



UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

FACULTAD "ENRIQUE ORTEGA MOREIRA"  
DE CIENCIAS MÉDICAS.

ELECTROCARDIOGRAFÍA DE ESFUERZO CONVENCIONAL VERSUS  
LA ELECTROCARDIOGRAFÍA DE ALTA FRECUENCIA EN LOS  
PACIENTES CON SOSPECHA DE ENFERMEDAD DE ARTERIAS  
CORONARIAS INGRESADOS EN EL PERIODO 2015-2016 EN  
CENTRO MÉDICO ABEL GILBERT

TRABAJO DE TITULACIÓN DE PREGRADO-CIENCIAS MÉDICAS.

DANIELA ALEJANDRA BEJARANO VARAS

BOLÍVAR ZURITA ROSERO

SAMBORONDÓN, SEPTIEMBRE DE 2017

## **PÁGINA DE APROBACIÓN DEL(A) TUTOR(A)**

Samborondón, Septiembre del 2017

Por medio del presente, yo Bolívar Zurita Rosero, en calidad de tutor del trabajo de titulación sobre el tema **“ELECTROCARDIOGRAFÍA DE ESFUERZO CONVENCIONAL VERSUS LA ELECTROCARDIOGRAFÍA DE ALTA FRECUENCIA EN LOS PACIENTES CON SOSPECHA DE ENFERMEDAD DE ARTERIAS CORONARIAS INGRESADOS EN EL PERIODO 2015-2016 EN CENTRO MÉDICO ABEL GILBERT”**, presentado por la estudiante Daniela Alejandra Bejarano Varas egresada de la carrera de Medicina.

Certifico que el trabajo ha sido revisado de acuerdo a los lineamientos establecidos y reúnen los criterios científicos y técnicos de un trabajo de investigación científica, así como los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por el H. Consejo de Facultad “Enrique Ortega Moreira” de Medicina, de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo.

El trabajo fue realizado durante el periodo de Octubre de 2016 a Marzo de 2017 en el Centro Medico Abel Gilbert de la Ciudad de Guayaquil.

---

**Dr. Bolívar Zurita Rosero**

Médico Intensivista

## **PÁGINA DE DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación va dedicado a mis padres, hermanas y esposo, por ser siempre los que me han impulsado en mi formación personal, espiritual y profesional. A Dios que es parte fundamental en mi vida que guía siempre mi camino.

A mi padre en especial, el doctor Roberto Bejarano Estébanez, por ser fuente de inspiración y pieza fundamental para la realización de mi tesis y de mi vida profesional, se lleva toda mi admiración.

Gracias por todo su apoyo, los amo.

## **PÁGINA DE RECONOCIMIENTO**

Mis reconocimientos a mi tutor el Dr. Bolívar Zurita, por ser un gran docente durante todos estos años de carrera, un gran médico y darme su apoyo para este trabajo.

A mi padre el Dr. Roberto Bejarano le doy un reconocimiento especial por ser la mente maestra detrás de este trabajo de titulación, sin el nada hubiera sido posible, gracias por su apoyo y por todo el tiempo que ha dedicado para que esto sea posible.

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN.....</b>	<b>iii</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.....</b>	<b>6</b>
<b>1.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS .....</b>	<b>7</b>
<b>2. CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO O CONCEPTUAL .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1. ENFERMEDAD DE ARTERIAS CORONARIAS.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2. ELECTROCARDIOGRAFÍA DE ESFUERZO .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3. ELECTROCARDIOGRAFIA DE ALTA FRECUENCIA HYPERQ</b>	
<b>15</b>	
<b>2.4. TOMOGRAFÍA CORONARIA .....</b>	<b>18</b>
<b>2.5. LA LEY Y LA SALUD.....</b>	<b>20</b>
<b>3. CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>22</b>
3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	22
3.1.2. ALCANCE .....	22
3.1.3. LUGAR.....	22
3.1.4. PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
3.1.5. RECURSOS EMPLEADOS .....	23
3.1.6. VARIABLES .....	23
<b>3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....</b>	<b>26</b>
3.2.1. POBLACIÓN.....	26
3.2.2. MUESTRA .....	26
3.2.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	26
3.2.4. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	27
<b>3.3. MÉTODOS E INSTRUMENTOS.....</b>	<b>27</b>
3.3.1. MÉTODOS.....	27

3.3.2.	INSTRUMENTOS .....	28
3.3.3.	HERRAMIENTAS .....	29
3.3.4.	PROCEDIMIENTOS .....	29
3.3.5.	DIAGRAMA DE GANT .....	30
<b>3.4.</b>	<b>ASPECTOS ÉTICOS .....</b>	<b>30</b>
<b>4.</b>	<b>CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>31</b>
4.1.	ANÁLISIS DE LAS VARIABLES .....	31
4.2.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	39
<b>5.</b>	<b>CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>43</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>44</b>

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Protocolo de Bruce .....	11
Tabla 2. Contraindicaciones .....	11
Tabla 3. Frecuencia por sexo .....	31
Tabla 4. HyperQ vs TOC .....	37
Tabla 5. Ekg vs TOC .....	38

## INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Prueba de Esfuerzo negativa .....	13
Gráfico 2. Prueba de Esfuerzo positiva .....	14
Gráfico 3. Prueba de Esfuerzo positiva .....	14
Gráfico 4. Hyper Q .....	18
Gráfico 5. Porcentaje de HTA .....	32
Gráfico 6. Porcentaje de DM .....	32
Gráfico 7. Porcentaje de Hipercolesterolemia .....	33
Gráfico 8. Porcentaje de Tabaquismo .....	34
Gráfico 9. Porcentaje de Dolor Precordial .....	34
Gráfico 10. Antecedentes de IAM .....	35
Gráfico 11. Antecedentes de Bypass A-O .....	36
Gráfico 12. Antecedentes de Angioplastia .....	36



## RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo general establecer la eficacia de la Electrocardiografía de Alta Frecuencia (Hyper Q) como un nuevo método para la detección de la Enfermedad de Arterias Coronarias en comparación con la Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional, para lo cual se estudiaron a 86 pacientes de la población total que fueron 370 pacientes que habían acudido a la consulta de cardiología del Centro Médico Abel Gilbert entre Enero de 2015 y Diciembre de 2016. El estudio es de tipo descriptivo, retrospectivo, no probabilístico, transversal, no aleatorizado. Se realizó Electrocardiografía de Esfuerzo convencional de 12 derivaciones en banda rodante, simultáneamente durante el ejercicio con la Electrocardiografía de Alta Frecuencia (HyperQ) mediante un software especial y se comparó los resultados en aquellos pacientes que tenían Tomografía Coronaria de alta resolución y/o Angiografía Coronaria. Así mismo se obtuvo el valor predictivo positivo y negativo de cada una de estas pruebas junto con la sensibilidad y especificidad para su posterior comparación y comprobación de la hipótesis. Los resultados obtenidos demostraron superioridad en la Electrocardiografía de Alta Frecuencia Hyper Q con un resultado de 72,4% para la Sensibilidad y un 87,5% para la Especificidad, mientras que para la Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional fueron 45,4% y 67,3% respectivamente. Los resultados de Valor Predictivo Positivo fueron de 77,7% para la Electrocardiografía de Alta Frecuencia Hyper Q y de 38,4% para la Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional, mientras que el resultado del Valor Predictivo Negativo fue de 84% y de 73,3% respectivamente. Con estos resultados podemos decir que la Electrocardiografía de Alta Frecuencia Hyper Q es superior en cuanto a que tan eficaz es como prueba diagnóstica sobre la Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional.

## INTRODUCCIÓN

Las Enfermedades Cardiovasculares (ECV) son la principal causa de muerte en el mundo. Dado que es un tema de salud relevante y que se toma la vida de muchos a diario, es de gran importancia la prevención y detección oportuna de las mismas.

La Enfermedad de Arterias Coronarias (EAC) encabeza la lista de causas de muerte a nivel mundial, por tanto se han desarrollado a lo largo de los años diferentes métodos diagnósticos para la misma. La Tomografía o Angiografía Coronaria son el Gold Estándar para el diagnóstico de esta patología, pero tienen por desventaja que son métodos invasivos y con elevado costo, por lo cual no están al alcance de toda la población, si no para un grupo selecto y de alto riesgo. Sin embargo hay otro método ampliamente utilizado como es la Prueba de Esfuerzo o la Ergometría, que son métodos no invasivos y de menor costo que pueden, si bien con menor certeza que la Tomografía Coronaria, diagnosticar la EAC.

Dado que la Sensibilidad y Especificidad de la Prueba de Esfuerzo, como veremos más adelante en este estudio, son relativamente bajas para este método diagnóstico, se ha visto la necesidad de crear un método más sensible y más específico, para que ofrezca datos más fiables, sobre la presencia de EAC.

La Electrocardiografía de Alta Frecuencia Hyper Q sale al mundo como un método diagnóstico superior, de mucho menor costo que la Tomografía o Angiografía Coronaria y a su vez más útil que la Prueba de Esfuerzo. Es por estas razones que es importante el estudio de esta tecnología que promete grandes avances para diagnosticar una enfermedad que cobra la vida de millones de personas anualmente, y que en muchas ocasiones la razón de esto es un mal diagnóstico o un diagnóstico tardío de la misma.

## **CAPÍTULO 1**

### **1.1. ANTECEDENTES**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) las Enfermedades Cardiovasculares (ECV) son la principal causa de muerte en todo el mundo. Los datos y cifras epidemiológicas indican que para el 2012 murieron por esta causa 17,5 millones de personas, lo cual representa un 31% de todas las muertes registradas en el mundo. De estas muertes, 7,4 millones se debieron a la cardiopatía coronaria, y 6,7 millones, a los accidentes cerebrovasculares, demostrando que la principal causa de muerte es la Enfermedad de Arterias Coronarias (EAC) (1).

