



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS**  
**COORDINACIÓN DE POSTGRADO**  
**POSTGRADO DE IMAGENOLOGIA**



**ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN  
IMAGENOLOGÍA**

**TEMA**

**UTILIDAD DEL T SCORE CALCIO EN EL DIAGNÓSTICO DE CARDIOPATÍA  
ISQUÉMICA CORONARIA**

**AUTOR: PAREDES MOGOLLÓN EDGAR ANDRÉS. ESP**

**TUTOR: YURI GASTON GALLINO CARDONA. ESP**

**GUAYAQUIL, DICIEMBRE 2022**

## Resumen

- El puntaje de calcio de la arteria coronaria juega un papel importante en la estratificación del riesgo cardiovascular, mostrando una asociación significativa con la ocurrencia a mediano o largo plazo de eventos cardiovasculares mayores. Serán analizados lo siguiente: protocolos para la adquisición y cuantificación de la puntuación de calcio de la arteria coronaria por tomografía computarizada multidetector; el papel de la puntuación de calcio de las arterias coronarias en la estratificación del riesgo coronario y su comparación con otras puntuaciones clínicas; sus indicaciones, interpretación y pronóstico en pacientes asintomáticos; y su uso en pacientes sintomáticos. El objetivo será analizar la utilidad del T score calcio en el diagnóstico de cardiopatía isquémica coronaria. El diseño de investigación será cuantitativo. La muestra de estudio estará conformada por 200 pacientes, lugar del estudio Hospital Teodoro Maldonado Carbo, ubicado en la ciudad de Guayaquil Av.25 de Julio, cuyo período de investigación será Enero 2019 a Diciembre del 2021.

Palabras clave: Cardiomiopatías, tomografía computarizada, enfermedades cardiovasculares, enfermedad de las arterias coronarias.

## **Abstract**

The coronary artery calcium score plays an important role in cardiovascular risk stratification, showing a significant association with the medium- or long-term occurrence of major cardiovascular events. The following will be discussed: protocols for acquisition and quantification of coronary artery calcium score by multidetector computed tomography; the role of the coronary artery calcium score in coronary risk stratification and its comparison with other clinical scores; its indications, interpretation and prognosis in asymptomatic patients; and its use in symptomatic patients. The objective will be to analyze the usefulness of the calcium T score in the diagnosis of coronary ischemic heart disease. The research design will be quantitative. The study sample will consist of 200 patients, place of the study Hospital Teodoro Maldonado Carbo, located in the city of Guayaquil Av.25 de Julio, whose research period will be January 2019 to December 2021.

**Keywords:** Cardiomyopathies, Computed tomography, Cardiovascular diseases, Coronary artery disease.

## INTRODUCCIÓN

La enfermedad cardiovascular es la principal causa de muerte en todo el mundo, y la enfermedad de las arterias coronarias (EAC) representa la mitad de todas estas muertes (1).

Al menos el 25% de los pacientes que experimentaron un infarto agudo de miocardio no fatal o muerte súbita no tenían síntomas previos (2). La identificación de individuos asintomáticos con mayor riesgo de sufrir futuros eventos cardiovasculares es fundamental para la implementación de estrategias preventivas.

Las “puntuaciones de riesgo total” son muy útiles y deben utilizarse como método inicial de estratificación, aunque solo pueden predecir el 65-80% de los eventos cardiovasculares futuros (1). La puntuación de riesgo de Framingham es una de las más utilizadas (2).

La caracterización de la calcificación de las arterias coronarias mediante tomografía computarizada muestra equivalencia con la carga total de aterosclerosis coronaria y el riesgo de eventos cardiovasculares (3).

La puntuación de calcio de la arteria coronaria (CAC) en exámenes de TC dedicados se realiza con frecuencia para medir la carga de placa aterosclerótica coronaria y predecir el riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV).

La calcificación de la arteria coronaria, que se determina cuantitativamente mediante la puntuación del calcio coronario, se conoce como un signo de estenosis coronaria y, por lo tanto, de futuros eventos cardíacos; de ahí que se haya notado en el centro de atención de los investigadores en los últimos años. Desarrollar un método diferente para la detección temprana y óptima de la enfermedad de las arterias coronarias (EAC) es realmente esencial, ya que la EAC es la primera causa de muerte en la población.

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

La aterosclerosis es una causa de muerte considerable en los países desarrollados, la Tomografía Computarizada de 64 cortes, es una técnica de diagnóstico por imágenes que permite detectar y cuantificar el índice de calcio en las arterias coronarias, incrementando la capacidad predictiva de los factores de riesgo (1).

La tasa de mortalidad por cardiopatía isquémica ha disminuido en las últimas cuatro décadas en los países desarrollados, sigue siendo la causa de aproximadamente un tercio de todas las muertes en sujetos mayores de 35 años. Se ha estimado que casi la mitad de los hombres de mediana edad y un tercio de las mujeres de mediana edad en los Estados Unidos experimentarán algún tipo de cardiopatía isquémica (1).

Se estima que las enfermedades cardiovasculares causan un total de 4 millones de muertes cada año en Europa y 1,9 millones en la Unión Europea, la mayoría por enfermedad coronaria (EC), lo que representa el 47% de todas las muertes en Europa y el 40% de las muertes europeas. Esto supone un coste total estimado de las enfermedades cardiovasculares en Europa de 196.000 millones de euros al año, aproximadamente el 54% de la inversión total en salud, y supone un 24% de pérdidas de productividad. La EC no solo afecta a los países desarrollados; las estadísticas indican que el impacto de esta enfermedad está aumentando en los países no occidentales. Se ha estimado que, actualmente, aproximadamente 15,4 millones de personas mayores de 20 años en los Estados Unidos sufren de cardiopatía isquémica. Esto corresponde a la prevalencia total de EC entre los mayores de 20 años del 6,4% (7,9% de los hombres y 5,1% de las mujeres) (3).

Durante la última década, la tomografía computarizada (TC) cardíaca sin contraste se ha convertido en una herramienta de diagnóstico establecida en la clínica práctica. El objetivo principal de estas exploraciones de calcio coronario es obtener la puntuación de calcio en las arterias coronarias (CACS), que es asociado con un aumento gradual del riesgo de futuros eventos coronarios, insuficiencia cardíaca y mortalidad, e incluso se relaciona con la demencia, cáncer y enfermedad renal (2). Por otro lado, un negativo o cero CACS denota un riesgo de eventos coronarios a mediano y largo plazo que está cerca de cero. Como tal, el actual ACC / AHA Las directrices sobre evaluación del riesgo cardiovascular establecen que la evaluación de CACS puede considerarse en función de un gran número de estudios observacionales: con un CACS de  $\geq 300$  unidades Agatston (o  $\geq$  Percentil 75 para edad, sexo y etnia) apoyando un aumento de la evaluación de riesgos. Una gama de enfoques alternativos para la aplicación de CACS para la estratificación del riesgo en La prevención se ha propuesto recientemente (4).

La mayoría de los radiólogos clínicos y cardiólogos serán consciente de otras propiedades de imagen cardíaca que pueden ser obtenidos de gammagrafías de calcio coronario, como grandes cicatrices del miocardio o dimensiones del corazón y la aorta torácica. Estos pueden evaluarse para detectar infarto de miocardio pasado, miocardiopatías dilatadas, agrandamiento auricular, aneurismas y derrame pericárdico.

Sin embargo, las exploraciones de calcio coronario contienen una gran cantidad de información sin explotar sobre otros parámetros de salud cardiovascular y no cardiovascular. Es importante para que los médicos conozcan los datos potenciales sobre la salud cardio-metabólica y general que se puede obtener dichos escaneos sin realizar ninguna modificación al protocolo de escaneo.

## **1.2. Pregunta de investigación**

¿Cuál es la utilidad del T score calcio en el diagnóstico de cardiopatía isquémica coronaria?

### **1.3. Justificación**

La puntuación del calcio de la arteria coronaria (CAC) en exámenes de TC dedicados se realiza con frecuencia para medir la carga de placa aterosclerótica coronaria y predecir el riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV). La puntuación CAC puede tener aplicaciones cada vez mayores, como se indica en las Pautas para la prevención y el colesterol de la American Heart Association y el American College of Cardiology de 2018-2019, en las que la puntuación CAC es una herramienta para determinar el riesgo a 10 años de ECV aterosclerótica cuando el riesgo de ECV puede ser incierto (5).

La puntuación CAC se realiza utilizando TC cardíaca sincronizada electrocardiográficamente no mejorada; sin embargo, varios informes han indicado que la aplicación de la puntuación del calcio coronario en las tomografías computarizadas obtenidas con protocolos no especializados permite la predicción del riesgo de ECV (6). En consecuencia, además de los métodos automáticos para la puntuación de calcio en la TC cardíaca sincronizada electrocardiográficamente sin contraste, se desarrollaron métodos para la puntuación automática en la TC de tórax de dosis baja para la detección del cáncer de pulmón, la TC para la planificación de la radioterapia tratamiento, y corrección de atenuación PET (ACPET) CT (7).

