



Facultad de Medicina



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE MEDICINA**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA DR. LUIS MÉNDEZ
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI**

TESIS PROFESIONAL
Para obtener el título de
MEDICO CARDIOLOGO

TITULO:

**LA ANGIOTOMOGRAFÍA CARDIACA EN LA EVALUACIÓN DE PACIENTES CON
DOLOR TORACICO**

Presenta:

Dra. Imelda Sarahi Franco Valles
Residente de 2º año Cardiología. Enseñanza UMAE Hospital de Cardiología, Centro
Médico Nacional SXXI. Tel: 5627 6900 ext. 22007.
e-mail: sarahifv@msn.com

Tutor de tesis:

Dr. Jesús Salvador Valencia Sanchez
Director de Educación e Investigación en Salud. U.M.A.E. Hospital de Cardiología, CMN
siglo XXI. Teléfono 5627-6900, Ext. 22007.
Email jesus.valencia@imss.gob.mx

Colaboradores

Dr. Moisés Jiménez Santos
Adscrito al Servicio de angiogramografía U.M.A.E. Hospital de Cardiología, C.M.N. SXXI.
(55) 5627 6900, ext. 22086.

Email: moises.jimenez@gmail.com

Dr. Erick Ramírez Arias
Jefe de Servicio de Urgencias. U.M.A.E. Hospital de Cardiología, C.M.N. SXXI. (55) 5627
6900, ext. 22194

Email: derrickramirez@gmail.com;

Dr. Sergio Gabriel Olmos Temois
Adscrito al Servicio de angiogramografía U.M.A.E. Hospital de Cardiología, C.M.N. SXXI. (55) 5627
6900, ext. 22086.

México, D.F. A 12 DE NOVIEMBRE DEL 2015



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.

INDICE

TITULO	PAGINA
PORTADA.....	1
RESUMEN.....	2
MARCO TEORICO:	
ANTECEDENTES.....	3
JUSTIFICACION.....	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
PREGUNTA DE INVESTIGACION.....	9
HIPOTESIS.....	10
OBJETIVOS.....	10
TIPO DE DISEÑO DEL ESTUDIO.....	10
UNIVERSO DEL TRABAJO.....	10
MUESTREO.....	10
CRITERIOS DE INCLUSION.....	10
CRITERIOS DE EXCLUSION.....	11
TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	11
VARIABLES DEL ESTUDIO	
VARIABLE PREDICTORA.....	11
VARIABLE DE DESENLACE.....	12
VIARIABLE CONFUSORA.....	13
PROCEDIMIENTOS.....	14
REALIZACION DE TOMOGRAFIA COMPUTADA.....	14
EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA Y EXTENSIÓN DE LAS LESIONES CORONARIAS MEDIANTE TOMOGRAFÍA COMPUTADA.....	15
ANALISIS ESTADISTICO.....	15
RECURSOS Y FACTIBILIDAD.....	16
CONSIDERACION ETICAS.....	16
CONCLUSIONES.....	18
BIBLIOGRAFIA.....	19

RESUMEN

La angiotomografía cardiaca en la evaluación de pacientes con dolor torácico. *Franco-Valles Sarahi, Valencia-Sánchez J. Salvador, Jiménez-Santos Moisés, Olmos-Temois S. Gabriel, Ramírez-Arias-Erick. UMAE Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI IMSS.*

Introducción. La angiotomografía cardiaca representa un método eficaz en la evaluación de pacientes con dolor torácico, que tiene un alto valor predictivo negativo para descartar enfermedad arterial coronaria. Por lo que represente un método diagnóstico útil en los servicios de urgencias, donde es necesario tomar la decisión en este grupo de pacientes para su egreso y/o hospitalización.

Objetivo: describir la experiencia del empleo de la angiotomografía cardiaca en el paciente con dolor torácico con riesgo pretest intermedio que acude al servicio de urgencias en una serie de casos consecutivos.

Material y Métodos

Diseño: Es un estudio de tipo Observacional con una serie de casos consecutivos

Población: Pacientes de cualquier género mayores de 20 años con o sin factores de riesgo y sin enfermedad cardiovascular previa que se presenten al servicio de urgencias con dolor torácico con riesgo pretest de riesgo intermedio y que no exista contraindicación para realizar la angiotomografía cardiaca.

Diseño muestral: La muestra de sujetos será recolectada mediante técnica no aleatoria (muestreo por casos consecutivos).

Análisis estadístico.

Descriptiva: Los datos serán expresados como porcentajes y frecuencias relativas o absolutas en las variables categóricas y como promedio + desviación estándar (DE) o medianas y rangos intercuartílicos (25-75th) para las variables cuantitativas.

Recursos e Infraestructura. Los recursos son los propios del hospital habitualmente en los pacientes referidos para el estudio de angiotomografía coronaria. La infraestructura es parte del Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Experiencia del grupo. La experiencia del grupo en la realización de estos estudios es amplia ya que diariamente se realizan al menos 10 estudios de angiotomografía cardiaca.

El tiempo a llevarse a cabo el estudio son seis meses aproximadamente.

Antecedentes

Se estima que aproximadamente entre el 5 al 10% de las admisiones a un servicio de urgencias son atribuibles a posibles síndromes isquémicos coronarios agudos. El riesgo de eventos adversos cardiovasculares en el seguimiento se incrementa en los pacientes que son egresados por error en el diagnóstico. Un número significativo de pacientes con síntomas sugestivos de un síndrome isquémico coronario agudo, son hospitalizados durante varios días y entre el 75% al 85% de los casos el diagnóstico final es de origen no isquémico.¹⁻³

A pesar de los avances en la propuesta de protocolos de estratificación de pacientes que acuden al servicio de urgencias con dolor torácico, este continúa siendo un reto para el clínico. Del total de pacientes que acuden a un servicio de urgencias, solo alrededor del 20% cumple criterios de síndrome coronario agudo.⁽³⁻⁶⁾ Aunque en general se puede identificar y clasificar rápidamente a los pacientes con síndrome isquémico coronario agudo; así como a los pacientes que tienen una probabilidad baja de isquemia coronaria; sin embargo, los pacientes estratificados de acuerdo a edad, sexo y síntomas catalogados como de riesgo intermedio representan un reto para su abordaje.⁷ En este sentido, muchos de estos pacientes permanecen en observación en los servicios de urgencias para su evaluación, con el consiguiente incremento en los costos, debido al empleo de recursos diagnósticos como la determinación seriada de electrocardiogramas, múltiples determinaciones de enzimas cardíacas, troponinas y en muchas ocasiones pruebas de estrés no invasivas.⁽⁸⁻¹⁴⁾