De acuerdo a la OMS y su Informe del Estado Global en Salud publicado en 2011, las enfermedades crónicas no transmisibles fueron la causa del 63 % de las muertes ocurridas en el 2008. De estas enfermedades crónicas no transmisibles en las que se incluyen las enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes y las enfermedades respiratorias crónicas, las enfermedades cardiovasculares causaron el 29,82% del total de las muertes de ese año (2) (3).

En países desarrollados como Estados Unidos, las muertes por enfermedades cardiovasculares son la causa de una de cada 2,9 muertes al año, y los países europeos comparten de forma muy cercana estas estadísticas (2). A pesar que las enfermedades crónicas no transmisibles son más comunes en personas de más de 60 años, se estima que el 25 % de las personas por debajo de esta edad fallecen por estas causas. Se ha estimado que cerca de la mitad de los hombres y un tercio de las mujeres de mediana edad en Estados Unidos desarrollarán alguna manifestación de EAC (4).

En países latinoamericanos como Colombia, las enfermedades

cardiovasculares representan el 28,7% de todas las muertes, siendo en hombres la principal causa la enfermedad coronaria y en mujeres las enfermedades relacionadas con la hipertensión arterial como la enfermedad cerebrovascular y la insuficiencia cardiaca (5).

Dada la alta prevalencia de las enfermedades cardiovasculares y conociendo que la Enfermedad Coronaria es la que encabeza las causas de muerte a nivel mundial, es de primordial importancia un diagnóstico oportuno y certero de las mismas. En cuanto al diagnóstico de la Enfermedad de Arterias Coronarias, se tiene como “Gold Estándar” a la Angiografía Coronaria, pero al ser este un método invasivo, costoso y el cual tiene riesgos altos se la ha dejado como un método diagnóstico para pacientes selectos y poblaciones con alto riesgo (6) (1).

La Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional es un procedimiento frecuentemente utilizado como método diagnóstico de la Enfermedad de Arterias Coronarias. Estudios previos (7) han correlacionado la depresión del segmento ST inducida al ejercicio con hallazgos en la Tomografía Coronaria y/o Arteriografía, demostrando que la sensibilidad de la Prueba de Esfuerzo estándar para la detección de Enfermedad de Arterias Coronarias de un vaso es baja, con un rango de 35 a 65 % en varios estudios, mejorando algo en enfermedad de dos y tres vasos (8).

En años recientes se ha desarrollado la Electrocardiografía de Altas Frecuencias (Hyper Q) utilizando filtros especiales que miden señales de baja amplitud y alta frecuencia (150 – 250 Hz) (9) que ocurren en el complejo QRS, obtenida durante el ejercicio con el propósito de mejorar la sensibilidad en la detección de la EAC (10).

Estudios recientes han demostrado el alto valor diagnóstico del Sistema Hyper Q. Un estudio que fue llevado a cabo en Virginia Oeste, por el Centro Médico de Charleston, en colaboración con la Universidad de Duke,

compara los resultados del Sistema Hyper Q versus el análisis del Segmento ST para la detección de isquemia. Se analizaron 133 pacientes (100 hombres, de 63  $\pm$  12 años) que se sometieron a un Test de Ejercicio Nuclear como Gold Estándar de isquemia, comparando el análisis del Segmento ST y el Hyper Q, se vió que el Hyper Q tenía más sensibilidad (79% vs 41%) y más especificidad ( 71% vs 57%) que el análisis del Segmento ST (11).

Del mismo modo que el estudio anterior, otro estudio con 175 pacientes que fueron sometidos al sistema Hyper Q y a la Electrocardiografía de Estrés Convencional y posteriormente se sometieron a una Angiografía Coronaria o una Tomografía Coronaria revelaron que el Sistema Hyper Q es superior al análisis del Segmento ST, siendo los resultados 71% vs 44% para sensibilidad y 76% vs 73% para especificidad (12).

Dados los estudios que han demostrado que la Electrocardiografía de Esfuerzo de Alta Frecuencia (Hyper Q) es superior a la Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional, es un método que puede ser fácilmente implementado para detectar la Enfermedad de Arterias Coronarias con mayor precisión y sin tener que acudir a métodos como la Tomografía Coronaria o la Angiografía Coronaria, de no ser estrictamente necesaria.

## **1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

La problemática que se desea tratar con este estudio se basa en que la Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional como método diagnóstico, ha demostrado tener una sensibilidad no mayor de 70 % y una especificidad no mayor de 40% en la detección no invasiva de Enfermedad de Arterias Coronarias, por lo cual en los últimos años se ha desarrollado la Electrocardiografía de Alta Frecuencia (Hyper Q). Esta ha demostrado en relación con procedimientos como la Tomografía Coronaria o la Angiografía Coronaria como método invasivo una mayor sensibilidad y especificidad al

momento de diagnosticar EAC.

El problema por otro lado es que los métodos más sensibles y específicos para el diagnóstico de esta patología suelen ser muy costosos y en el caso de la Angiografía Coronaria son invasivos y representan un riesgo significativo a la hora de someter al paciente a este procedimiento. La Electrocardiografía de Esfuerzo por otro lado es un método más económico y no invasivo y al alcance de todos, por lo que si se puede recurrir a un sistema o software que representa una mejora a la hora de dar un diagnóstico más certero, como lo hace el sistema Hyper Q ,es conveniente aplicarlo a los pacientes para que se beneficien del mismo.

Por ser un sistema nuevo y de reciente introducción en la ciudad de Guayaquil, es importante ver si realmente es útil y significará una ventaja tanto para médicos como para pacientes con riesgo de padecer EAC.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad las enfermedades cardiovasculares representan casi el 30% de los decesos en el mundo, acercándose al 40% de los decesos en países del primer mundo y alrededor del 28% en aquellos países en vías de desarrollo (13).

Los seres humanos han pasado por una transición epidemiológica en lo referente a las enfermedades que son más prevalentes, y desde que la industrialización comenzó, aquellas enfermedades infecciosas y pandemias que solían aquejar al mundo quedaron a un lado para dar paso a las enfermedades degenerativas y causadas por el hombre a que se conviertan en el peor enemigo de las personas. Desde que el mundo se industrializó la población mundial cambió su estilo de vida por uno más sedentario, con un mayor consumo de grasas y la aparición del tabaco generó también un incremento en las enfermedades crónicas, sobre todo

cardiacas y pulmonares (13).

Las enfermedades cardiovasculares al ser un problema de salud mundial grave se ven influenciadas por varios factores de riesgo como el tabaquismo, la dieta y la inactividad física. Estos factores de riesgo han provocado que cada vez sea más joven el grupo etario que padece de estas enfermedades. Conociendo que entre las enfermedades cardiovasculares que generan más muertes está la Enfermedad de Arterias Coronarias, es de importancia un buen diagnóstico y plan de prevención para las mismas.

En la práctica diaria, se ha utilizado desde hace más de 6 décadas la Electrocardiografía de Esfuerzo mediante el análisis del segmento ST y la onda T durante la fase de repolarización como diagnóstico de isquemia, por lo que analizar también la morfología del complejo QRS durante la fase de despolarización debería también poder diagnosticar isquemia, y esto es lo que hace la Electrocardiografía de Esfuerzo de Alta Frecuencia (Hyper Q) (14) (15). La Electrocardiografía de Esfuerzo de Alta Frecuencia ha revelado ser más sensible y específica para la detección de EAC, y es de mayor utilidad para comprobar enfermedad de un vaso que en ocasiones la Prueba de Esfuerzo Convencional no logra detectar.

Dado que se quiere comprobar la utilidad de este método como un método más efectivo en cuanto al diagnóstico de la enfermedad coronaria, se espera comprobar su utilidad en la población general que acude a un consultorio cardiológico.

#### **1.4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS**

Objetivo general

- Establecer la eficacia de la Electrocardiografía de Alta Frecuencia (Hyper-Q) como un nuevo método para la detección de la

Enfermedad de Arterias Coronarias en comparación con la Electrocardiografía de Esfuerzo convencional.

#### Objetivos específicos

- Determinar los cambios ocurridos en la Electrocardiograma de Esfuerzo convencional en la población a estudiar
- Determinar los cambios ocurridos en la Electrocardiograma de Alta Frecuencia (Hyper-Q) en la población a estudiar
- Comparar la Electrocardiografía de Alta Frecuencia con el método tradicional (cambios del segmento ST inducidos al ejercicio)
- Determinar la relación existente entre la Electrocardiografía de Esfuerzo convencional, la Electrocardiografía de Alta Frecuencia (Hyper-Q) y la Tomografía Multicortes de Arterias Coronarias de Alta Resolución y/o la Cinecoronariografía.

#### **1.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

La Electrocardiografía de Alta Frecuencia (Hyper-Q) es un método nuevo y eficaz para la detección de la Enfermedad de Arterias Coronarias.



## **2. CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO O CONCEPTUAL**

### **2.1. ENFERMEDAD DE ARTERIAS CORONARIAS**

La Enfermedad de Arterias Coronarias es la principal causa de muerte en el mundo occidental (16), se la conoce como aquella afección en la cual hay un bloqueo del flujo sanguíneo en alguna de las arterias que irrigan al miocardio, llamadas también arterias coronarias (17). Normalmente las placas que están obstruyendo el paso de la sangre se denominan placas ateroscleróticas. Estas placas están conformadas por lípidos, colesterol, calcio y otras sustancias y se iniciaron en un principio como estrías grasas en las paredes de las arterias (18).

Las estrías grasas están presentes en todos los individuos, pero en cierto porcentaje pueden evolucionar hasta convertirse en placas de ateroma complejos que en un futuro pueden llegar a ocluir la arteria y producir un infarto de miocardio (19). Cuando se presenta una disminución del flujo sanguíneo rico en oxígeno puede producir también una angina, que se refiere a un dolor o molestia en el pecho. Se suele presentar como un dolor opresivo en el pecho, que suele irradiarse hasta el brazo, el cuello, la mandíbula, la cara o la espalda, y a veces sentirse como una indigestión (20).

