



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

DELEGACIÓN No. 3 DEL DISTRITO FEDERAL

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES

“DR. BERNARDO SEPÚLVEDA GUTIÉRREZ”

CMN SIGLO XXI

MEDICIÓN DEL ÍNDICE CORONARIO DE CALCIO POR  
TOMOGRAFÍA MULTIDETECTOR Y SU ASOCIACIÓN CON  
FACTORES DE RIESGO DEMOGRÁFICOS EN PACIENTES DEL  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES “DR. BERNARDO SEPÚLVEDA  
GUTIÉRREZ” DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI IMSS

TESIS

QUE PRESENTA

**DR. JAIME DE JESÚS IUIT RIVERA**

PARA OBTENER EL DIPLOMA EN LA ESPECIALIDAD DE

RADIOLOGÍA E IMAGEN

ASESORES:

DRA. MIRIAM ZAVALA PÉREZ

DR. RICARDO CÓRDOVA RAMÍREZ



MÉXICO, D.F.

FEBRERO 2014



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## HOJA DE RECOLECCIÓN DE FIRMAS

---

**DRA. DIANA G. MENEZ DÍAZ**  
**JEFE DE DIVISIÓN DE EDUCACIÓN EN SALUD**  
**UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI**

---

**DR. FRANCISCO JOSÉ AVELAR GARNICA**  
**PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN**  
**EN RADIOLOGÍA E IMAGEN**  
**UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES “DR. BERNARDO SEPÚLVEDA**  
**GUTIÉRREZ” CMN SIGLO XXI**

---

**DRA. MIRIAM ZAVALA PÉREZ**  
**CO-DIRECTORA DEL ÁREA DE TOMOGRAFÍA COMPUTADA**  
**UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES “DR. BERNARDO SEPÚLVEDA**  
**GUTIÉRREZ” CMN SIGLO XXI**



**Dirección de Prestaciones Médicas**  
Unidad de Educación, Investigación y Políticas de Salud  
Coordinación de Investigación en Salud



"2013, Año de la Lealtad Institucional y Centenario del Ejército Mexicano"

**Dictamen de Autorizado**

Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud 3601  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DR. BERNARDO SEPÚLVEDA GUTIÉRREZ, CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI,  
D.F. SUR

FECHA 26/06/2013

**DRA. MIRIAM ZAVALA PÉREZ**

**P R E S E N T E**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título:

**MEDICIÓN DEL ÍNDICE CORONARIO DE CALCIO POR TOMOGRAFÍA MULTIDETECTOR Y SU ASOCIACIÓN CON FACTORES DE RIESGO DEMOGRÁFICOS EN PACIENTES DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA GUTIÉRREZ" DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI IMSS**

que usted sometió a consideración de este Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A U T O R I Z A D O**, con el número de registro institucional:

Núm. de Registro
R-2013-3601-123

ATENTAMENTE

**DR. CARLOS FREDY CUEVAS GARCÍA**

Presidente del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 3601

**IMSS**

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, por brindarme todo lo necesario para llegar hasta donde estoy el día de hoy sin dejarme olvidar de donde vengo.

A mi hermana, que me hace querer ser mejor cada día.

A mis asesores y a todos aquellos que de manera directa o indirecta hicieron posible la realización de este trabajo.

## ÍNDICE

I. RESUMEN . . . . .	6
II. INTRODUCCIÓN . . . . .	8
III. ANTECEDENTES . . . . .	9
IV. MARCO TEÓRICO . . . . .	10
V. JUSTIFICACIÓN . . . . .	20
VI. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA . . . . .	21
VII. HIPÓTESIS GENERAL . . . . .	21
VIII. OBJETIVOS . . . . .	21
IX. MATERIAL Y MÉTODOS . . . . .	21
1. DISEÑO DEL ESTUDIO	
2. UNIVERSO DE TRABAJO	
3. VARIABLES	
4. SELECCIÓN DE LA MUESTRA	
5. PROCEDIMIENTOS	
6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	
X. CONSIDERACIONES ÉTICAS . . . . .	28
XI. RECURSOS PARA EL ESTUDIO . . . . .	28
XII. RESULTADOS . . . . .	29
XIII. DISCUSIÓN . . . . .	34
XIV. CONCLUSIÓN . . . . .	36
XV. ANEXOS . . . . .	37
XVI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	41

<b>DATOS DEL ALUMNO</b>	
<b>Apellido Paterno</b>	<b>Iuit</b>
<b>Apellido Materno</b>	<b>Rivera</b>
<b>Nombre</b>	<b>Jaime de Jesús</b>
<b>Universidad</b>	<b>Universidad Nacional Autónoma de México</b>
<b>Facultad o escuela</b>	<b>Facultad de Medicina</b>
<b>Carrera</b>	<b>Radiología e Imagen</b>
<b>No. De cuenta</b>	<b>511212415</b>
<b>DATOS DEL ASESOR</b>	
<b>Apellido Paterno</b>	<b>Zavala</b>
<b>Apellido Materno</b>	<b>Pérez</b>
<b>Nombre</b>	<b>Miriam</b>
	<b>Córdova</b>
	<b>Ramírez</b>
	<b>Ricardo</b>
<b>DATOS DE LA TESIS</b>	
<b>Título:</b>	<b>Medición del índice coronario de calcio por tomografía multidetector y su asociación con factores de riesgo demográficos en pacientes del hospital de especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI IMSS</b>
<b>No. de paginas</b>	<b>43</b>
<b>Año:</b>	<b>2014</b>
<b>NUMERO DE REGISTRO</b>	<b>R-2013-3601-123</b>

## I. RESUMEN:

**ANTECEDENTES:** Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte a nivel mundial, siendo la enfermedad arterial coronaria la responsable de la mitad de las muertes por esta etiología. La presencia de calcio en las arterias coronarias es una indicación invariable de aterosclerosis, por lo cual el índice de calcio coronario obtenido mediante tomografía multidetector puede ser utilizado como indicador de aterosclerosis y ser correlacionado de manera directa con factores demográficos y enfermedades crónico-degenerativas de pacientes sin sintomatología coronaria.

**OBJETIVO:** Valorar el índice de calcio coronario mediante el uso de tomografía computada multidetector en pacientes del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” Centro Médico Nacional Siglo XXI IMSS y correlacionarlo con la presencia de factores de riesgo demográficos y enfermedades crónico-degenerativas.

**TIPO DE ESTUDIO:** Descriptivo, transversal, comparativo y observacional.

**DESARROLLO:** Se realizó estudio de tomografía simple de tórax con el protocolo de índice de calcio, a pacientes asintomáticos y sin antecedente de enfermedad coronaria en el período comprendido entre el 01 de Mayo de 2013 y el 31 de Julio de 2013. Se utilizó un tomógrafo MD Aquilion marca Toshiba de 64 detectores con cortes de 3.0 x 4 mm desde la carina hasta el ápex cardiaco con un tiempo de rotación de 0.25, posteriormente realizándose post-proceso de las imágenes para estimar el índice de calcio coronario en cada paciente, realizando correlación de las variables cualitativas mediante el coeficiente de correlación de Spearman y para las cualitativas dicotómicas con u de Man Whitney.

**RESULTADOS:** Se realizaron 39 estudios, 23 (58%) hombres y 13 (42%) mujeres, con una prevalencia de calcificación coronaria de 71.7%. Se observó que la arteria que más constantemente muestra calcificación del árbol coronario es la coronaria izquierda (27%), seguida de la descendente anterior (24%) y la circunfleja (22%), sin embargo la arteria que presenta un mayor índice de calcificación es la coronaria derecha con un índice de calcio promedio de 168. En el análisis estadístico de las variables dicotómicas se obtuvo que el tabaquismo ( $P=0.01$ ), la nefropatía crónica ( $P=0.001$ ) y la hipertensión arterial ( $P=0.001$ ) presentan una correlación directa con el grado de calcificación coronaria. De las variables cuantitativas evaluadas se observó una edad promedio de 60 años (33-81), siendo estadísticamente significativa ( $P=0.0001$  y  $r=0.64$ ); el resto de las variables cuantitativas no muestran relación estadísticamente significativa.

**CONCLUSION:** El estudio realizado corrobora en la población mexicana la relación entre el índice de calcio coronario y la edad, el tabaquismo, la hipertensión arterial y la nefropatía crónica según lo referido en la literatura mundial, siendo factible su utilización como método de cribaje debido a la disponibilidad, baja dosis de radiación y no invasividad para pacientes que se encuentran con riesgo moderado y elevado según los factores de riesgo tradicionales



## **AUTORES**

Tutor Clínico: Dra. Miriam Zavala Pérez; médico especialista en radiología e imagen, Co-Director de área de Tomografía Computada en la UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI, del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Asesor Clínico: Dr. Ricardo Córdova Ramírez médico adscrito al área de Tomografía Computada en la UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI, del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Investigador Principal: Dr. Jaime de Jesús Iuit Rivera, residente de tercer grado de la especialidad de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica

## **SERVICIO**

Servicio de Imagenología de la UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI, del Instituto Mexicano del Seguro Social.