La clasificación Thrombolysis In Myocardial Infarction (TIMI), en pacientes con angina inestable y infarto agudo del miocardio sin elevación del segmento ST, ha sido empleada en conjunto con la determinación de biomarcadores seriados dentro de las primeras 0-2 horas.¹⁵⁻¹⁷

Otro método diagnóstico que ha sido piedra angular en el diagnóstico del dolor torácico, es el electrocardiograma de superficie de 12 derivaciones; sin embargo, solo en 1/5 de los pacientes es diagnóstico de un síndrome isquémico coronario agudo, de tal manera que esto constituye una de las principales causas por las cuales estos pacientes son egresados de los servicios de urgencias.¹⁸

Los estudios de perfusión miocárdica mediante tomografía cardíaca computarizada por emisión de fotón único (SPECT, con o sin esfuerzo) y la ecocardiografía de estrés también se han empleado ampliamente en este contexto. Ambas modalidades de diagnóstico por imagen aportan información adicional para facilitar la estratificación del riesgo clínico de estos pacientes.^{19,20}

En un reporte realizado por la CONAMED entre junio de 1996 a diciembre de 2004, por motivos de inconformidad, el 37.9% fue atención médica inadecuada, 55.2% por tratamiento inadecuado, 3.4% negligencia médica y 3.4% por abuso. De las causas específicas (submotivos de inconformidad), el 13.8% fue por error en el diagnóstico (angina inestable, infarto agudo del miocardio). En este sentido se incrementa el riesgo de demandas por mala práctica profesional contra los médicos del servicio de urgencias.²¹

La angiotomografía cardiaca es comparativamente un método nuevo de evaluación, las plataformas de tomografía con más de un detector (multidetector) fueron introducidas en la década de los 90's por Mochizuki et al.²² A partir de entonces, existe un avance importante en la tecnología de la tomografía computada con respecto al número de detectores y la resolución de las imágenes lo cual la ha ubicado como un método muy útil para la valoración anatómica de las arterias coronarias. La exactitud de este método para evaluar la presencia y severidad de la enfermedad coronaria se ha comparado ampliamente con la angiografía invasiva.²³ Uno de sus mayores beneficios es su elevado valor predictivo negativo, que es reportado desde 96.5% hasta el 99 % (ACCURACY).²³⁻²⁴

La angiotomografía cardiaca puede detectar y cuantificar el grado de calcificación coronaria y permite establecer la estratificación de riesgo de eventos cardiovasculares. Diversos estudios monocéntricos y multicéntricos han demostrado la utilidad de la angiotomografía coronaria en la detección de estenosis coronaria. Un metaanálisis que evaluó la sensibilidad y especificidad de la angiotomografía coronaria en estudios de 1997 a 2006,²⁵⁻²⁷ con un total de 2515 pacientes, 75% hombres y 25% mujeres, edad promedio de 59 años, demostró una sensibilidad del 95% versus 80% para la EBCT (electrón beam CT), 89% para 4-8 detectores, 86% para 16 detectores y 98% para 64 detectores. Cuando el análisis se ajustó solo a los segmentos analizables por tomografía, la sensibilidad fue de 96% y especificidad de 95%. En el subanálisis por paciente la sensibilidad fue de 99% y la especificidad fue de 76%.

Otra de las aplicaciones de la angiotomografía coronaria es la de definir las características específicas de la placa aterosclerosa, tales como su composición, área y volumen, tanto en pacientes con placas estables como en pacientes con síndromes isquémicos coronarios agudos.^{28,29}

Se ha observado que las placas culpables de síndromes isquémicos coronarios agudos generalmente tienen una área mayor y un índice de remodelado mayor que las placas de pacientes con angina estable.

La evaluación del score de calcio coronario en el departamento de urgencias ha sido reportado en varios estudios,³⁰⁻³² donde se utilizó EBCT en pacientes que se presentaron con dolor torácico y cambios inespecíficos en el electrocardiograma. Laudon et al. Evaluaron en 105 pacientes con probable síndrome isquémico coronario, con enzimas cardíacas normales y electrocardiograma no diagnóstico. Durante el seguimiento a 4 meses ninguno de los pacientes con score de calcio negativo presentó algún evento cardiovascular. McLaughlin et al. y Georgiou et al. reportaron su elevado valor predictivo negativo, en pacientes con ausencia de calcio coronario. En un estudio con seguimiento a 7 años, Georgiou et al. Validaron que los pacientes con score de calcio negativo podrían ser dados de alta con seguridad, con una tasa de eventos anuales de 0.6%.

Hoffmann et al³³ en 103 pacientes con dolor torácico con riesgo bajo, encontraron que el 40% de los pacientes no tuvieron evidencia tomográfica de placa aterosclerosa y en el seguimiento no hubo eventos cardiovasculares. La presencia de una estenosis significativa (>50%) fue descartada. Por otro lado la evidencia de una estenosis significativa en 13 pacientes, 8 de estos pacientes presentaron un síndrome isquémico coronario., el valor predictivo positivo fue de 47% y el valor predictivo negativo del 100%.

Goldstein et al³⁴ reporta una reducción en el tiempo de estancia de los pacientes de riesgo bajo a intermedio (tiempo promedio de 3.4 horas, en comparación a las 15 horas con la evaluación estándar, que incluía el empleo de imágenes de perfusión miocárdica), sin complicaciones relacionadas con la prueba, ni eventos cardíacos adversos mayores durante un seguimiento a 6 meses.

Uno de los estudios más importantes es el estudio ROMICAT³⁵ que evaluó el papel de la angiotomografía coronaria en pacientes con dolor torácico, se reportó un valor predictivo negativo del 100% para el diagnóstico de síndrome isquémico coronario y en la predicción de eventos cardíacos adversos mayores. La presencia de placa aterosclerótica y la severidad de la estenosis son considerados predictores de riesgo independiente.

Rubinstein et al³⁶ reportó disminución en el número de hospitalizaciones, con una reducción de hasta el 50%. Goldstein et al³³, demostraron que la realización de una angiotomografía coronaria reducía los costos hasta un 16% (1.586 dólares en el grupo de angiotomografía coronaria en comparación con 1.872 dólares en el grupo de evaluación estándar). Datos que no fueron encontrados en otros estudios como en el estudio ROMICAT II³⁷, en el cual no hubo diferencias significativas en el costo total de los pacientes evaluados mediante angiotomografía coronaria vs la evaluación estándar.