Entre las causas principales tenemos que hay ciertos factores de riesgo que pueden desencadenar esta enfermedad, como son:

- Tabaquismo
- Dislipidemias incluyendo la hipercolesterolemia
- Hipertensión arterial
- Diabetes Mellitus
- Antecedentes familiares de enfermedad coronaria

Esta enfermedad se origina por un daño en la capa que reviste las

arterias, llamada endotelio vascular. Los factores de riesgo antes mencionados son los que contribuyen a la formación de placa y por ende a la aparición de la enfermedad.

Esta enfermedad afecta tanto a hombres como a mujeres, siendo más frecuente en hombres, sin embargo esto puede deberse al hecho de que la Enfermedad de Arterias Coronarias suele presentarse en los hombres a menor edad, a diferencia de las mujeres en quienes aparece con una diferencia de aproximadamente 10 años debido a la protección ejercida por los estrógeno. Una vez llegada la menopausia, tanto hombres como mujeres suelen igualar la prevalencia de esta enfermedad (21).

Hay que diferenciar entre la Enfermedad de Arterias Coronarias y la Cardiopatía Isquémica. La isquémica es la consecuencia o las repercusiones de la Enfermedad Coronaria (16) .

Para el diagnóstico de la Enfermedad de Arterias Coronarias contamos con varios métodos diagnósticos, siendo el más utilizado la Electrocardiografía de Esfuerzo o Ergometría, sin embargo el Gold Estándar es la Tomografía Coronaria o la Angiografía Coronaria (16). En los últimos años ha aparecido un nuevo método diagnóstico como es la Electrocardiografía de Alta Frecuencia o Hyper Q, en la cual a diferencia de la Ergometría convencional en la que se miden los cambios del Segmento ST, se analiza el complejo QRS. Este nuevo método promete ser superior a la Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional y de este modo descubrir con mayor certeza los pacientes con Enfermedad Coronaria y abaratar costos cuando métodos como la Tomografía Coronaria no pueden estar al alcance de todos (22).

## 2.2. ELECTROCARDIOGRAFÍA DE ESFUERZO

La Electrocardiografía de Esfuerzo o Ergometría es un método diagnóstico no invasivo ampliamente utilizado para el diagnóstico de la Enfermedad de Arterias Coronarias (23). Sin embargo presenta ciertas limitaciones que han hecho de las pruebas imagenológicas como son la Tomografía Coronaria o la Angiografía Coronaria sean requeridas con mayor frecuencia para el diagnóstico definitivo de la Enfermedad de Arterias Coronarias.

La Prueba de Esfuerzo se puede realizar de diversas formas, ya sea en una bicicleta ergométrica estática o en una banda rodante (24). El método de la banda rodante es el más utilizado y consiste en una cinta sin fin con motor eléctrico sobre el cual el paciente camina a las velocidades correspondientes y con una pendiente que varía dependiendo de la etapa y protocolo de la prueba. Se prefiere el método de la banda rodante debido a que no requiere de aprendizaje previo por el paciente y a que es un ejercicio más fisiológico (25) .

Se realiza la Electrocardiografía de Esfuerzo siguiendo el protocolo de Bruce o Bruce Modificado (entre otros) según la edad y condiciones del paciente, con etapas de 3 minutos cada una e incremento en el porcentaje de la elevación de la rampa. Se realiza un Electrocardiograma (EKG) al reposo , un EKG con el paciente de pie durante 3 minutos que sirve como control de referencia (template) que servirá para el análisis del Hyper Q, que es procesado automáticamente por el software una vez concluida la adquisición de datos.

**Tabla 1.** Protocolo de Bruce

<b>Protocolo de Bruce</b>				
<b>Etapas</b>	<b>Tiempo (total)</b>	<b>Velocidad</b>	<b>Pendiente (%)</b>	<b>METS (aprox)</b>
<b>1</b>	3 min (3)	2,7 km/h	10	4,7
<b>2</b>	3 min (6)	4,0 km/h	12	6,8
<b>3</b>	3 min (9)	5,4 km/h	14	9,1
<b>4</b>	3 min (12)	6,7 km/h	16	12,9
<b>5</b>	3 min (15)	8,0 km/h	18	15
<b>6</b>	3 min (18)	8,8 km/h	20	16,9
<b>7</b>	3 min (21)	9,6 km/h	22	19,1

Tabla 1. Protocolo de Bruce

La etapa de ejercicio consta de etapas de 3 minutos cada una, con velocidad en aumento y con inclinación de la rampa también en aumento de acuerdo con el Protocolo de Bruce o Bruce Modificado.

La Prueba de Esfuerzo como toda prueba diagnóstica cuenta con contraindicaciones para su realización, las cuales se detallan en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Contraindicaciones para la realización de la Prueba de Esfuerzo

<b>Contraindicaciones para la realización de la Prueba de Esfuerzo</b>	
<b>Absolutas</b>	<b>Relativas</b>
Infarto de Miocardio reciente (< 2 días)	Estenosis valvular moderada
Angina inestable de alto riesgo	Anormalidades electrolíticas
Arritmias cardiacas incontroladas	Hipertensión severa
Miocarditis o pericarditis aguda	Miocardiopatía Hipertrófica
Embolia pulmonar	
Incapacidad física para realizar ejercicio	

Tabla 2. Contraindicaciones

Luego de que el paciente ha alcanzado la frecuencia cardiaca

predicha de acuerdo a la formula  $85\% (220 - \text{edad})$  o de un esfuerzo físico máximo se interrumpe la prueba y posteriormente se realizan EKG continuos durante 6 a 9 minutos en la etapa de recuperación, con lo cual concluye la prueba. Si los pacientes no logran alcanzar la frecuencia máxima predicha se la cataloga como insuficiente, por lo cual no es concluyente su interpretación. En caso de que una Ergometría sea negativa y pertenezca a un paciente que está tomando tratamiento antianginoso, no se puede descartar el diagnóstico de la Enfermedad Coronaria, razón por la cual antes de realizarse esta prueba la medicación debió haber sido suspendida (25).

Para establecer el diagnóstico mediante la Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional, el descenso del Segmento ST es la variable a tener en cuenta. Si el descenso del Segmento ST es mayor de 1mm medido a los 60 a 80 mgs del Punto J y de rampa horizontal o descendente y se asocia a dolor torácico típico se considera que el valor predictivo positivo para enfermedad coronaria es del 90% y de no asociarse a dolor torácico típico el valor predictivo positivo será del 70% (25). También será positivo si el infra desnivel es mayor de 1.5 mm de rampa ascendente.

Es importante recordar que la Prueba de Esfuerzo o Ergometría tiene una sensibilidad de 75% aproximadamente, por lo que de salir esta negativa no descartaría el diagnóstico de Enfermedad Coronaria, pero podría significar que el paciente no presente una forma de Enfermedad Coronaria de alto riesgo ( enfermedad multivaso).

Se procede a la revisión de los resultados de la Electrocardiografía de Esfuerzo verificando el comportamiento del Segmento ST durante las distintas etapas de la prueba, estableciendo si se ha observado un infra desnivel diagnóstico o sugestivo de Enfermedad de Arterias Coronarias que permite clasificar la prueba electrocardiográficamente como normal o anormal. El Hyper Q se obtiene automáticamente luego de concluida la

prueba y se establece como positivo si es anormal en 3 o más derivaciones o si es negativo en 2 o menos derivaciones. El Hyper Q también puede ser catalogado como inconcluyente si la calidad del registro no es óptima o si la duración del QRS excede los 140 mgs.

Los resultados son transcritos en la hoja de cálculo y se realiza la comparación posterior de los resultados.