Todos estos exámenes de TC incluyen el corazón; sin embargo, varían ampliamente en resolución, campo de visión, núcleos de reconstrucción, características de ruido y presencia de sincronización electrocardiográfica. Además, la calcificación de la aorta torácica (TAC) es un predictor de ECV; por lo tanto, también se han desarrollado varios métodos para la cuantificación automática de TAC en CT. Aunque varios de estos métodos alcanzaron un nivel de desempeño cercano al desempeño humano en el tipo de TC para el que fueron desarrollados, no se ha establecido su desempeño en diferentes tipos de TC (8).

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

- Analizar la utilidad del T score calcio en el diagnóstico de cardiopatía isquémica coronaria.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

1. Describir demográficamente a la población en cuanto a edad y sexo.
2. Determinar la sensibilidad y especificidad del T score calcio en el diagnóstico de pacientes con cardiopatía isquémica coronaria.
3. Evaluar el valor predictivo y su relación al riesgo obtenido en pacientes con cardiopatías isquémicas coronarias comparado con la Clasificación CAC-DRS 2018.
4. Determinar el valor pronóstico del puntaje de calcio coronario en los pacientes con factores de riesgo cardiovascular.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes

En cuanto a revisiones bibliográficas se cuentan con estudios relacionados. González, Washko, Cazorla, Estépard, Cano, (2018) USA, en el estudio titulado “*Automated Agatston Score Computation in non-ECG Gated CT Scans Using Deep Learning*”, cuyo objetivo fue generar una red neuronal convolucional que ingrese una tomografía computarizada de tórax sin contraste y genere la puntuación de Agatston asociada directamente, mediante un método implementando una base de datos de 5973 tomografías computarizadas de tórax sincronizadas sin ECG sin contraste en las que la puntuación de Agatston se calculó manualmente. Los resultados demostraron que el método propuesto arroja un coeficiente de correlación de Pearson de  $r = 0,93$ ;  $p \leq 0,0001$  contra el estándar de referencia manual en los 1000 casos. Los autores concluyeron que una red neuronal convolucional puede hacer retroceder la puntuación de Agatston a partir de la imagen del corazón directamente, sin una segmentación previa de los CAC. (9)

Fujino et al (2018) USA, en el estudio denominado “*A new optical coherence tomography-based calcium scoring system to predict stent underexpansion*”, cuyo objetivo fue un estudio retrospectivo para desarrollar y validar un sistema de puntuación de calcio basado en tomografía de coherencia óptica (OCT) para predecir la expansión insuficiente del stent. Se desarrolló una puntuación de calcio utilizando 128 pacientes con OCT pre y post-stent (prueba de cohorte) y luego se validó en una cohorte externa de 133 pacientes. Los resultados demostraron en la cohorte de validación, las lesiones con puntaje de calcio de 0 a 3 tenían una excelente expansión del stent, mientras que las lesiones con un puntaje de 4 tenían una expansión del stent deficiente (96% versus 78%,  $p < 0,01$ ). Como conclusiones se obtuvo un sistema de puntuación de calcio basado en OCT puede ayudar a identificar lesiones que se beneficiarían de la modificación de la placa antes de la implantación del stent. Las lesiones con

depósito de calcio con ángulo máximo  $> 180^\circ$ , espesor máximo  $> 0,5$  mm y longitud  $> 5$  mm pueden tener riesgo de subexpansión del stent. (10)

**Choi** (2020) Seoul, South Korea; en el estudio titulado “Coronary Calcium Score for the Prediction of Asymptomatic Coronary Artery Disease in Patients With Ischemic Stroke” cuyo objetivo fue investigar el papel de la puntuación de calcio arterial coronario (CAC) como herramienta de detección para CAD asintomática pero grave en pacientes con accidente cerebrovascular agudo, como materiales y métodos el presente estudio incluyó 2.658 pacientes consecutivos con accidente cerebrovascular agudo que habían sido sometidos a angiografía cerebral y angiografía coronaria por tomografía computarizada multidetector. Se obtuvieron un total de 192 EA y 228 sujetos cognitivamente normales (CN) de la base de datos de Alzheimer’s disease Neuroimaging Initiative. Los resultados obtenidos fueron la EAC grave estuvo presente en 360 pacientes (13,5%). La puntuación CAC se asoció con la gravedad de la CAD ( $p < 0,001$ ). Los investigadores concluyeron la necesidad de evaluación de CAC podría determinarse con base en la presencia de factores de riesgo y estenosis significativa de las arterias cervicocefálicas. La evaluación de CAC puede ser útil para la detección de CAD grave en pacientes con accidente cerebrovascular. (11)

Williams et al (2020) USA, en el estudio titulado “Low-Attenuation Noncalcified Plaque on Coronary Computed Tomography Angiography Predicts Myocardial Infarction: Results From the Multicenter SCOT-HEART Trial (Scottish Computed Tomography of the HEART”, cuyo objetivo fue evaluar si la carga de placa de baja atenuación no calcificada en la angiografía coronaria por TC (ATCC) podría ser un mejor predictor del riesgo futuro de infarto de miocardio. Como método se uso un ensayo controlado aleatorizado multicéntrico de CCTA en pacientes con dolor torácico estable. Los resultados obtenidos fueron En 1769 pacientes (56% hombres;  $58 \pm 10$  años) seguidos durante una mediana de 4,7 (intervalo intercuartílico, 4,0-5,7) años, la carga de placa de baja atenuación se correlacionó débilmente con la puntuación de riesgo cardiovascular. Los investigadores concluyeron que los pacientes que presentan dolor torácico estable, la carga de placa de baja atenuación es el predictor más fuerte de infarto de miocardio fatal o no fatal. Estos hallazgos desafían la percepción actual de la

supremacía de los predictores de riesgo clásicos actuales para el infarto de miocardio, incluida la gravedad de la estenosis (12).

Una de las aplicaciones más interesantes de la tomografía computarizada multicorte (MSCT) es la evaluación cuantitativa del calcio en las arterias coronarias. Es una técnica utilizada para escanear la presencia de calcificación en las arterias coronarias, que es una manifestación evidente de la arteriosclerosis (10).

Cuando se detecta calcio en las arterias coronarias, se compara con estándares de referencia según la edad y el sexo. A diferencia de otros estudios médicos de evaluación cardíaca, este método es rápido, indoloro y no invasivo. Refleja el conjunto de factores que han llevado al establecimiento de la enfermedad arterial coronaria. Se aplica rápidamente y no requiere preparación especial del paciente (13).

Mientras que la prueba de esfuerzo es normalmente positiva con una estenosis del 60%, la detección de la enfermedad coronaria por MSCT se puede realizar en una etapa más temprana. Actualmente, la mayor utilidad es realizar estudios de seguimiento para determinar el progreso de la enfermedad y determinar si la intervención médica (por ejemplo, dieta, medicación, etc.) es útil para reducir el riesgo de un evento cardíaco. El tiempo de seguimiento es variable, pero la mayoría de los centros recomiendan un estudio de seguimiento a los 3 años (14).

La cuantificación del calcio se basa en un algoritmo donde se selecciona como positiva una densidad de 130 unidades Hounsfield en la topografía de cada uno de los principales segmentos coronarios (tronco de la arteria coronaria izquierda, arteria coronaria descendente anterior izquierda, arteria coronaria circunfleja y arteria coronaria derecha). La puntuación se calcula midiendo el volumen de calcificación coronaria y multiplicándolo por un factor basado en el valor de la atenuación máxima de la lesión. La clasificación se divide en cinco categorías de calcificación: no identificada, mínima, leve, moderada y significativa (15).

## **2.2. Fundamentación teórica**

### **2.2.1. Fisiopatología de la EAC (Enfermedad Arterial Coronaria)**

La enfermedad de las arterias coronarias generalmente es causada por la constricción ateromatosa del vaso y el bloqueo posterior. A partir de la edad adulta temprana, la placa ateromatosa temprana (derivada de la palabra griega Athera - papilla y Oma - bulto) es evidente. Una placa madura consta de dos componentes que son los macrófagos y las células del músculo liso, cada uno de los cuales pertenece a un linaje celular particular (16). Las "células espumosas" necróticas, macrófagos derivados de monocitos que se mueven hacia la íntima y absorben lípidos, son la fuente principal del núcleo lipídico. Las células del músculo liso migran en la pared vascular desde la capa media hacia la íntima, donde se multiplican y cambian su fenotipo para crear una cápsula fibrosa alrededor del núcleo lipídico, formando la matriz de tejido conjuntivo (17). La calcificación de las arterias coronarias ocurre junto con la progresión de la aterosclerosis severa. La calcificación generalmente comienza como micronódulos (0,5 a 15,0  $\mu\text{m}$ ) y luego progresa a partículas de calcio más grandes que forman láminas como deposición ( $>3 \text{ mm}$ ) en las arterias. Estos cambios parecen tener lugar simultáneamente con la evolución de la placa. La estenosis de la arteria coronaria de más del 50% o una reducción en el área de la sección transversal del 80% por lo general conduce a la angina de esfuerzo. El daño de la íntima provoca el desarrollo de trombos al provocar la denudación de la matriz trombogénica o del depósito de lípidos. La oclusión es más completa en el infarto agudo de miocardio que en la angina inestable, donde la oclusión arterial suele ser parcial. Los eventos coronarios agudos suelen ocurrir cuando una placa se rompe y desencadena la formación de un trombo (14).