Una de las ventajas de la angiotomografía coronaria sobre otros métodos de diagnóstico, es el poder realizar en forma simultánea la evaluación de otras estructuras no cardíacas como a la aorta y las arterias pulmonares, para descartar causas potencialmente mortales: disección aórtica aguda y tromboembolia pulmonar.

El protocolo que incluye una inyección trifásica y una exploración caudocraneal aportan una excelente opacificación de las arterias coronarias, pulmonares y de la aorta.³⁸ Bajo esta aproximación (triple rule out) se pueden observar diversas alteraciones cardíacas y no cardíacas.

La dosis de radiación es directamente proporcional a la duración de la exploración y aumenta en un 30– 50% en las exploraciones encaminadas a descartar diversas patologías; no obstante, los nuevos tomógrafos de 320 cortes la dosis de radiación es muy baja.^{39,40}

Dentro de las limitaciones de la angiotomografía coronaria destacad la frecuencia cardíaca con la que debe realizarse el estudio, ya que la calidad de las imágenes es inversamente proporcional a esta, esto obliga al empleo de betabloqueadores durante la adquisición de las imágenes, alrededor de un 15% de los pacientes tienen alguna contraindicación.⁴¹

La presencia de fibrilación auricular plantea mayor grado de dificultad, ya que requiere de protocolos de adquisición y reconstrucción diferentes. Sin embargo, las nuevas mejoras de los escáneres permiten la adquisición de la información en un solo latido cardíaco, lo cual hace que los resultados sean de mayor calidad aun en presencia de arritmias. Otra limitante es la presencia de calcificación coronaria extensa que oculte la luz coronaria y limite sustancialmente el análisis de los diferentes segmentos, en especial en pacientes con probabilidad elevada de presentar calcificaciones coronarias importantes, como los ancianos o los pacientes con puntuaciones de calcio previas > 1.000 unidades Agatston.^{42,43} Es importante tomar en consideración la exposición a radiación en poblaciones especialmente sensibles como las mujeres menores de 45 años de edad.^{44,45}

La aterosclerosis de las arterias coronarias es un proceso dinámico, con periodos de enfermedad estable intercalados con otros de inestabilidad y aumento rápido del volumen de la placa.⁴⁶ En la mayoría de los síndromes isquémicos coronarios agudos la placa aterosclerótica responsable del evento la estenosis es menor al 50%.⁴⁷ El estudio ROMICAT-II determino las características de alto riesgo de la placa aterosclerosa y añadió información pronostica para la presentación de eventos cardiovasculares futuros.⁴⁸ La caracterización de la placa, además de su severidad, puede ser especialmente importante en pacientes con dolor torácico agudo, ya que existe una adecuada correlación de la morfología de la placa con la observada en la angiografía invasiva. Algunas de

estas características son: remodelado positivo, < 30 unidades de Hounsfield en la placa, presencia de calcio irregular, ulceración y penetración del contraste en el interior de la misma.⁴⁸⁻⁵⁰ En el estudio ROMICAT-II, se encontró que al menos una placa de alto riesgo estaba presente en el 35,4% de los pacientes, mientras que se detectó estenosis significativa (> 70%) en el 5,1% de este grupo. Treinta y siete pacientes (7,8%) tuvieron algún evento agudo durante el seguimiento y en el 95% se documentó una placa de alto riesgo en comparación con el grupo sin eventos que sólo se presentaron eventos en el 30% de los casos ($P < 0,001$). Después de realizar un ajuste de variables, el hallazgo de una placa de alto riesgo se asoció de forma independiente con el pronóstico con un odds-ratio de 8,9 (95% intervalo de confianza de 1.8 a 43.3, $p = 0,006$) y una mejora en el modelo predictivo, con un área bajo la curva de 0,959 frente a otros modelos ($p = 0,03$).^{50,51}

En el hospital la evaluación de los pacientes con dolor torácico se realiza de forma tradicional con la evaluación del dolor a través de una escala de riesgo, electrocardiograma y determinación seriada de biomarcadores; sólo bajo circunstancias especiales se solicita algún estudio de perfusión por medicina nuclear o ecocardiografía. La angiotomografía coronaria no es un método rutinario para la estratificación de estos pacientes. En base a lo anterior y con la experiencia aportada en la literatura se propone explorar las ventajas de la angiotomografía en la evaluación de los pacientes con dolor torácico de riesgo intermedio (de acuerdo a la escala propuesta por el grupo de “Appropriate Use Criteria for Cardiac Computed Tomography”),⁷ validando los hallazgos de la estenosis de la arteria coronaria, así como las características de la placa en la evaluación inicial de estos pacientes que acuden al servicios de urgencias de este hospital.

Justificación

A pesar de los diversos avances en la propuesta de protocolos de estratificación de pacientes que acuden al servicio de urgencias con dolor torácico, continúa siendo un reto para el clínico establecer un diagnóstico oportuno y eficaz. En especial en el grupo de pacientes con dolor torácico con probabilidad pretest de enfermedad arterial coronaria intermedia, en donde los biomarcadores y el electrocardiograma no son elementos de apoyo al diagnóstico de certeza. La angiotomografía coronaria computada puede constituir una herramienta diagnóstica segura y eficaz en este tipo de pacientes con la posibilidad de disminuir el riesgo de eventos cardíacos subsecuentes; así como la de reducir el número de hospitalizaciones durante el seguimiento en los pacientes con dolor torácico donde el diagnóstico final es de origen no isquémico.

Del total de pacientes que acuden a un servicio de urgencias, solo el 20% cumple criterios de síndrome isquémico coronario agudo. En este sentido, muchos de los pacientes permanecen en observación en los servicios de urgencias para su evaluación, ya que el protocolo habitual comprende la determinación seriada de biomarcadores y electrocardiogramas, y en algunos casos el empleo de estudios diagnósticos de pruebas de estrés no invasivas con bajo valor predictivo negativo. Un proceso de estratificación del riesgo que sea reproducible, efectivo y que apoye al clínico en la identificación de pacientes con dolor torácico con probabilidad intermedia de mayor riesgo de eventos cardíacos es necesario para facilitar la toma de decisiones. La Angiotomografía coronaria computada representa un método eficaz con alto valor pronóstico en la evaluación inicial del paciente con dolor torácico y en los que es necesario tomar una decisión de egreso o bien su hospitalización para estudio.

Es por lo anterior que se propone como un opción de abordaje diagnóstico en este grupo de pacientes, para determinar si la presencia de una estenosis $\geq 50\%$ y al menos 1, 2 o 3 características de una placa de riesgo alto, tienen un valor diagnóstico para enfermedad arterial coronaria en población mexicana e identificar un punto de corte en esta población de pacientes con probabilidad pretest intermedia con su asociación a la presentación de nuevas readmisiones hospitalarias.