## II. INTRODUCCIÓN:

Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte a nivel mundial, siendo la enfermedad arterial coronaria (EAC) la responsable de la mitad de las muertes por esta etiología, se estima que en los próximos 15 años 25 millones de personas fallezcan a causa de un infarto cerebral o cardiaco (1). Desafortunadamente en la mitad de las personas la enfermedad coronaria se presenta como infarto agudo al miocardio o muerte súbita cardiaca (1). La tomografía computada puede detectar calcificación indicativa de enfermedad arterial coronaria en pacientes asintomáticos muchos de los cuales se encuentran en el rango de riesgo bajo con los factores tradicionales. A pesar de tener una alta sensibilidad (91%), la utilidad del índice cardiaco de calcio para identificar obstrucciones significativas de la luz vascular está limitada por su baja especificidad (52%) (3).

A pesar de las limitaciones mencionadas y gracias a su alto valor predictivo negativo, la ausencia de calcio en las arterias coronarias (ICC = 0) identifica a un grupo de pacientes con muy bajo riesgo de sufrir un trastorno cardiovascular (riesgo anual de 0.027%). Mediante múltiples estudios realizados en pacientes con riesgo intermedio para enfermedad cardiovascular se ha demostrado que el ICC alto los convierte en pacientes de alto riesgo, y que esta información tiene un valor predictivo independiente y adicional a los índices tradicionales de riesgo cardiovascular.

### III. ANTECEDENTES:

La presencia de calcio en las arterias coronarias es una indicación invariable de aterosclerosis, inicialmente era valorada mediante fluoroscopia únicamente mediante métodos semicuantitativos y sin demostrar variabilidad entre observadores, Detrano et al publicó en el año 1985 su artículo *Cardiac cine fluoroscopy as an inexpensive aid in the diagnosis of coronary artery disease*, en el cual mostraba la superioridad de la fluoroscopia con sustracción digital sobre la fluoroscopia convencional sin lograr resolver el problema de la medición cuantitativa ni la variabilidad interobservador. Reinmuller et al. y Tanenbaum et al. publicaron en los años 1987 y 1989 respectivamente los artículos *Detection of coronary artery calcification by computed tomography* y *Detection of calcific deposits in coronary arteries by ultrafast computed tomography and correlation with angiography*, respectivamente, donde demostraron que el uso de tomografía ultrarápida presentaba una mayor concordancia interobservador, sin establecer aun un método cuantitativo, hasta que en el año de 1990 Agatston introdujo un método para determinar el puntaje de calcio en las arterias coronarias de una forma cuantitativa en su trabajo titulado *Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography* en donde mejoraba la resolución espacial obtenida por Tanenbaum, el cual manejaba un protocolo de adquisición de cortes de 8 mm con un espacio entre cortes de 4 mm a uno, modificándolo y estableciendo un protocolo de adquisición con cortes de 3 mm y sin espacio entre cortes.

Así, el desarrollo por Agatston en 1990 de un método para la cuantificación de la cantidad de calcio coronario es considerado en la actualidad como un factor de riesgo independiente para eventos coronarios por la Asociación Americana del Corazón.

#### **IV. MARCO TEÓRICO:**

Las enfermedades cardiovasculares ocupan un primer lugar como causa de morbimortalidad en los países desarrollados. La Asociación Americana del Corazón estima que cerca de 71 millones de personas son afectadas por enfermedades cardiovasculares en los Estados Unidos y que a su vez, estas son responsables del 30% de las muertes totales en este país. Los costos generados de forma directa e indirecta, pueden ascender a cifras astronómicas de hasta 60 billones de dólares solo en los Estados Unidos (7).

La aterosclerosis es una enfermedad inflamatoria crónica que afecta de manera ineludible todos los lechos arteriales incluyendo no solo los vasos coronarios, sino la aorta torácica y abdominal, vasos mesentéricos, carótidas, vasos renales y periféricos. Las lesiones ateroscleróticas son engrosamientos focales asimétricos de la capa mas interna de la arteria, la intima. Consiste en células, elementos de tejido conectivo, lípidos y detritos. Células sanguíneas inflamatorias e inmunológicas constituyen una parte importante del ateroma, el resto lo constituyen células endoteliales y de músculo liso. El ateroma es precedido por una estría grasa, una acumulación de células cargadas de lípidos

por debajo del endotelio. La mayoría de estas células en la estría grasa son macrófagos junto a algunas células T. Las estrías grasas se encuentran en gente joven, nunca causan síntomas y pueden progresar a placas de ateroma o eventualmente desaparecer. En el centro del ateroma, las células espumosas y lípidos extracelulares forman la región del núcleo, el cual es rodeado por una capa de células de músculo liso y matriz rica en colágeno. Las células T, los macrófagos y células mastocíticas infiltran la lesión y son particularmente abundantes en la hombrera donde crece el ateroma. Muchas de las células inmunes exhiben signos de activación y producen citocinas inflamatorias (8).

La placa inicia su desarrollo en la pared arterial y va progresando lentamente por un largo período de tiempo sin disminuir de forma significativa el lumen del vaso, por lo que el flujo sanguíneo, no se ve limitado en estados de grandes demandas de oxígeno, como por ejemplo el ejercicio, sin que síntomas de isquemia se manifiesten en el paciente. Se puede presentar además un nuevo proceso, que es la remodelación de la pared arterial, donde en los estadios tempranos de la formación de la placa, existe un engrosamiento de la pared y una simultánea expansión externa, con el consecuente mantenimiento del lumen en los estudios angiográficos o con leves irregularidades manifiestas y que son la real causa del largo período libre de síntomas. Existen lesiones que a pesar de no ser hemodinámicamente significativas, pueden súbitamente convertirse en obstrucciones, causando obstrucciones parciales o totales secundarias a la ruptura de la placa precipitando una crisis coronaria, por ende tener una placa que no sea limitante del flujo no garantiza un curso clínico libre de síntomas, esto

queda demostrado por el hecho de que la angina estable sólo responde por la tercera parte de los pacientes sintomáticos.

Actualmente se utiliza la escala de riesgo de Framingham para estimar el riesgo entre individuos sin enfermedad coronaria previamente diagnosticada de desarrollar enfermedad cardíaca coronaria basado en un modelo estadístico multivariable que usa edad, sexo, historia de tabaquismo, presión sanguínea, colesterol, colesterol de alta densidad (HDL) y niveles de glucosa en sangre o a historia de diabetes. A pesar de que la estadificación del riesgo coronario es ampliamente recomendada tiene limitaciones en su habilidad para discriminar individuos que en un futuro experimentarían o no enfermedad cardíaca coronaria. (10). Basado en los algoritmos de Framingham se utilizan 4 categorías de riesgo absoluto a 10 años de evento coronario:

- *Alto riesgo*: Riesgo a 10 años mayor de 20% para eventos cardíacos duros (muerte cardíaca o infarto no fatal). Resultantes de enfermedad coronaria (historia personal de infarto, angina inestable, angina estable, revascularización coronaria) o de riesgos cardiovasculares equivalentes (enfermedad arterial periférica, aneurisma de aorta, enfermedad carotídea, accidente cerebrovascular, accidente isquémico transitorio o estenosis carotídea del 50%) o diabetes o más de 2 factores de riesgo mayores (fumador, hipertensión arterial, hipocolesterolemia, HDL mayor de 40) o historia familiar de enfermedad coronaria temprana (hombres mayores de 55 años y mujeres mayores de 65 años).

- *Riesgo moderadamente alto*: Riesgo a 10 años de entre el 10 y 20% con 2 o más factores de riesgo mayores.
- *Riesgo moderado*: Riesgo a 10 años menor al 10%, con 2 o más factores de riesgo mayores.
- *Riesgo bajo*: Riesgo a 10 años menor al 10%, con 1 factor o sin ellos. (9)