Gráfico 1. Prueba de Esfuerzo negativa

**Gráfico 1.** Comportamiento del Segmento ST durante una Prueba de Esfuerzo considerada como negativa.

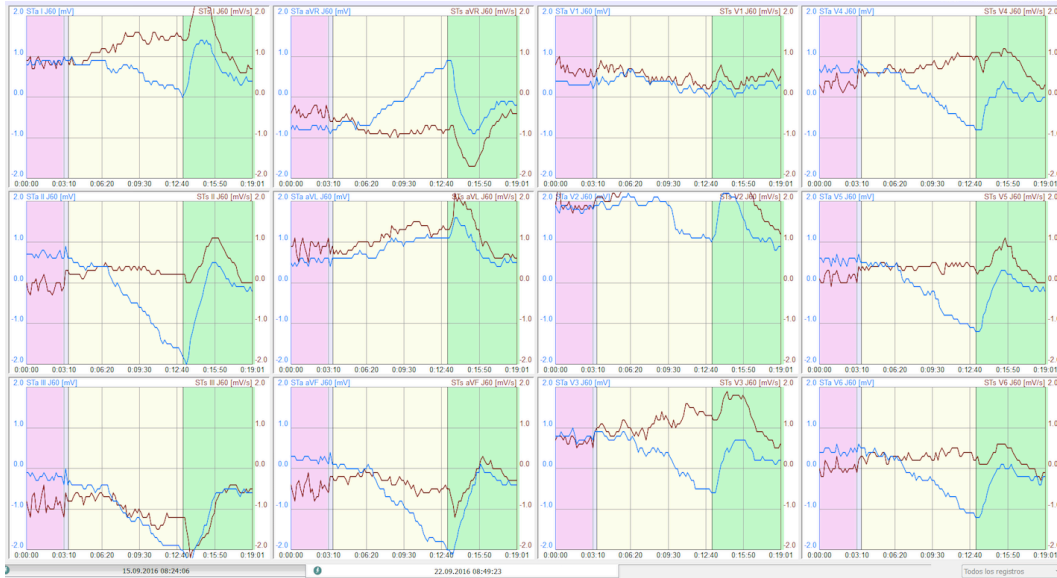


Gráfico 2. Prueba de Esfuerzo positiva

**Gráfico 2.** Comportamiento del Segmento ST durante una Prueba de Esfuerzo considerada positiva.

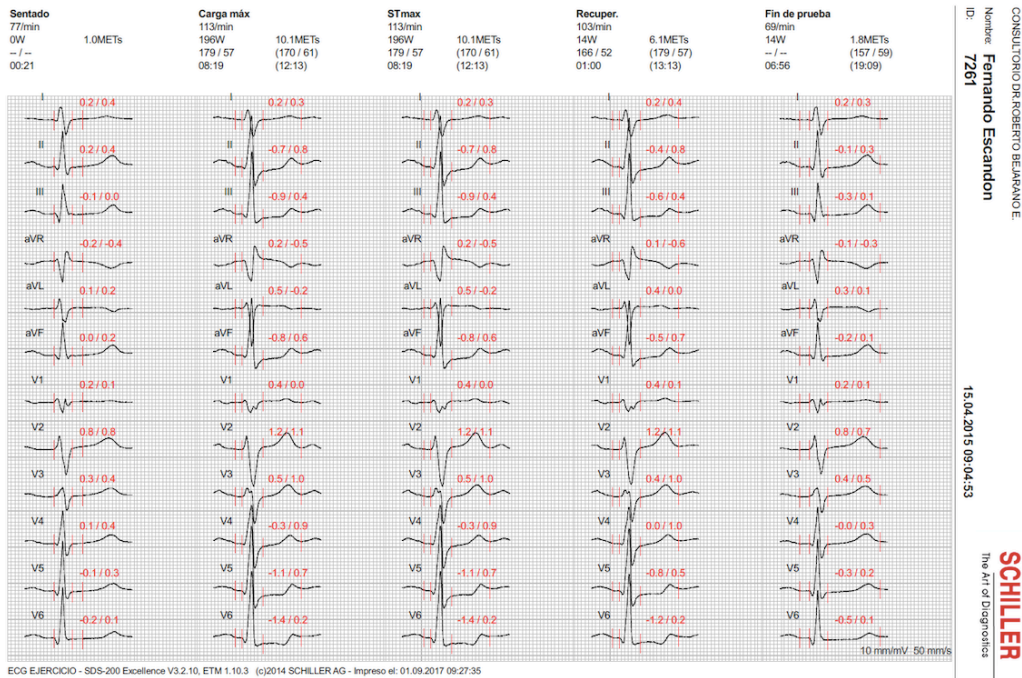


Gráfico 3. Prueba de Esfuerzo positiva

**Gráfico 3.** Electrocardiografía de Esfuerzo Positiva

### 2.3. ELECTROCARDIOGRAFIA DE ALTA FRECUENCIA HYPERQ

En las últimas décadas las investigaciones sobre el complejo QRS y sus cambios durante la isquemia miocárdica han ayudado a crear nuevas técnicas diagnósticas para la Enfermedad Coronaria. Se han creado técnicas para la medición de este complejo, que han contribuido a su utilización como un diagnóstico más certero sobre la Prueba de Esfuerzo convencional. Los componentes de alta frecuencia del complejo QRS que se relacionan a patrones de despolarización ventricular, tienen información clínica importante. Se ha visto que los cambios en amplitud y morfología del complejo QRS son marcadores diagnósticos sensibles para la isquemia miocárdica, muchas veces más sensibles que la medición del segmento ST de la Prueba de Esfuerzo convencional (22).

Una de las metodologías prometedoras es el análisis de los componentes espectrales de alta frecuencia del QRS (HFQRS). Los cambios observados en condiciones clínicas múltiples en el HFQRS han mostrado una relación entre ellos y la isquemia miocárdica consistente en una reducción en la intensidad del HFQRS al reposo y en Electrocardiografía de Esfuerzo. Los cambios observados en el Electrocardiograma durante la fase de repolarización (Segmento ST y onda T) son utilizados para el diagnóstico de isquemia, también deberían producirse cambios en la fase de despolarización (complejo QRS) del ciclo cardiaco como parte del proceso isquémico (26).

Los trabajos pioneros de Langner sobre la información clínica a obtener en la señal de alta frecuencia del QRS y posteriormente otros estudios, mostraron que ciertos cambios en las ondas indicaban isquemia miocárdica (27). Inicialmente se utilizaron los términos de "hendiduras" y "empastamientos" para describir cambios en las ondas dentro del QRS, cuando se utilizaron registros electrocardiográficos a altas amplificación y a altas velocidades del papel (26). Se utilizaron equipos análogos para grabar y analizar los datos y se incluyó un rango de frecuencias de más de



80 hertz (hz).

El desarrollo de los equipos de Electrocardiografía digital y los métodos digitales del procesamiento de la señal, favorecieron el análisis de señales de alta frecuencia del QRS. Debe resaltarse que el análisis del Electrocardiograma estándar es realizado en la banda de frecuencia de 0.05 – 100 hz (28). El análisis de los componentes de alta frecuencia existentes dentro del complejo QRS ocurren a frecuencias por abajo y por encima de los 100 hz. Los términos "alta frecuencia", "alta fidelidad" y "electrocardiografía de banda ancha" han sido utilizados para referirse al proceso de grabación del electrocardiograma con ancho de banda extendida a más de 1000 hz. La amplitud de la señal HFQRS se mide en microvoltios mientras que el Electrocardiograma estándar se mide en milivoltios.

La señal del electrocardiograma estándar incluye componentes de ruido de varios orígenes, el ruido ambiental puede ser solo parcialmente reducido y la actividad del musculo esquelético produce ruido en el rango de alta frecuencia y no puede ser filtrado, por lo tanto este tipo de ruido tiene que ser reducido utilizando técnicas de promediación de señales (signal averaging techniques). Los componentes de alta frecuencia se extraen del complejo QRS promediado por diferentes rangos de frecuencia de pases de banda. Abboud estudió la isquemia miocárdica aguda utilizando 150 – 250 hz, mientras que Goldberger utilizó rangos de frecuencia entre 80 – 300 hz para estudiar el efecto de infartos de miocardio previos (29) (30).

La cuantificación de la señal HFQRS se realiza utilizando diferentes métodos como son: amplitud pico pico, zona de amplitud reducida y la integral de la señal. El método más utilizado para la cuantificación del método HFQRS es calcular la media de la raíz cuadrada (rms) del valor de la señal. El valor RMS del HFQRS representa el poder promedio de la señal sobre la duración de todo el QRS (26).

La variación interindividual de los nivel HFQRS en todas las

derivaciones imitan el uso clínico de lo calculado como valor normal de base, por lo tanto cada sujeto necesita un valor de referencia individualizado para la identificación de isquemia. La variación en el tiempo de la señal HFQRS se encontró ser muy baja, lo que indicaba la alta reproducibilidad de la señal. Bhargava y Goldberger reportaron que en individuos sanos el HFQRS aumentaba durante e inmediatamente después del ejercicio (30). Estudios experimentales descritos por Abboud utilizados para utilizar el origen fisiológico del fenómeno HFQRS concluyeron que la señal está relacionada a la fragmentación del frente de onda de activación eléctrica, así como los cambios morfológicos en el potencial de acción miocárdico (30).

Cuando la isquemia se reprodujo en el modelo estos cambios fueron similares a aquellos observados durante isquemia en estudios animales y humanos, llámese disminución de la amplitud del QRS, por lo tanto se concluyó que los cambios del HFQRS en isquemia se explicaban por una disminución en la velocidad de conducción de la zona isquémica. La disminución enlentecida reduce la fragmentación del frente de onda de activación y por lo tanto cambia los componentes de alta frecuencia a menores frecuencias (31) .

### **HFQRS en isquemia inducida al ejercicio**

Abboud comparó cambios en el HFQRS en el periodo de reposo y el periodo de recuperación en pacientes asintomáticos y no isquémicos versus pacientes con enfermedad isquémica cardiaca. Se encontró que el coeficiente normalizado de la correlación cruzada de la señal de HFQRS fue significativamente mayor en el grupo control. Análisis del espectro de poder del QRS demostró que el HFQRS aumentaba con el ejercicio en pacientes no isquémicos. En otro estudio el HFQRS fue grabado continuamente durante la prueba de esfuerzo. Los sujetos sanos tuvieron valores de RMS HFQRS más altos durante y después del ejercicio comparados con sujetos con enfermedad coronaria angiográficamente comprobada (más del 75% de obstrucción en al menos 2 arterias

coronarias principales) (26).

Por lo tanto existe una significativa cantidad de conocimiento obtenida de HFQRS durante las tres últimas décadas. Se ha mostrado repetidamente que el HFQRS es un indicador altamente sensitivo de isquemia miocárdica, más aun los cambios relacionados al HFQRS se demostraron a niveles menores de isquemia comparados con los cambios del segmento ST (32).

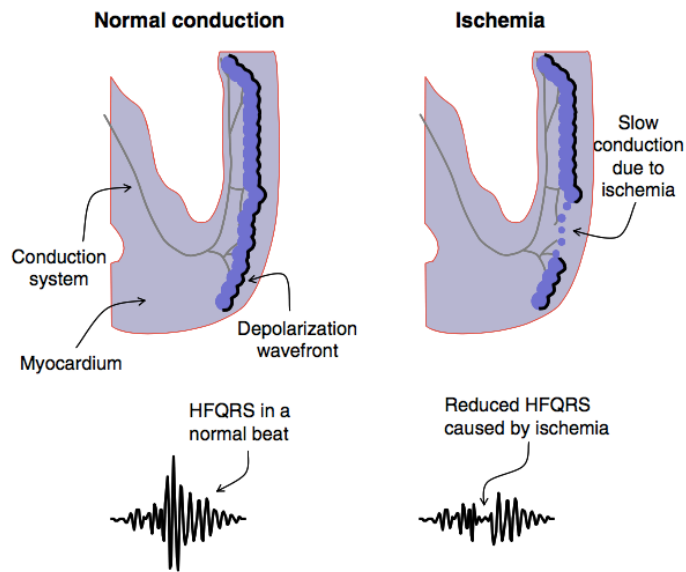


Gráfico 4. Hyper Q

**Gráfico 4.** Onda QRS en un Hyper Q normal y anormal

## 2.4. TOMOGRAFÍA CORONARIA

La Tomografía Coronaria es considerada el método Gold Estándar para la detección de Enfermedad de Arterias Coronarias (33). Se ha establecido como una técnica altamente sensible y específica, por lo que es de gran utilidad en aquellos pacientes en quienes la Prueba de Esfuerzo no fue diagnóstica y la sospecha de EAC seguía poniéndose en duda. Entre los valores que han arrojado diversos estudios, la sensibilidad de la Tomografía Coronaria es de 94% y su especificidad de 77%, con un valor

predictivo positivo de 84% y un valor predictivo negativo de 87% (16).