Planteamiento del problema

La angiotomografía coronaria computada se ha propuesto en la literatura como prueba diagnóstica en pacientes con dolor torácico como estrategia de evaluación en pacientes con dolor torácico y se ha establecido su utilidad para la reducción del tiempo de estancia en los servicios de urgencias así como disminuir la recurrencia de nuevas hospitalizaciones por dolor torácico o la presentación de eventos cardiovasculares adversos (infarto del miocardio, angina inestable, revascularización coronaria urgente). Algunos estudios recientes incluso han propuesto determinar las características de las placas de alto riesgo que incrementa la eficacia de los hallazgos en la evaluación inicial de pacientes con dolor torácico, al poder discriminar a aquellos pacientes que son tributarios de manejo hospitalario y realización de cateterismo cardiaco y coronariografía de aquellos que solo requieren de manejo médico y que puedan ser egresados a su domicilio.⁴⁹ En base a lo anterior y al no existir información en población mexicana, se pretende validar la utilidad de la angiotomografía cardiaca, para estimar si una estenosis $\geq 50\%$ y/o bien un punto de corte de la estenosis coronaria, así como la presencia de 1, 2 o 3 características de la placa de alto riesgo, pueda en una cohorte prospectiva determinar los desenlaces de readmisiones hospitalarias en pacientes con dolor torácico con probabilidad pretest de riesgo intermedio que son evaluados en el servicio de urgencia de la UMAE Hospital de Cardiología CMN IMSS siglo XXI.

Pregunta de investigación:

En pacientes con dolor torácico con probabilidad pretest de riesgo intermedio que son sometidos a una angiotomografía coronaria computada:

1. ¿Cuál es la frecuencia de una estenosis coronaria $>50\%$?

2.- ¿Cuáles son las características de las placas en presencia de una estenosis $>50\%$? 10

Hipótesis:

En pacientes con dolor torácico con probabilidad pretest de riesgo intermedio que son sometidos a una angiotomografía cardiaca computada:

- 1.- Existe una mayor frecuencia de estenosis coronaria > 50%
- 2.- Existe mayor severidad en las placas de aterosclerosis en presencia de una estenosis >50%,

Objetivos:

En pacientes con dolor torácico con probabilidad pretest de riesgo intermedio que son sometidos a una angiotomografía coronaria computada

1. Determinar la frecuencia de una estenosis coronaria > 50%
- 2.-Valorar la presencia de 1, 2 o 3 características de las placas de alto riesgo en presencia de una estenosis > 50%

Tipo de Diseño del Estudio

Observacional, ambilectivo, serie de casos.

Universo de trabajo

Pacientes derechohabientes del IMSS que acudan al servicio de urgencias con dolor torácico con probabilidad pretest de riesgo intermedio en la UMAE Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Muestreo

No probabilístico de casos consecutivos de pacientes con dolor torácico con probabilidad pretest de riesgo intermedio, en donde el electrocardiograma inicial es normal (sin cambios o alteraciones inespecíficas para isquemia miocárdica) y los biomarcadores iniciales son negativos.

Criterios de inclusión

- Edad entre 20 y 85 años, con diagnóstico de dolor torácico
- Determinación de riesgo intermedio mediante evaluación pretest de acuerdo a los datos clínicos, hallazgos electrocardiográficos y reporte inicial de biomarcadores
- Que acepten participar en el estudio y estén de acuerdo en realizar un estudio de Angiotomografía cardiaca de acuerdo a la firma de carta de consentimiento informado.

Criterios de no inclusión

- Tasa de filtrado glomerular <30mL/min y/o niveles de creatinina iguales o mayores de 1.5 mg/dL en mujeres y 1.6mg/dl en hombres.
- Diabetes con descontrol metabólico grave

- Presencia de cualquier enfermedad inmunológica o enfermedad oncológica conocida.
- Alergia conocida al medio de contraste.
- Cirugía de revascularización; infarto agudo del miocardio; procedimiento de revascularización con colocación de Stent intracoronario o cirugía de revascularización previos.
- Portador de marcapaso definitivo.
- Arritmia cardíaca del tipo de la fibrilación auricular o flutter auricular.
- Valvulopatía aórtica.
- Con presencia de alguna cardiopatía congénita cianógena o no cianógena
Miocardiopatía dilatada, restrictiva o hipertrófica.
- Presencia de cualquier trastorno neurológico o psiquiátrico

Criterios de exclusión

Pacientes en los cuales no se logre obtener imágenes diagnósticas de la Angiotomografía Coronaria (ATC) con equipo General Electric Light Speed de 64 detectores.

Tamaño de la muestra

Una serie de casos ingresados al servicio de urgencias en el periodo comprendido de 2013 a 2015.

Variables de estudio

Variable predictora

Estenosis coronaria

Definición conceptual:

-Placa no calcificada: presencia de alguna estructura discernible que puede ser ubicada a la pared arterial coronaria y que presenta una atenuación por abajo del contraste del lumen coronario, pero por arriba de la grasa epicárdica y tejido conectivo circundante o bien la presencia de una placa calcificada: estructura con una atenuación >130 unidades Hounsfield que puede ser distinguida del contraste del lumen coronario en el árbol coronario.

Definición operacional: obstrucción luminal >50% en cualquier segmento coronario

Tipo de variable: Cualitativa nominal

Escala de medición: Dicotómica si/no

Variable de desenlace

☒ Recurrencia de readmisiones hospitalarias

Definición conceptual: presentación de readmisión hospitalaria por nuevo evento de dolor torácico agudo.

Definición operacional: nuevos eventos de readmisiones hospitalarias por dolor torácico agudo o por infarto agudo del miocardio, a los 90 días de seguimiento, como punto final primario.

-Eventos cardiovasculares combinados: la suma de frecuencias de presentación en el seguimiento de dolor torácico agudo, infarto agudo del miocardio, revascularización miocárdica quirúrgica o percutánea, angina de repetición y/o muerte cardiovascular.

-Como puntos finales secundarios se considerará la frecuencia de cada evento en forma independiente en el mismo tiempo.

