permite diagnosticar EAC en estadios más tempranos comparada con el SPECT. Esto ayudará al clínico a iniciar en excelente tiempo la prevención primaria, debido a que ésta tiene el mejor impacto en la supervivencia libre de eventos cardiovasculares de los pacientes.

De los 46 (50%) pacientes a los que la MSCT de 64 cortes no les encontró EAC, 44 (95.6%) tuvieron un SPECT negativo y 2 (4.4%) un SPECT positivo, esto implica que encontrar una MSCT de 64 cortes negativa, se asocia a un SPECT negativo en el 95.6% de los pacientes, lo que excluye con alta certeza la

posibilidad de EAC en estos pacientes (valor predictivo negativo de VPN=94%). El VPN puede hacer que la MSCT de 64 cortes tenga aplicación clínica útil en pacientes que son considerados como candidatos para coronariografía debido a que se encuentran sintomáticos, pero tienen riesgo intermedio para EAC, ya que si la MSCT muestra arterias coronarias normales, la coronariografía no será necesaria.

El SPECT como único estudio mostró menor correlación con la MSCT de 64 cortes para encontrar defectos de perfusión causados por EAC obstructiva, debido a que en los 46 (50%) pacientes con EAC obstructiva, el SPECT resultó positivo en 29 (63%) y negativo en 17 (36.9%); esto implica que un solo estudio de perfusión miocárdica normal, no puede garantizar la ausencia de aterosclerosis coronaria.

El punto que mostró mayor discrepancia entre los dos métodos fueron las lesiones que la MSCT de 64 cortes reporta con estenosis no significativa (< 50%), ya que estas lesiones pueden tener gran variabilidad en cuanto a la presencia en el SPECT de defectos de perfusión. En nuestro estudio observamos que de los 25 pacientes con lesiones coronarias no significativas, 9 (36%) tuvieron isquemia por SPECT y 16 (64%) tuvieron un estudio de SPECT normal, esto se debe a que las lesiones que no tuvieron isquemia por SPECT son tan pequeñas o se trata de placas no calcificadas que todavía no llegan a causar isquemia.

Una MSCT de 64 cortes anormal no necesariamente implica la presencia de perfusión anormal, pero en caso de que la MSCT de 64 cortes sea positiva para EAC obstructiva y el SPECT sea positivo también, el paciente deberá referirse para la realización de un estudio invasivo como la coronariografía para precisar si dichas lesiones pueden ser susceptibles de revascularización.

Con este estudio proponemos un cambio en el paradigma del diagnóstico y tratamiento de la EAC en pacientes con riesgo bajo a intermedio. Sugerimos que ambos métodos diagnósticos no invasivos son útiles como estudios complementarios en la valoración del paciente con sospecha de EAC y que la evidencia de isquemia por SPECT dará la pauta para reconocer a los pacientes que deberán ser llevados a coronariografía.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Mahnken AH, Muhlenbruch G, Gunther RW, Wildberger JE. Comparison between (99m)Tc-MIBI myocardial perfusion SPECT and multi-slice computed tomography for identifying and assessing coronary artery disease. [Hell J Nucl Med](#). 2004 Jan-Apr;7(1):48-51.
2. Principales causas de mortalidad general, 2005. Base de datos de defunciones INEGI/Secretaría de Salud. Dirección General de Información en Salud. CONAPO, 2002. Proyecciones de la Población de México, 2000 – 2050.
3. Marcelo F. Di Carli, MD; Rory Hachamovitch, MD, MSc. New Technology for Noninvasive Evaluation of Coronary Artery Disease. *Circulation*. 2007;115;1464-1480.
4. Zipes Douglas MD, Libby Peter MD, Bonow O. Robert MD, Braunwald Eugene MD. Braunwald Tratado de cardiología. 7a Ed. 2006: 287-333.
5. Klocke FJ, Baird MG, Bateman TM, et al. ACC/AHA/ASNC guidelines for the clinical use of cardiac radionuclide imaging: A report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASNC Committee to Revise the 1995 Guidelines for the Clinical Use of Radionuclide Imaging. 2003. American College of Cardiology/Web/Site. Available [http://www. acc.org/clinical/guidelines/radio/rni_fulltext.pdf](http://www.acc.org/clinical/guidelines/radio/rni_fulltext.pdf)
6. Bonow R, Bacharach S, Green M, Beckert D, Danie M, Moy T: Prognostic implications symptomatic versus asymptomatic patients with angiographically document coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1987; 60: 778-783.
7. Brown K: Management of unstable angina: The role of noninvasive risk stratification. *J Nucl Cardiol* 1997; 4: S164-168.
8. Marmur JD, Freeman MR, Langer D: Prognosis in medically stabilized unstable angina: Early Holter ST segment monitoring compared with predischage exercise thallium tomography. *Ann Int Med* 1990; 113: 575.
9. Smanio PE, Watson DD, Segalla DL, Vinson EL, Smith WH, Beller GA. Value of gating of technetium-99m sestamibi single-photon emission computed tomographic imaging *J Am Coll Cardiol* 1997;30:1687-1692