Varios factores tienen un papel en el inicio y el avance de la calcificación, que varían según la etapa de la placa y el entorno circundante. Aunque generalmente se asocia con el envejecimiento, varios factores, incluidos numerosos factores de riesgo asociados que pueden acelerar la calcificación en las placas ateromatosas, como los antecedentes ambientales, genéticos, familiares y el estilo de vida, explican la EAC temprana. Los siguientes son los factores de riesgo asociados (18).

Aquí hay inferencias de estudios que indican la influencia de los factores de riesgo en CAC (Calcio Arterial Coronario): las mujeres experimentan un retraso de 10 a 15 años en el desarrollo de aterosclerosis en comparación con los

hombres, lo que se debe en gran parte a los efectos preventivos de los estrógenos durante los años premenopáusicos (4). La hiperlipidemia tiene efectos directos e indirectos sobre la calcificación vascular (9). La diabetes mellitus con un metabolismo anormal de la glucosa puede promover directamente la calcificación de las células vasculares y la insulina puede inhibirla (15). Y los factores derivados del tejido adiposo regulan la calcificación vascular; la adiponectina retarda la calcificación y la leptina acelera el proceso de calcificación vascular (19).

### **2.2.2. Calcio arterial coronario (CAC)**

CAC es un marcador muy preciso de la enfermedad de las arterias coronarias. Basado en estudios clínicos y poblacionales de un solo centro y multicéntricos con resultados a corto y largo plazo, la calificación CAC se ha convertido en un medio fácilmente accesible, confiable y eficaz para evaluar el riesgo de eventos cardíacos importantes, especialmente en personas asintomáticas. planificación de intervenciones de prevención primaria como la aspirina y las estatinas (10). En grupos asintomáticos con un amplio rango de riesgo inicial, la prueba de CAC es rentable (14). Anteriormente se pensaba que la calcificación vascular era un proceso de envejecimiento natural e inevitable. Con los avances médicos, la calcificación del ateroma ahora se reconoce como un proceso patológico activo. El crecimiento óseo ectópico es una característica común de la aterosclerosis, provoca la calcificación de las arterias coronarias (4). El proceso está influenciado por variables de desarrollo, inflamatorias y metabólicas. Muchos mediadores del estrés oxidativo están relacionados con la calcificación. La oxidación de lípidos produce mediadores proosteogénicos como lipoproteínas de baja densidad (LDL) mínimamente alteradas y fosfolípidos oxidados (15). La inflamación es inducida por apolipoproteínas y fosfolípidos oxidados en la vasculatura, que es necesaria para el desarrollo de la calcificación vascular y la aterosclerosis (11). La radiografía, la tomografía computarizada (TC) y las imágenes intravasculares pueden usarse para identificar estas láminas y fragmentos de calcificación (16).

La puntuación CAC se calcula utilizando cortes de TC de 3 mm sin superposición ni espacios, limitados a la región cardíaca, adquiridos prospectivamente en

sincronía con el electrocardiograma en un momento predeterminado en el intervalo R-R, generalmente en la diástole media/tardía, y sin el uso de medio de contraste intravenoso (9). La calcificación se define como áreas de al menos 1 mm de hiperatenuación con > 130 unidades Hounsfield (HU) o menos de tres píxeles consecutivos (2). El CAC se puede detectar usando una variedad de modalidades de imagen. Sin embargo, la tomografía computarizada multidetector (MDCT) y la tomografía computarizada de haz de electrones (EBCT) sincronizadas electrocardiográficamente sin contraste son las más utilizadas en entornos ambulatorios. La puntuación CAC se investigó por primera vez mediante EBCT, y gran parte de la literatura académica de la época se basaba en este método (5). Más tarde, la TCMD se ha convertido en la modalidad de elección para la evaluación de CAC. Como resultado, la tomografía computarizada por haz de electrones ahora es casi inexistente (18).

Existen varios métodos para la evaluación de las puntuaciones CAC. El método de Agatston, la determinación del volumen de calcio y la puntuación de la masa de calcio son los tres enfoques básicos para calcular la puntuación CAC (6). Las dos primeras son las más utilizadas, destacando la técnica de Agatston, citada en la mayoría de las bases de datos y artículos poblacionales y, por tanto, la más utilizada en la práctica clínica. Las mediciones de densidad y contenido de calcio son más consistentes (7).

### **El método Agatston**

El método de Agatston utiliza la suma ponderada de lesiones con una densidad superior a 130 HU. Multiplica el área de calcio por un factor relacionado con la máxima atenuación de la placa (130-199 UC, factor 1; 200-299 UC, factor 2; 300-399 UC, factor 3; y 400 UC, factor 4) (20).

### **Puntuación de volumen de calcio**

Este método es el más confiable y repetible (21). Se calcula multiplicando el número de vóxeles calcificados por el volumen de cada vóxel, considerando todos los vóxeles con una atenuación superior a 130 HU. Sin embargo, dependiendo de la posición de la placa en el corte axial adquirido, este método es particularmente sensible al volumen parcial (especialmente en placas con alta atenuación) y está sujeto a la variabilidad entre pruebas (22).

### **Puntuación relativa de la masa de calcio**

La puntuación relativa de la masa de calcio se calcula multiplicando la atenuación media de la placa calcificada por el volumen de la placa en cada imagen, reduciendo la variación causada por el volumen parcial. Se utiliza un factor de corrección basado en la atenuación del agua para calcular la puntuación absoluta de la masa de calcio (23).

La puntuación CAC de Agatston se puede interpretar y clasificar ajustando los valores según la edad, el sexo y el origen étnico del paciente y calculando los percentiles de distribución en la población general utilizando varias bases de datos de población (1).

### **Score de calcio arterial coronario y enfermedad vascular coronaria**

Es muy poco probable que las personas asintomáticas sin factores de riesgo asociados y una puntuación de calcio de cero presenten una obstrucción luminal significativa o una placa ateromatosa. También tienen un riesgo muy bajo de cualquier evento cardiovascular en los próximos dos a cinco años (10). Los puntajes CAC positivos (distintos de cero), por otro lado, indican la existencia de placa aterosclerótica coronaria, y los valores crecientes están relacionados con un mayor riesgo de enfermedad cardíaca coronaria (CHD, por sus siglas en inglés) (24).

Las calcificaciones coronarias pueden determinarse con relativa facilidad con TC sin contraste y analizarse con varios métodos (semi)cuantitativos. Para una exploración CAC dedicada, la adquisición debe realizarse a 120 kVp con activación de ECG y el uso de modulación de corriente de tubo que da como resultado niveles de ruido <23 unidad Hounsfield para preservar una calidad de imagen adecuada pero una dosis de radiación lo más baja posible.<sup>5, 6</sup> Las imágenes deben reconstruirse con retroproyección filtrada, un campo de visión fijo y un grosor de corte de 3,0 mm. Las imágenes se pueden analizar con un software dedicado para cuantificar la cantidad de CAC mediante el método de puntuación de Agatston, o semicuantificando la cantidad de CAC mediante evaluación visual (10). En marzo de 2018, la Sociedad de Tomografía

Computarizada Cardiovascular (SCCT) publicó un documento del Sistema de informes y datos de calcio de la arteria coronaria sobre cómo informar e interpretar estas medidas cuantitativas y visuales de CAC para los médicos (14).