-Readmisión hospitalaria: a todo aquél ingreso al servicio de urgencias, que sea por motivo de problemas cardiacos, que en éste caso sea por dolor torácico

-Para el diagnóstico de infarto del miocardio fatal y no fatal: Se tomarán en cuenta dos de los tres siguientes criterios: toda aquella manifestación clínica típica de infarto (dolor opresivo mayor de 30 minutos, disnea y diaforesis) más elevación de biomarcadores cardiacos (elevación de Troponina I por arriba de la percentil 99) más cambios electrocardiográficos no vistos en electrocardiogramas previos (bloqueo completo de rama izquierda del haz de His de nuevo, elevación del segmento ST en dos o más derivaciones contiguas por arriba de 1mm, y por arriba de 1.5 mm en precordiales, cambios en el segmento ST sugestivos de isquemia, lesión o necrosis).

-Angina o equivalentes de repetición: Dolor precordial opresivo de esfuerzo o reposo típico de duración menor de 20 minutos, que ceda de forma espontánea, así como la presencia de disnea, síncope, descarga adrenérgica, con biomarcadores de necrosis miocárdica negativos.

-Muerte cardiovascular: Aquel cese de la vida asociada a patología cardiovascular (infarto agudo del miocardio, falla cardiaca, arritmias cardiacas).

-Procedimiento de revascularización: Aquella intervención por intervención coronaria percutánea con colocación de Stents coronarios y/o quirúrgica en la que se colocan puentes de arteria mamaria interna izquierda o secuencial radial hacia la arteria descendente anterior y/o de vena safena reversa

Tipo de variable: cualitativa.

Escala de medición: presente y ausente.

Variables confusoras.

Variable	Papel de la variable en el estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
Edad	Confusora	Representación física de la cronología de la vida y su interacción con el medio, representada en años	Se tomará el dato del expediente clínico en el momento de la entrada del paciente al estudio	Cuantitativa	Numérica
Diabetes mellitus	Confusora	La diabetes es una Enfermedad en la cual los niveles de glucosa sérica se encuentran elevados	La presencia De hemoglobina glucosilada >6.5 o la presencia de glucosa en ayunas ≥ 126 mg/dl en dos ocasiones	Cualitativa Nominal Dicotómica	Si/no
Hipertensión arterial sistémica	Confusora	La hipertensión arterial es una enfermedad en la que se eleva la presión arterial	Presencia de Presiones arteriales sistólica ≥ 140 mmHg y/o diastólica ≥ 90 mmHg	Cualitativa Nominal Dicotómica	Si/no
Dislipidemia	Confusora	Presencia de Aumento del Colesterol y/o Triglicéridos séricos	Presencia de LDL ≥ 130 mg/dl, HDL ≤ 40 mg/dl, TGS ≥ 200 mg/dl o estar en tratamiento	Cuantitativa	Numérica

Procedimientos

Se incluirán todos los pacientes de ambos géneros que ingresen al servicio de urgencias con cuadro de dolor torácico con electrocardiograma normal sin evidencia de isquemia y marcadores bioquímicos negativos

Se realizará la adquisición de imágenes tomográficas y estas serán grabadas por medio electrónico para posterior análisis por otros cardiólogos y radiólogos cegados al estudio.

Este análisis se hará en la estación de trabajo de los cardiólogos y radiólogos del equipo de Angiotomografía cardíaca del servicio de radiodiagnóstico del Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Se considerará como universo todos los pacientes mayores de 18 años con dolor torácico dentro de las siguientes 24 horas de su inicio, con o sin factores de riesgo tales como tabaquismo, hipertensión arterial, diabetes mellitus, dislipidemia, en población abierta en la ciudad de México, derechohabiente el IMSS. Se tomará una muestra de este universo teniendo en cuenta los criterios de inclusión, exclusión y eliminación detallados en otra sección. Será un muestreo no probabilístico. A todos los pacientes de la realización de una historia clínica, se tomarán signos vitales en reposo; así como electrocardiograma de 12 derivaciones, y toma de muestras para marcadores bioquímicos que incluyen enzimas cardíacas CPK, TGO, DHL y troponinas cardíacas. También serán sometidos a la realización de una angiotomografía coronaria. Los exámenes angiotomográficos se realizarán con los pacientes en posición decúbito supino por los operadores del servicio de radiodiagnóstico del Hospital de Cardiología Siglo XXI usando un equipo General Electric Light Speed de 64 detectores. El análisis se realizará con el software ADW 4.5 instalado en una estación de trabajo GE bajo el sistema LINUX.

Realización de tomografía computada: La angiotomografía coronaria se llevará a cabo con un equipo General Electric Light Speed de 64 detectores. El análisis de las imágenes tomográficas se realizará con el software ADW 4.5 instalado en una estación de trabajo bajo el sistema LINUX. Para que los pacientes se les realice el estudio tendrán que tener una frecuencia cardíaca ≤ 65 lpm; si lo requieren y no tienen contraindicación se les administrará betabloqueador vía oral (atenolol 25 - 100 mg o metoprolol 25 - 100 mg) para lograr la frecuencia cardíaca objetivo. Además se administrará también de no haber contraindicación isosorbide 5 mg sublingual. Todas las adquisiciones de imágenes se realizarán durante una sola inspiración profunda. Se utilizarán de 80 a 120 ml de medio de contraste yodado, que será inyectado vía intravenosa a una velocidad de 5

ml/s. El estudio se realizará en sincronización con el electrocardiograma, obteniéndose imágenes en diástole al 60, 65 y 70% del ciclo cardíaco.

Evaluación de la presencia y extensión de las lesiones coronarias mediante tomografía computada: una placa aterosclerosa calcificada se definirá como cualquier estructura coronaria con una atenuación >130 unidades Hounsfield. La presencia de estenosis coronaria se definirá como una obstrucción luminal >50% en cualquier segmento coronario. Si la calidad de la imagen no permite definir si hay estenosis significativa, la imagen será clasificada como indeterminada.

Para la evaluación de los datos de la angiotomografía coronaria de estenosis coronaria significativa y placa aterosclerosa calcificada o no calcificada, se efectuará un consenso de dos investigadores experimentados, cegados a la presentación de la historia y datos clínicos usando un modelo modificado de 17 segmentos del árbol arterial coronario. Si el consenso no puede ser alcanzado, un tercer experto participará en el diagnóstico final.

El formato (la hoja de recolección de datos) se muestra en la sección de anexos.

Análisis estadístico

Las variables cuantitativas serán analizadas para su distribución con prueba de Shapiro Wilk. En caso de tener una distribución normal se resumirán con media \pm desviación estándar. En caso de distribución no semejante a la normal con mediana y rangos intercuartílicos. Las variables cualitativas se resumirán con frecuencias absolutas y relativas.