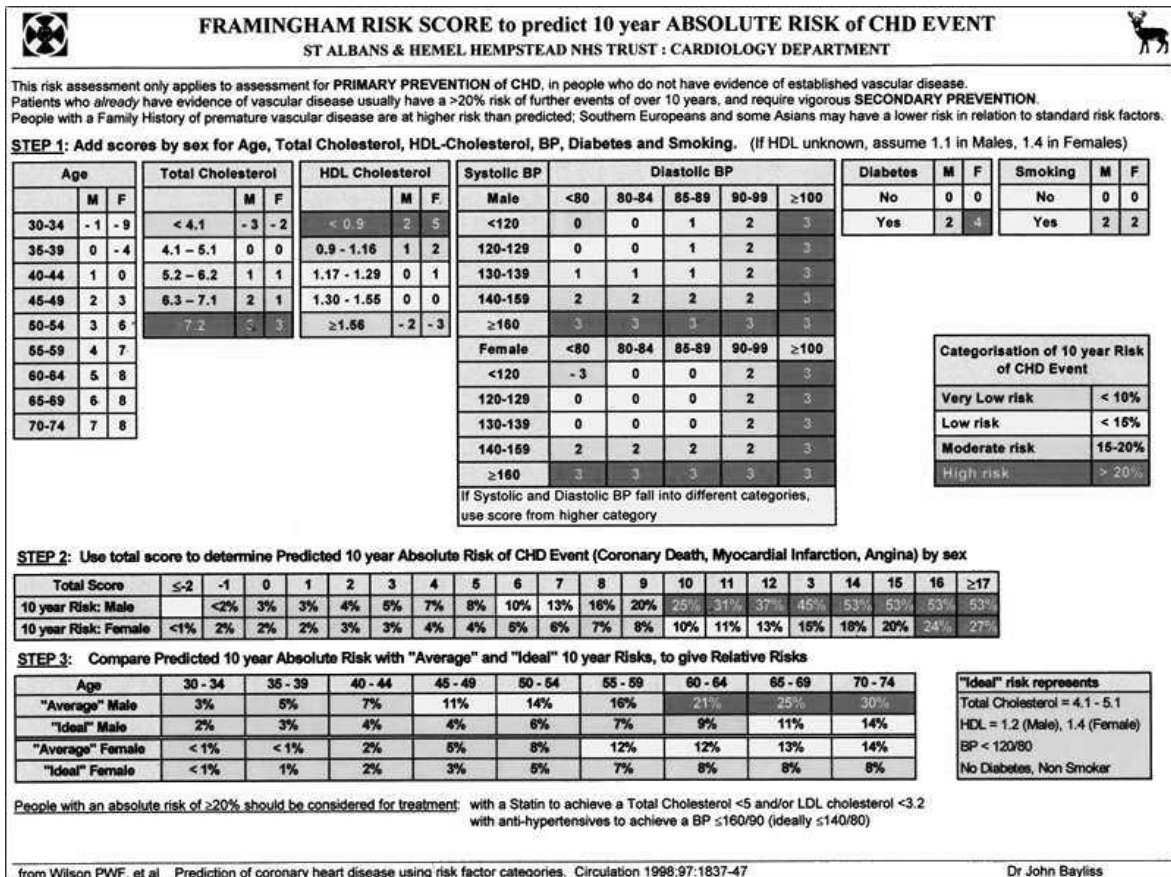


Fig 1. Escala de Framingham para predecir el riesgo absoluto a 10 años de desarrollar enfermedad cardiaca coronaria.

Estudios han mostrado, que cerca del 40% de las personas en su quinta década de la vida con enfermedad coronaria documentada, no exhiben los clásicos factores de riesgo; por lo tanto, su presencia no explica la totalidad de los

síntomas de la enfermedad y su ausencia no garantiza la exclusión de la misma (11). De igual manera los factores de riesgo clásico desafortunadamente solo pueden predecir de un 65 a 80% de eventos cardiovasculares futuros (1).

El advenimiento de la tomografía computada multidetector, particularmente escáneres con 64 o más detectores han mejorado continuamente la resolución espacial y permiten la adquisición de voxels isotrópicos. Con estos escáneres, el corazón y las arterias coronarias son estudiadas rutinariamente con datos de volumen libre de movimiento; utilizando una variedad de técnicas de postproceso como el reformateo multiplanar, la máxima intensidad de proyección, la reconstrucción volumétrica, reformateo curvo e imagen en cine se puede explorar de manera no invasiva cada aspecto del sistema cardiovascular (4).

Las placas calcificadas de arterias coronarias se definen como lesiones hiperatenuadas por encima de 130 unidades Hounsfield con un área de  $\geq 3$  pixeles al menos  $1 \text{ mm}^2$ . En la actualidad existen dos sistemas para la medición del índice de calcio: el índice de Agatston involucra multiplicación del área de calcio por un número relacionado a la densidad tomográfica y que en la presencia de artefactos de volumen parcial puede variar, además el sistema de Agatston fue diseñado y usado cuando el grosor del corte es de 3 mm. Un índice de calcio es reportado para una arteria coronaria y para todo el sistema coronario. La escala del índice de Agatston está basada en calcular un área de todos los pixeles por encima de 130 UH cada 3 mm y multiplicándolo por el factor de densidad (1=130–199 UH, 2=200–299 UH, 3=300–399 UH, 4= >400 UH); cuando los efectos de

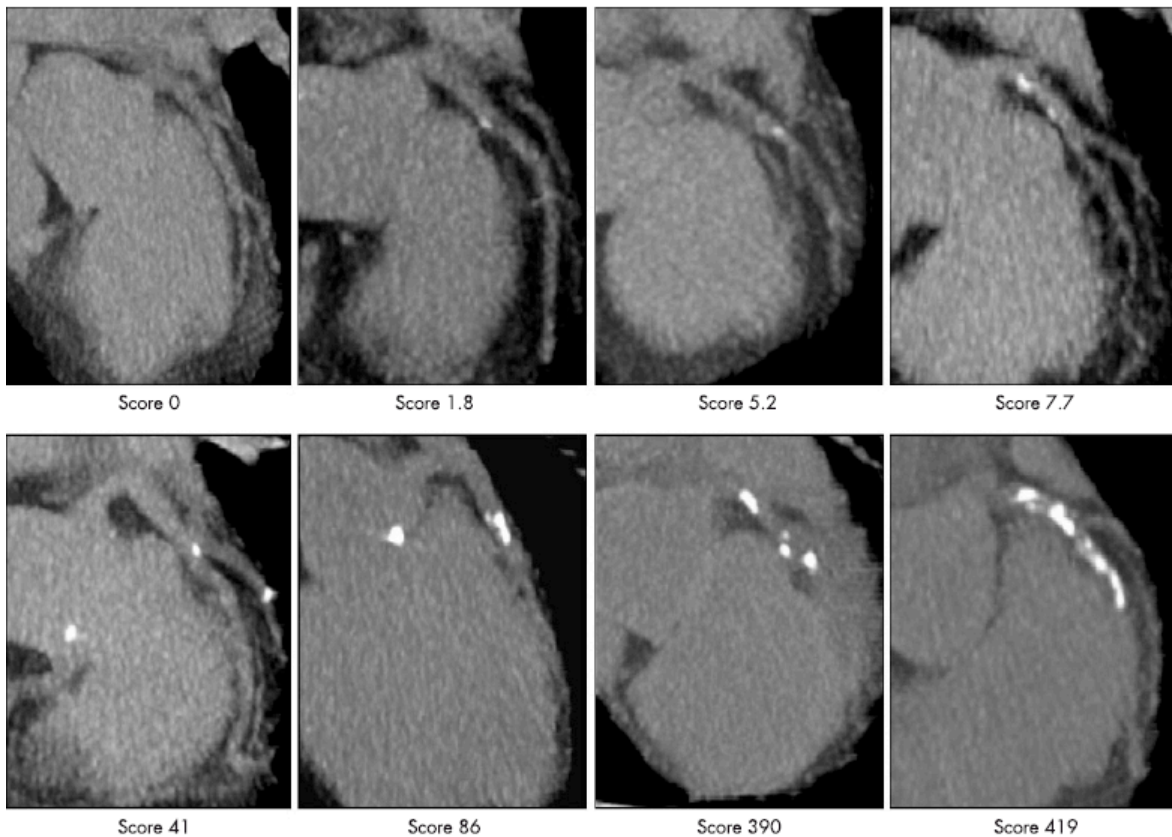


volumen parcial llevan a valores mas altos para pequeñas lesiones. Si el cambio en el valor pico resulta ser tanto que cambia el factor de densidad, se puede, teóricamente cambiar el índice por un factor de 4. El método de volumen de Callister de alguna manera resuelve el inconveniente del grosor de corte y de espacio computando un volumen por encima del nivel. (5)

El uso de la escala de Agatston ha sido validado no solo por su alta reproducibilidad, sino debido a la existencia de estudios que demuestran tasas del 3% con respecto a la variabilidad inter-observador, y de 1% intra-observador así como una variabilidad del 10% inter-estudio (5).

El resultado del calcio arterial coronario puede ser clasificado en los siguientes 5 grupos (9):

- |              |   |                                   |
|--------------|---|-----------------------------------|
| 1. 0         | = | sin calcificación coronaria       |
| 2. < 100     | = | leve calcificación coronaria.     |
| 3. 100 – 399 | = | moderada calcificación coronaria. |
| 4. 400 – 999 | = | severa calcificación coronaria.   |
| 5. > 1000    | = | extensa calcificación coronaria.  |



*Fig 2. Distintos grados de calcificación coronaria etapificada mediante el índice coronario de calcio.*

Además de clasificar de esta forma el índice de calcio arterial coronario se debe considerar que es dependiente de la edad y el sexo; en las mujeres el calcio arterial coronario se desarrolla de 10-15 años después que en los hombres y la cantidad es 5-7 veces más bajo en cualquier edad (9).

Un nivel del calcio coronario de cero, significa que no hay calcificaciones detectables; sin embargo, placas no calcificadas pueden aún estar presentes. Aquellos pacientes con enfermedad coronaria no fatal, tienen una prevalencia casi del 100% de calcio coronario para hombres y de cerca del 93% para mujeres (10).

