



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE  
MEXICO**

---

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**HOSPITAL JUAREZ DE MEXICO**

***CORRELACIÓN ENTRE LA SEVERIDAD DE  
LESIONES POR ANGIOTOMOGRAFÍA  
CORONARIA Y GRADO DE ISQUEMIA  
VALORADO POR MEDICINA NUCLEAR***

PRESENTA

**DR. ÁNGEL GIANCARLO NÁJERA ALBARRÁN**

**TESIS DE POSGRADO**

PARA OBTENER EL TITULO DE

**ESPECIALISTA EN  
CARDIOLOGÍA**

DR. LEOBARDO VALLE MOLINA  
ASESOR DE TESIS

DR. ISMAEL HERNANDEZ SANTAMARÍA  
TITULAR DEL CURSO DE CARDIOLOGIA



CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX. 2017



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.

**HOJA DE FIRMA**

TITULAR DE ENSEÑANZA  
Dr. Manuel Conde Mercado

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE CARDIOLOGIA  
Dr. Ismael Hernández Santamaría

ASESOR  
Dr. Leobardo Valle Molina

## DEDICATORIA

*“Si quieres un cambio verdadero, camina distinto”*

A mis padres que son las personas más nobles, dedicadas, caritativas y desinteresadas que he conocido, los que me enseñaron los valores que forman mi ser y son los guías de este camino y todos mis caminos, los que me han dado tanto sin pedir nada a cambio, y a los que espero compensar, aunque sea un poco, todo lo que han hecho por mí.

A mis hermanos que han sabido soportar mis ausencias sin jamás abandonarme y apoyarme con su presencia.

A mi tío Enrique Nájera el cual, muy a su forma de ser, me enseñó el gran camino de la medicina y supo fomentar mi interés y ánimo durante todos estos años, en ocasiones sin decir palabra alguna.

A mis amigos y compañero que son la segunda familia de mi vida, a todos aquellos con los que compartí experiencias, vivencias en el hospital pero sobre todo tuve el gusto de caminar lado a lado estos 6 años de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A todas aquellas personas que de una manera u otra, fueron parte de mi camino por pequeños o grandes pasos. (Pacientes, colegas, amigos, personal del hospital)

Al Dr. Alfredo Tanaka por confiar en mí y apoyarme así como al Dr. Ismael Hernández por darme la oportunidad de cumplir una meta más y sobre todo la confianza.

A los maestros que encontré durante mi desarrollo en especial al Dr. Leobardo Valle, Dr. Eduardo Uruchurtu, Dr. Luis López y Dra. Leticia Castellanos, por sus enseñanzas, paciencia y amistad

A todos los adscritos que fueron mis maestros, en especial los del servicio de cardiología.

A esa persona especial, que sin quererlo ni buscarlo, nuestros caminos se unieron y desde entonces me ha apoyado como ninguna otra persona ∞.

Un especial agradecimiento a las personas con las que más conviví Jorge Velázquez, Carlos Alcocer, Eduardo Nájera, Dulce Rosas, Luis Benítez, Démian Lerma y todos que formaron parte de esta etapa de mí vida, de las cuales aprendí que siempre existirá alguien que te apoye y haga que sea menos pesado el camino.

Al hospital Juárez de México por ser por más de 6 años mi segundo hogar.

## CONTENIDO

I.	RESUMEN DE LA INVESTIGACION.....	1
II.	INTRODUCCION.....	2
III.	GENERALIDADES.....	3
IV.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
V.	JUSTIFICACION.....	20
VI.	OBJETIVOS.....	22
VII.	HIPOTESIS.....	23
VIII.	METODOLOGIA.....	24
IX.	RESULTADOS.....	27
X.	DISCUSION.....	30
XI.	CONCLUSIONES.....	32
XII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	33

## I. RESUMEN

**Introducción:** la correlación entre severidad de lesiones por angiotomografía y el grado de severidad por medicina nuclear ha sido valorada en pocas ocasiones pero con gran relación entre sí.

**Objetivo:** Determinar la correlación existente entre severidad de lesiones significativas de arterias coronarias y el grado de isquemia miocárdica valorado por medicina nuclear

**Material y métodos:** Estudio prospectivo, realizado en el Hospital Juárez de México del 1 de Octubre de 2016 al 30 de Junio de 2017. Fueron seleccionados pacientes con diagnóstico de cardiopatía isquémica crónica estable atendidos en la consulta de Cardiología a los cuales se le hubieran realizado angiotomografía coronaria y medicina nuclear. Un total de 40 pacientes han sido incluidos divididos en grupos de: ausencia de alteración, leve, moderado y severo, tanto por angiotomografía y medicina nuclear, así como variables como género, edad.

**Resultados:** Los parámetros de correlación utilizados fueron prueba de Spearman con presencia de significancia estadística con  $p < 0.0001$  englobando los tres grupos así como gráfico de regresión lineal.

**Conclusiones:** La severidad de las lesiones visualizadas por angiotomografía presenta una correlación significativa con el grado de isquemia visualizado por medicina nuclear. Por lo que se puede concluir que es un estudio con adecuada certeza a la hora de toma de decisiones ya que sirve para valorar la morfología y con esta evidencia, estimar su relación con la alteración fisiológica en el territorio afectado.

Los principales grupos en los cuales existe una mejor correlación son en los pacientes con severidad moderada y severa, lo del grupo de severidad leve la correlación es menor.

## II. INTRODUCCION

Uno de los campos clínicos que más cambios ha sufrido en los tiempos recientes es el de la cardiopatía isquémica, ya que los importantes avances que ha experimentado el conocimiento de su fisiopatología y diagnóstico, han llevado a una rápida evolución de los conceptos y paradigmas en los que se sustenta su entendimiento así como el gran avance de nuevas tecnologías no invasivas para valorar la anatomía coronaria y la fisiología miocárdica.

El gran énfasis en cuanto a realización de estudios clínicos para el mejor diagnóstico, estratificación, tratamiento deriva en la importancia que tiene dicha entidad a nivel de la salud mundial. Actualmente la primera causa de morbimortalidad en los países industrializados es debido a enfermedades cardiovasculares, por lo que es de vital importancia que el médico conozca todo tipo de herramientas para su diagnóstico y tratamiento oportuno.

Una de las principales preocupaciones del sistema de salud en nuestro país, es la falta de unidades capacitadas para atención integral de pacientes con patología cardiovascular y por ende la sobresaturación de las unidades con los recursos necesarios para el óptimo tratamiento. Es por eso que el diagnóstico precoz en un contexto isquémico estable debe de ser prioritario para así disminuir el riesgo de complicaciones o formación de eventos coronarios agudos.

### **III. GENERALIDADES**

#### **1. Concepto y clasificación**

El término síndrome coronario agudo fue introducido en 1985 por Fuster para diferenciar los eventos fisiopatológicos específicos que distinguen la angina inestable y el infarto agudo de miocardio (IAM) de la enfermedad coronaria estable<sup>1</sup>.