Bivariado: Para la comparación de las variables cuantitativas se empleará t de Student o U de de U de Mann-Whitney, de acuerdo a su distribución. Para variables cualitativas se empleará la prueba de chi cuadrada o prueba exacta de Fisher en caso de frecuencia esperada ≤ 5 .

Con base en el índice de Youden se realizará una curva ROC, se tomará el punto de corte que mejor discrimine la recurrencia de readmisiones hospitalarias.

Para el análisis multivariado se empleará un análisis de regresión logística binaria, se usará la prueba de Hosmer-Lameshow para el contraste del mejor modelo. Variabilidad inter e intraobservador para análisis de imágenes tomográficas (Kappa). También se empleará el modelo de riesgos proporcionales de Cox. Se calculará RR e intervalos de confianza del 95%. Se considerará como significativo un valor de $p \leq 0.05$

Recursos y factibilidad.

Factibilidad: En el servicio de urgencias el 20% de los egresos anuales son por pacientes con dolor torácico, (aproximadamente 1000 pacientes).

Recursos humanos: existe amplia experiencia por parte de Cardiólogos especialistas en angiotomografía avalados por el Consejo Mexicano de Cardiología.

Recursos tecnológicos: Se cuenta actualmente en el hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI con la infraestructura y el equipamiento necesario para la realización de los estudios de angiotomografía coronaria.

Recursos financieros: El estudio no requiere financiamiento, ya que se trata de un estudio observacional, y el método diagnóstico puede formar parte de la atención otorgada a los pacientes derechohabientes del Instituto Mexicano de Seguro Social.

Consideraciones éticas

De acuerdo con lo establecido en la Ley General de Salud en Materia de investigación, se solicitará consentimiento bajo información en forma escrita, invitando al paciente a participar en el estudio, se expondrá el pronóstico del estudio, sus principales ventajas, potenciales riesgos y estableciendo que el resultado permitirá al médico responsable del paciente tomar la decisión más pertinente al caso en particular; además se le solicitará que nos permita conocer su evolución clínica posterior mediante llamado telefónico, anteponiendo siempre los intereses de los pacientes por sobre todo los aspectos, respetando en cada momento su integridad y espacio, pudiendo en cualquier momento prescindir de continuar en el presente estudio en cualquier momento que así lo deseen sin necesidad de explicaciones o excusas.

El estudio de angiotomografía coronaria es un estudio seguro, que ha demostrado validez, consistencia y reproducibilidad en diferentes escenarios para el diagnóstico de dolor torácico.

La angiotomografía cardiaca, ha demostrado ser una técnica segura, reproducible y que puede realizarse en condiciones de seguridad con una frecuencia de complicaciones muy baja (0.01%).

En todo momento se manejará la información con estricta confidencialidad, no se empleará ninguna información que pueda identificar a los pacientes, en caso de publicación. El número telefónico de los pacientes se mantendrán en forma confidencial y no se empleará para otros fines ajenos al estudio.

El presente protocolo se encuentra apegado a los lineamientos que han surgido en los diferentes foros internacionales para la ética en la investigación en humanos: 18ª Asamblea Médica Mundial, Helsinki, Finlandia, Junio 1964, y enmendada por la 29ª Asamblea Médica Mundial, Tokio, Japón, Octubre 1975, 35ª Asamblea Médica Mundial, Venecia, Italia, Octubre 1983, 41ª Asamblea Médica Mundial, Hong Kong, Septiembre 1989, 48ª Asamblea General, Somerset West, Sudáfrica, Octubre 1996 y la 52ª, Asamblea General, Edimburgo, Escocia, Octubre 2000 con nota de clarificación sobre el párrafo 29 añadida por la Asamblea General, Washington 2002.

Conclusiones:

Se registraron un total de 75 pacientes de los cuales se llevo el seguimiento de 23 pacientes por revisión de expediente clínico de pacientes ingresados por el servicio de urgencias de octubre del 2013 a junio del 2015, realizándoseles estudio de angiotomografía cardiaca, de los cuales participaron pacientes de 37 años a 83 años de edad con una media de 61 años. Siendo del género femenino 9 pacientes y masculino 14 pacientes. Presentando factores de riesgo de tabaquismo 5 pacientes (21%), diabetes mellitus 7 pacientes (30%), dislipidemia 11 pacientes (47%), hipertensión arterial sistémica 12 pacientes (52%). Y siendo los síntomas y signos que presentaron: angina en 22 pacientes (95%), disnea en 12 pacientes (52%), síncope en 3 pacientes (13%), diaforesis en 6 pacientes (26%), encontrándose en clase funcional de a NYHA I 10 pacientes (43%), en clase funcional NYHA II 12 pacientes (52%), en clase funcional de la NYHA III 1 paciente (4.3%). Observándose en el electrocardiograma en Ritmo sinusal en 23 pacientes (100%); con isquemia subepicardica en 6 pacientes (26%) e isquemia subendocardica en 1 paciente (4.3%). De acuerdo a la probabilidad pretest siendo de riesgo intermedio un total de 17 pacientes (73%) y riesgo alto 6 pacientes (26%).

Encontrándose en el reporte de estudio de angiotomografía cardiaca 4 (17.39%)pacientes con severidad de la estenosis de un 25-49%, y 2 (8.6%) con lesiones del 50-69%, 2 (8.6%) pacientes con lesiones mayor o igual 70%. Con una placa calcificada con atenuación >130 UH en 4 pacientes (17.39%). Siendo afectada de estos casos antes mencionados la arteria coronaria derecha en 20%, la arteria circunfleja en 34%, 6% el tronco coronario izquierdo y 40% la descendente anterior. Presentando datos de alto riesgo el 40% de remodelado positivo, baja atenuación un 15% y spotty calcium un 10%. Con una promedio de utilización de medio de contraste de 80 ml calculado a 1 ml/kg. Con una frecuencia promedio de 60 latidos por minutos, sin presentarse ningún evento adverso después del estudio.

En el seguimiento a los 30, 60, 90 dias se observo reingreso al servicio de urgencias en 3 pacientes (13%), infarto agudo al miocardio en 1 paciente (4.3%), angina inestable en 3 pacientes (13%), revascularización miocardica en 1 paciente (4.3%).