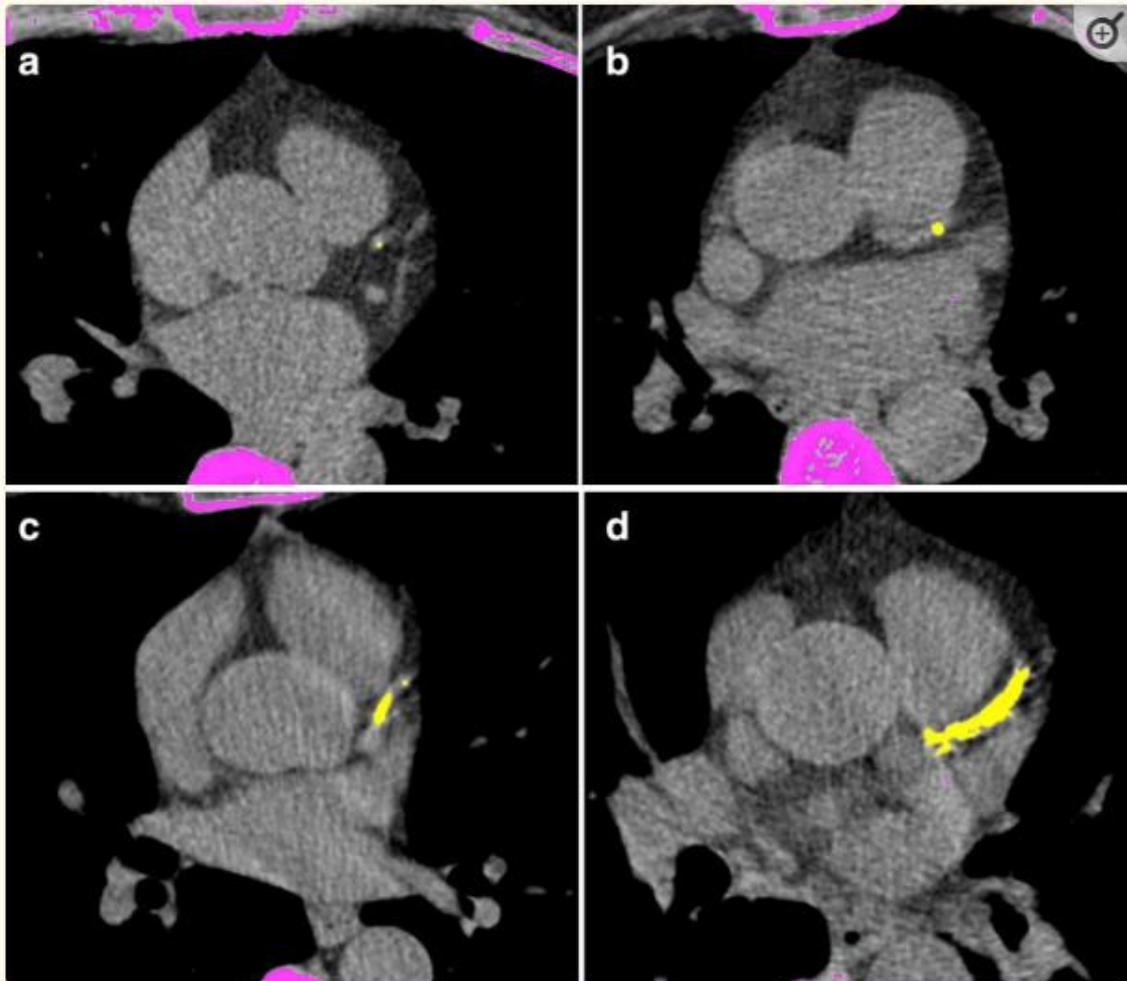


Figura No. 1 Calcificación coronaria

Fuente: Akiko et al., (2018) (10)

Ejemplo de individuos asintomáticos con a) muy leve (calcificación visible 1 UA/ CAC total fue 5 UA), (b) leve (29 UA/ 61 UA), intermedio (169 UA/ 230 UA) y severo (1000 UA/ 2230 UA) calcificaciones basadas en TC cardíaca sin contraste. UA, Unidad Agatston; CAC, calcio arterial coronario.

En general, los sistemas de TC de última generación permiten la exploración con la reducción de dosis más baja y la resolución temporal más alta al cubrir el corazón en un solo latido y, por lo tanto, limitar los artefactos de movimiento cardíaco. En la última década, se han realizado numerosos intentos de reducción de dosis en la exploración CAC con diversas técnicas, con dosis efectivas

actuales que van desde 0,9 a 4,8 mGy a dosis potencialmente reducidas de 0,1 a 3,0 mGy (14). Sin embargo, el impacto de la dosis reducida los protocolos sobre la cuantificación de CAC deben determinarse cuidadosamente antes de que estos protocolos puedan implementarse en la práctica clínica (4). El método de puntuación de Agatston y sus categorías de estratificación de riesgo [0, 1–99, 100–399,  $\geq 400$  unidades de Agatston (AU)] se utilizaron originalmente y se validaron ampliamente en base a las adquisiciones de TC con haz de electrones. Para los estudios de TC con haz de electrones, los ajustes de adquisición y reconstrucción estaban muy estandarizados, mientras que para los estudios más recientes de TC multidetector o TC de doble fuente, la información sobre la configuración de los parámetros a menudo estaba mal documentada o la configuración de los parámetros variaba significativamente entre los sistemas y los hospitales. En última instancia, estas variaciones podrían afectar el manejo final en personas con riesgo de CAD (10).

### **2.2.3. PROTOCOLOS DE ADQUISICIÓN Y CUANTIFICACIÓN**

El puntaje CAC se estudió inicialmente mediante tomografía computarizada por haz de electrones, basándose entonces buena parte de la literatura científica en esa técnica. Sin embargo, la tomografía computarizada multidetector se convirtió posteriormente en la modalidad de elección para la evaluación del CAC. Como consecuencia, la tomografía computarizada por haz de electrones prácticamente no está disponible (4).

La determinación del puntaje CAC por tomografía computarizada se basa en cortes axiales, con un espesor de 3 mm, sin solapamientos ni espacios, limitados a la región cardíaca, adquiridos prospectivamente en sincronía con el electrocardiograma en un momento predeterminado del intervalo RR, generalmente en la diástole media / tardía, sin el uso de medio de contraste intravenoso (25).

La dosis efectiva de radiación suele ser baja, por lo general menos de 1,5 mSv, que es la dosis efectiva más alta recomendada para su uso en la adquisición de imágenes, según la Society of Cardiovascular Computed Tomography (3).

La calcificación se identifica como áreas de hiperatenuación de al menos 1 mm<sup>2</sup>, con > 130 unidades Hounsfield (HU) o  $\geq 3$  píxeles adyacentes (20).

Los principales sistemas para la cuantificación del puntaje CAC son el método de Agatston, la determinación del volumen de calcio y la determinación del puntaje de masa de calcio (10). Los dos primeros son los más utilizados, especialmente el método de Agatston, que se utiliza como referencia para la mayoría de las bases de datos y publicaciones de población que implican la estratificación del riesgo y, por tanto, es el método más utilizado en la práctica clínica. La puntuación de volumen de calcio y la puntuación de masa de calcio han mostrado una mejor reproducibilidad (4).

Método de Agatston: el método de Agatston utiliza la suma ponderada de las lesiones con una densidad superior a 130 HU, multiplicando el área de calcio por un factor relacionado con la atenuación máxima de la placa: 130-199 HU, factor 1; 200-299 HU, factor 2; 300-399 HU, factor 3; y  $\geq 400$  HU, factor (8).

Por tanto, el grosor de corte y el intervalo deben seguir los protocolos originales para reducir la variación de ruido y, en consecuencia, la máxima atenuación de las placas, permitiendo reproducir las partituras originales publicadas (2).

Puntaje de volumen de calcio: el puntaje de volumen de calcio ha demostrado ser el método más robusto y reproducible. Se calcula multiplicando el número de vóxeles con calcificación por el volumen de cada vóxel, incluidos todos los vóxeles con una atenuación > 130 HU. Sin embargo, este método es particularmente sensible al volumen parcial (especialmente en placas con alta atenuación) y sujeto a variabilidad entre pruebas, dependiendo de la posición de la placa en el corte axial adquirido (26).

Puntuación de masa de calcio relativa: la puntuación de masa de calcio relativa se calcula multiplicando la atenuación media de la placa calcificada por el volumen de placa en cada imagen, reduciendo así la variación causada por el volumen parcial. La puntuación absoluta de la masa de calcio utiliza un factor de corrección basado en la atenuación del agua (20).

#### **2.2.4. Marcadores de salud cardio-metabólica**

Con el enfoque cada vez mayor en la medicina preventiva y la demanda que acompaña a la estratificación del riesgo individual, la capacidad de calcular el riesgo de un paciente de un evento clínico depende en gran medida en la precisión y cantidad de la información adquirida. La gammagrafía de calcio coronario puede proporcionarnos información adicional sobre la salud cardiovascular del paciente va más allá del CACS (22).

#### **2.2.5. Volumen y densidad de calcio de la arteria coronaria**

El CACS basado en Agatston es una medida de resumen basada en el volumen total y la densidad de la calcificación coronaria epicárdica en un solo número que va desde 0 (es decir, la ausencia de calcificaciones) a puntuaciones de varios miles que indican aterosclerosis coronaria extensa. Sin embargo, la evidencia más reciente sugiere que el volumen y la densidad del calcio contienen, cada uno por separado, información adicional con respecto al riesgo de eventos clínicos posteriores (27). Es importante destacar que estas medidas de densidad y volumen generalmente no requieren procesamiento o cálculo adicional, ya que pueden ser proporcionadas por la mayoría software de puntuación CACS disponible comercialmente. Es más, el número y la distribución regional de calcificaciones pueden ser fácilmente evaluados visualmente y proporcionar información sobre el riesgo futuro de eventos coronarios importantes (19). Como consecuencia, muy recientemente se propuso un cambio en la metodología para evaluar las gammagrafías de calcio coronario con el fin de incorporar esta información adicional en un nuevo CACS (28).

#### **2.2.6. Calcificación valvular**

Utilizando el mismo software que se utiliza para obtener el CACS, uno puede evaluar cuantitativamente la carga de la calcificación de la válvula aórtica o la calcificación del anillo mitral en forma de partituras o volúmenes de Agatston. La extensión de la calcificación valvular aórtica es una representación directa de estenosis de la válvula aórtica y se asocia con resultados cardiovasculares

adversos y mortalidad. Más específicamente, la evidencia reciente incluso destacó que la carga de la aorta (24).