La definición de síndrome coronario agudo depende de las características específicas de cada elemento de la triada de la presentación clínica, incluyendo la historia de enfermedad coronaria cambios electrocardiográficos y marcadores cardíacos bioquímicos. Un síndrome coronario agudo puede ocurrir ocasionalmente en la ausencia de cambios electrocardiográficos o elevación de marcadores bioquímicos, cuando el diagnóstico es corroborado por la presencia previa de una enfermedad de la arteria coronaria documentada con investigaciones confirmatorias posteriores<sup>2</sup>.

En el año 2000, el primer grupo de trabajo global sobre IAM presentó una nueva definición de infarto de miocardio (IM), que implicaba que cualquier necrosis en el ámbito de la isquemia miocárdica debería calificarse de IM. El segundo grupo de trabajo global sobre el IM perfecciono aún más estos principios, lo que dio como resultado el documento de consenso sobre la definición universal de infarto de miocardio en 2007 que resaltaba los distintos trastornos que pueden desencadenar un IM. En el año 2012 la sociedad europea de cardiología publica la tercera definición de infarto, siendo esta la más actual donde se integra criterios clínicos, electrocardiográficos, laboratorio y gabinete (Cuadro 1)<sup>3</sup>.

## **Cuadro 1: Tercera definición universal de infarto**

### **Criterios de infarto agudo de miocardio**

El término IAM se debe utilizar cuando haya pruebas de necrosis miocárdica en un contexto clínico coherente con isquemia miocárdica aguda. En esas condiciones, cualquiera de los criterios siguientes cumple con el diagnóstico de IM:

- Detección de un aumento o descenso de los valores de biomarcadores cardíacos (preferiblemente Tn) con al menos un valor por encima del p99 del LRS y con al menos uno de los siguientes:
  - Síntomas de isquemia
  - Nuevos o supuestamente nuevos cambios significativos del segmento ST o nuevo BRIHH.
  - Aparición de ondas Q patológicas en el ECG.
  - Pruebas por imagen de nueva pérdida de miocardio viable o nuevas anomalías regionales en el movimiento de la pared.
  - Identificación de un trombo intracoronario en la angiografía o la autopsia.
- Muerte cardíaca con síntomas de isquemia miocárdica y supuestas nuevas alteraciones isquémicas en el ECG o nuevo BRIHH, pero que se produjo antes de determinar biomarcadores cardíacos o antes de que aumentasen los valores de estos.
- Se define arbitrariamente el IM relacionado con ICP por elevación de Tn ( $>5 \times p99$  de LRS) en pacientes con valores basales normales ( $\leq p99$  del LRS) o un aumento de los valores de Tn  $>20\%$  si los basales son elevados y estables o descendidos. Además, se necesita: a) síntomas de isquemia miocárdica; b) nuevos cambios isquémicos del ECG; c) hallazgos angiográficos coherentes con complicación del procedimiento, o d) demostración por imagen de nueva pérdida de miocardio viable o nuevas anomalías regionales en el movimiento de la pared.
- La trombosis del stent asociada a IM si se detecta en la angiografía coronaria o la autopsia en el contexto de isquemia miocárdica y con un aumento o descenso de los títulos de biomarcadores cardíacos con al menos un valor  $>p99$  del LRS.
- El IM relacionado con CABG se define arbitrariamente por la elevación de títulos de biomarcadores cardíacos ( $>10 \times p99$  del LRS) en pacientes con valores basales de Tn normales. Además, se debe considerar diagnóstico de IM: a) nuevas ondas Q patológicas o nuevo BRIHH; b) nuevo injerto documentado angiográficamente o nueva oclusión de la arteria coronaria nativa, o c) pruebas por imagen de una nueva pérdida de miocardio viable o nuevas anomalías regionales en el movimiento de la pared.

### **Criterios de IM previo**

Cualquiera de los siguientes se ajusta al diagnóstico de IM previo:

- Ondas Q patológicas con o sin síntomas en ausencia de causas no isquémicas.
- Prueba por imagen de una región con pérdida de miocardio viable adelgazada e incapaz de contraerse, en ausencia de una causa no isquémica.
- Hallazgos patológicos de IM previo.

Abreviaturas → IAM: infarto agudo de miocardio; IM: infarto del miocardio; BRIHH: bloqueo de rama izquierda del haz de His; ICP: intervención coronaria percutánea; Tn: troponina; p99: percentil 99; LRS: límite superior de referencia; CABG: cirugía de revascularización aortocoronaria.

## **2.2. CLASIFICACIÓN**

La estrategia terapéutica depende de la presentación electrocardiográfica inicial. Por ello, los síndromes coronarios agudos se clasifican según su presentación electrocardiográfica en dos grupos:

1. Con elevación del segmento ST
2. Sin elevación del segmento ST

Los síndromes coronarios agudos en los que se observa una elevación del segmento ST, y que son los que más riesgo precoz de muerte y complicaciones tienen, deben de recibir una terapéutica inmediata basada en algún tratamiento de reperfusión coronaria, bien con angioplastia primaria o fibrinólisis <sup>4</sup>.

Los pacientes que no presentan elevación del segmento ST, requieren una actitud clínica distinta, basada en la estratificación precoz del riesgo y una terapéutica sostenida en tres pilares, dos de ellos farmacológicos (tratamiento anti isquémico y anti trombótico) y otro no farmacológico (revascularización coronaria). Sin embargo el conocimiento de marcadores de riesgo así como estrategias diagnósticas y tratamiento ha avanzado espectacularmente lo que ha hecho compleja la decisión sobre las opciones terapéuticas. <sup>5</sup>

### **2.2.1. Clasificación clínica de infarto de miocardio**

Por el bien de las estrategias de tratamiento inmediatas, como la terapia de reperfusión, es práctica habitual atribuir IM a pacientes con molestias torácicas y otros síntomas isquémicos que sufren elevación del segmento ST y los que no sufren elevación del segmento ST, además de estas categorías el IM se clasifica en varios tipos, basados en diferencias patológicas, clínicas y pronósticas, junto con distintas estrategias de tratamiento

#### **I. Infarto de miocardio espontáneo (infarto tipo 1)**

Se trata en relación con rotura, ulceración, fisura o disección de una placa, con resultado de trombo intraluminal en una o más arterias coronarias, desencadenante de un menor flujo sanguíneo miocárdico

o embolia plaquetaria distal con posterior necrosis miocárdica. (Figura 1)

## **II. Infarto de miocardio secundario (Infarto tipo 2)**

En caso de lesión miocárdica con necrosis, en los que un trastorno distinto de enfermedad arterial coronaria contribuye a un desequilibrio entre el suministro y la demanda de oxígeno miocárdico. (Figura 1).