El siguiente estudio de esta serie de casos permitió conocer

Bibliografia

- 1.- Pollack CV Jr, Sites FD, Shofer FS, Sease KL, Hollander JE. Application of the TIMI risk score for unstable angina and non-ST elevation acute coronary syndrome to an unselected emergency department chest pain population. *Acad Emerg Med* 2006; **13**: 13–18.
- 2.- Chase M, Robey JL, Zogby KE, Sease KL, Shofer FS, Hollander JE. Prospective validation of the Thrombolysis in Myocardial Infarction risk score in the emergency department chest pain population. *Ann Emerg Med* 2006; **48**: 252–59.
- 3.- Hollander JE. The continuing search to identify the very-low-risk chest pain patient. *Acad Emerg Med* 1999; **6**: 979–81.
- 4.- Kohn MA, Kwan E, Gupta M, Tabas JA. Prevalence of acute myocardial infarction and other serious diagnoses in patients presenting to an urban emergency department with chest pain. *J Emerg Med*. 2005;29:383-90.
- 5.- Lee TH, Rouan GW, Weisberg MC, Brand DA, Acampora D, Stasiulewicz C, et al. Clinical characteristics and natural history of patients with acute myocardial infarction sent home from the emergency room. *Am J Cardiol*. 1987;60:219-24.
- 6.- Pope JH, Aufderheide TP, Ruthazer R, Woolard RH, Feldman JA, Beshansky JR, et al. Missed diagnoses of acute cardiac ischemia in the emergency department. *N Engl J Med*. 2000; 342:1163-70.
- 7.- Allen JT, Cerqueira M, Hodgson JM, Mark D, Min J, O’Gara P, Rubin GD, Christopher MK, Taylor A, Berman D, Brown A, Chaudhry FA, Cury RC, Desai MY, Einstein AJ, Gomes AS, Harrington R. ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASE/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR 2010 Appropriate Use Criteria for Cardiac Computed Tomography. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2010;56:1864-1894.
- 8.- Braunwald E, Antman EM, Beasley JW, Califf RM, Cheitlin MD, Hochman JS, et al. ACC/AHA 2002 guideline update for the management of patients with unstable angina and non-STsegment elevation myocardial infarction —summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on practice guidelines (Committee on the Management of Patients With Unstable Angina). *J Am Coll Cardiol*. 2002;40:1366-74.
- 9.- Hamm CW, Goldmann BU, Heeschen C, Kreyman G, Berger J, Meinertz T. Emergency room triage of patients with acute chest pain by means of rapid testing for cardiac troponin T or troponin I. *N Engl J Med*. 1997;337:1648-53.
- 10.- Tatum JL, Jesse RL, Kontos MC, Nicholson CS, Schmidt KL, Roberts CS, et al. Comprehensive strategy for the evaluation and triage of the chest pain patient. *Ann Emerg Med*. 1997; 29:116-25.

- 11.- Pollack CV Jr, Antman EM, Hollander JE. 2007 focused update to the ACC/AHA guidelines for the management of patients with ST-segment elevation myocardial infarction: implications for emergency department practice. *Ann Emerg Med* 2008 **52**: 344–55 e1.
- 12.- Amsterdam EA, Kirk JD, Bluemke DA, et al. Testing of low-risk patients presenting to the emergency department with chest pain: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2010; **122**: 1756–76.
- 13.- Thygesen K, Alpert JS, White HD, et al. Universal definition of myocardial infarction. *Circulation* 2007; **116**: 2634–53.
- 14.- Newby LK, Storrow AB, Gibler WB, et al. Bedside multimarker testing for risk stratification in chest pain units: the chest pain evaluation by creatine kinase-MB, myoglobin, and troponin (CHECKMATE) study. *Circulation* 2001; **103**: 1832–37.
- 15.- Conway Morris A, Caesar D, Gray S, Gray A. TIMI risk score accurately risk stratifies patients with undifferentiated chest pain presenting to an emergency department. *Heart* 2006; **92**: 1333–34.
- 16.- Antman EM, Cohen M, Bernink PJ, et al. The TIMI risk score for unstable angina/non-ST elevation MI: a method for prognostication and therapeutic decision making. *JAMA* 2000; **284**: 835–42.
17. Limkakeng A Jr, Gibler WB, Pollack C, et al.: Combination of Goldman risk and initial cardiac troponin I for emergency department chest pain patient risk stratification. *Acad Emerg Med* 2001, **8**:696–702.
18. Welch RD, Zalenski RJ, Frederick PD, et al.: Prognostic value of a normal or nonspecific initial electrocardiogram in acute myocardial infarction. *JAMA* 2001, **286**:1977–1984.
- 19.- Heller GV, Stowers SA, Hendel RC, Herman SD, Daher E, Ahlberg AW, et al. Clinical value of acute rest technetium- 99m tetrofosmin tomographic myocardial perfusion imaging in patients with acute chest pain and nondiagnostic electrocardiograms. *J Am Coll Cardiol.* 1998;**31**:1011-7.
- 20.- Sicari R, Pasanisi E, Venneri L, Landi P, Cortigiani L, Picano E. Stress echo results predict mortality: a large-scale multicenter prospective international study. *J Am Coll Cardiol.* 2003;**41**:589-95.
- 21.- Lee TH, Goldman L. Evaluation of the patient with acute chest pain. *N Engl J Med.* 2000;**342**:1187-95.
- 22.- Mochizuki T, Murase K, Koyama Y, et al.: LAD stenosis detected by sub-second spiral CT. *Circulation* 1999, **99**:1523.