A pesar de que la detección temprana de aterosclerosis coronaria puede mejorar la predicción del riesgo, los potenciales beneficios deben ser valorados contra los riesgos potenciales de la exposición a radiación ionizante. Reportes recientes sugieren que la dosis efectiva de radiación para realizar la obtención de calcio coronario oscila entre 0.8 y 10.5 mSv, con una dosis media de 2.3 mSv. La Sociedad de Tomografía Computada Cardíaca recomienda para laboratorios que realizan puntuación de calcio coronario mantener la dosis de radiación efectiva en 1.0 a 1.5 mSv. La cuantificación de calcio arterial coronario debe ser realizado en el modo axial en coordinación con ECG y voltaje de 120 kVp; de cualquier forma la corriente del tubo debe de ser seleccionado basada en el tamaño del paciente con la exploración limitada para la cobertura del corazón únicamente (13).

La Sociedad Americana de Cardiología y la Fundación del Colegio Americano de Cardiología considera que es razonable el uso de la medición de calcio arterial coronario en pacientes asintomáticos que se encuentran en riesgo intermedio según los factores de riesgo tradicionales y recomienda que pacientes con resultados que oscilen de 1 a 400 son candidatos a angiotomografía coronaria y aquellos que superan los 400 deben de proceder a una angiografía coronaria invasiva, ya que el alto valor de calcio dificultara la evaluación del grado de estenosis (1).

Se han realizado múltiples estudios para evaluar el valor pronóstico del calcio arterial coronario, en los cuales parece haber un consenso de que se trata

de un factor de riesgo independiente en relación con los factores de riesgo tradicionales. (Fig 3) (1).

Summary of Outcomes Studies with CAC in Asymptomatic Individuals			
Study and Publication Year*	Type of Study <sup>†</sup>	Follow-up (y)	Result
Arad et al (14), 2000	Observational study, referral based (n = 1172; mean age ± standard deviation, 53 years ± 11)	3.6	Odds ratio of 20 for CAC score ≥ 160 compared with those with CAC score < 160
Wong et al (15), 2000	Observational study, referral based (n = 926; mean age, 54 years)	3.3	Overall patients with CAC ≥ 271 had a risk ratio of 9 for a coronary heart disease event
Raggi et al (16), 2001	Observational referral-based study (n = 676; mean age, 52 years)	2.7	CAC score was predictive of "hard" (ie, major) CAD events, with an odds ratio of 22 for the CAC score > 90% percentile
Kondos et al (17), 2003	Observational study, referral based (n = 5635; age 30–76 years, 26% women)	3.1	Relative risk of 124 in men with "soft" (minor) events in the highest quartile (CAC, 170–7000); higher CAC score added incremental prognostic information to conventional CAD risk assessment in men for "hard" coronary heart disease events
Shaw et al (18), 2003	Observation data series, referral based (n = 10,377; age 30–85 years)	5	CAC score is an independent predictor of mortality, with RR 4.0 for score of 401–1000
Greenland et al (19), 2004	Prospective population-based study (n = 1312; age, >45 years)	7	Hazard ratio of 3.9 for CAC score > 301; CAC score able to be used to modify predicted risk obtained from FRS alone (0.73 for FRS alone and 0.78 for FRS and CAC combined)
Arad et al (20), 2005	Prospective population-based study (n = 4613; age, 50–70 years)	4.3	Relative risk for CAD events with CAC > 100 was 11; overall was superior to FRS in prediction of events (ROC curve of 0.79 vs 0.69, P = .006)
Vilegenthart et al (21), 2005	Prospective population-based study (n = 1795; age, 62–85 years)	3.3	Compared with those with CAC < 100, relative risk for events were 3.1, 4.6, and 8.3 for CAC score of 0–100, 100–400, 400–1000, and >1000, respectively; there was a statistically significant high relative risk, >8, for those with CAC score >1000 regardless of FRS 10-year risk score ≤ 20% vs > 20%
Taylor et al (22), 2005	Prospective cohort study (1627 men, 356 women; age, 40–50 years; U.S. Army based)	3	2% of men with CAC had events versus 0.2% without CAC (P < .0001); controlling for FRS, presence of CAC was associated with an independent 12-fold increase in relative risk; no events in women
Lamonte et al (23), 2005	Retrospective study (6835 men, 3911 women; age, 22–96 years)	3.5	Age-adjusted rates per 1000 person-years were computed according to four CAC categories: 0 CAC and incremental sex-specific thirds of detectable CAC; the respective rates were 0.4, 1.5, 4.8, and 8.7 in men and 0.7, 2.3, 3.1, and 6.3 in women
Nasir et al (24), 2005	Observation data series (n = 14,812; age, 30–85 years)	6.8	When comparing prognosis by CAC score in ethnic minorities compared with non-Hispanic whites, relative risk ratios were highest for African-Americans with CAC score ≥ 400 exceeding 16.1 (P < .0001). Hispanics with CAC score ≥ 400 had relative risk ratios from 7.9 to 9.0, whereas Asians with CAC score ≥ 1000 had relative risk ratios 6.6-fold higher (P < .0001)
Anand et al (25), 2006	Prospective study (510 asymptomatic type 2 diabetic subjects; age, 53 years ± 8)	2.2	Overall rate of death or myocardial infarction according to CAC categories (<100, 101–400, 401–1000, >1000) was 0% (n = 0), 2.6% (n = 2), 13.3% (n = 4), and 17.9% (n = 5), respectively (P < .0001)
Budoff et al (26), 2007	Observation data series, referral based (n = 25,253; mean age, 65 years ± 11)	6.8	Compared with those without CAC, the risk-adjusted relative risk ratios for CAC were 2.2-, 4.5-, 6.4-, 9.2-, 10.4-, and 12.5-fold for scores of 11–100, 101–299, 300–399, 400–699, 700–999, and >1000, respectively (P < .0001)
Detrano et al (27), 2007	Prospective multiethnic population-based study (MESA) (n = 25,253; mean age, 65 years ± 11)	3.4	Overall the FRS-adjusted risk was 28% higher with doubling of CAC score; CAC was equally predictive in all ethnic groups
Becker et al (28), 2008	Prospective population-based study (n = 25,253; mean age, 65 years ± 11)	3.3	CAC score ≥ 75th percentile was associated with a significantly higher annualized event rate for myocardial infarction (3.6% vs 1.6%, P < .05). No cardiac events were observed in patients with CAC of zero
Erbel et al (29), 2010	Prospective population-based study (n = 4129; age range, 45–75 years)	5	Compared with those with a CAC of zero, increasing CAC scores were associated with relative risk of cardiac event 1.4–16.4-fold higher; reclassifying intermediate-risk (defined as 10%–20% and 6%–20%) subjects with CAC < 100 to low-risk category and CAC ≥ 400 to high-risk category yielded a net reclassification index of 21.7% (P = .0002) and 30.6% (P < .0001) for FRS, respectively

Fig 3. Recopilación de los estudios realizados de cuantificación del calcio coronario.

El estudio presenta al menos en nuestro medio una pequeña limitante que es el costo, en los Estados Unidos se estima que el costo actual del estudio según las bases de la Terminología Actual de Procedimientos de Medicare oscila entre los \$ 100.00 a \$ 200.00 USD, estimándose que de cada 100 individuos a los cuales se les realiza solo el 8% tendrán puntuación de calcio por encima de 400 (13).

El árbol arterial coronario se encuentra subdividido de manera segmentaria según la clasificación de AHA (American Heart Association) en 15 segmentos: segmentos 1-4 corresponden a la arteria coronaria derecha (RCA); segmentos 5 a la rama principal izquierda, segmentos 6-10 corresponde a la arteria coronaria izquierda (LCA); y segmentos 11-15 a la arteria circunfleja izquierda. (6)

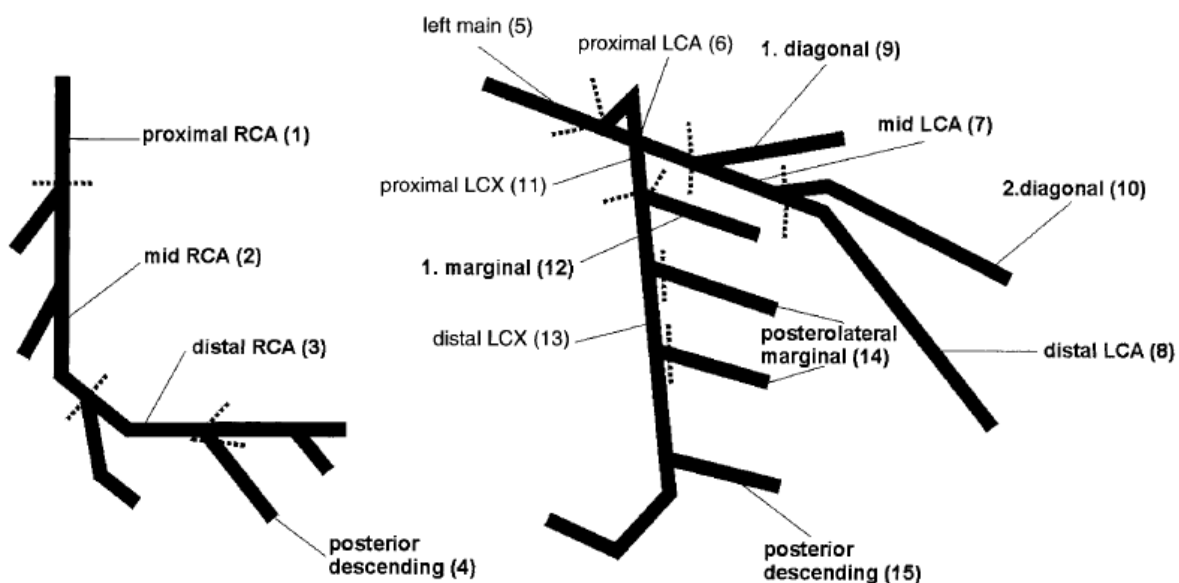


Fig 4. Segmentación de las arterias coronarias según la AHA.