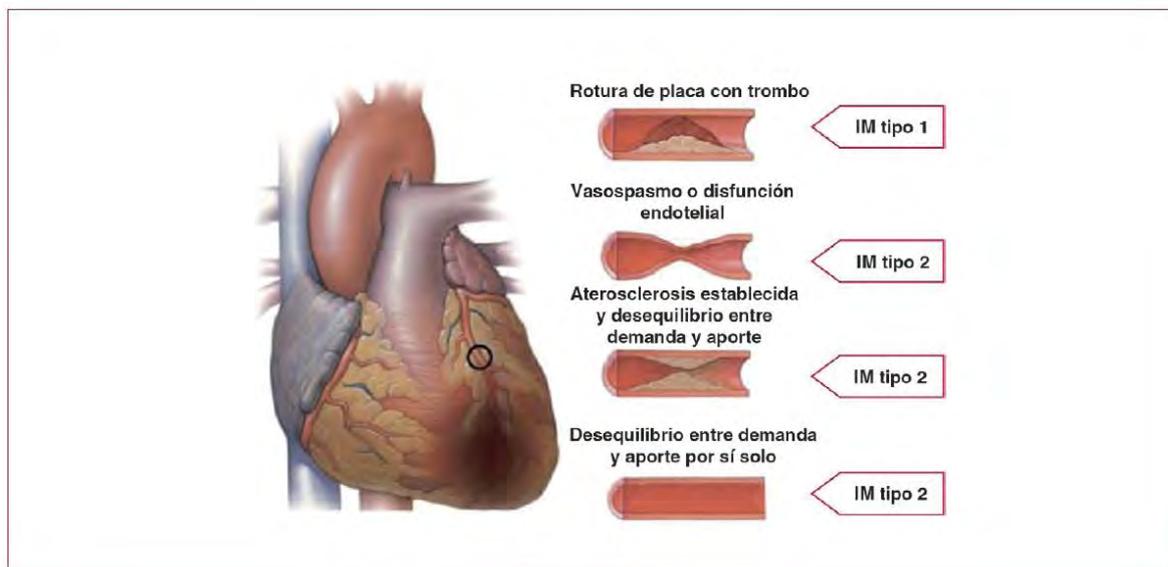
## **III. Muerte cardiaca debida a infarto de miocardio (Infarto tipo 3)**

Los pacientes que sufren muerte cardiaca, con síntomas que indican isquemia miocárdica acompañados de supuestas nuevas alteraciones isquémicas en el electrocardiograma o nuevo bloqueo de rama izquierda del haz de His (BRIHH), pero sin valores de biomarcadores disponibles constituye un grupo de diagnóstico complicado. Estos individuos pueden fallecer antes de que se pueda tomar muestras de sangre de biomarcadores o antes de poder identificar elevación de los mismos.

## **IV. Infarto de miocardio asociado a procedimientos de revascularización (Infarto tipo 4 y 5)**

El infarto o lesión miocárdica peri operatoria puede ocurrir en algunas fases de la instrumentación del corazón que se requiere durante los procedimientos de revascularización mecánicos, ya sea intervención coronaria percutánea (ICP) o cirugía de revascularización aortocoronaria (CABG). Siendo los primeros catalogados como infarto tipo 4 y a los segundos tipo 5).<sup>3</sup>

**Figura 1:** Diferenciación entre infarto de miocardio tipo 1 y 2 según el estado de las arterias coronarias.



## 2.3. EPIDEMIOLOGÍA

Los síndromes coronarios agudos son un problema mayor de salud pública en todo el mundo. En México, la transición epidemiológica y el aumento en la expectativa de vida incrementan la posibilidad de padecer enfermedades cardiovasculares, entre ellas el síndrome coronario agudo. Datos del INEGI, establecen a las enfermedades del corazón como la primer causa de mortalidad en la población general y en mayores de 65 años la cardiopatía isquémica representa el 26.3% de todas las causas de mortalidad.

Según la asociación americana del corazón 71.3 millones de personas sufrieron alguna forma de enfermedad cardiovascular en el 2003. Cuando se analizan las altas hospitalarias en el 2004 en estados Unidos 1, 565,000 correspondieron a síndromes coronarios agudos y de estas 896,000 a infarto agudo de miocardio y 669,000 a angina inestable.<sup>6</sup>

En el estudio RENASICA que se realizó en pacientes con diagnóstico de infarto agudo de miocardio en el 2002 concluyó que

la edad promedio de presentación fue de 53.2 años, donde el 29% de los participantes tenían más de 60 años de edad, el 34.8% correspondió a infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST, con un predominio del sexo masculino con el 78%.<sup>7</sup>

## **2.4. FISIOPATOLOGÍA**

La enfermedad coronaria implica alteraciones estructurales de la pared que llevan a la obstrucción de las arterias coronarias por placas ateroscleróticas que pueden producir una reducción del flujo sanguíneo con limitación en la capacidad de adaptación miocárdica ante el aumento de la demanda de oxígeno. Mientras que los síntomas de enfermedad coronaria crónica suelen deberse a un incremento en la demanda miocárdica de oxígeno en presencia de lesiones coronarias ateroscleróticas fijas, los síndromes isquémicos agudos por lo general se deben a lo que se denomina “accidente de placa”, es decir la disrupción de una placa aterosclerótica seguida de agregación plaquetaria y fenómenos trombótico con obstrucción de la luz del vaso. La mayoría de estos accidentes se inicia sobre “placas vulnerables”, lesiones que por su particular composición, rica en lípidos y con una delgada capa fibrosa, tienen un elevado riesgo de ruptura. Habitualmente se trata de lesiones que previamente no causan una significativa reducción de la luz del vaso, por lo que pueden no ser identificadas en la coronariografía.<sup>8</sup>

Los mecanismos involucrados en la disrupción de placa son las rupturas o fisuras, que se relacionan con fenómenos mecánicos de estrés en la unión de la capa fibrosa con la íntima adyacente normal, y las erosiones, que son secundarias a la acción de proteinasas secretadas por macrófagos que degradan enzimáticamente la capa fibrosa. Independientemente de cual sea el mecanismo que inicie el accidente de placa, el resultado es la exposición de la superficie

endotelial denudada a la sangre circulante. La interacción entre endotelio, centro lipídico, macrófagos, células musculares lisas y colágeno culmina con la activación y la agregación plaquetaria, con la generación de trombina y finalmente, con la formación de un trombo. Este, a su vez, facilita la producción de sustancias vasoconstrictoras que contribuyen a reducir el flujo arterial al generar vasoespasmo. De manera simultánea a los fenómenos descritos, se activan diversos mecanismos de inflamación que contribuyen a precipitar las complicaciones trombóticas de la enfermedad. De hecho, el concepto actual de aterosclerosis excede a la clásica concepción del depósito pasivo de lípidos en las paredes vasculares e implica la participación de la inflamación en todas las etapas del proceso aterosclerótico. El término “ateroinflamación” se refiere a diversos mecanismos inflamatorios que promueven tanto la iniciación y el desarrollo del ateroma como la activación del endotelio coronario. Cierta evidencia sustenta que la inflamación es un fenómeno difuso que ocurre a todo lo largo de la circulación coronaria, más allá del sitio de la lesión culpable, pudiendo incluso coexistir múltiples placas trombosadas, aun cuando solo una actúe como lesión culpable.<sup>7</sup>

## **2.5. DIAGNÓSTICO**

### **2.5.1. Manifestación clínica**

Las manifestaciones clínicas de los síndromes coronarios agudos dependen de la rapidez con que se obstruye el flujo coronario, de la duración de la hipoperfusión miocárdica, de la demanda miocárdica de oxígeno al momento de la obstrucción al flujo y del equilibrio de la respuesta trombótica-trombolítica a la disrupción de la placa.<sup>8</sup>

El *angor pectoris* se traduce literalmente como “estrangulamiento en el pecho”, William Heberden presentó una de las primeras

descripciones de la angina de pecho en 1768 en una lectura al Royal College of Physician. En esta describe los síntomas clásicos de la angina, así como el espectro de presentaciones, desde una angina de esfuerzo estable hasta la angina en reposo y el infarto de miocardio.