La calcificación de la válvula medida por CT proporciona incremental valor pronóstico para predecir la progresión de la estenosis de la válvula aórtica y posterior aparición de eventos clínicos (21). Similar, La calcificación del anillo mitral, aunque menos prevalente, fue asociado con CACS, y para aumentar el riesgo de fibrilación auricular (23). Además, la progresión de la calcificación del anillo mitral es un predictor importante subyacentes anomalías de la aurícula izquierda que predisponen a la fibrilación auricular (15).

### **2.2.7. Individuos en riesgo**

En general, cada individuo corre el riesgo de desarrollar CAD durante su vida. Dependiendo de las características del grupo o de la población (factores de riesgo tradicionales y/o (a) quejas típicas de angina, diagnosticadas con ECV), la probabilidad de tener CAD (sub)clínica, la probabilidad previa a la prueba (PTP), puede diferir significativamente entre individuos o pacientes (29). La mayoría de las recomendaciones de las guías actuales de ECV dependen de una correcta estimación de este PTP en el que la puntuación CAC puede jugar un papel importante. Por lo tanto, elegimos distinguir dos grupos principales: individuos asintomáticos y pacientes sintomáticos, ver Figura 2. Sin embargo, también se pueden distinguir subgrupos más pequeños y específicos. En los siguientes párrafos, se revisan las pautas actuales para cada grupo (13).

### **2.2.8. Individuos asintomáticos**

De acuerdo con la Guía sobre el manejo del colesterol en sangre de la AHA/ACC de 2018, la puntuación CAC puede ser de valor agregado si la decisión sobre el tratamiento con estatinas es incierta. Esto es razonable en adultos de 40 a 75 años con un riesgo de ASCVD de 10 años. de  $\geq 7,5\%$  a  $< 20\%$  estimado mediante ecuaciones de cohortes agrupadas y niveles de LDL-C  $\geq 70\text{--}189$  mg dl<sup>-1</sup>, o adultos seleccionados con riesgo limítrofe ( $5\%$  a  $< 7,5\%$  a 10 años de riesgo de ASCVD) (30). Sin embargo, la exploración CAC no se recomienda en personas que tienen otras afecciones de alto riesgo como diabetes, antecedentes

familiares de enfermedad coronaria prematura (CHD) o tabaquismo persistente, ya que la puntuación CAC no debe usarse para reclasificar a estas personas en categorías de menor riesgo (31).

En el caso de una puntuación CAC de cero, un individuo puede reclasificarse a una categoría de menor riesgo y la terapia con estatinas puede suspenderse o posponerse con una nueva evaluación después de 5 a 10 años (10). Mientras que para un puntaje CAC positivo, se recomienda iniciar la terapia con estatinas especialmente para pacientes  $\geq 55$  años de edad, y para todas las edades en caso de puntaje CAC  $\geq 100$  o en  $\geq$  percentil 75 (4). Para pacientes de 76 a 80 años, una puntuación de CAC puede ser razonable para reclasificar a los pacientes a una categoría de menor riesgo y retener las estatinas en caso de una puntuación de cero. Sin embargo, la guía recomienda encarecidamente tener primero una discusión sobre el riesgo entre el médico y el paciente considerando los pros y los contras de la terapia con estatinas antes de considerar una exploración CAC adicional. Cabe destacar que la guía desaconseja la medición de CAC en pacientes que ya reciben tratamiento con estatinas (16). Asimismo, para adultos de 40 a 75 años con alto riesgo a 10 años ( $>20\%$ ) no se recomienda la medición de CAC (22).

### **2.2.9. Subgrupos específicos en riesgo**

Además del amplio grupo de personas asintomáticas y sintomáticas en riesgo descritas anteriormente, la puntuación CAC podría ser de valor agregado en varios subgrupos específicos. Se ha sugerido que CAC también puede reclasificar a mujeres de menor riesgo (7,5 % de riesgo a 10 años), adultos más jóvenes ( $<45$  años) y adultos mayores ( $\geq 75$  años) (21).

Por ejemplo, la exploración CAC también se puede considerar en mujeres con calcificaciones arteriales mamarias (BAC, por sus siglas en inglés) en su mamografía<sup>19,28</sup> o en personas más jóvenes y mayores, ya que las desventajas de la exploración CAC se están reduciendo con el desarrollo de pruebas de detección por TC CAC de dosis (ultra) bajas y costos decrecientes. Aun así, se necesitan más datos para respaldar el valor agregado de la puntuación CAC en estos subgrupos (29).

Además de la exploración intencional de CAC en los grupos descritos anteriormente, CAC también debe evaluarse en exámenes de TC de tórax de acuerdo con la guía SCCT de 2016 con respecto a la puntuación de CAC en TC de tórax no cardíaca sin contraste, moderado severo) o evaluada ordinal o cuantitativamente (13).

### 2.3. Fundamentación legal

La investigación necesita revisión por él, Comité de Ética del Hospital IESS Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil, encaminada a garantizar el ajuste de los aspectos éticos, metodológicos y jurídicos del estudio. Se toma este mecanismo formal de control y garantía del correcto desarrollo de las investigaciones biomédicas, habilitado legalmente con la intención de precautelar los derechos de los individuos comprometidos en dicho entorno. Los datos derivados del estudio serán utilizados con fines académicos y científicos, además de guardar el anonimato el nombre de los participantes.

### 2.4. Hipótesis

El T score calcio es un predictor en el diagnóstico de cardiopatía isquémica coronaria.

### 2.5 Cuadro Operacionalización de las variables

Objetivo	Variable	Definición	Dimensión	Indicador
Caracterizar la población con Cardiopatía isquémica coronaria según grupos de edad y sexo	Población	Es el conjunto total de individuos, que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado.	Edad en años 1. 50-59 2. 60-69 3. 70-79 4. 80-89 5. >90	Fa (n) Fr (%)
	Sexo	Características fenotípicas otorgadas por cromosomas sexuales.	Sexo: 1. Masculino 2. Femenino	Fa (n) Fr (%)

Determinar la sensibilidad y especificidad del T score calcio en el diagnóstico de pacientes con cardiopatía isquémica coronaria.	T score calcio	Es la presencia de calcio en las arterias coronarias que contribuye a un indicador de la enfermedad aterosclerótica coronaria, diagnosticada mediante Tomografía Computada.	<p>Calcio Score &lt; 100UA = Bajo riesgo</p> <p>Calcio Score 1 y 100UA = Moderado riesgo</p> <p>Calcio Score &gt; 100UA = Alto riesgo</p>	$Sensibilidad = \frac{VP}{VP + FN}$ <p>Donde VP, serían los verdaderos positivos; y FN, los falsos negativos.</p> $Especificidad = \frac{VN}{VN + FP}$ <p>Donde VN, serían los verdaderos negativos; y FP, los falsos positivos.</p>
Evaluar el valor predictivo en pacientes con riesgo de cardiopatía isquémica coronaria.	Riesgo cardiovascular / Probabilidad de enfermedad coronaria significativa	Son las posibilidades que de sufrir alguna enfermedad cardíaca según antecedentes y hábitos de vida.	<p>Clasificación CAC-DRS 2018</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Muy baja</li> <li>2. Muy poco probable.</li> <li>3. Probabilidad mínima o leve de estenosis coronaria.</li> <li>4. Alta probabilidad de enfermedad coronaria.</li> <li>5. Alta probabilidad de estenosis coronaria significativa.</li> </ol> <p>Interpretación: Negativo 1, 2 y 3, Positivo 4 y 5</p>	<p>Fa (n)</p> <p>Fr (%)</p>
Determinar el valor pronóstico del puntaje de calcio coronario en los pacientes con cardiopatía isquémica.	Pronóstico cardiovascular	Es el mejor parámetro predictivo independiente de evolución en pacientes con cardiopatías isquémicas coronarias.	<p>TSC &gt; 300 UA se asocia a mayor riesgo de muerte e infarto de miocardio</p> <p>TSC &lt; 300 UA se asocia a menor riesgo de muerte e infarto de miocardio</p>	<p>Tasa de letalidad</p> <p>Fa (n)</p> <p>Fr (%)</p>

## 2.6 Consideraciones éticas y Legales

El proyecto de investigación será evaluado y aprobado por el Comité de Ética del Hospital IESS Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil. El investigador garantizará la confidencialidad de las pacientes y hará uso exclusivo de la información con fines académicos.

### **2.6.1 La Constitución del Ecuador (2008) (32) señala:**

Art. 358.- El sistema nacional de salud tendrá por finalidad el desarrollo, protección y recuperación de las capacidades y potencialidades para una vida saludable e integral, tanto individual como colectiva, y reconocerá la diversidad social y cultural. El sistema se guiará por los principios generales del sistema nacional de inclusión y equidad social, y por los de bioética, suficiencia e interculturalidad, con enfoque de género y generacional.