Esta técnica imagenológica que ya tiene unos 16 años aproximadamente siendo útil para la detección de EAC, es también un método para evaluar la anatomía, la función y la viabilidad cardiaca (34). Esta técnica utiliza rayos X para la formación de imágenes.

Para la realización de una Tomografía Coronaria se colocará al paciente acostado en la mesa del tomógrafo, se emitirán los rayos X y posterior a esto se formaran las imágenes que podremos luego apreciar para la interpretación de las mismas. Una limitante de este examen es la irradiación del paciente, en el caso de mujeres y hombres jóvenes, sobretodo pacientes femeninas en quienes la irradiación del tejido mamario puede provocarle futuros daños. Por estas razones es necesario que se escoja correctamente a que pacientes vamos a someter a una Tomografía Coronaria, y que estos sean sujetos que realmente lo ameriten (34).

Para lograr una correcta visualización de las arterias, se administra nitroglicerina sublingual para dilatar las arterias y a su vez se administra contraste yodado endovenoso para su correcta visualización (34). Aquellos pacientes que no puedan hacer uso de contraste endovenoso o nitroglicerina tendrán contraindicado la realización de este examen.

#### Indicaciones para Tomografía Coronaria

La principal indicación será la evaluación y confirmación de Enfermedad de Arterias Coronarias ante la sospecha de patología aterosclerótica. Primeramente se hace una cuantificación del calcio coronario, para lo cual no se ha administrado el contraste endovenoso, y posterior a esto se administra el contraste y se lleva a cabo la fase de angiotac. El estudio se indica en paciente asintomáticos con riesgo intermedio de enfermedad coronaria según la escala de Framingham. Entre

las indicaciones para la Tomografía coronaria tenemos:

- Pacientes sintomáticos sin patología coronaria previamente conocida, pero con sospecha de poseerla.
- Pacientes con otras pruebas diagnósticas no concluyentes o de valores insuficientes.
- Evaluación de puentes miocárdicos o bypass coronarios y que presentan síntomas de isquemia.
- Evaluación cardíaca en pacientes con patologías cardíacas congénitas, valvulopatías o masas cardíacas.
- Previo a cirugía cardiotorácica.

Una vez obtenida la imagen se clasificará como positiva o negativa la tomografía, donde positiva significara un porcentaje de obstrucción del vaso de más del 70% y negativa un valor inferior a este (34).

## **2.5. LA LEY Y LA SALUD**

En el Ecuador la Ley Orgánica de Salud en la normativa que vela por el cuidado y respeto a la salud de todos los ecuatorianos. Como decreta la Constitución Política de la República del Ecuador del 2008 en la Sección Séptima, Artículo 32, dispone que el Estado debe reconocer y garantizar a las personas una calidad de vida que asegure la salud, alimentación y nutrición de los ecuatorianos, así como que la prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, precaución y bioética (35). Por consiguiente el Estado es el responsable en velar por la salud y el bienestar de todo el pueblo ecuatoriano.

Existen varias leyes en lo referente a la investigación médica para asegurarse de que cualquier investigación sea llevada a cabo dentro de la ética y el respeto a los individuos que están siendo parte de dicho estudio.

Como dice el Capítulo I del Libro V de la Ley Orgánica de Salud en su Artículo 207, la investigación científica en salud estará orientada a las prioridades y necesidades nacionales, sujetos a los principios bioéticos, y el Artículo 208 referente a que la investigación científica tecnológica será regulada y controlada por la autoridad sanitaria nacional, en coordinación con los organismos componentes, previo consentimiento informado y respetando la confidencialidad. Ambas leyes recalcan la importancia de una investigación dentro de los marcos bioéticos para preservar el respeto al individuo (36).

En lo referente a las enfermedades no transmisibles la Ley Orgánica de Salud en su Capítulo III, Artículo 69 se refiere a la todas aquellas personas que padezcan una enfermedad no transmisible, crónica-degenerativa, congénita y hereditaria debe constar de una atención integral y control de la misma, para lo cual el Sistema Nacional de Salud y la población en conjunto deben llevar a cabo una acción coordinada para la atención de las mismas, comprendiendo la investigación de sus causas, magnitud, promoción de hábitos, prevención, recuperación, reinserción social y cuidados paliativos. Así mismo los integrantes del Sistema Nacional de Salud garantizaran la disponibilidad y acceso a programas para estas enfermedades (36).

Uniando todas estas leyes para poder llevar a cabo este trabajo de investigación podemos considerar que existe un ley que regula los programas de salud en el Ecuador, y que es de importancia adherirse a estas leyes para poder llevar a cabo la investigación propuesta, siempre dentro del marco legal y con ética y respeto a los individuos que forman parte de la investigación.

### **3. CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA**

#### **3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El presente estudio es de tipo descriptivo, retrospectivo, no probabilístico, transversal, no aleatorizado, ya que los datos se toman de la base de datos donde constan los pacientes que ya se han realizado la Electrocardiografía de Esfuerzo en la consulta privada de cardiología del Dr. Roberto Bejarano en el Centro Médico Abel Gilbert.

Se estudiará los pacientes de ambos sexos que hayan presentado dolor precordial sugestivo de ser coronario en el periodo comprendido entre Enero de 2015 y Diciembre de 2016. Se realizará Electrocardiografía de Esfuerzo convencional de 12 derivaciones en banda rodante, se realizará simultáneamente durante el ejercicio la Electrocardiografía de Alta Frecuencia (HyperQ) mediante un software especial y se realizará tomografía coronaria de alta resolución y/o cateterismo coronario en aquellos pacientes que así lo ameriten.

##### **3.1.2. ALCANCE**

Este estudio tiene un alcance de tipo correlacional, al comparar dos métodos diagnósticos (variables) buscamos llegar a comprobar una hipótesis o caso contrario rechazarla. Este estudio está dirigido a pacientes en los cuales se sospecha de Enfermedad de Arterias Coronarias que llegan a la consulta cardiológica durante el periodo de tiempo de Enero de 2015 a Diciembre de 2016.

##### **3.1.3. LUGAR**

Se desarrollará en la consulta privada del Dr. Roberto Bejarano

Estébanez, en el Centro Médico "Abel Gilbert" en Ecuador, provincia Guayas, ciudad Guayaquil, ubicado en las calles Padre Aguirre 442 y Córdova, 3er piso Oficina 306.

#### 3.1.4. PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se llevará a cabo durante el periodo de Octubre de 2016 a Marzo de 2017.

#### 3.1.5. RECURSOS EMPLEADOS

- Humanos
  - Autor de la tesis
  - Cardiólogo especialista
  - Revisores encargados
- Físicos
  - Computadora
  - Equipo para realizar la electrocardiografía de esfuerzo
    - Banda ergométrica
    - Electrocardiógrafo con sistema convencional de Electrocardiografía de Esfuerzo y software especial de Electrocardiografía de Altas Frecuencias (HyperQ)
    - Desfibrilador y equipo para atención de paro cardíaco
  - Equipo y materiales de oficina
- Económicos
  - Se determinan al final de la tesis

#### 3.1.6. VARIABLES

En este estudio se tomaron en cuenta las siguientes variables para desarrollar correlación y vinculación entre ellas :



<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>TIPO</b>	<b>MEDIDA</b>
IMC (Índice de Masa Corporal)	Es una medida de asociación entre el peso y la talla de un individuo. Se obtiene mediante la siguiente fórmula: peso en Kg dividido para la talla en metros al cuadrado	Cuantitativa continua	Kg/m <sup>2</sup>
Edad	Tiempo transcurrido entre el nacimiento del individuo y la integración al estudio	Cuantitativa discreta	Años
Sexo	Características físicas y biológicas para distinguir a los individuos de una especie	Cualitativa nominal	Masculino Femenino
Hipertensión	Enfermedad crónica caracterizada por una presión arterial mayor a 140/90 mm Hg	Cualitativa ordinal	Si No
Diabetes	Enfermedad metabólica que se caracteriza por niveles elevados de glucosa en la sangre	Cualitativa ordinal	Si No
Hipercolesterolemia	Niveles de elevados de colesterol en sangre, > 200 mg/dL	Cuantitativa ordinal	>200 mg/dL <200 mg/dL
Tabaquismo	Consumo crónico de tabaco debido a una adicción a los componentes del mismo	Cualitativa ordinal	Si No
Dolor precordial típico o atípico	Dolor que se siente en la mitad del tórax, de tipo opresivo que puede tener irradiación a cuello, cabeza, brazos o mandíbula	Cualitativa ordinal	Si No

Infarto previo	Presencia antigua de isquemia cardiaca que fue diagnosticada en ocasiones anteriores	Cualitativa ordinal	Si No
Cirugía de bypass	Procedimiento quirúrgico en que obteniendo un vaso sanguíneo generalmente femoral, se crea un injerto con este para para revascularizar la zona de miocardio que tiene alguna obstrucción en una arteria coronaria	Cualitativa ordinal	Si No
Angioplastia	Procedimiento quirúrgico en el cual se coloca un stend para poder desobstruir alguna arteria que estaba estenosada o bloqueada	Cualitativa ordinal	Si No
Otros diagnósticos	Otras patologías que pueda tener el individuo como parte de sus antecedentes personales	Cualitativa nominal	Patologías asociadas
Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional	Prueba diagnóstica de EAC en la que se analiza el Segmento ST para comprobar el diagnostico	Cualitativa nominal	Positivo Negativo insuficiente
Dolor durante la prueba	Presencia de dolor de tipo coronario indicativo de isquemia cardiaca mientras se está realizando la prueba	Cualitativa ordinal	Si No

Electrocardiografía de Esfuerzo de Alta Frecuencia HyperQ	Método diagnóstico en EAC utilizando un software especial que analiza el complejo QRS	Cualitativa nominal	Positivo Negativo inconcluyente
Escala de Duke	Es un índice o escala que sirve para estratificar el riesgo mediante la prueba de esfuerzo convencional	Cualitativa nominal	Bajo Intermedio Alto
Tomografía o cateterismo coronario	Métodos Gold Estándar para el diagnóstico de EAC	Cualitativa ordinal	Si No

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. POBLACIÓN

La población está conformada por todos los pacientes con dolor precordial típico o atípico que ameriten una Prueba de Esfuerzo y que acuden a la consulta privada cardiológica del Dr. Roberto Bejarano Estébanez, ubicada en el Centro Médico Abel Gilbert comprendidos desde Enero de 2015 hasta Diciembre de 2016.