El síntoma más frecuente es la angina de pecho referida como un dolor o molestia opresiva o más raramente como ardor, de intensidad variable. La localización habitual es retro esternal, pudiendo irradiarse a todo el precordio, el epigastrio, la mandíbula y/o a los brazos, especialmente a la cara cubital del brazo izquierdo, o al dorso. Debe de tenerse en cuenta que en pacientes diabéticos, por la presencia de neuropatía, este síntoma puede ser muy vago o estar ausente.<sup>6</sup>

Otros síntomas y signos como disnea, diaforesis, náuseas, vómitos mareos o síncope, pueden asociarse al dolor precordial, o incluso presentarse en ausencia de dolor, lo que es frecuente en personas de edad avanzada, con diabetes mellitus y mujeres.<sup>1</sup>

### **2.5.2. Electrocardiograma**

El electrocardiograma es la piedra angular en el diagnóstico de los síndromes coronarios. Disponer de este recurso dentro de los diez minutos de la presentación del enfermo en el servicio de urgencias y dentro de los cinco minutos de iniciados los síntomas en pacientes internados. (Cuadro 2) En pacientes con electrocardiograma normal, alta sospecha de síndrome coronario agudo y persistencia sintomática, deben de realizarse electrocardiogramas seriados cada 15 a 30 minutos.<sup>4</sup>

**Cuadro 2:** Manifestaciones electrocardiográficas de isquemia miocárdica aguda (en ausencia de HVI y BRIHH)

---

**Elevación del ST**

---

Nueva elevación del ST en el punto J en dos derivaciones contiguas con los puntos de corte:  $\geq 0.1$  mV en todas las derivaciones menos en  $V_2$ - $V_3$ , en las que son de aplicación los puntos de cortes siguientes:  $\geq 0.2$  mV en varones de edad  $\geq 40$  años,  $\geq 0.25$  mV en varones menores de 40 años o  $\geq 0.15$  mV en mujeres

**Depresión del ST y cambios de la onda T**

Nueva depresión del ST horizontal o descendiente  $\geq 0.05$  mV en dos derivaciones contiguas o inversión de onda T  $\geq 0.1$  mV en dos derivaciones contiguas con una onda R prominente o cociente R/S  $> 1$

---

### 2.5.3. Biomarcadores séricos

Todos los pacientes con síndrome coronario agudo deben de tener determinaciones de marcadores de daño miocárdico, sin que este retrase el tratamiento. En aquellos con marcadores negativos dentro de las seis horas de iniciado el dolor debe de realizarse una segunda toma tras seis a doce horas del primero. El marcador más sensible y específico para daño cardiaco es la troponina I la cual como previamente se comento debe de ser superior al percentil 99 para considerarse positivo.<sup>3</sup>

### 2.5.4. Técnicas no invasivas

Las técnicas de imagen no invasivas desempeñan muchas funciones en pacientes con IM o sospecha del mismo. Las razones subyacentes son que la isquemia y la hipoperfusión miocárdica regional resultan en una cascada de episodios que incluyen disfunción miocárdica, muerte celular y curación mediante fibrosis. Por lo tanto, algunos parámetros de imagen importantes son la perfusión, la viabilidad del miocito, el engrosamiento, el movimiento y el grosor miocárdico y los efectos de la fibrosis en la cinética de agentes de contraste paramagnéticos y radiopacos.<sup>19</sup>

Las técnicas de imágenes comúnmente utilizadas en el infarto agudo y crónico son la ecocardiografía, la ventriculografía con radionucleótidos, la escintigrafía de perfusión miocárdica (EPM) por tomografía computarizada por emisión monofotónica (SPECT) y la resonancia magnética.<sup>5</sup>

#### **2.5.4.1. Ecocardiografía**

El punto fuerte de la ecocardiografía es la valoración de la función y la estructura cardiacas, especialmente grosor engrosamiento y movimiento miocárdico. Se han desarrollado agentes ecocardiográficos de contraste intravascular que actúan sobre procesos moleculares específicos, pero estas técnicas no se aplican todavía en el contexto del IM.<sup>20</sup>

#### **2.5.4.2. Medicina Nuclear**

La gammagrafía cardíaca tiene un papel esencial en la detección de la enfermedad coronaria, valorar viabilidad miocárdica y la estratificación de riesgo. Esta técnica mejora la sensibilidad y la especificidad en comparación con la prueba estándar de esfuerzo. Así, se ha descrito que la sensibilidad y especificidad de la tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) con tecnecio 99m es del 90% y del 74%, respectivamente. La gammagrafía proporciona información funcional y pronóstico, es cuantificable y reproducible, y también accesible para diversas poblaciones de pacientes y es una prueba no invasiva.

- **INDICACIONES**

- Diagnóstico de enfermedad coronaria. Se utiliza en pacientes con:

- antecedentes de angina estable,
- dolor torácico de causa desconocida,
- angina inestable después de la estabilización,
- resultado anormal de la prueba de esfuerzo sin síntomas,
- estratificación del riesgo en el contexto de factores múltiples pensados para conferir un alta probabilidad de enfermedad coronaria subclínica

### **1. Valorar compromiso fisiológico de una enfermedad coronaria conocida**

La gammagrafía de perfusión puede ayudar en la determinación del significado funcional de una estenosis coronaria cuando se catalogue como moderada a grave, con un porcentaje de 50% - 70% respectivamente, en una valoración angiográfica. Por lo cual, puede ser útil para valorar una lesión coronaria específica antes de proceder a una intervención percutánea. Esta permanece como una indicación aceptada para la gammagrafía de perfusión, aunque su uso con este propósito se está sustituyendo por otras modalidades que pueden valorar la importancia funcional de las lesiones coronarias en el momento de la angiografía

### **2. Valoración posterior a intervención terapéutica**

Anteriormente se utilizaba como técnica de seguimiento sistemático después de una intervención coronaria sea por intervención percutánea o bypass coronario. Las recomendaciones recientes sobre el uso adecuado de esta modalidad sugieren el cribado sistemático en pacientes asintomáticos que ha sido revascularizados con éxito por uno u otro método no está necesariamente justificado, excepto en la valoración de pacientes con más de 5 años tras cirugía de revascularización. Por otro lado, la gammagrafía de perfusión con radionúclidos es por supuesto apropiada en pacientes que se han

sometido a una revascularización previa y presentan síntomas recurrentes que concuerdan con isquemia coronaria.