10. Underwood SR, Anagnostopoulos C, Cerqueira M, et al. Myocardial perfusion scintigraphy: the evidence. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2004;31:261–91.
11. Alexanderson Erick, Ricalde Alejandro, Meave Aloha. Viabilidad miocárdica, su importancia en la decisión terapéutica. *Arch Cardiol Mex* 2005; 75:13-22.
12. Shaw LJ, Hachamovitch R, Berman DS, Marwick TH, Lauer MS, et. al: The economic consequences of available diagnostic and prognostic strategies for the evaluation of stable angina patients: an observational assessment of the value of precatheterization ischemia. *J Am Coll Cardiol* 1999; 33: 661-669.
13. Hachamovitch R: Cost effectiveness in nuclear cardiology. Presented at 4th International Conference of Nuclear Cardiology. Atenas, Grecia 1999. www.asnc.org.
14. Enrique Vallejo Venegas. Optimización de los recursos en cardiología nuclear. *Arch Cardiol Mex*. 2003; 73 : S150-S152
15. Erick Alexanderson, Granados Nuria, Gómez-Martín Diana, Ricalde Alejandro, Meave Aloha. Evaluación de enfermedad arterial coronaria con imágenes de perfusión miocárdica en mujeres. *Arch Cardiol. Mex* 2005; 75: 35-41.
16. Deedwania P, Carbajal E: Silent myocardial ischemia. A Clinical perspective. *Arch Intern Med* 1991; 151: 2373 2382.
17. Almeda F, Thomas K, Sndeeep J: Silent Myocardial Ischemia: Concepts and Controversies. *Am J Med* 2004; 116: 112-118.
18. Miranda C, Lechman K, Lachterman B, Jackson W, Danie M, Richardson L: Comparison of silent and symptomatic ischemia during exercise testing in men. *Ann Intern Med* 1991; 114: 649-656.
19. Deedwania P: Asymptomatic ischemia during predischarge: Holter monitoring predicts poor prognosis in the post-infarction period. *Am J Cardiol* 1993; 71: 859-861.
20. Weiner D, Ryan T, Mccbe J: Significance of silent myocardial ischemia during exercise testing in patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1987; 59: 725-729.
21. Brown K: Management of unstable angina: The role of noninvasive risk stratification. *J Nucl Cardiol* 1997; 4: S164-168. 19.