Art. 359.- El sistema nacional de salud comprenderá las instituciones, programas, políticas, recursos, acciones y actores en salud; abarcará todas las dimensiones del derecho a la salud; garantizará la promoción, prevención, recuperación y rehabilitación en todos los niveles; y propiciará la participación ciudadana y el control social.

Art. 360.- El sistema garantizará, a través de las instituciones que lo conforman, la promoción de la salud, prevención y atención integral, familiar y comunitaria, con base en la atención primaria de salud; articulará los diferentes niveles de atención; y promoverá la complementariedad con las medicinas ancestrales y alternativas.

La red pública integral de salud será parte del sistema nacional de salud y estará conformada por el conjunto articulado de establecimientos estatales, de la seguridad social y con otros proveedores que pertenecen al Estado, con vínculos jurídicos, operativos y de complementariedad.

Art. 362.- La atención de salud como servicio público se prestará a través de las entidades estatales, privadas, autónomas, comunitarias y aquellas que ejerzan las medicinas ancestrales alternativas y complementarias. Los servicios de salud serán seguros, de calidad y calidez, y garantizarán el consentimiento informado, el acceso a la información y la confidencialidad de la información de los pacientes.

Los servicios públicos estatales de salud serán universales y gratuitos en todos los niveles de atención y comprenderán los procedimientos de diagnóstico, tratamiento, medicamentos y rehabilitación necesarios.

### **2.6.2 Según la Ley Orgánica de Salud (2006) (33) Plantea:**

Art. 10.- Quienes forman parte del Sistema Nacional de Salud aplicarán las políticas, programas y normas de atención integral y de calidad, que incluyen acciones de promoción, prevención, recuperación, rehabilitación y cuidados paliativos de la salud individual y colectiva, con sujeción a los principios y enfoques establecidos en el artículo 1 de esta Ley.

Art. 95.- La autoridad sanitaria nacional en coordinación con el Ministerio de Ambiente, establecerá las normas básicas para la preservación del ambiente en materias relacionadas con la salud humana, las mismas que serán de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales, entidades públicas, privadas y comunitarias.

El Estado a través de los organismos competentes y el sector privado está obligado a proporcionar a la población, información adecuada y veraz respecto del impacto ambiental y sus consecuencias para la salud individual y colectiva. (...)."

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Tipo y diseño de la investigación.**

El presente estudio es de enfoque cuantitativo, ya que utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías. (1) Se trata de una investigación de tipo descriptiva, ya que permiten analizar cómo son y cómo se manifiestan los fenómenos de salud y permiten al investigador detallar las características más importantes de la enfermedad o del evento en estudio (3). Se eligió un diseño no experimental permite observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos. (1), de cohorte trasversal ya que su característica fundamental es que todas las mediciones se hacen en una sola ocasión, por lo que no existen períodos de seguimiento (2), y según la cronología de la observación es retrospectivo porque el estudio se centrará en hechos pasados. (2), referente a la utilidad del T score calcio en el diagnóstico de cardiopatías isquémicas coronarias, en el período 2019 a 202

## Cronograma de actividades

Actividad/Año 2019/mes	Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre			
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Presentación del tema		x																																		
Aprobación del tema de titulación			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																
Elaboración del protocolo																				x																
Revisión del protocolo																				x	x															
Presentación al comité de Bioética																					x															
Aprobación del comité de Bioética																					x	x	x	x												
Desarrollo de la investigación																												x								
Obtención y tabulación de resultados																					x	x	x	x												
Análisis de resultados																									x	x	x	x								
Elaboración de discusión, conclusiones y recomendaciones																													x	x	x					
Presentación de borradores																																	x	x		
Disertación del trabajo de titulación																																				

## Cronograma de actividades

Actividad/Año 2019-2020 /mes	Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio							
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Presentación del tema		x																																						
Aprobación del tema de titulación			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																				
Elaboración del protocolo																																								
Revisión del protocolo																					x	x																		
Presentación al comité de Bioética																									x															
Aprobación del comité de Bioética																									x	x	x	x												
Desarrollo de la investigación																													x											
Obtención y tabulación de resultados																					x	x	x	x																
Análisis de resultados																									x	x	x	x	x	x										
Elaboración de discusión, conclusiones y recomendaciones																																	x	x	x					
Presentación de borradores																																					x	x		
Disertación del trabajo de titulación																																								

## Cronograma de actividades

Actividad/Año 2020-2021/mes	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Semana																																				
Presentación del tema		x																																		
Aprobación del tema de titulación			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																
Elaboración del protocolo																				x																
Revisión del protocolo																				x	x															
Presentación al comité de Bioética																					x															
Aprobación del comité de Bioética																						x	x	x	x											
Desarrollo de la investigación																												x								
Obtención y tabulación de resultados																					x	x	x	x												
Análisis de resultados																									x	x	x	x								
Elaboración de discusión, conclusiones y recomendaciones																													x	x	x					
Presentación de borradores																																	x	x		
Disertación del trabajo de titulación																																				

## Cronograma de actividades

Actividad/Año 2021-2022/mes	Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Presentación del tema		x																														
Aprobación del tema de titulación			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												
Elaboración del protocolo																				x												
Revisión del protocolo																			x	x												
Presentación al comité de Bioética																				x												
Aprobación del comité de Bioética																				x	x	x	x	x								
Desarrollo de la investigación																											x					
Obtención y tabulación de resultados																				x	x	x	x	x								
Análisis de resultados																									x	x	x	x	x	x	x	
Elaboración de discusión, conclusiones y recomendaciones																																
Presentación de borradores																																
Disertación del trabajo de titulación																																

## Presupuesto

DETALLE	VALORES
<b>Materiales de oficina</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Cuadernos Grandes</li><li>✓ Esferográficos</li><li>✓ Agendas</li><li>✓ Sobre manila</li><li>✓ Papel bond A4</li><li>✓ Pinta para impresora</li></ul>	\$ 60,00
<b>Estudios Técnicos</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Aplicación de encuestas</li><li>✓ Personal de investigación</li><li>✓ Otros gastos</li></ul>	\$ 100,00
<b>Infraestructura o equipo necesarios</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Computadora de escritorio</li><li>✓ Portátil</li><li>✓ Copiadora, Scanner</li><li>✓ Derechos de graduación (gastos universitarios)</li></ul>	\$ 500,00
<b>Total \$</b>	<b>\$ 660,00</b>

## Referencias bibliográficas

1. Nasir K, Clouse M. Role of nonenhanced multidetector CT coronary artery calcium testing in asymptomatic and symptomatic individuals. *Radiology*. 2015; p. 637.
2. Greenland P, Smith S. Improving coronary heart disease risk assessment in asymptomatic people: role of traditional risk factors and noninvasive cardiovascular tests. *Circulation*. 2015; p. 1863.
3. Neves P, Andrade J, Monção H. Coronary artery calcium score: current status. *PubMed*. 2017; p. 233.
4. Bos D, Maarten JG. Leveraging the coronary calcium scan beyond the coronary calcium score. *PubMed*. 2017; p. 264.
5. Grundy S, Stone N, Bailey A. Guideline on the Management of Blood Cholesterol: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2018; p. 1081.
6. Hecht H. Coronary artery calcium scanning: past, present, and future. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2015; p. 579.
7. Išgum I, de Vos B, Wolterink J. Automatic determination of cardiovascular risk by CT attenuation correction maps in Rb-82 PET/CT. *J Nucl Cardiol*. 2018; p. 2143.
8. Sanne GM, Lessmann N. Deep Learning for Automatic Calcium Scoring in CT: Validation Using Multiple Cardiac CT and Chest CT Protocols. *Radiology*. 2020; p. 66-79.

9. González W, Cazorla E. Automated Agatston Score Computation in non-ECG Gated CT Scans Using Deep Learning". Proc SPIE Int Soc Opt Eng. 2018; p. 843.
10. Akiko F, Gary SM, Mitsuaki M, Tetsumin L, Song YK. A new optical coherence tomography-based calcium scoring system to predict stent underexpansion. PubMed. 2018; 13(18): p. 2182.
11. Choi HY, Shin SJ, Yoo J. Coronary Calcium Score for the Prediction of Asymptomatic Coronary Artery Disease in Patients With Ischemic Stroke. Front Neurol. 2020; 11: p. 206.
12. Williams M, Kwiecinski J. Low-Attenuation Noncalcified Plaque on Coronary Computed Tomography Angiography Predicts Myocardial Infarction: Results From the Multicenter SCOT-HEART Trial (Scottish Computed Tomography of the HEART). Randomized Controlled Trial. 2020; 141(18).
13. Bittner V. The New 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease. Circulation. 2019; 7(3).
14. Blankstein R, Gupta A, Rana J, Nasir K. The implication of coronary artery calcium testing for cardiovascular disease prevention and diabetes. Endocrinol Metab (Seoul). 2017; 32(1): p. 47-57.
15. Cano C, González G, Washko G. Automated Agatston Score Computation in non-ECG Gated CT Scans Using Deep Learning. Proceedings of SPIE: medical imaging. 2018; p. 742.
16. Devarashetty S, Zamora D, Gautami P, Idan G. Coronary Artery Calcium Score - A Reliable Indicator of Coronary Artery Disease? Careus. 2021; 13(2): p. 141.
17. Mori H, Torii S, Kutyna M, Sakamoto A. Coronary artery calcification and its progression: what does it really mean. JACC Cardiovasc Imaging. 2018; 11(1): p. 127-142.