### **3. Estratificación de riesgo**

Mediante este estudio es posible estratificar el riesgo en los pacientes con angina estable o inestable, así como en quienes han sufrido un infarto del miocardio o se han de someter a intervenciones no cardíacas.

### **4. Estratificación de un infarto del miocardio previo**

En los pacientes con arterias coronarias angiográficamente normales.

### **5. Valorar la función ventricular izquierda**

Aunque la gammagrafía se emplea menos frecuente para este propósito que en el pasado, este estudio sincronizada con la sangre sigue siendo un método preciso para determinar la fracción de eyección.<sup>22</sup>

El estudio utiliza radiofármacos específicos para valorar función miocárdica, actualmente los disponibles es el talio 201, el tecnecio 99m y diversos agentes para las imágenes de positrones.

El talio 201 (cloruro talioso) es un elemento metálico producido en un ciclotrón, tiene una semivida e 73hrs y su actividad biológica es muy similar a la del potasio. El talio es transportado activamente al interior de las células por la bomba Na/K/ATPasa.

La captación del talio 201 por el miocardio isquémico es menor que en los segmentos normoperfundidos. El tiempo de lavado de las zonas isquémicas es más lento que el de las zonas normales. Con el paso del tiempo los recuentos se igualan en las regiones con y sin isquemia, de modo que las concentraciones de talio 201 en estas

distintas áreas se aproximan entre sí. Esta disparidad se puede aprovechar con las imágenes de viabilidad del talio 201.<sup>23</sup>

El tecnecio 99m es un radiofármaco que se produce in situ en los generadores de molibdeno 99-tecnecio 99m, tiene una semivida de 6h. los agentes de perfusión marcados con tecnecio 99m son el: sestamibiTC, tetrofosminaTC y la teboroximaTc. Aunque el sestamibi y la tetrofosmina tienen propiedades similares, esta última puede ser menos sensible para detectar los cambios isquémicos, y su empleo para detectar la viabilidad no está tan bien validado.

Después de administrar sestamibi, aproximadamente el 40%-60% del agente es extraído por el miocardio. Su captación inicial es proporcional al flujo sanguíneo miocárdico regional y se une a la membrana mitocondrial interna.

Desde el año 1975 ha quedado bien establecida la utilidad de los agentes de perfusión para el diagnóstico de la enfermedad coronaria. La determinación cuantitativa con imágenes planares y de SPECT tiene una sensibilidad  $\geq 90\%$ . La sensibilidad está influida por el número de vasos involucrados. La enfermedad de un solo vaso es la que tiene más probabilidades de originar resultados falsos negativos. La enfermedad coronaria de múltiples vasos raras veces da lugar a una gammagrafía de perfusión normal. La especificidad de las imágenes planares es del 83%, la del SPECT del 70%.

En general, el empleo más adecuado de la gammagrafía es para valorar el riesgo intermedio de enfermedad coronaria. Al crecer, la elección de un radiofármaco u otro influye poco en la precisión de estas técnicas. Sin embargo, la introducción de la PET ha incrementado la capacidad diagnóstica en un 10% a 15% en comparación con la SPECT. La capacidad para detectar la enfermedad coronaria de modo incruento ofrece numerosas

aplicaciones adicionales en la estratificación del riesgo, el pronóstico y la obtención de imágenes del infarto agudo.<sup>24</sup>

La causas de resultados falsos positivos en la gammagrafía de perfusión son el defecto de atenuación, los fallos técnicos, el vaso espasmo coronario, la circulación coronaria anómala, la miocardiopatía, los defectos de la conducción como el bloqueo de rama izquierda, y la recanalización de una arteria trombosada.

Entre las causas de resultados falsos negativos de los estudios de perfusión se encuentran una prueba de estrés con ejercicio submáximo, el tratamiento médico anti isquémico, la circulación colateral o superpuesta, la interpretación inexacta de las imágenes de perfusión o angiografías, la obtención de imágenes subóptimas, la presencia de estenosis coronaria equilibrada y el retraso en la realización de la imagen de estrés.<sup>25</sup>

#### **2.5.4.3. TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CARDIOVASCULAR**

La tomografía computarizada (TC) cardiovascular ha evolucionado rápidamente durante la última década, en la cual han surgido indicaciones nuevas y ampliadas para la valoración no invasiva del corazón, los vasos grandes y los vasos periféricos. Continúa evolucionando el papel de la TC cardíaca para valorar a los pacientes con enfermedades cardiovasculares. Las indicaciones más comunes para realizar este estudio es:

Valoración del dolor torácico en los pacientes con probabilidades bajas o intermedias de enfermedad coronaria en quienes persiste el dolor torácico después de haber realizado una prueba de estrés con resultados dudosos.

Sospecha de anomalías de las arterias coronarias. Por su alta resolución espacial y capacidad para generar reconstrucciones tridimensionales de los vasos. Posee una sensibilidad y una especificidad muy elevadas para detectar las anomalías coronarias.

La valoración de las venas pulmonares, a menudo antes o después del aislamiento de la venosa pulmonar en la fibrilación auricular.

- Valoración de las masas cardiacas juntamente con o cuando han fracasado otras modalidades como la ecocardiografía transtorácica, transesofágica o la resonancia magnética.
- Valoración de la enfermedad pericárdica juntamente con o cuando han fracasado otras modalidades como la ecocardiografía y la resonancia.
- Valoración de la anatomía en las cardiopatías congénitas complejas.
- Valoración prequirúrgica, especialmente antes de una re intervención a corazón abierto.
- Valoración de la permeabilidad del injerto después de un bypass.
- Valoración de la enfermedad aórtica.
- Valoración en la sospecha de embolia pulmonar.

### **Aplicaciones clínicas**

Se ha observado que el calcio coronario es un marcador de placas ateroscleróticas coronarias. Diversos estudios señalan que la ausencia completa de calcio en las arterias coronarias hace muy poco probable la presencia de una obstrucción luminal coronaria significativa. Los hombres suelen tener puntuaciones de calcio coronario más elevadas, al igual que pacientes de ambos sexos con insuficiencia renal o diabetes.

La puntuación de Agatston de volumen de calcio coronario es el sistema de puntuación que se utiliza más frecuentemente. Para obtenerla se mide el área de cada lesión coronaria calcificada y se multiplica por un coeficiente de 1 a 4 según la atenuación máxima de la TC en esa lesión la variabilidad interobservador puede ser hasta de un 3%.

Esta puntuación se divide en 5 grupos:

- 1) Sin calcificación coronaria: 0.
- 2) Calcificación coronaria ligera: 1-100.
- 3) Calcificación moderada: 101-399.
- 4) Calcificación grave: 400-999.
- 5) Calcificación extensa: >1000.