## **V. JUSTIFICACIÓN:**

La enfermedad aterosclerótica es la principal causa de muerte en el hemisferio occidental y en los países industrializados. Los mayores esfuerzos en recursos económicos y científicos se han encaminado en las últimas décadas al tratamiento de sus complicaciones tales como el infarto agudo del miocardio, la angina, muerte súbita y falla cardiaca. Esto se refleja en el desarrollo de técnicas diagnósticas invasivas y no invasivas, cirugías de puentes coronarios, procedimientos percutáneos como la angioplastia, colocación de “stents” y trombolisis. Es por eso que una mejor alternativa es el enfoque en la prevención del desarrollo de la enfermedad mediante la detección de aquellos pacientes asintomáticos en riesgo para así realizar una intervención oportuna con la terapéutica adecuada y poder disminuir de manera significativa el impacto económico, social y en la morbi-mortalidad de la población general.

La tomografía computada brinda la posibilidad de manera no invasiva de obtener la cantidad de calcio en arterias coronarias que puede indicar enfermedad coronaria incluso en pacientes que por factores de riesgo tradicionales se encuentran catalogados con riesgo intermedio o bajo y que a no ser por la tomografía computada no se les brindaría el manejo preventivo para evitar la progresión de la historia natural de la enfermedad. En esta unidad no se cuenta con registros del índice coronario de calcio en su población y su relación con las patologías crónicas degenerativas más frecuentes para corroborar que pacientes requieren estudios de extensión o en su caso intervención con tratamiento médico o quirúrgico.

## **VI. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

¿El índice de calcio coronario obtenido mediante tomografía multidetector puede correlacionarse de manera directa con factores demográficos y la presencia de enfermedades crónico-degenerativas en pacientes sin sintomatología coronaria?

## **VII. HIPÓTESIS:**

El índice de calcio coronario obtenido mediante tomografía multidetector puede ser correlacionado de manera directa con factores demográficos y enfermedades crónico-degenerativas sin sintomatología coronaria para establecerse como indicador de aterosclerosis.

## **VIII. OBJETIVO:**

### **A) OBJETIVO GENERAL:**

- Valorar el índice de calcio coronario mediante el uso de tomografía computada multidetector en pacientes del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” Centro Médico Nacional Siglo XXI IMSS y correlacionarlo con la presencia de factores de riesgo demográficos y enfermedades crónico-degenerativas.

## **IX. MATERIAL Y MÉTODOS:**

### **1. DISEÑO DEL ESTUDIO:**

Descriptivo, transversal, comparativo y observacional.

## 2. UNIVERSO DE TRABAJO:

Pacientes derechohabientes del IMSS, mayores de 18 años de edad, de cualquier género pertenecientes al Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del IMSS que acudan al servicio de tomografía computada y se encuentren en condiciones estables para realización de protocolo de “puntuación de calcio” a realizarse por Tomografía multidetector en el tomógrafo de 64 detectores Aquilion marca Toshiba que se encuentra en el área de tomografía del servicio de radiología e imagen de dicho hospital mencionado.

## 3. VARIABLES

### I. VARIABLES DEPENDIENTES:

#### a) Puntuación del calcio

Definición conceptual:

Medición de la cantidad de calcio depositada en la pared de las arterias coronarias mediante el uso de tomografía computada multidetector.

Definición operacional:

Protocolo de tomografía simple de tórax con medición de la cantidad de calcio coronario.

Tipo de variable: cuantitativa.

Escala de medición: Índice de Agatston reportado con valores numéricos.

### II. VARIABLES INDEPENDIENTES:

#### a) Edad



Definición conceptual: Tiempo de existencia de una persona desde el nacimiento.

Definición operacional: Edad cumplida en años al momento de la realización del estudio.

Tipo de variable: cuantitativa.

Escala de medición: Años

b) Género

Definición conceptual: Conjunto de características biológicas que distinguen al hombre de la mujer

Definición operacional: Agruparemos de acuerdo al género, tomamos en cuenta femenino y masculino.

Tipo de variable: cualitativa.

Escala de medición: femenino y masculino

c) Índice de masa corporal

Definición conceptual: medida de asociación entre el peso y la talla, calculada según su forma matemática:  $\text{masa}/\text{talla}^2$ .

Definición operacional: se realizará clasificación en normal (18-24.9), sobrepeso (25-26.9), obesidad grado I (27-29.8), obesidad grado II (30-39.9), obesidad grado III (>40).

Tipo de variable: cuantitativa y cualitativa

Escala de medición: valor cuantitativo (índice numérico) y cualitativo (normal, sobrepeso, obesidad I, obesidad II, obesidad III).

d) Diabetes mellitus

Definición conceptual: cifras de glicemia en ayuno superiores a 128 mg/dL.

Definición operacional: paciente que refiera antecedente de diagnóstico de diabetes mellitus en tratamiento médico o sin él, así como pacientes que consuman fármacos para el control glicémico.

Tipo de variable: cualitativa.

Escala de medición: positivo y negativo

e) Hipertensión arterial

Definición conceptual: elevación de las cifras tensionales por encima de 140/90 mmHg.

Definición operacional: pacientes que refieran antecedente de diagnóstico de hipertensión arterial en tratamiento médico o sin él, así mismo como pacientes que consuman fármacos antihipertensivos.

Tipo de variable: cualitativa.

Escala de medición: positivo y negativo

f) Nefropatía crónica

Definición conceptual: Reducción de la filtración glomerular menor a 60 ml/min por 1.73 m<sup>2</sup> de superficie corporal que corresponde a 1.5 mg/dl de creatinina sérica.

Definición operacional: paciente que refiera antecedente de diagnóstico de nefropatía crónica en tratamiento médico o sin el, así como pacientes que refieran tratamiento sustitutivo de la función renal.

Tipo de variable: cualitativa.

Escala de medición: positivo y negativo

#### 4. SELECCIÓN DE LA MUESTRA:

a) Tamaño de la muestra: muestreo por conveniencia.

b) Criterios de selección:

##### I. Criterios de inclusión:

1. Pacientes que sean derechohabientes del Hospital de Especialidades, CMN Siglo XXI “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” durante el período del 01 de Mayo de 2013 al 31 de Julio de 2013.
2. Ser mayor de 18 años de edad.
3. Que autoricen la realización del estudio de tomografía simple de tórax con el protocolo de “puntuación de calcio”.

4. Estar en condiciones hemodinámicamente estables para la realización del estudio.

## II. Criterios de exclusión

1. Pacientes embarazadas.
2. Pacientes menores de edad.
3. Pacientes con antecedente de enfermedad coronaria ya diagnosticada.
4. Pacientes hemodinámicamente inestables.
5. Pacientes con asistencia mecánica de la ventilación.
6. Pacientes con antecedentes cirugía coronaria o terapia endovascular coronaria.

## 5. PROCEDIMIENTOS:

Se comentara con pacientes que acudan al servicio de Tomografía computada del Hospital de Especialidades, CMN Siglo XXI “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez”, la posibilidad de realizar estudio de tomografía simple de tórax con el protocolo de índice de calcio, explicándoseles riesgos y beneficios del mismo, otorgándole carta de consentimiento informado y obteniendo firma consensual del mismo, siempre y cuando cumplan con los criterios de inclusión y no se encuentren dentro de los de exclusión.

Posteriormente a ser aceptado el procedimiento el paciente será colocado en la mesa de exploración del tomógrafo MD Aquilion marca Toshiba de 64 detectores en posición de cúbito supino con pies orientados hacia el gantry, se le

indicara colocar las extremidades superiores por encima de la cabeza dejando descubierto el tórax, se realizará centraje a nivel de la línea intermamaria y posteriormente de registrar paciente mediante el sistema QDoc se iniciará adquisición del estudio seleccionando el protocolo “Puntuación Calcio 48 SU/FF”, realizando exploración en anteroposterior de hombros al hígado para realización del scout, adquiriendo el estudio sin angulación del gantry con cortes de 3.0 x 4 mm desde la carina hasta el ápex cardiaco con kilovoltaje 120 kVp, miliamperaje 300 mA, tiempo de rotación de 0.25, intervalo 120 y dosis de radiación de 84.0 mGy/cm.

Una vez terminado el estudio será enviado a la estación de trabajo (Workstation) Vítrea Toshiba adjunta al departamento de tomografía computada en donde se llevará a cabo el postproceso de la misma, arrojando la puntuación de calcio. Misma que será analizada y registrada para su análisis estadístico.