### 3.2.2. MUESTRA

La selección de muestra es no probabilística por conveniencia, ya que se incluyen a todos los pacientes que cumplen los criterios de inclusión y exclusión y asisten a la consulta cardiológica específica durante el periodo de tiempo antes especificado.

### 3.2.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes con sospecha de enfermedad de arterias coronarias con

dolor precordial típico o atípico.

- Pacientes con factores de riesgo con sintomatología y sospecha de EAC
- Pacientes con cambios electrocardiograficos sugestivos de isquemia miocárdica
- Pacientes deportistas que ameritan una prueba de esfuerzo
- Pacientes con valvulopatía predominantemente aórtica para determinar la presencia de EAC antes de la cirugía cardíaca.
- Pacientes con trastornos de conducción intraventricular tipo Bloqueo Completo Rama Derecha o Bloqueo Completo Rama Izquierda y sospecha de EAC

#### 3.2.4. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Pacientes sin sospecha de Enfermedad de Arterias Coronarias
- Pacientes en falla cardíaca Clase II o más de la NYHA
- Pacientes con incapacidad física para realizar ejercicio
- Pacientes con electrocardiograma de mala calidad

### 3.3. MÉTODOS E INSTRUMENTOS

#### 3.3.1. MÉTODOS

Este estudio incluye 370 pacientes que acudieron a la consulta cardiológica entre Enero de 2015 hasta Diciembre de 2016 para realizarse una Prueba de Esfuerzo ante la sospecha de Enfermedad de Arterias Coronarias, ya sea por sus antecedentes patológicos o por sus factores de riesgo.

Para el desarrollo de este estudio se llevará a cabo un análisis y posterior comparación sobre los datos obtenidos durante 24 meses, en las fechas ante establecidas, de los pacientes que se sometieron a una Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional y una Electrocardiografía de

Alta Frecuencia con el sistema Hyper Q en la consulta privada del Dr. Roberto Bejarano Estébanez del Centro Médico Abel Gilbert en Guayaquil. Una vez realizado el procedimiento diagnóstico, mediante la recolección de los datos en el programa de Microsoft Excell 2010, se procede a comparar ambos procedimientos y verificar cuales fueron los resultados para la Electrocardiografía de Esfuerzo y la Electrocardiografía de Altas frecuencias Hyper Q y compararlas con la Tomografía Coronaria o la Angiografía Coronaria y establecer si hubo o no un diagnóstico certero de Enfermedad de Arterias Coronarias. Se comparará la cantidad de verdaderos positivos, verdaderos negativos, falsos positivos y falsos negativos para cada prueba, tanto de la Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional como de la Electrocardiografía de Alta Frecuencia Hyper Q. Así mismo se sacará el valor predictivo positivo y negativo de cada una de estas pruebas junto con la sensibilidad y especificidad para su posterior comparación y comprobación de la hipótesis.

### 3.3.2. INSTRUMENTOS

Los datos fueron transcritos a una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel 2010, para lo cual los mismos fueron tomados de una base de datos previa donde constaban los resultados de los pacientes que se habían sometido al procedimiento.

Para la realización de la Prueba de Esfuerzo se utilizó la Banda Ergométrica marca Trackmaster modelo TMX425 (37). A la par se utilizó el Electrocardiógrafo marca Schiller modelo Cardiovit CS-200 Excellence (38) para la realización del Electrocardiograma de control así como los realizados cada 3 min EKG durante el ejercicio y durante la etapa de recuperación.

Se utilizaron electrodos especiales marca Schiller para la adquisición de los electrocardiogramas convencionales y el Electrocardiograma de Altas Frecuencias.

Se cuenta con un Carro de Paro y Desfibrilador en caso de Emergencia como parte del protocolo para la realización de una Prueba de Esfuerzo, de marca Schiller. Un software especial está incluido en el Electrocardiógrafo, el cual es el que se encarga del análisis del complejo QRS característico del sistema Hyper Q en la Electrocardiografía de Alta Frecuencia.

### 3.3.3. HERRAMIENTAS

Los datos de esta investigación serán procesados y tabulados en el programa Microsoft Office Excel 2010, y para el análisis estadístico se utilizará el programa estadístico SPSS.

### 3.3.4. PROCEDIMIENTOS

Luego de haber sido aprobada la ficha técnica para el trabajo de tesis por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Espíritu Santo "Enrique Ortega Moreira" se solicitó la aprobación por parte del médico encargado del consultorio cardiológico Dr. Roberto Bejarano Estébanez. Obtenidas dichas autorizaciones se procedió con el trabajo de investigación.

Se procede a tabular los datos en la hoja de cálculo en el programa Microsoft Excel donde constan las variables anteriormente indicadas, para que posteriormente puedan ser analizadas y comparadas entre sí. Los resultados obtenidos del EKG convencional y del Hyper Q se comparan con los resultados del cateterismo o tomografía en aquellos paciente que lo tuvieran, estableciéndose como verdaderos positivos, verdaderos negativos, falsos positivos y falsos negativos para su análisis posterior, así como la sensibilidad, especificidad y valor predictivo de cada prueba, primeramente en Microsoft Excel 2010 y luego al análisis estadístico en el

programa estadístico SPSS para su procesamiento y finales resultados.

### 3.3.5. DIAGRAMA DE GANT

Actividades	2016								2017							
	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.
Elaboración de la ficha técnica	■															
Solicitud de permiso por escrito para realización de tesis		■	■													
Elaboración de marco teórico							■	■								
Elaboración de Anteproyecto						■	■	■								
Entrega del Primer Borrador									■							
Aprobación del Anteproyecto										■						
Recolección de datos		■	■	■	■	■	■	■								
Procesamiento de Datos									■	■						
Análisis de resultados										■	■	■				
Conclusión de informe final										■	■	■	■			
Entrega de informe final														■	■	■

### 3.4. ASPECTOS ÉTICOS

Este estudio al ser transversal, no probabilístico, a través de la revisión de datos y comparación de técnicas diagnósticas, y al ser un estudio donde el paciente estuvo de acuerdo en realizarse la prueba previamente como método diagnóstico no se solicitó consentimiento informado por escrito. La identidad de todos los pacientes se mantiene en anonimato con el objetivo de preservar los derechos del paciente, la confidencialidad y el profesionalismo.

#### 4. CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De los 370 pacientes incluidos en el estudio que se llevó a cabo en el Centro Médico Abel Gilbert desde Enero de 2015 a Diciembre de 2016, se tomó a 86 pacientes que cumplían con los criterios de inclusión y que contaban con el Gold Estándar, la Tomografía Coronaria o Angiografía Coronaria para confrontar los datos obtenidos en estas versus los resultados obtenidos en la Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional y en la Electrocardiografía de Altas Frecuencias (Hyper Q).

En este estudio incluimos a aquellos pacientes con valvulopatía aórtica y también se incluyeron aquellos pacientes con trastorno de conducción intraventricular tipo Bloqueo Completo De Rama Derecha o Bloqueo Completo De Rama Izquierda en quienes el Electrocardiograma de Altas Frecuencias Hyper Q dio resultados positivos.

##### 4.1. ANALISIS DE LAS VARIABLES

**Tabla 3.** Frecuencia y porcentaje para la variable sexo de los pacientes que cuentan con Tomografía o Angiografía Coronaria de la consulta privada de Cardiología del Centro Médico Abel Gilbert

VALOR	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
F	28	32,56	32,56
M	58	67,44	100,00
TOTAL	86	100,00	

Tabla 3. Frecuencia por sexo

De los 86 pacientes que formaron parte del estudio 58 pacientes fueron de sexo masculino, que representan el 67%, mientras que pacientes de sexo femenino fueron 28 que representan el 33% de los pacientes seleccionados.



**Gráfico 5.** Porcentaje y frecuencia de Hipertensión Arterial en los pacientes que cuentan con Tomografía o Angiografía Coronaria de la consulta privada de Cardiología del Centro Médico Abel Gilbert

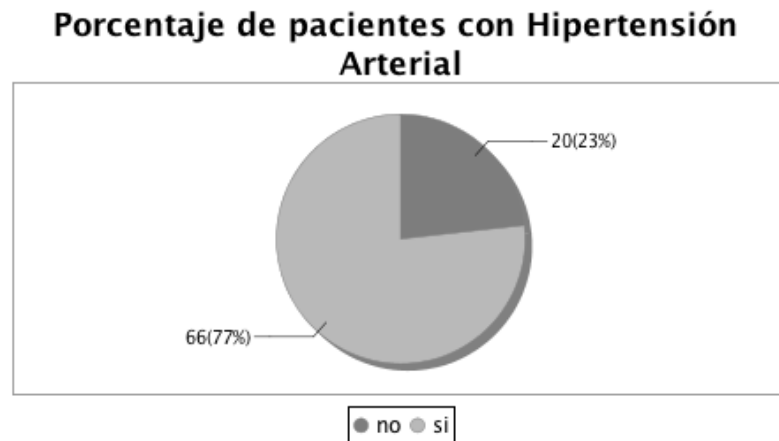


Gráfico 5. Porcentaje de HTA

En relación a la presencia de Hipertensión Arterial encontramos que 66 pacientes correspondiente al 77% fueron hipertensos, mientras que 20 que representan el 23% no padecían de hipertensión arterial.