22. Marmur JD, Freeman MR, Langer D: Prognosis in medically stabilized unstable angina: Early Holter ST segment monitoring compared with predischARGE exercise thallium tomography. *Ann Int Med* 1990; 113: 575.
23. Leschka S, Alkadhi H, Plass A, Desbiolles L, Grunenfelder J, Marincek B, et al. Accuracy of MSCT coronary angiography with 64-slice technology: first experience. *Eur Heart J* 2005;26:1482-7.
24. Raff GL, Gallagher MJ, O'Neill WW, Goldstein JA. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography using 64-slice spiral computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2005;46:552-7.
25. Pugliese F, Mollet NR, Runza G, van Mieghem C, Meijboom WB, Malagutti P, et al. Diagnostic accuracy of non-invasive 64-slice CT coronary angiography in patients with stable angina pectoris. *Eur Radiol* 2006;16:575-82.
26. Ehara M, Surmely JF, Kawai M, Katoh O, Matsubara T, Terashima M, et al. Diagnostic accuracy of 64-slice computed tomography for detecting angiographically significant coronary artery stenosis in an unselected consecutive patient population: comparison with conventional invasive angiography. *Circulation* 2006;70:564-71.
27. Fine JJ, Hopkins CB, Ruff N, Newton FC. Comparison of accuracy of 64-slice cardiovascular computed tomography with coronary angiography in patients with suspected coronary artery disease. *Am J Cardiol* 2006;97:173-4.
28. Schuijf JD, Pundziute G, Jukema JW, Lamb HJ, van der Hoeven BL, de Roos A, et al. Diagnostic accuracy of 64-slice multislice computed tomography in the noninvasive evaluation of significant coronary artery disease. *Am J Cardiol* 2006;98:145-8.
29. Shaw LJ, Hachamovitch R, Berman DS, Marwick. Bar Harbor meeting 2000, American Society of Nuclear Cardiology. *J Nucl Cardiol* 2001; 8: 224-316.
30. R. Hachamovitch, S.W. Hayes, J.D. Friedman, I. Cohen and D.S.Berman, Identification of a threshold of inducible ischemia associated with a short-term survival benefit with revascularization compared to medical therapy in patients with no prior coronary artery disease undergoing stress myocardial perfusion SPECT, *Circulation* 107 (2003),pp. 2899-2906.

31. Hacker M, Jakobs T, Hack N, et al. Sixty-four slice spiral CT angiography does not predict the functional relevance of coronary artery stenoses in patients with stable angina. *Eur J. Nucl Med Mol Imaging*. 2007; 34: 4-10.
32. M. Di Carli, J. Czernin, C.K.Hoh, V.H. Gerbaudo, R.C Brunken and S.C Huang et al. Relation among stenosis severity, myocardial blood flow, and flow reserve in patients with coronary artery disease. *Circulation* 1995; 91: 1944-1951.
33. N. G. Uren, J.A. Melin, B. De Bruyne, W. Wjins, T.Baudhuin and P.G. Camici. Relation between myocardial blood flow and the severity of coronary –artery stenosis. *N. Engl.J. Med* 1994; 330: 1782-1788.
34. J. A. Hoff, E.V Chomka, A.J. Krainik, M. Daviglius, S. Rich and G.T. Kondos. Age and gender distributions of coronary artery calcium detected by electron beam tomography in 35,246 adults. *Am. J.Cardiol.*2001; 87: 1335-1339.
35. J. A. Hoff, L Quinn, A.Sevrukov, R.B.Lipton, M. Davglus and D.B. Gardide et al. The prevalence of coronary artery calcium among diabetic individuals without known coronary artery disease. *J. Am Coll Cardiol* 2003; 41: 1008-1012.
36. K. Nieman, B.J. Rensing, R.J. van Geuns, J. Vos, P.M. Pattynama and G.P. Krestin et al. Non invasive coronary angiography with multislice spiral computed tomography impact of heart rate. *Heart*. 2002; 88: 470-474.
37. N. G. Uren, J.A. Melin, B. De Bruyne, W. Wjins, T.Baudhuin and P.G. Camici. Relation between myocardial blood flow and the severity of coronary artery stenosis. *N. Engl.J. Med* 1994; 330: 1782-1788.
38. Hacker M, Jakobs T, Matthiesen F, Vollmar C, Nikolaou K, Becker C, Knez A, Pfluger T, Reiser M, Hahn K, Tiling R. Comparison of spiral multidetector CT angiography and myocardial perfusion imaging in the noninvasive detection of functionally relevant coronary artery lesions: first clinical experiences. *J Nucl Med*. 2005 Aug;46(8):1294-300
39. Hacker M, Jakobs T, Hack N, et al. Sixty-four slice spiral CT angiography does not predict the functional relevance of coronary artery stenoses in patients with stable angina. *Eur J. Nucl Med Mol Imaging*. 2007; 34: 4-10.
40. J.D. Schuijf, J.J. Bax, E.E. van der Wall. Anatomical and functional imaging techniques: basically similar or fundamentally different? *Netherlands Heart Journal*, 2007; 15 (2): 43-44.