## 6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

El análisis estadístico de los datos incluirá los valores absolutos de las variables cuantitativas expresados en promedio y desviación estándar, con frecuencias absolutas y relativas de las variables cuantitativas expresadas en proporciones o a través de las medianas y rangos, utilizando como método estadístico para las variables cualitativas el coeficiente de correlación de Spearman y para las cualitativas dicotómicas con u de Man Whitney.

## **X. CONSIDERACIONES ÉTICAS:**

El presente trabajo se efectuará tomando en cuenta las recomendaciones emitidas por la declaración de Helsinki para estudios biomédicos y los parámetros establecidos por la SSA para la investigación biomédica en la República Mexicana en 1982. El estudio fue revisado para su aprobación por el Comité Local de Investigación del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI. Se informará ampliamente a cada uno de los pacientes sobre las características del estudio y cada paciente firmara una carta de consentimiento informado para la realización del estudio.

La realización de este estudio no modifica las condiciones clínicas del paciente.

En el presente trabajo no existe riesgo adicional, únicamente una escasa dosis de radiación sin efectos biológicos inmediatos directos.

## **XI. RECURSOS PARA EL ESTUDIO:**

### RECURSOS HUMANOS:

- Médicos de base adscritos al área de tomografía computada
- Médicos residentes de la especialidad en imagenología diagnóstica y terapéutica rotando en el departamento de tomografía computada.
- Técnicos radiólogos adscritos al área de tomografía computada
- Asesor temático

- Asesores clínicos

#### RECURSOS MATERIALES:

- Tomógrafo MD de 64 detectores modelo Aquilion marca Toshiba del departamento de tomografía del servicio de Radiología del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez”
- Estación de trabajo (Workstation) Vítreo Toshiba adjunta al departamento de tomografía del servicio de Radiología del Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” donde se realizará el postproceso y reconstrucción de las imágenes adquiridas.

## **XII. RESULTADOS**

Se realizaron 39 estudios para la obtención del índice de calcio coronario, de los cuales 23 (58%) fueron el género masculino y 13 (42%) del género femenino; con una edad promedio de 60 años (mínimo 33 y máximo 81 años), se observó una prevalencia de calcificación coronaria de 71.7%. De los pacientes estudiados 11 no tuvieron calcificación coronaria (índice de 0) (Fig. 1), 13 calcificación leve (índice de 1-100), 9 calcificación moderada (índice 101-399), 4 calcificación severa (índice 400-999) y 2 calcificación extensa (índice > 1000) (Tabla 1) (Fig. 2 y 3)

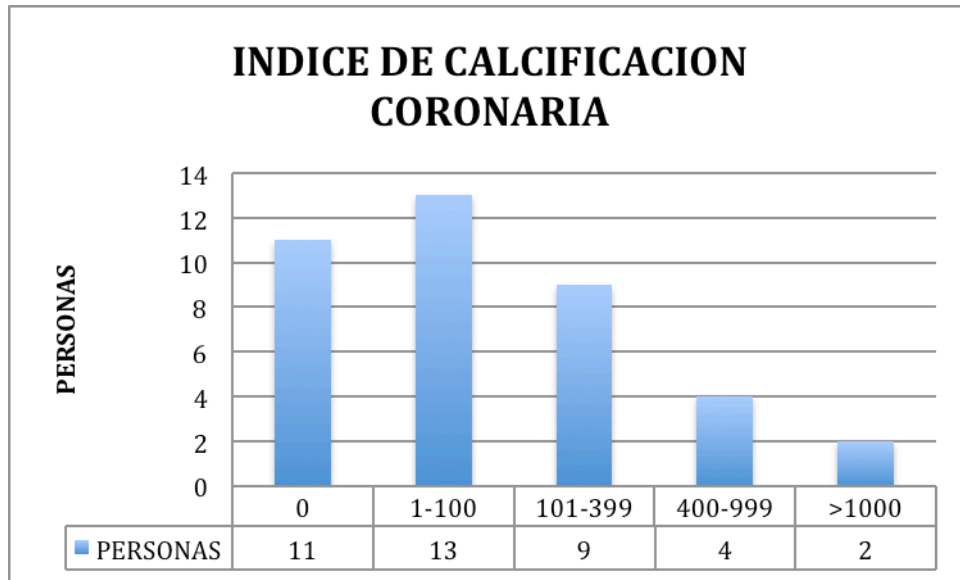


Tabla1. Distribución del índice coronario de calcio según grados de calcificación

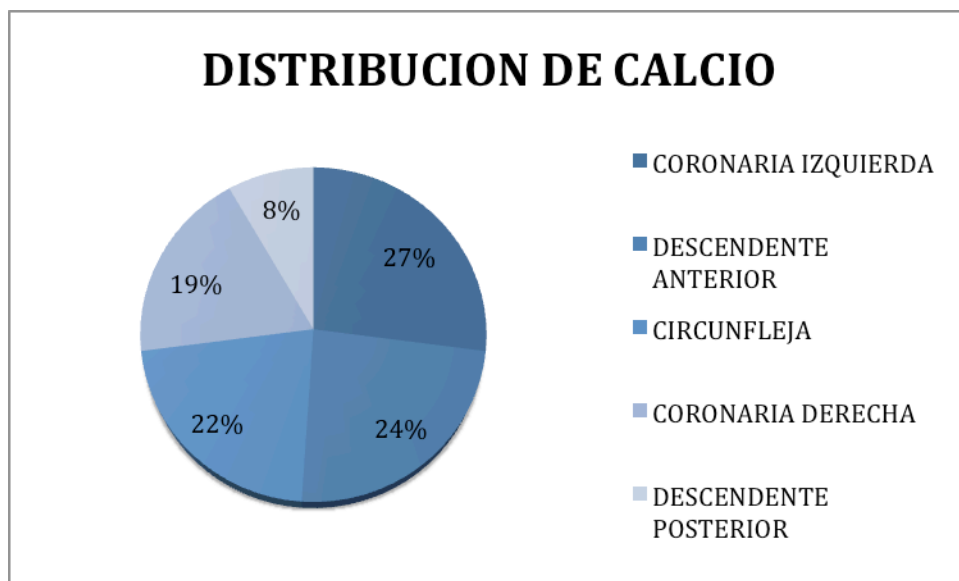


Fig 1. Paciente femenina de 33 años de edad la cual no muestra calcificación en el arbol arterial coronario presentando un índice de calcio coronario de cero; se visualiza el trayecto de la arteria coronaria derecha, circunfleja y descendente anterior.

Se observó en los pacientes con presencia de calcificación coronaria, que la arteria que mas constantemente muestra calcificación del arbol coronario es la coronaria izquierda (27%), seguida de la descendente anterior (24%), circunfleja



(22%), coronaria derecha (19%) y por último la descendente posterior solo presente en un 8% (Fig 2 y 3); sin embargo la arteria que presenta un mayor índice de calcificación es la coronaria derecha con un índice de calcio promedio de 168 (Gráfica 1) (Tabla 2).



Gráfica 1. Distribución de la calcificación arterial en el árbol arterial coronario

ESTRUCTURA VASCULAR	NUMERO DE PACIENTES	PROCENTAJE (%)	PROMEDIO DE CALCIO CORONARIO
CORONARIA IZQUIERDA	26	66	44.5
DESCENDENTE ANTERIOR	23	58	69
CIRCUNFLEJA	21	53	30.7
CORONARIA DERECHA	18	46	168.4
DESCENDENTE POSTERIOR	8	20	1.12

Tabla 2. Distribución de la calcificación arterial en el árbol arterial coronario



Fig 2. Calcificación coronaria extensa (índice de 3402) en un paciente masculino de 58 años edad; se observa involucro de arteria coronaria derecha, coronaria izquierda, descendente anterior y circunfleja.

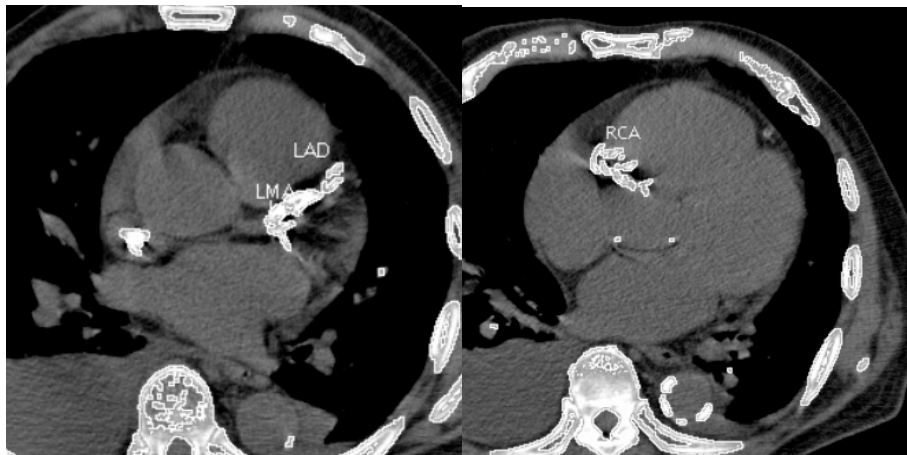


Fig 3. Calcificación coronaria extensa (índice de 3982) en un paciente masculino de 74 años edad; imágenes de postproceso en donde se observan las arterias coronaria derecha (RCA), coronaria izquierda (LMA) y descendente anterior (LAD); se observa artefacto por catéter venoso central en vena cava superior.