18. Hajar R. Risk factors for coronary artery disease: historical perspectives. PubMed. 2017; 18(1): p. 109–114.
19. Park S, Han K. Methodologic Guide for Evaluating Clinical Performance and Effect of Artificial Intelligence Technology for Medical Diagnosis and Prediction. Radiology. 2018; p. 800.
20. Kramer C, Zinman B, Gross J. Coronary artery calcium score prediction of all cause mortality and cardiovascular events in people with type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis. BMJ. 2016; p. 1654.
21. Lowry R. Kappa as a Measure of Concordance in Categorical Sorting. [Online]; 2019. Disponible en: <http://vassarstats.net/kappa.html>.
22. Marzieh M, Hossein G. Diagnostic efficacy of vessel specific coronary calcium score in detection of coronary artery stenosis. PubMed. 2015; p. 260.
23. Mylonas I, Kazmi M, Fuller L. Measuring coronary artery calcification using positron emission tomography-computed tomography attenuation correction images. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2016; p. 786.
24. Wolterink J. ConvNet-Based Localization of Anatomical Structures in 3-D Medical Images. IEEE Trans Med Imaging. 2017; p. 1481.
25. Valero A, Santos A. Utilidad del score de calcio en el diagnóstico de la cardiopatía isquémica coronaria. Panorama Cuba y Salud. 2017; p. 82.
26. Skinner J, Smeeth L. NICE guidance. Chest pain of recent onset: assessment and diagnosis of recent onset chest pain or discomfort of suspected cardiac origin. Hear. 2015; p. 978.
27. Setio A, Traverso A. Validation, comparison, and combination of algorithms for automatic detection of pulmonary nodules in computed tomography images: The LUNA16 challenge. Med Image Anal. 2017; p. 1-13.

28. Sung J, Yeboah J. Diagnostic Value of Coronary Artery Calcium Score for Cardiovascular Disease in African Americans: The Jackson Heart Study. *Br J Med Med Res.* 2016; p. 449.
29. Kaptoge S, Pennells L, De Bacquer D, Cooney M, Kavousi M, Stevens G. World Health organization cardiovascular disease risk charts: revised models to estimate risk in 21 global regions. *Lancet Glob Health.* 2019; 7(1).
30. Heuvelmans M, Vonder M, Rook M, Groen H. Screening for early lung cancer, chronic obstructive pulmonary disease, and cardiovascular disease (the Big-3) using low-dose chest computed tomography: current evidence and technical considerations. *J Thorac Imaging.* 2019; 34(1): p. 160-9.
31. Hecht H, Blaha M, Kazerooni E. CAC-DRS: coronary artery calcium data and reporting system. An expert consensus document of the Society of cardiovascular computed tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2018; 12(3): p. 185–91.
32. Constitución del Ecuador. 20 de octubre de 2008..
33. Ley Orgánica de Salud. Del derecho a la salud y su protección. 1 de 2006.

### 3.4.1 Anexos

Para la recolección de datos de este trabajo, se utilizó la observación, mediante una ficha de recolección de datos, estructurada en secciones (Anexo2), que permiten recolectar las variables requeridas, en los objetivos de la investigación. Previo Consentimiento Informado solicitado a la Institución (Anexo1), obtenidos del Sistema de Gestión de Historia clínica electrónica AS-400, en el servicio de Imagenología, del Hospital Teodoro Maldonado Carbo.

La ficha consta de cinco secciones: Sección A: contiene los datos personales, La sección B: comprende la población con Cardiopatía isquémica coronaria según grupos de edad y sexo. La sección C: registra Sensibilidad y especificidad del T score calcio en el pronóstico de pacientes con cardiopatía isquémica coronaria. La sección D: establece la relación del T score calcio con dislipidemias en pacientes con cardiopatía isquémica coronaria. La sección E: puntualiza la relación del T score calcio con el índice de masa corporal en pacientes con cardiopatías isquémicas coronarias.

Para cumplir el primer y segundo objetivo, la información fue obtenida del Sistema de Gestión de Historia clínica electrónica AS-400, los cuales fueron detallados y tabulados en la sección A y B

Para efectuar el tercer objetivo, se realizó mediante la observación de las imágenes de tomografía computada, las cuales se encuentran en el sistema de PACS y tabulados en la sección C.

Finalmente, para cumplir el tercer y cuarto objetivo, se obtiene de las historias clínicas de los pacientes del Sistema de Gestión de Historia clínica electrónica AS-400 y tabulados en la sección D y E.

Cada sección contiene ítems que deben ser llenados con letra clara y legible. En la sección correspondiente a las características radiológicas serán llenadas en base a la información disponible en el sistema de archivo digital de imágenes médicas, PACS que se encuentra disponible en el servicio de imágenes del Hospital Teodoro Maldonado Carbo.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
COORDINACIÓN DE POSGRADOS  
POSTGRADO DE IMAGENOLÓGÍA



## Anexo 1

### Consentimiento Informado

#### Utilidad del T score calcio en el diagnóstico de cardiopatías isquémicas coronarias

##### Introducción

Esta autorización fue diseñada con el propósito de proporcionar información, para conocer beneficios y riesgos de realizarse este examen de imagen T score calcio como método diagnóstico de la cardiopatía isquémica coronaria, por tomografía computada, para determinar los pacientes en grupos de riesgo, para la resolución de su enfermedad.

##### Propósito del estudio

El propósito principal de esta investigación, es detectar la formación de placas de calcio en las arterias coronarias con el equipo de Tomografía computada de 64 cortes y correlacionar la cantidad de acumulación de placas de calcio con su estado de salud, de esta forma identificar los riesgos con el fin de dar a conocer los resultados a la población con el objeto de prevenir la enfermedad coronaria como infarto agudo de miocardio entre otras patologías.

##### Descripción de los procedimientos

El procedimiento es no invasivo. Se administra un betabloqueador 24h00 y 2H00 antes del examen con el objetivo de bajar la frecuencia cardíaca y así optimizar el

examen. Ya que idealmente el día de la tomografía su corazón debe de latir una frecuencia cardiaca de 50 a 60 latidos por minuto.

Luego 5min antes del examen se aplicarán 2 parches de Nitroglicerina en la piel en la región del corazón con el fin de dilatar y mejorar la visualización de las arterias coronarias. El paciente debe sostener la respiración durante 5 a 15 segundos. Su ritmo cardíaco tiene que ser lento y estable.

Antes de la tomografía de coronarias es necesario verificar que su riñón funcione correctamente, para lo que hay que realizar un estudio de creatinina y urea en sangre.

Se debe acudir con ayuno de 6 horas.

Para realizar el estudio se colocará una línea intravenosa para poder inyectar el contraste intravenoso (avise al cardiólogo si usted es alérgico al yodo).

## **Riesgos y beneficios**

### **Beneficios**

1. La TC coronaria no es invasiva.
2. Una de las mayores ventajas de la TC es que puede ver huesos, tejido blando y vasos sanguíneos, todos al mismo tiempo. Por lo tanto su uso es conveniente para identificar otras causas de sus molestias tales como una lesión en la aorta o un coágulo sanguíneo en los pulmones.
3. A diferencia de los rayos X convencionales la exploración por TC proporciona imágenes bien detalladas de muchos tipos de tejido.
4. Los exámenes por TC son rápidos y sencillos.
5. La TC ha demostrado ser una solución económica para una amplia gama de problemas médicos.
6. Luego del examen por TAC no quedan restos de radiación en su cuerpo.

7. Los rayos X utilizados en las exploraciones por TC no deberían tener efectos secundarios inmediatos.

## **Riesgos**

1. En algunos pacientes con función renal anormal, el material de contraste utilizado en la exploración por TC podría empeorar la función de los riñones.
2. Si el material de contraste se escapa del vaso donde está siendo inyectado y se derrama debajo de la piel donde se ha colocado la línea IV, puede resultar, aunque es poco frecuente, en daño a la piel, vasos sanguíneos y nervios. Si, durante la inyección del material de contraste, usted siente cualquier tipo de dolor en su brazo, en el lugar donde se colocó la línea IV, debe informárselo inmediatamente al tecnólogo.
3. Siempre existe la leve posibilidad de cáncer como consecuencia de la exposición excesiva a la radiación. Sin embargo, el beneficio de un diagnóstico exacto determina mucho más que el riesgo de la exploración por TC.
4. La dosis de radiación para este proceso puede variar.
5. Las mujeres siempre deben informar a sus médicos y tecnólogos de rayos X o TAC si existe cualquier posibilidad de que estén embarazadas.
6. Los médicos generalmente no recomiendan el diagnóstico por imágenes por TC para las mujeres embarazadas salvo que sea médicamente necesario debido al riesgo potencial para el bebé que está por nacer.
7. Los fabricantes de contraste IV indican que las madres no deben amamantar a sus bebés durante la 24-48 horas siguientes a la administración del medio de contraste. No obstante, el más reciente Manual sobre Materiales de Contraste del Colegio Americano de Radiología (ACR) reporta que los estudios muestran que la cantidad de contraste absorbido por el niño durante el amamantamiento es relativamente bajo.
8. El riesgo de una reacción alérgica grave al material de contraste que contiene yodo es raro, y los departamentos de radiología están bien equipados para tratar tales reacciones.