- 23.- Hamon M, Biondi-Zoccai GG, Malagutti P, Agostoni P, Morello R, Valgimigli M. Diagnostic performance of multislice spiral computed tomography of coronary arteries as compared with conventional invasive coronary angiography: a metaanalysis. *J Am Coll Cardiol*. 2006;48:1896-910.
- 24.- Budoff MJ, Dowe D, Jollis JG, Gitter M, Sutherland J, Halamert E, et al. Diagnostic performance of 64-multidetector row coronary computed tomographic angiography for evaluation of coronary artery stenosis in individuals without known coronary artery disease: results from the prospective multicenter ACCURACY (Assessment by Coronary Computed Tomographic Angiography of Individuals Undergoing Invasive Coronary Angiography) trial. *J Am Coll Cardiol*. 2008;52:1724-32.
- 25.- Miller JM, Rochitte CE, Dewey M, Arbab-Zadeh A, Niinuma H, Gottlieb I, et al. Diagnostic performance of coronary angiography by 64-row CT. *N Engl J Med*. 2008;359:2324- 36.
- 26.- Hoffmann MH, Shi H, Schmitz BL, Schmid FT, Lieberknecht M, Schulze R, et al. Noninvasive coronary angiography with multislice computed tomography. *JAMA*. 2005;293:2471-8.
- 27.- Georgiou D, Budoff MJ, Kaufer E, et al.: Screening patients with chest pain in the emergency department using electron beam tomography: a follow-up study. *J Am Coll Cardiol* 2001, 38:105–110.
- 28.- Leber AW, Knez A, Becker A, et al.: Accuracy of multidetector spiral computed tomography in identifying and differentiating the composition of coronary atherosclerotic plaques: a comparative study with intracoronary ultrasound. *J Am Coll Cardiol* 2004, 43:1241–1247.
- 29.- Achenbach S, Ropers D, Hoffmann U, et al.: Assessment of coronary remodeling in stenotic and nonstenotic coronary atherosclerotic lesions by multidetector spiral computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2004, 43:842–847.
- 30.- Georgiou D, Budoff MJ, Kaufer E, et al.: Screening patients with chest pain in the emergency department using electron beam tomography: a follow-up study. *J Am Coll Cardiol* 2001, 38:105–110.
- 31.- Laudon DA, Vukov LF, Breen JF, et al.: Use of electronbeam computed tomography in the evaluation of chest pain patients in the emergency department. *Ann Emerg Med* 1999, 33:15–21.
- 32.- McLaughlin VV, Balogh T, Rich S: Utility of electron beam computed tomography to stratify patients presenting to the emergency room with chest pain. *Am J Cardiol* 1999, 84:327–328, A8.
33. Hoffmann U, Moselewski F, Nieman K, et al.: Noninvasive assessment of plaque morphology and composition in culprit and stable lesions in acute coronary syndrome and stable lesions in stable angina by multidetector computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2006, 47:1655–1662.

- 34.- Goldstein JA, Dixon SR, Safian RD, Hanzel GS, Grines CL, Raff G. Computed tomographic angiographic morphology of invasively proven complex coronary plaques. *J Am Coll Cardiol Imag.* 2008;1:249-51.
- 35.- Hoffmann U, Bamberg F, Chae CU, Nichols JH, Rogers IS, Seneviratne SK, et al. Coronary computed tomography angiography for early triage of patients with acute chest pain: the ROMICAT (Rule Out Myocardial Infarction using Computer Assisted Tomography) trial. *J Am Coll Cardiol.* 2009; 53:1642-50.
- 36.- Rubinshtein R, Halon DA, Gaspar T, Jaffe R, Goldstein J, Karkabi B, et al. Impact of 64-slice cardiac computed tomographic angiography on clinical decision-making in emergency department patients with chest pain of possible myocardial ischemic origin. *Am J Cardiol.* 2007;100:1522-6.
- 37.- Hoffmann U, Truong Q, Schoenfeld D, Chou ET, Woodard PK, Nagurney JT, et al. Coronary CT Angiography versus Standard Evaluation in Acute Chest Pain. *Engl J Med.* 2012; 367:299-308.
- 38.- Vrachliotis TG, Bis KG, Haidary A, Kosuri R, Balasubramaniam M, Gallagher M, et al. Atypical chest pain: coronary, aortic, and pulmonary vasculature enhancement at biphasic single-injection 64-section CT angiography. *Radiology.* 2007;243:368-76.
- 39.- Hein PA, Romano VC, Lembcke A, May J, Rogalla P. Initial experience with a chest pain protocol using 320-slice volumetric MDCT. *Eur Radiol.* 2009;19:1148-55.
40. Cury RC, Nieman K, Shapiro MD, Nasir K, Brady TJ. Comprehensive cardiac CT study: evaluation of coronary arteries, left ventricular function, and myocardial perfusion —is it possible? *J Nucl Cardiol.* 2007;14:229-43.
- 41.- . Gallagher MJ, Raff GL. Use of multislice CT for the evaluation of emergency room patients with chest pain: the so-called “triple rule-out”. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2008; 71:92-9.
- 42.- . Hein PA, Romano VC, Lembcke A, May J, Rogalla P. Initial experience with a chest pain protocol using 320-slice volumetric MDCT. *Eur Radiol.* 2009;19:1148-55.
- 43.- Chinnaiyan KM, McCullough PA. Optimizing outcomes in coronary CT imaging. *Rev Cardiovasc Med.* 2008;9:215-24.
- 44.- Shuman WP, Branch KR, May JM, Mitsumori LM, Lockhart DW, Dubinsky TJ, et al. Prospective versus retrospective ECG gating for 64-detector CT of the coronary arteries: comparison of image quality and patient radiation dose. *Radiology.* 2008;248:431-7.
- 45.- Libby P, Ridker PM. Inflammation and atherothrombosis: from population biology and bench research to clinical practice. *J Am Coll Cardiol* 2006;48 Suppl A:A33-46.

- 46.- Little WC, Constantinescu M, Applegate RJ, Kutcher MA, Burrows MT, Kahl FR, et al. Can coronary angiography predict the site of a subsequent myocardial infarction in patients with mild-to-moderate coronary artery disease? *Circulation*. 1988; 78:1157-66.
- 47.- Goldstein JA, Dixon SR, Safian RD, Hanzel GS, Grines CL, Raff G. Computed tomographic angiographic morphology of invasively proven complex coronary plaques. *J Am Coll Cardiol Imag*. 2008;1:249-51.
- 48.- Hoffmann U, Moselewski F, Nieman K, Jang IK, Ferencik M, Rahman AM, et al. Noninvasive assessment of plaque morphology and composition in culprit and stable lesions in acute coronary syndrome and stable lesions instable angina by multidetector computed tomography. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47:1655-62.
- 49.- Cury RC, Nieman K, Shapiro MD, Nasir K, Brady TJ. Comprehensive cardiac CT study: evaluation of coronary arteries, left ventricular function, and myocardial perfusion —is it possible? *J Nucl Cardiol*. 2007; 14:229-43.
- 50.- Puchner SB, Liu T, Mayrhofer T, Truong QA, Lee H, Fleg JL, et al. High-Risk Plaque Detected on Coronary CT Angiography Predicts Acute Coronary Syndromes Independent of Significant Stenosis in Acute Chest Pain. *J Am Coll Cardiol* 2014; 64:684-692.
51. - Ronald L. Jones MDa, Dustin M. Thomas MDa, Megan L. Barnwell MDa, Emilio Fentanes MDa, Adam N. Young MDa, Robert Barnwell MDb, Austin T. Foley MDb, Michael Hilliard MDb, Edward A. Hulten MDc, Todd C. Villines MDc, Ricardo C. Cury MDd, Ahmad M. Slim MDa. Safe and rapid disposition of low-to intermediate risk patients presenting to the emergency department with chest pain: A 1-year high-volume single-center experience. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2014; 8: 375-383.