En el análisis estadístico de las variables dicotómicas se obtuvo que el tabaquismo, la nefropatía crónica y la hipertensión arterial presentan una correlación directa con el grado de calcificación coronaria mostrando valores significativos de  $P=01$ ,  $P=001$  y  $P=001$  respectivamente, no se demostró que el sexo, el etilismo o la diabetes presentaran correlación significativa con el índice de calcio coronario. (Tabla 3).

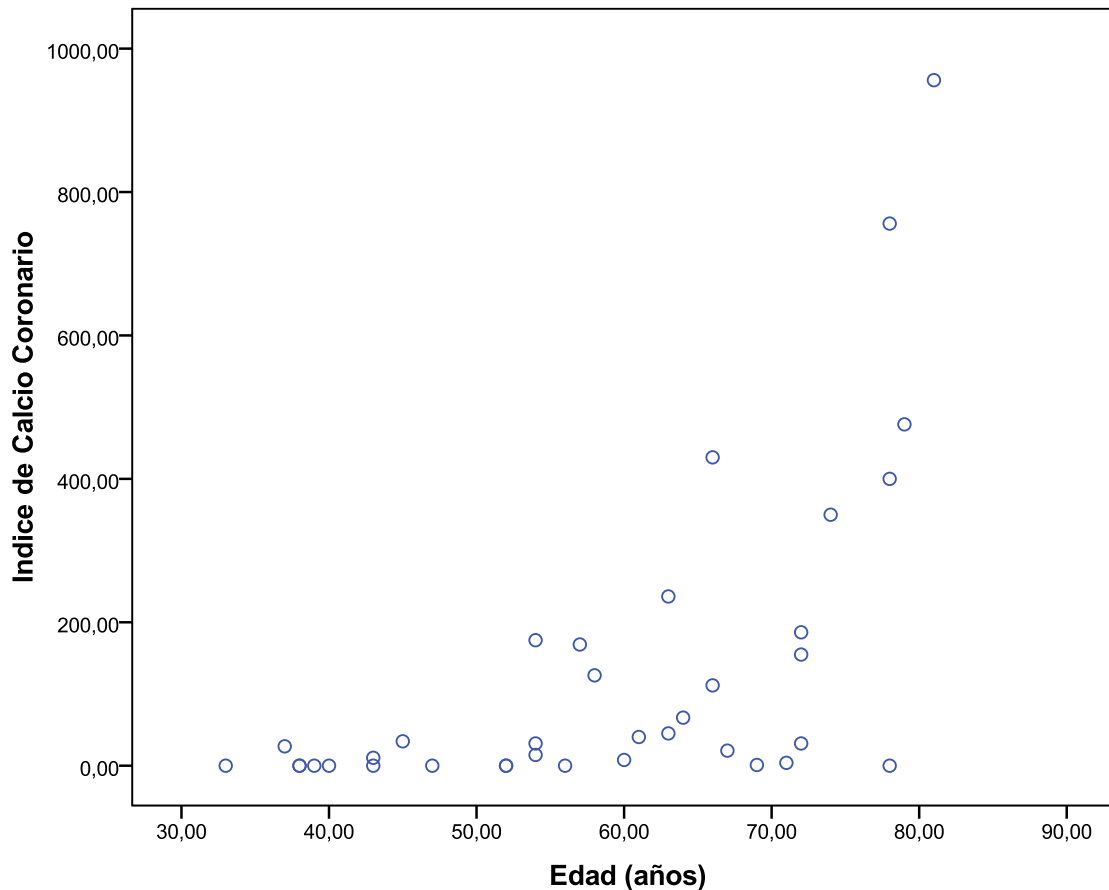
VARIABLE	PACIENTES	MEDIANA	Q25	Q75	P
<b>ETILISMO</b>					
SI	5	186	84.5	2191	0.27
NO	34	29	0	160	
<b>GENERO</b>					
HOMBRE	23	112	4	350	0.37
MUJER	16	14.5	0	41.5	
<b>TABAQUISMO</b>					
SI	13	112	16	415	0.01
NO	26	21	0	160	
<b>DIABETES</b>					
SI	8	413	54.7	2741	0.08
NO	34	29	0	160	
<b>HAS</b>					
SI	22	162	38.5	441	0.001
NO	17	0	0	18	
<b>NEFROPATIA</b>					
SI	5	430	181	616	0.001
NO	34	27	0	162	

Tabla 3. Análisis estadístico de variables dicotómicas, donde se observan valores estadísticamente significativos en hipertensión arterial, tabaquismo y nefropatía

De las variables cuantitativas evaluadas se observó una edad promedio de 60 años (mínimo 33 y máximo 81), siendo estadísticamente significativa ( $P=0.0001$  y  $r=0.64$ ); el resto de las variables cuantitativas no muestran relación significativa estadísticamente con el índice de calcio coronario; el peso promedio fue de 70 Kg (mínimo 44 Kg y máximo 91 Kg), la talla promedio de 1.65 m (mínimo 1.46 m y máximo 1.83 m) y el índice de masa corporal promedio de 26.31 (mínimo 20 y máximo 38).

	MEDIANA	Q25	Q75	P
<b>EDAD</b>	60	47	72	0.0001
<b>PESO</b>	70	62	80	0.97
<b>TALLA</b>	1.65	1.52	1.7	0.80
<b>IMC</b>	26.31	24.2	27.9	0.37

Tabla 4. Análisis estadístico de variables cuantitativas, donde se observan valores estadísticamente significativos de la edad.



Gráfica 2. Gráfica de dispersión de la relación entre el índice de calcio coronario y la edad la cual fue estadísticamente significativa con una  $P=0.0001$  y una  $R=0.64$

### XIII. DISCUSION

El principal hallazgo de este estudio es la correlación directa presente entre la calcificación coronaria y la edad como factor demográfico, encontrándose una media en pacientes con calcificación coronaria de 60 años, corroborándose lo analizado en la literatura mundial, no observándose relación directa con el género, mismo que en la literatura mundial se reporta que la aterosclerosis inicia su proceso 10 años antes en las mujeres, equiparando las estadísticas a partir de los 60 años.

Otro factor que suele relacionarse con la presencia de calcio coronario es la raza y etnicidad, aunque no se cuentan con estudios extensos en población latinoamericana, se refiere una menor prevalencia en personas hispanas que se reportan entre 56% al 71%, siendo inferior a las personas de raza blanca, encontrando el resultado de la población mexicana estudiada dentro de el porcentaje reportado.

Es conocida la mayor prevalencia de calcio coronario de los pacientes que presentan nefropatía crónica y se encuentran en hemodiálisis, siendo atribuida probablemente al número de años en diálisis, el consumo de calcio suplementario y los productos del ion calcio-fósforo; esta estadística fue corroborada con los pacientes nefrópatas estudiados, mostrando una mediana en el índice de calcio coronario de 430 ( $P=0.001$ ) siendo estadísticamente significativo.

Los pacientes portadores de diabetes mellitus son considerados de alto riesgo según la guía del ATP III (Adult Panel Treatment III) y se ha visto que pacientes portadores tienen una mayor prevalencia que aquellos que no cuentan con la enfermedad, sin embargo no se ha evidenciado en estudios prospectivos que comparen a pacientes diabéticos con no diabéticos en el cual se documente que el índice coronario de calcio sea un factor de riesgo predictivo para enfermedad coronaria en estos pacientes; este estudio no mostro datos estadísticos significativos en la relación del índice de calcio y la diabetes mellitus.

De igual manera se observo importante correlación con las variables esperadas como el tabaquismo y la hipertensión arterial siendo estadísticamente significativas, al igual de como ha sido reportda en la literatura mundial, se consideran factores predisponentes para enfermedad aterosclerótica; de igual manera no se observo una correlación directa con el índice de masa corporal de los pacientes analizados.

#### **XIV. CONCLUSION**

El estudio realizado corrobora en la población mexicana la relación entre el índice de calcio coronario y la edad, el tabaquismo, la hipertensión arterial y la nefropatía crónica según lo referido en la literatura mundial, siendo factible su utilización como método de cribaje debido a la disponibilidad, baja dosis de radiación y no invasividad para pacientes que se encuentran con riesgo moderado y elevado según los factores de riesgo tradicionales, y de manera temprana realizar estudios de extensión e instaurar tratamiento precoz que disminuye la incidencia de eventos coronarios agudos que resultan en ocasiones en resultados catastróficos para la vida de los pacientes así como tienen un impacto elevado en la economía propia de cada paciente o la institución médica pública involucrada.

Se requieren más estudios acerca de la relación directa entre el grado de calcificación y el riesgo de desarrollar evento coronario agudo a largo, corto y mediano plazo en la población mexicana, ya que no se cuentan con datos estadísticos que avalen los resultados reportados en la literatura mundial.