En caso de presentarse alguna emergencia con los pacientes, contamos con el médico residente de turno, y a 5 metros se encuentra la sala de emergencia equipada con equipos de supervivencia como toma de oxígeno un monitor de signos vitales, stock de medicamentos para soporte vital avanzado, desfibrilador y médicos especialistas durante las 24 horas.

### **Confidencialidad de los datos**

La información obtenida es privada, por lo cual aplicaremos las medidas necesarias para que nadie conozca su identidad ni tenga acceso a sus datos personales:1) La información que nos proporcione se identificará con un código que reemplazará el nombre y se guardará en un lugar seguro donde solo el investigador y el usuario tendrán acceso.2) El Comité de Bioética de la Universidad de Guayaquil, podrá tener acceso a sus datos en caso de que surgieran problemas en cuando a la seguridad y confidencialidad de la información o de la ética en el estudio.

### **Derechos y opciones del paciente**

El paciente puede decidir no participar y si decide no participar solo debe manifestar al investigador principal o a la persona que le explica este documento. Además, aunque decida participar puede retirarse del estudio cuando lo desee, sin que ello afecte los beneficios de los que goza en este momento. Usted no recibirá ningún pago ni tendrá que pagar absolutamente nada por participar en este estudio.

### **Información de contacto**

Ante cualquier duda sobre el estudio por favor llame al siguiente teléfono 0993795989, que pertenece al investigador, o envíe un correo electrónico a [mkvsdc2724@gmail.com](mailto:mkvsdc2724@gmail.com).

### **Consentimiento informado**

Entiendo mi participación en este trabajo de investigación. Me han informado los riesgos y beneficios de participar en un lenguaje claro y sencillo. Todas mis preguntas fueron contestadas. Me permiten disponer de tiempo suficiente para

tomar la decisión de participar y me entregaron una copia de este consentimiento informado. Acepto voluntariamente participar en esta investigación.

Firma y código del participante:

Fecha:

Firma del testigo o familiar (si aplica):

Fecha:

Nombre del investigador que obtiene el consentimiento informado:

Firma del investigador:

Fecha:



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
COORDINACIÓN DE POSGRADOS  
POSTGRADO DE IMAGENOLÓGÍA



## Anexo 2

### Instrumento de Recolección de Información

#### Utilidad del T score calcio en el diagnóstico de cardiopatías isquémicas coronarias

##### Instrucciones:

Esta ficha de recolección de datos fue diseñada con el propósito de obtener información acerca del estado actual de usuarios, que utilizaron el T score calcio como método diagnóstico de la cardiopatía isquémica coronaria., considerando el rango por tomografía, para categorizar los pacientes en grupos de riesgo, para su tratamiento favorable.

La ficha consta de cinco secciones: Sección A: Datos personales, Sección B: Población con Cardiopatía isquémica coronaria según grupos de edad y sexo Sección C: Sensibilidad y especificidad del T score calcio en el pronóstico de pacientes con cardiopatía isquémica coronaria. Sección D: Relación del T score calcio con dislipidemias en pacientes con cardiopatía isquémica coronaria, Sección E: Relación del T score calcio con el índice de masa corporal en pacientes con cardiopatías isquémicas coronarias.

Cada sección contiene ítems que deben ser llenados con letra clara y legible. En la sección correspondiente a las características radiológicas serán llenadas en base a la información disponible en el sistema de archivo digital de imágenes médicas, PACS que se encuentra disponible en el servicio de imágenes del Hospital Teodoro Maldonado Carbo.



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
COORDINACIÓN DE POSGRADOS  
POSTGRADO DE IMAGENOLOGÍA**



**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN  
Hospital IESS Teodoro Maldonado Carbo  
Guayaquil - Ecuador 2022**

**Sección A**

**Datos Personales**

Colocar iniciales en mayúsculas de los nombres y apellidos.

Identificación del paciente: \_\_\_\_\_

Código del paciente: \_\_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_ Instrucción: \_\_\_\_\_

Provincia: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_

Antecedentes Patológicos Personales: \_\_\_\_\_

Antecedentes Patológicos Quirúrgicos: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Sección B

### 1.- Caracterizar la población con Cardiopatía isquémica coronaria según grupos de edad y sexo

1. Edad 50-59 años
2. Edad 60-69 años
3. Edad 70-79 años
4. Edad 80-89 años
5. Edad >90 años
6. Sexo masculino
7. Sexo femenino

## Sección C

### 2.- Determinar la sensibilidad y especificidad del T score calcio en el pronóstico de pacientes con cardiopatía isquémica coronaria comparado con la Clasificación CAC-DRS 2018.

Colocar con X en el rango que corresponda el valor UA (Unidades Agatston)

T SCORE CALCIO		
Calcio Score <1UA = Bajo riesgo Negativo	Calcio Score 1 y 100UA= Moderado riesgo Negativo	Calcio Score >100UA= Alto riesgo Positivo

### Clasificación CAC-DRS 2018

1. Muy baja
2. Muy poco probable.
3. Probabilidad mínima o leve de estenosis coronaria.
4. Alta probabilidad de enfermedad coronaria.
5. Alta probabilidad de estenosis coronaria significativa

Interpretación: Negativo 1, 2 y 3, Positivo 4 y 5

## Sección D

### 3.- Evaluar la relación del T score calcio con dislipidemias en pacientes con cardiopatía isquémica coronaria

Colocar con X en el rango que corresponda el valor de Laboratorio de las dislipidemias en mención.

DISLIPIDEMIAS Y RANGOS			
<b>Hipercolesterolemia aislado: colesterol total &gt; 200mg/dl con triglicéridos &lt; 200 mg /dl</b>	<b>Hipertrigliceridemia aislada: colesterol total &lt; 200 mg /dl con triglicéridos &gt; 200mg/dl</b>	<b>Hiperlipidemia mixta: colesterol total triglicéridos &gt; 200mg/dl con triglicéridos &gt; 200mg/dl</b>	<b>Colesterol HDL bajo aislado: colesterol HDL &lt; 35 mg/dl</b>

## Sección E

### 4.- Establecer la relación del T score calcio con el índice de masa corporal en pacientes con cardiopatías isquémicas coronarias.

- 1.- Por debajo de 18.5= Bajo peso
- 2.- 18.5 – 24.9=Normal
- 3.- 25.0 – 29.9= Sobrepeso
- 4.- 30.0 o más= Obesidad

Elaborado por: Md. Edgar Paredes

Fecha:

Firma:

## INDICE GENERAL

Tabla de contenido

<b>Portada</b> .....	<b>1</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>2</b>
Palabras clave:.....	<b>2</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>5</b>
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>5</b>
1.1.Planteamiento del problema.....	<b>5</b>
1.2.Pregunta de investigación.....	<b>6</b>
1.3.Justificación .....	<b>7</b>
1.4.  Objetivos.....	<b>8</b>
1.4.1.  Objetivo General .....	<b>8</b>
1.4.2.  Objetivos Específicos.....	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>9</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>9</b>
2.1 Antecedentes .....	<b>9</b>
2.2. Fundamentación teórica .....	<b>11</b>
2.2.1. Fisiopatología de la EAC (Enfermedad Arterial Coronaria) .....	<b>11</b>
2.2.2. Calcio arterial coronario (CAC).....	<b>13</b>
2.2.3. PROTOCOLOS DE ADQUISICIÓN Y CUANTIFICACIÓN .....	<b>17</b>
2.2.4. Marcadores de salud cardio-metabólica.....	<b>19</b>
2.2.5. Volumen y densidad de calcio de la arteria coronaria .....	<b>19</b>
2.2.6. Calcificación valvular .....	<b>19</b>
2.2.7. Individuos en riesgo .....	<b>20</b>
2.2.8. Individuos asintomáticos .....	<b>20</b>
2.2.9. Subgrupos específicos en riesgo.....	<b>21</b>
2.3. Fundamentación legal.....	<b>22</b>
2.4. Hipótesis.....	<b>22</b>
2.5 Cuadro Operacionalización de las variables.....	<b>22</b>
2.6 Consideraciones éticas y Legales.....	<b>23</b>
2.6.1 La Constitución del Ecuador (2008).....	<b>24</b>

2.6.2 Según la Ley Orgánica de Salud (2006).....	25
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>26</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
3.1 Tipo y diseño de la investigación.....	26
Cronograma de actividades .....	27
Presupuesto .....	31
Referencias bibliográficas.....	32
3.4.1 Anexos .....	36
Anexo 1 Consentimiento Informado .....	37
Anexo 2 Instrumento de Recolección de Información .....	42