**Gráfico 6.** Porcentaje y frecuencia de Diabetes Mellitus en los pacientes que cuentan con Tomografía o Angiografía Coronaria de la consulta privada de Cardiología del Centro Médico Abel Gilbert

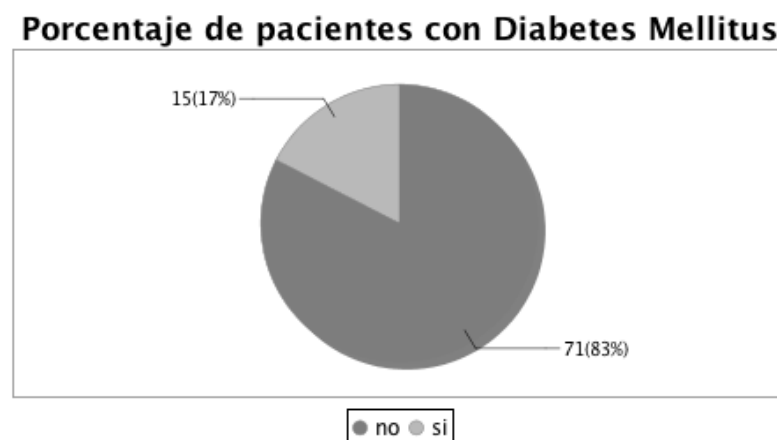


Gráfico 6. Porcentaje de DM

En cuanto a la presencia de Diabetes Mellitus, solo un 17% correspondiente a 15 pacientes sufren de esta enfermedad, mientras el 83% restante que representan 71 pacientes no padecen de Diabetes Mellitus.

**Gráfico 7.** Porcentaje y frecuencia de hipercolesterolemia en los pacientes que cuentan con Tomografía o Angiografía Coronaria de la consulta privada de Cardiología del Centro Médico Abel Gilbert

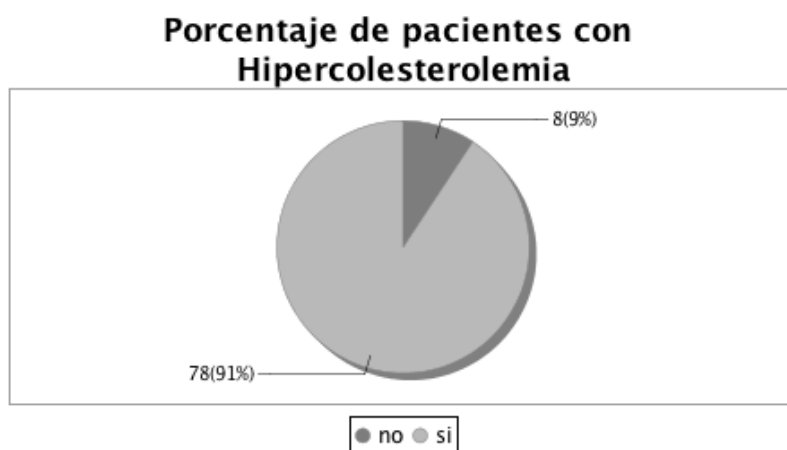


Gráfico 7. Porcentaje de Hipercolesterolemia

Otro factor de riesgo a evaluar fue la presencia de hipercolesterolemia en la población. Entre los resultados tenemos que 78 pacientes que representan un 91% del grupo estudiado tienen niveles elevados de colesterol, mientras solo 8 pacientes o un 9% de ellos no sufren de esta afección.

**Gráfico 8.** Porcentaje y frecuencia de Tabaquismo en los pacientes que cuentan con Tomografía o Angiografía Coronaria de la consulta privada de Cardiología del Centro Médico Abel Gilbert

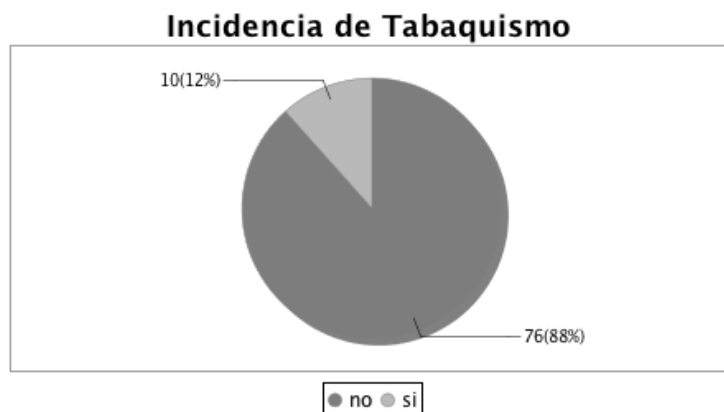


Gráfico 8. Porcentaje de Tabaquismo

En cuanto al tabaquismo un 12% de los pacientes, que corresponde a 10 pacientes, consumían tabaco, mientras el otro 88% que representan 76 pacientes, no consumieron tabaco.

**Gráfico 9.** Porcentaje de Dolor Típico o Atípico en los pacientes que cuentan con Tomografía o Angiografía Coronaria de la consulta privada de Cardiología del Centro Médico Abel Gilbert

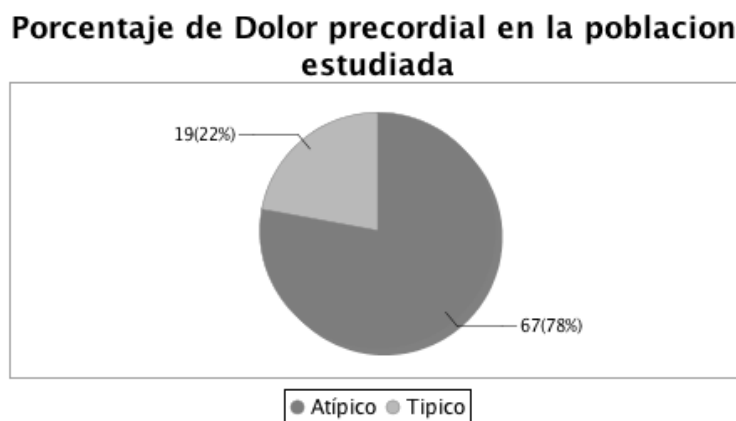


Gráfico 9. Porcentaje de Dolor Precordial

Entre los antecedentes estudiados vemos que la presencia de dolor precordial en la población se puede dividir en típico o atípico, siendo solamente 19 pacientes que representan el 22% los que presentaron dolor

típico, mientras los 67 restantes o el 78% presentaron dolor precordial de características atípicas.

**Gráfico 10.** Antecedentes de Infarto Agudo de Miocardio en los pacientes que cuentan con Tomografía o Angiografía Coronaria de la consulta privada de Cardiología del Centro Médico Abel Gilbert

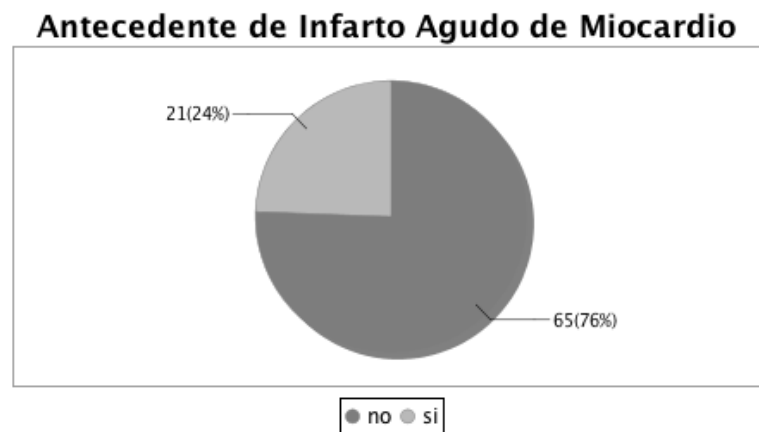


Gráfico 10. Antecedentes de IAM

De los 86 pacientes que entraron al estudio un 24% de ellos (21 pacientes) sufrieron de Infarto Agudo de Miocardio previo al estudio, mientras el otro 76% correspondiente a 65 pacientes, no presentaron este antecedente.

**Gráfico 11.** Antecedentes de Cirugía de Bypass Aorto-Coronario en los pacientes que cuentan con Tomografía o Angiografía Coronaria de la consulta privada de Cardiología del Centro Médico Abel Gilbert

### Pacientes con cirugía de Bypass Aorto-Coronario

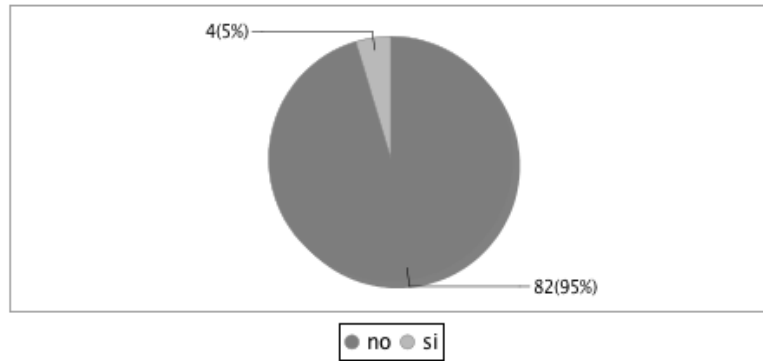


Gráfico 11. Antecedentes de Bypass A-O

De los 86 pacientes solo 4 de ellos que equivalen al 5% tuvieron una cirugía de Bypass Aorto-Coronario, mientras los otros 82 pacientes que representan el 95% no se habían sometido a este procedimiento.