**XV. ANEXOS**

**HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**  
**UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES**  
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI  
"DR. BERNÁRDO SEPÚLVEDA GUTIERREZ"  
HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS BASADA EN EL PROTOCOLO DE TESIS:

MEDICIÓN DEL ÍNDICE CARDIACO DE CALCIO POR TOMOGRAFÍA MULTIDETECTOR Y SU ASOCIACION CON FACTORES DE RIESGO DEMOGRÁFICOS EN PACIENTES DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA GUTÍERREZ" DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI IMSS

FECHA DEL ESTUDIO:

1. NOMBRE: \_\_\_\_\_

APELLIDO PATERNO    MATERNO    NOMBRE (S)

2. PESO: \_\_\_\_\_ TALLA: \_\_\_\_\_ IMC (PESO/TALLA<sup>2</sup>): \_\_\_\_\_

3. EDAD: \_\_\_\_\_ GENERO:                    MASCULINO    FEMENINO

4. MOTIVO DEL ESTUDIO: \_\_\_\_\_

5. HISTORIA FAMILIAR DE EVENTO ISQUÉMICO:                    NO                    SI

6. TABAQUISMO:                    NO                    SI / TIEMPO: \_\_\_\_\_

7. ALCOHOLISMO:                    NO                    SI / TIEMPO: \_\_\_\_\_

8. DIABETES:                    NO                    SI / TIEMPO: \_\_\_\_\_

9. HIPERTENSIÓN:                    NO                    SI / TIEMPO: \_\_\_\_\_

10. NEFROPATÍA CRÓNICA: NO                    SI / TIEMPO: \_\_\_\_\_

11. PATOLOGÍA ASOCIADA: NO                    SI

MENCIONAR                    1                    \_\_\_\_\_  
    2                    \_\_\_\_\_  
    3                    \_\_\_\_\_  
    4                    \_\_\_\_\_  
    5                    \_\_\_\_\_

INTERROGÓ: \_\_\_\_\_

EVALUACIÓN CUANTITATIVA DEL CALCIO CORONARIO

	NO LESIONES	VOLUMEN	MASA	AGATSTON
TCI				
DA				
CX				
CD				
TOTAL				

CATEGORÍA DE PUNTUACIÓN DE CALCIO

0	
1-100	
101-400	
> 401	



## CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES BERNARDO SEPÚLVEDA GUTIÉRREZ  
CMN SXXI

México, D.F. a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 2013

Nombre del paciente: \_\_\_\_\_

Por medio de la presente acepto participar en el protocolo de investigación titulado: **MEDICIÓN DEL ÍNDICE CORONARIO DE CALCIO POR TOMOGRAFÍA MULTIDETECTOR Y SU ASOCIACIÓN CON FACTORES DE RIESGO DEMOGRÁFICOS EN PACIENTES DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA GUTIÉRREZ" DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI IMSS**

El objetivo del estudio es la medición del índice de calcio coronario por tomografía multidetector y su correlación con los factores de riesgo demográficos en el Hospital de Especialidades "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA GUTIÉRREZ" CMN SIGLO XXI.

La participación consistirá en la realización de tomografía simple de tórax, sin requerir la administración de medio de contraste endovenoso ni medicación de algún otro tipo, de igual manera que la cantidad de radiación utilizada no conlleva un riesgo de efectos biológicos a corto ni mediano plazo importante, presentando como beneficio realizar un diagnóstico temprano de la presencia de placas de ateroma calcificadas en las arterias coronarias.

Entiendo que conservo el derecho de negarme a participar en el estudio, sin que con ello afecte la atención médica que recibo del Instituto Mexicano del Seguro Social.

El investigador principal me ha dado seguridades de que no se me identificará en las presentaciones y/o publicaciones que deriven del estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a respetar la decisión en caso de cambiar de parecer respecto a la permanencia en el mismo.

\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA DEL PACIENTE O  
FAMILIAR RESPONSABLE

\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA DEL MEDICO TRATANTE

\_\_\_\_\_  
TESTIGO 1

\_\_\_\_\_  
TESTIGO 2

Dr. Jaime de Jesús Iuit Rivera

Correo electrónico: [jaimeiuri@hotmail.com](mailto:jaimeiuri@hotmail.com)

Tel: 5555360349

## PARÁMETROS DE ADQUISICIÓN

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES  
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI  
"DR. BERNARDO SEPÚLVEDA GUTIÉRREZ"**

PARÁMETROS PARA LA ADQUISICIÓN BASADA EN EL PROTOCOLO DE TESIS:

**MEDICIÓN DEL ÍNDICE CORONARIO DE CALCIO POR TOMOGRAFÍA MULTIDETECTOR Y SU ASOCIACIÓN CON FACTORES DE RIESGO DEMOGRÁFICOS EN PACIENTES DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA GUTIÉRREZ" DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI IMSS**

PREVIA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO PARA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO SE OBTENDRÁ EL ESTUDIO CON LOS SIGUIENTES PARÁMETROS DE ADQUISICIÓN:

PROTOCOLO	PUNTUACIÓN CALCIO
EXPLORACIÓN	CARINA A APEX CARDIACO
CORTES	3.0 X 4 MM
KILOVOLTAJE	120 kVp
MILIAMPERAJE	300 mA
TIEMPO DE ROTACIÓN	0.25
INTERVALO	120.0

POSTERIOR A LA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO TRANSFERIRLO A LA ESTACIÓN DE TRABAJO VITREA DEL TOMOGRAFO MARCA TOSHIBA MODELO AQUILLION DONDE SE REALIZARA EL POSTPROCESO.

\_\_\_\_\_  
**DR. FRANCISCO AVELAR GARNICA**  
JEFE DE SERVICIO

\_\_\_\_\_  
**DRA. MIRIAM ZAVALA PEREZ**  
DIRECTORA DE TOMOGRAFIA COMPUTADA

\_\_\_\_\_  
**DR. RICARDO CORDOVA RAMIREZ**  
MEDICO ADSCRITO

\_\_\_\_\_  
**DR. JAIME IUIT RIVERA R3RX**  
R3 IMAGENOLOGIA DX Y TX

## **XVI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

1. Khurram Nasir, MD, MPH, Melvin Clouse, MD. Role of nonenhanced multidetector ct coronary artery calcium testingn in asymptomatic and symptomatic individuals. Radiology: volume 264: number 3, pages: 638-49.
2. ACCF/AHA 2007 Clinical expert consensus document on coronary artery calcium evaluation of patients with chest pain scoring by computed tomography in global cardiovascular risk assessment and in evaluation of patients with chest pain. Circulation. 2007; 115: 402-426.
3. Enrique Vallejo. Enfermedad arterial coronaria o cardiopatía isquémica: dos entidades distintas con diferentes procedimiento diagnósticos. Arch cardiol mex 2009; 79(4): 279-285.
4. James P. Obrienm, MD, MBA, Monvadi B. Srichai, MD, Elizabeth M. Hech, MD, et al. Anatomy of the heart at multidetector ct: what the radiologist needs to know. Radiographics 2007; 27: 1569-1582.
5. Matthew J. Budoff, MD, FAHA; Stephan Achenbach, MD; Roger S. Blumenthal, MD, FAHA. Assessment of coronary artery disease by cardiac computed tomography: a scientific statement from the american heart association committee on cardiovascular imaging and intervention, council

on cardiovascular radiology and intervention, and committee on cardiac imaging, council on clinical cardiology. *Circulation*. 2006; 114:1761-1791.

6. Thomas J. Vogl, MD, Nasreddin D. Abolmaali, MD, Thomas Diebold, MD. Techniques for the detection of coronary atherosclerosis: multi-detector row ct coronary angiography. *Radiology* 2002; 223: 212-220.
7. Junnila J, Runkle G. Coronary artery disease screening, treatment, and follow up. *Prim care clin* 2006; 33:863-85
8. Göran K. Hansson, MD, PHD. Mechanisms of disease inflammation, atherosclerosis, and coronary artery disease. *N Engl J Med* 2005; 352:1685-95.
9. Erbel R, Mohlenkamp S, Kerkhoff G, Budde t. Non-invasive screening for coronary artery disease: calcium scoring. *Heart* 2007; 93:1620-1629.
10. Philip Greenland; Laurie Labree; Stanley P. Azen; et al. Coronary artery calcium score combined with Framingham score for risk prediction in asymptomatic individuals. *JAMA* 2004; 291(2):210-215.

11. Khot Un, Khot MB, Bajzer Ct, Sapp Sk, Ohman Em, Brener Sj, et al. Prevalence of conventional risk factors in patients with coronary heart disease. JAMA 2003; 290:898-904
12. Arthur S. Agatston, MD. Janowitz Wr, Hildner Fj, et al. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. J Am Coll Cardiol 1990; 15:827-32.
13. Kim Kp, Einstein Aj, Berrington de González. A. Coronary artery calcification screening: estimated radiation dose and cancer risk. Arch intern med 2009; 169(13):1188–1194.
14. Blumenthal Rs, Hwang Cw, Nasir K. Selective use of coronary artery calcium screening: worth the cost?. J Am Coll Cardiol 2009; 54(14):1268–1270.