En una cohorte típica de pacientes con enfermedad coronaria, la puntuación mediana en hombres es de 975 y en mujeres de 370. En comparación con una puntuación de 0, la presencia de cualquier otra puntuación se asocia con un riesgo 4 veces mayor de que aparezcan problemas coronarios en el plazo de 3 a 5 años.<sup>22</sup>

La tomografía de arterias coronarias es una modalidad no invasiva y precisa que permite visualizar las arterias coronarias, con una sensibilidad de 85%-95% y especificidad de 95%-98%, en comparación con la coronariografía como prueba de referencia. Este estudio para valorar la enfermedad coronaria es útil en pacientes con riesgo bajo o intermedio con angina o equivalente anginoso. El valor predictivo negativo de la angiografía TC coronaria es alto en los estudios realizados de una manera uniforme, cercana al 95% a 100%. Esto quiere decir que la angiografía por TC coronaria es una modalidad excelente para descartar la enfermedad coronaria.<sup>26,27,28.</sup>

#### **IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En los últimos años, se ha invertido una intensa investigación en el desarrollo de la tomografía computarizada (TC) cardíaca, una técnica capaz de medir el calcio coronario y obtener información relacionada con la anatomía del árbol coronario. Además, el desarrollo de sistemas híbridos (imágenes de modalidad doble) ofrece la posibilidad de co-registro de datos anatómicos obtenidos de la TC e información funcional de la SPECT o tomografía de emisión de positrones (PET) en un solo procedimiento. Sin embargo no existe alguna correlación entre lo evidenciado en angiotomografía con la medicina nuclear.<sup>27</sup>

## V. JUSTIFICACION

Los síndromes coronarios agudos es un gran problema de salud pública el cual afecta a una gran parte de la población mexicana que cuenta con múltiples factores de riesgo para desarrollarla.

Actualmente la edad de pacientes que padecen esta patología son personas en vida económicamente activa impactando por lo mismo en la economía del país.

Con los avances recientes es cada vez más fácil su diagnóstico y su tratamiento, siguiendo las guías en cuanto se realice el diagnóstico de síndrome coronario agudo está indicado de primera instancia realizar intervención coronaria primaria, si no se contraindica, con un alto nivel de evidencia y recomendación, sin embargo en pacientes con un daño coronario extensos este tipo de procedimientos terminan siendo obsoletos por el gran daño o por múltiples arterias dañadas. Así mismo incrementándose la morbi-mortalidad del mismo por el procedimiento.

Sin embargo las nuevas tecnologías y avances se están enfocando al diagnóstico precoz de la cardiopatía isquémica, una de las nuevas tecnologías el cual valora el grado de isquemia es la medicina nuclear así mismo si se complementa con angiotomografía podemos valorar de manera más detallada las arterias coronarias y zona miocárdica afectada y ofrecer de manera oportuna una intervención y evitar llegar a un síndrome coronario agudo. Con esto se mejoraría la sobrevivencia de la población y disminuiría sus complicaciones.

La combinación de PET de perfusión miocárdica y angiotomografía coronaria es una solución viable e interesante para la evaluación complementaria no invasiva de enfermedad coronaria morfológica y funcional. Además de ser una alternativa no invasiva, la técnica PET/CT puede añadir información funcional sobre el impacto

fisiopatológico de una lesión, lo que permite tomar decisiones clínicas precisas sobre la mejor estrategia terapéutica.<sup>28</sup>

## **VI. OBJETIVOS**

### **1. Objetivo general**

1.1 Determinar la correlación existente entre severidad de lesiones significativas de arterias coronarias y el grado de isquemia miocárdica valorado por medicina nuclear

### **2. Objetivos específicos**

2.1 Medir score de calcio en lesiones significativas.

2.2 Identificar severidad de isquemia por medicina nuclear.

## **VII. HIPOTESIS**

Las lesiones significativas valoradas por angiotomografía que presentan score de calcio elevado se asocia con mayor grado de isquemia valorado por medicina nuclear.

## **VIII. METODOLOGIA**

### **1. Tipo de estudio**

Estudio transversal, analítico retrospectivo.

### **2. Universo de estudio**

Paciente con cardiopatía isquémica crónica estable al cual se le hayan realizado estudios de angiotomografía y medicina nuclear del servicio de cardiología del Hospital Juárez de México.

### **3. Período**

Del 1 de Octubre de 2016 al 30 de Junio de 2017.

### **4. Criterios de selección de la muestra**

#### **4.1 Criterios de inclusión:**

- 4.1.1 Edad mayor de 18 años.
- 4.1.2 Síntomas o antecedente de cardiopatía isquémica estable sintomática.
- 4.1.3 Pacientes atendidos en servicio de cardiología con realización de angiotomografía coronaria y medicina nuclear.

#### **4.2 Criterios de exclusión:**

- 4.2.1 Presencia de stents.
- 4.2.2 Pacientes con cardiopatía isquémica inestable.
- 4.2.3 Contraindicación para realizar angiotomografía o medicina nuclear.

#### **4.3 Criterios de exclusión**

- 4.3.1 Estudio inconcluso angiotomográfico
- 4.3.2 Estudio inconcluso de medicina nuclear.

## 5. Análisis estadístico

Los datos se recabaron en formato Excel (Microsoft Office 2010), y posteriormente se exportó al paquete estadístico STATA (versión 12.1) para su análisis. Las variables cualitativas se expresaron en frecuencias y proporciones.

Por otro lado, se comprobó la distribución normal de las variables cuantitativas a través de la prueba Kolmogorov-Smirnov, y posteriormente se reportó medias como medida de tendencia central y desviaciones estándar como medida de dispersión. Se realizó prueba de Spearman para valorar la correlación entre grado de severidad visto por angiotomografía y grado de isquemia por medicina nuclear. Se consideró como diferencia estadísticamente significativa una p-valor menor a 0.05.

## 6. Consideraciones éticas

Investigación de riesgo mínimo.

## 7. Variables de estudio

### 7.1 Definición de variables

Nombre de variable	Tipo de variable	Definición
Cardiopatía isquémica crónica	Independiente	Pacientes diagnosticados con cardiopatía isquémica estable con métodos de imagen/gabinete o datos clínicos
Alteraciones morfológicas/fisiológicas	Dependiente	Severidad de lesiones coronarias con método angiotomográfico en medidas Agatston, y severidad de isquemia por medicina nuclear.