41. Schuijf JD, Wijns W, Jukema W, et. al. Relationship between noninvasive coronary angiography with multislice computed tomography and myocardial perfusion imaging. *J. Am Coll Cardiol*, 2006; 48 (12): 2508-2514.
42. Gibbons RJ, Balady GJ, Bricker JT, et al.: ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: Summary article. A report of the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (comité to update the 1997. Exercise Testing Guidelines). *Circulation* 106: 1883; 2002.
43. Cerqueira M, Weissman N, Dilsizian V, Jacobs A, Kaul S, Laskey W, et. al. Standardized myocardial segmentation nomenclature for tomographic imaging of the heart. A statement for healthcare professionals from the Cardiac Image Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association. *Circulation* 2002; 105: 539-542.
44. Ropers D, Baum U, Pohle K, et al. Detection of coronary artery stenoses with thin-slice multi-detector row-spiral computed tomography and multiplanar reconstruction. *Circulation* 2003; 107: 664-666.
45. Ferencik M, Moselewski F, Ropers D, et al. Quantitative parameters of image quality in multidetector spiral computed tomographic coronary imaging with submillimeter collimation. *Am J Cardiol* 2003; 92: 1257-1262.
46. Leber AW, Knez A, von Ziegler F, et al. Quantification of obstructive and nonobstructive coronary lesions by 64-slice computed tomography: a comparative study with quantitative coronary angiography and intravascular ultrasound. *J Am Coll Cardiol* 2005; 46: 147-154.
47. Hoffman U, Ferencik M, Cury R, Pena AJ. Coronary CT angiography. *J Nucl Med* 2006; 47: 797-806.
48. Hoffmann U, Moselewski F, Cury RC, et al. Predictive value of 16-slice multidetector spiral computed tomography to detect significant obstructive coronary artery disease in patients at high risk for coronary disease. Patient versus segment-based analysis. *Circulation* 2004; 110: 2638-43.
49. Ropers D, Rixe J, Anders K, et al. Usefulness of multidetector row computed tomography with 64 x 0.6 mm collimation and 330-ms rotation for the noninvasive detection of significant coronary artery stenoses. *Am J Cardiol* 2006; 97: 343-8.
50. Cordeiro MA, Miller JM, Schmidt A, et al. Non-invasive half millimetre 32 detector row computed tomography angiography accurately excludes significant stenoses in patients with advanced coronary artery disease and high calcium scores. *Heart* 2006; 92: 589-97.

51. Schuijf JD, Pundziute G, Jukema JW, Lamb HJ, van der Hoeven BL, de Roos A, et al. Diagnostic accuracy of 64-slice multislice computed tomography in the noninvasive evaluation of significant coronary artery disease. *Am J Cardiol* 2006;98:145-8.

52. Schuijf, Joanne D, Wijns William, Wouter Jukema, DeCramer Isabel, Douwe E. Atsma, Albert de Roos, et al. A comparative regional analysis of coronary atherosclerosis and calcium score on Multislice CT versus Myocardial Perfusion on SPECT. *J. Nucl.Med* 2006; 47: 1749-1755