## 7.2 Operacionalización de variables

<b>Nombre de variable</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Medición</b>	<b>Parámetro normal</b>	<b>Codificación</b>
Edad	Cuantitativa	En años		
Género	Nominal			1. Masculino 2. Femenino
Severidad lesiones por tomografía	Cualitativa	Unidades Agatston	<100	0. Sin lesiones 1. Leve 2. Moderada 3. Severa
Severidad isquemia por medicina nuclear	Cualitativa			4. Sin isquemia 5. Leve 6. Moderado 7. Severo

## IX. RESULTADOS

Se estudiaron un total de 40 pacientes, la edad media de la población fue de  $63.2 \pm 0.9$ , con una mínima de 41 años y una máxima de 83 años. Predomino el sexo masculino con un total de 55%. Las variables demográficas por grupo de angiotomografía coronaria: Se reporta un total de 16 pacientes en el grupo de sin lesiones con edad promedio  $59 \pm 11.2$ , unidades Agatston  $0.06 \pm 0.23$  y porcentaje de género masculino 40%; en el grupo de severidad leve con edad promedio  $59.57 \pm 11.3$ , unidades Agatston promedio  $77.47 \pm 61.6$ , porcentaje género masculino. (Ver tabla 1)

VARIABLE	SIN LESIONES	LEVE	MODERADO	SEVERO
	N= 15	N= 7	N= 4	N= 14
<b>Edad</b>	$59 \pm 11.2$	$59.57 \pm 11.3$	$67.25 \pm 5.6$	$68.5 \pm 11$
<b>Unidades Agatston</b>	$0.06 \pm 0.23$	$77.47 \pm 61.6$	$299.9 \pm 36.5$	$1141 \pm 551$
<b>Género masculino</b>	6(40%)	85.7%	2 (50%)	8 (57%)

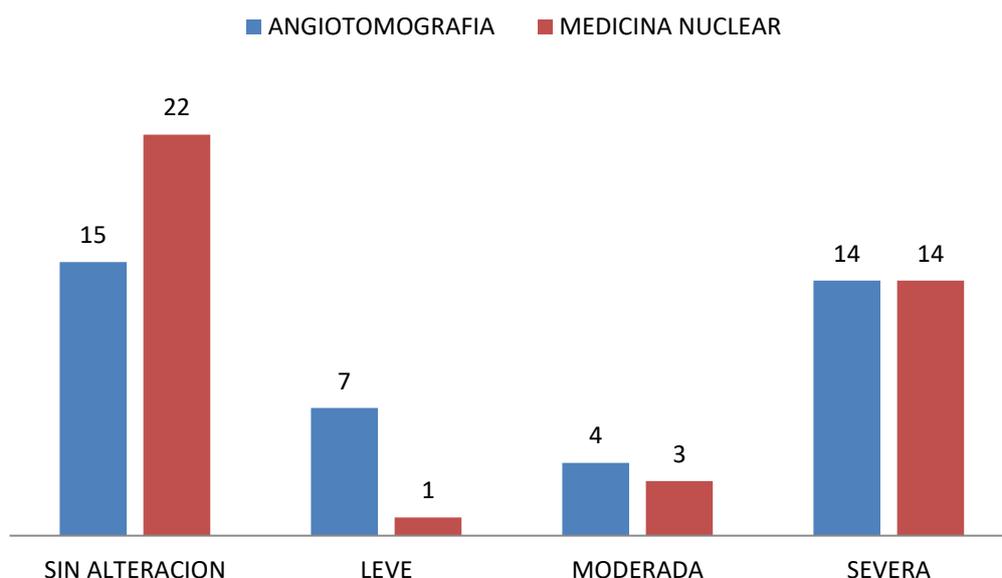
**Tabla 1.** Variables promedio grupos severidad angiotomografía coronaria.

Las variables demográficas por grupo en medicina nuclear: se reporta un total 22 pacientes sin isquemia con edad promedio  $57.9 \pm 12.2$  y porcentaje de género masculino 54.5%; en el grupo de isquemia leve con edad promedio  $61.2 \pm 12.4$  y porcentaje de género masculino 0%; en el grupo de isquemia moderada con edad promedio  $69.3 \pm 4.6$  y porcentaje de género masculino 66.6%; en el grupo de isquemia severa con edad promedio  $71 \pm 8.1$  y porcentaje de género masculino 57.1%. (Ver tabla 2).

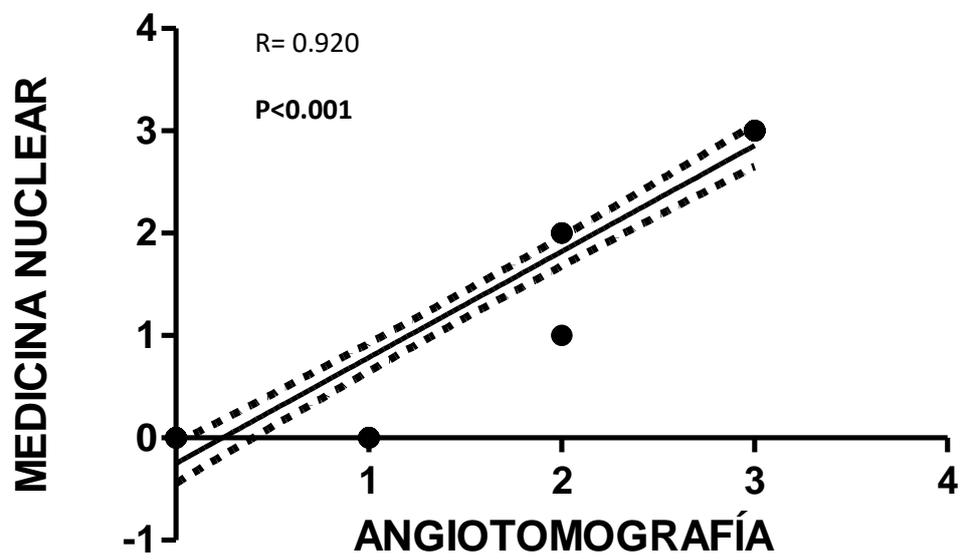
VARIABLE	SIN ISQUEMIA N= 22	LEVE N=1	MODERADO N= 3	SEVERA N=14
<b>Edad</b>	57.9±12.2	61.2±12.4	69.3±4.6	71.2±8.1
<b>Género masculino</b>	12(54.5%)	0(0%)	2(66.6%)	8 (57.1%)

**Tabla 2.** Variables promedio grupos severidad por medicina nuclear.

Se analiza la correlación entre grupos divididos en: sin alteración, leve, moderada y severa los estudios de angiotomografía y medicina nuclear con prueba de Spearman con un valor de R de 0.920 (IC 95% 0.935- 1.136) con un valor de  $p < 0.0001$  (**Gráfica 1**), realizando gráfica de regresión lineal significativa. (**Gráfica 2**).



**Gráfica 1.** Número de pacientes en ambos grupos de estudio.



**Gráfica 2.** Relación lineal con prueba de Spearman.

## **X. DISCUSION**

En este estudio se pudo apreciar la tendencia en cardiopatía isquémica crónica estable con un mayor prevalencia de sexo masculino y predominio de edad a partir de los 60 años en adelante, valores similares a los reportados a nivel mundial. <sup>2</sup>

En cuanto a sexo, existe mayor prevalencia en el género masculino, aunque en el grupo de mayor severidad, no existe gran diferencia en este rubro, sin embargo es mayor la cantidad de pacientes del género femenino que tuvo menor grado de severidad visto en ambas pruebas diagnósticas. <sup>2, 4,5</sup>

Así mismo se puede apreciar una tendencia de progresión de severidad conforme la edad es mayor en el paciente en ambos grupo de estudio.

Se ha demostrado que las pruebas diagnósticas no invasivas para cardiopatía isquémica estable, tanto para valorar morfología y fisiología, tienen gran relevancia clínica en cuanto a sensibilidad y especificidad para esta enfermedad. <sup>22, 23, 26,27</sup>

Hay estudio en los cuales refiere que existe una correlación significativa entre lo reportado a nivel de angiotomografía y lo visualizado en medicina nuclear.<sup>27,28.</sup>

Estudios como el visto por Acampa reporta una adecuada correlación existente entre ambos estudios y se propone la realización de un estudio híbrido para la adecuada evolución de la cardiopatía isquémica<sup>27</sup>. En este estudio se corrobora que en nuestra población existe una correlación significativa de ambas pruebas diagnósticas, predominando dicha correlación en los grupos de mayor severidad (moderada y severa), sin embargo la relación también es adecuada en cuanto a los grupos de angiotomografía de menor severidad ya que tiene ausencia de isquemia, lo cual es esperado.

Así mismo cabe destacar que en ambos grupos de estudio se observa una tendencia a incremento de edad con incremento de severidad, y mayor predominio del sexo femenino en ausencia de enfermedad.

## **XI. CONCLUSIONES**

La severidad de las lesiones visualizadas por angiotomografía presenta una correlación significativa con el grado de isquemia visualizado por medicina nuclear. Por lo que se puede concluir que es un estudio con adecuada certeza a la hora de toma de decisiones ya que sirve para valorar la morfología y con esta evidencia, estimar su relación con la alteración fisiológica en el territorio afectado.

Los principales grupos en los cuales existe una mejor correlación son en los pacientes con isquemia severa.

El grupo de ausencia de lesiones o lesiones leves por angiotomografía no presentan isquemia, lo cual es esperado ya que estas lesiones no deben de tener repercusión hemodinámica

Se puede realizar estudio angiotomográfico inicial en los pacientes con sospecha y/o diagnóstico de cardiopatía isquémica estable para valorar la morfología coronaria y a su vez se puede correlacionar con la severidad de isquemia miocárdica.

## XII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 Cassiani C. A., Cabrera A. Acute coronary syndromes: epidemiology and diagnosis. Salud Uninorte 2009; 25(01): 118-134
- 2 GRACE investigators. Rationale and design of the GRACE (Global Registry of Acute Coronary Events) Project: a multinational registry of patients hospitalized with acute coronary syndrome. Am Heart J 2001; 14(2): 190-99.
- 3 Thygesen K., Alpert J.S. *et al.* Third universal definition of myocardial infarction. Circulation 2012; 216(16): 2020-35.
- 4 O’Gara P, Kushner F *et al.* 2013 ACCF/AHA Guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: executive summary: a report of the American college of cardiology foundation/American heart association task force on practice guidelines. Circulation 2013; 127:529-55.
- 5 Amsterdam E., Wenger N. *et al.* 2014 ACCF/AHA Guideline for the management of patients with non-ST-elevation acute coronary syndrome: a report of the American college of cardiology foundation/American heart association task force on practice guidelines. Circulation 2014; 000: 000-000
- 6 Hernández S. Fisiopatología de los síndromes coronarios agudos. Arch Cardiol Mex 2007; 77:S4, 219-224
- 7 Fuster V. Enfermedad crónica multivaso: ayer, hoy y mañana. Rev Esp Cardiol. 2008; 61(Supl 2): 2-9.
- 8 Navarro J., Rolandi F. Actualización: Síndrome coronario agudo (Primera parte). Evid Act Pract Ambul; 13(4): 147-153.
- 9 Avanzas P *et al.* Markers of inflammation and multiple complex stenoses (pancoronary plaque vulnerability) in patients with non-

- ST segment elevation acute coronary syndromes. Heart 2004;90:847-852.
- 10 Blake G., *et al.* C-Reactive protein and other inflammatory risk markers in acute coronary syndromes. JACC. 2003;41(4):37S-42S.
  - 11 Bodi V., Sanchis J. La proteína C reactiva en el síndrome coronario agudo. Una Mirada atrás para seguir avanzando. Rev Esp Cardiol. 2006;59(5): 428-20.
  - 12 Buffon A. *et al.* Widespread coronary inflammation in unstable angina. N Engl J Med. 2002;347(1):5-12.
  - 13 Dayaldsani A., Rodríguez M. Proteína C reactiva y enfermedad cardiovascular. Ed Cont LAb Clin. 2010; 13: 59-75.
  - 14 Diagnóstico y tratamiento del infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST en mayores de 65 años. Catálogo Maestro de Guías de Práctica Clínica: IMSS-357-13.
  - 15 He Li-ping *et al.* Early C-reactive protein in the prediction of long-term outcomes after acute coronary syndromes: a meta-analysis of longitudinal studies. Heart 2002;96: 339-346
  - 16 Rioufol G. *et al.* Multiple atherosclerotic plaque rupture in acute coronary syndrome. A three-vessel intravascular ultrasound study. Circulation. 2002;106:804-808
  - 17 Sano T. *et al.* C-reactive protein and lesion morphology in patients with acute myocardial infarction. Circulation. 2003;108;282-285.
  - 18 Schaan B.D. *et al.* C-reactive protein in acute coronary syndrome: association with 3-year outcomes. Braz J Med Biol Res, 2009; 42(12):1236-1241.
  - 19 Schiele F. *et al.* C-reactive protein improves risk prediction in patients with acute coronary syndromes. European Heart Journal. 2010;31:290-297.

- 20 Scirica B *et al.* Clinical Application of C-reactive protein across the spectrum of acute coronary syndromes. Clinical Chemistry.2007;53(10): 1800-07.
- 21 Shahid S. *et al.* Niveles de PCR son mayores en pacientes con síndrome coronario agudo y supra desnivel del segmento ST que en pacientes sin supra desnivel del segmento ST. Arq Bras Cardiol. 2011;96(1): 13.17.
- 22 Bernan D. *et al.* Roles of Nuclear Cardiology, Cardiac Computed Tomography, and Cardiac Magnetic Resonance: Assessment of Patients with Suspected Coronary Artery Disease. J Nucl Med 2006; 47:74-82.
- 23 Cheng W. *et al.* Detection of myocardial perfusion abnormalities: standard dual-source coronary computed tomography angiography versus rest/stress technetium-99m single-photo emission CT. The British Journal of Radiology, 83 (2010), 652–660.
- 24 Salerno M., Beller G. Noninvasive Assessment of Myocardial Perfusion. Circ Cardiovasc Imaging. 2009;2:412-424.
- 25 Shaw L., Narula J. Risk Assessment and Predictive Value of Coronary Artery Disease Testing. J Nucl Med 2009; 50:1296–1306.
- 26 Arbab-Zadeh A. Stress testing and non-invasive coronary angiography in patients with suspected coronary artery disease: time for a new paradigm. Heart International 2012; 7:e2]
- 27 Acampa W. *et al.* Integration Between Computed Tomography and Nuclear Medicine for Non-invasive Assessment of Coronary Anatomy and Myocardial Perfusion. Eur R Journal 2009; 20 (11); 15-18.
- 28 Tamarapoo B, Hachamovitch R. Myocardial Perfusion Imaging Versus CT Coronary Angiography: When to Use Which?. JNuc Med. 52(7); 1079-1086.