**Gráfico 12.** Antecedentes de Angioplastia Coronaria en los pacientes que cuentan con Tomografía o Angiografía Coronaria de la consulta privada de Cardiología del Centro Médico Abel Gilbert

### Antecedente de Angioplastia Coronaria

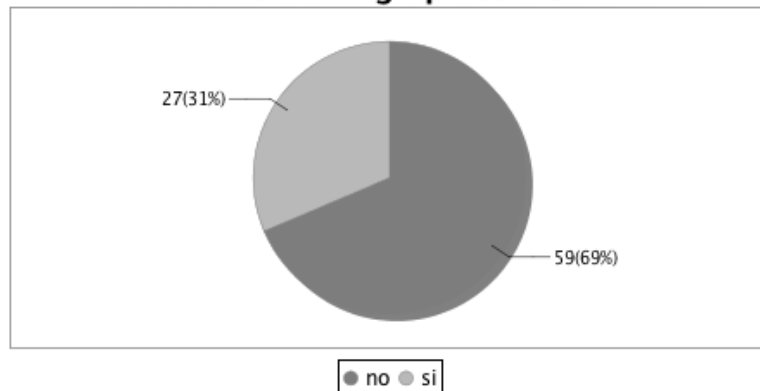


Gráfico 12. Antecedentes de Angioplastia

En cuanto al número y porcentaje de pacientes con Angioplastia Coronaria previa, fueron 27 pacientes que corresponden al 31% los que si tenían antecedentes de esta intervención, a diferencia de los 59 pacientes

que corresponden al 69% que no tenían antecedentes de haberse sometido a una Angioplastia Coronaria.

**Tabla 4.** Comparación de resultados entre la Electrocardiografía de Alta Frecuencia Hyper Q (columnas) versus la Tomografía o Angiografía Coronario (filas) en los pacientes que cuentan con Tomografía o Angiografía Coronaria de la consulta privada de Cardiología del Centro Médico Abel Gilbert

VALORES	Inconcluyente	Negativo	Positivo	TOTAL
negativo	8	42	6	56
	9,30	48,84	6,98	65,12
positivo	1	8	21	30
	1,16	9,30	24,42	34,88
TOTAL	9	50	27	86
	10,47	58,14	31,40	100,00

Tabla 4. HyperQ vs TOC

En cuanto a la comparación entre la Electrocardiografía de Alta Frecuencia Hyper Q versus el Gold Estándar que es la Tomografía o la Angiografía Coronaria vemos que los resultados fueron los siguientes. Hubo 21 pacientes (24%) que resultaron Verdaderos Positivos para el Hyper Q, esto quiere decir que tuvieron un Hyper Q con resultados positivos para diagnóstico de Enfermedad de Arterias Coronarias y a la vez la Tomografía o Angiografía dieron positivas. Hubo a su vez 42 pacientes (49%) que resultaron Verdaderos Negativos, esto quiere decir un Hyper Q negativo y una Tomografía o Angiografía igualmente negativas. Por otro lado 6 pacientes (7%) resultaron Falsos Positivos, esto quiere decir que el Hyper Q arrojó resultados positivos pero la Tomografía o Angiografía fueron negativas. Finalmente 8 pacientes (9%) fueron Falsos Negativos, lo que significa que el Hyper Q dio resultados negativos, pero la Tomografía o Angiografía dieron positivas para Enfermedad de Arterias Coronarias. Otros 9 pacientes tuvieron un Hyper Q inconcluyente, por lo tanto no se

puede valorar este resultado.

**Tabla 5.** Comparación de resultados entre la Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional (columnas) versus la Tomografía o Angiografía Coronario (filas) en los pacientes que cuentan con Tomografía o Angiografía Coronaria de la consulta privada de Cardiología del Centro Médico Abel Gilbert

VALORES	Insuficiente	Negativo	Positivo	TOTAL
negativo	7	33	16	56
	8,14	38,37	18,60	65,12
positivo	8	12	10	30
	9,30	13,95	11,63	34,88
TOTAL	15	45	26	86
	17,44	52,33	30,23	100,00

Tabla 5. Ekg vs TOC

En cuanto a la comparación entre la Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional versus el Gold Estándar que es la Tomografía o la Angiografía Coronaria vemos que los resultados fueron los siguientes. Hubo 10 pacientes (12%) que resultaron Verdaderos Positivos para la Prueba de Esfuerzo, esto quiere decir que tuvieron una Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional con resultados positivos para el diagnóstico de Enfermedad de Arterias Coronarias y a la vez la Tomografía o Angiografía dieron positivas. Hubo a su vez 33 pacientes (38%) que resultaron Verdaderos Negativos, esto quiere decir una Prueba de esfuerzo negativa y una Tomografía o Angiografía igualmente negativas. Por otro lado 16 pacientes (19%) resultaron Falsos Positivos, esto quiere decir que la Prueba de Esfuerzo arrojó resultados positivos pero la Tomografía o Angiografía fueron negativas. Finalmente 12 pacientes (14%) fueron Falsos Negativos, lo que significa que la Prueba de Esfuerzo dio resultados negativos, pero la Tomografía o Angiografía dieron positivas para Enfermedad de Arterias Coronarias. Otros 15 pacientes tuvieron una

Prueba de Esfuerzo Convencional insuficiente, es decir que no alcanzaron la frecuencia cardiaca predicha, por lo tanto no se puede valorar este resultado.

#### **4.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

Este estudio como objetivo general tenía establecer la eficacia de la Electrocardiografía de Alta Frecuencia (Hyper Q) como un nuevo método para la detección de la Enfermedad de Arterias Coronarias en comparación con la Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional, para lo cual se estudiaron a 86 pacientes de la población total que fueron 370 pacientes que habían acudido a la consulta de cardiología del Centro Médico Abel Gilbert entre Enero de 2015 y Diciembre de 2016.

En primer lugar se analizaron las diferentes variables pertenecientes tanto a factores de riesgo como a antecedentes propios de los pacientes. Pudimos observar que un 77% de los pacientes estudiados fueron Hipertensos, solo 17% de los pacientes sufrían de Diabetes Mellitus, el 91% de los pacientes tuvieron Hipercolesterolemia y con respecto al tabaquismo solo un 12% de estos fumaban. Entre los factores de riesgo podemos ver cómo tanto la Hipercolesterolemia y la Hipertensión Arterial son condiciones que están presentes en la gran mayoría de los pacientes que se estudiaron, y teniendo en cuenta que en todos estos pacientes la sospecha para Enfermedad de Arterias Coronarias fue alta y se les realizó una Tomografía o Angiografía Coronaria, es correcto suponer que son factores de riesgo bastante importantes en la población que sufre de Enfermedad Coronaria.

Sobre los antecedentes que presentaron los pacientes, el Dolor Precordial Atípico estuvo presente en un 78% de los pacientes mientras que el Dolor Típico solo apareció en un 22% de los pacientes. De los pacientes que participaron en el estudio un 24% tenía antecedentes de



haber sufrido un Infarto Agudo de Miocardio en el pasado, mientras otro 76% no había presentado un episodio de estos previo. Los pacientes sometidos a algún tipo de intervención fueron un porcentaje relativamente bajo, siendo de 36% entre los sometidos a Bypass Aorto-Coronario que fueron 5% y los sometidos a Angioplastia que fueron 31%. Por tanto podemos ver que en la mayoría de los pacientes fue un método sobre todo diagnóstico, y en menor porcentaje sirvió como seguimiento para aquellos pacientes que ya habían sido sometidos a algún tipo de intervención por un evento cardíaco previo.

En cuanto al análisis de los datos para demostrar que la Electrocardiografía de Altas Frecuencias Hyper Q es superior a la Electrocardiografía de Esfuerzo convencional obtuvimos la frecuencia y el porcentaje de los Verdaderos Positivos, Verdaderos Negativos, Falsos Positivos y Falsos negativos y posteriormente establecimos la Sensibilidad, Especificidad y Valor Predictivo Positivo y Valor Predictivo Negativo de cada una de las pruebas.

Sabiendo que la Sensibilidad la podemos definir como la capacidad que tiene una prueba para dar positivo en un individuo que porta la enfermedad, por tanto podemos decir que la Sensibilidad es igual a los Verdaderos Positivos divididos para la suma de Verdaderos Positivos y Falsos Negativos (39) . Por otro lado la Especificidad será la capacidad de una prueba para dar negativo en aquellas personas que son sanas, esto quiere decir que para calcularla dividimos los Verdaderos Negativos sobre la suma de Verdaderos Negativos más Falsos Positivos (39) .

En los 86 pacientes estudiados, una vez obtenidos los datos previamente dichos aplicamos las fórmulas y los resultados fueron los siguientes:

Para la Electrocardiografía de Alta Frecuencia Hyper Q obtuvimos un

resultado de 72,4% para la Sensibilidad y un 87,5% para la Especificidad, mientras que para la Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional los Resultados fueron 45,4% para Sensibilidad y 67,3% para Especificidad. Primeramente podemos comparar estos datos entre cada prueba y vemos que la Electrocardiografía de Alta Frecuencia Hyper Q sí fue más Sensible y más Específica que la Prueba de Esfuerzo Convencional y podemos comparar los resultados de ambas pruebas con los datos que nos da la literatura, en el artículo *Quantifying QRS changes during myocardial ischemia: Insights from high frequency electrocardiography* en el cual se analizaron 6 estudios en los que se comparaba la Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional contra la Electrocardiografía de Alta Frecuencia HyperQ en 1762 pacientes y los resultados de esos estudios fueron muy similares a los obtenidos en este estudio. Para el estudio antes mencionado los resultados fueron para la Electrocardiografía de Alta frecuencia HyperQ una Sensibilidad y Especificidad de  $75\% \pm 6\%$  y  $80\% \pm 6\%$  respectivamente. En el caso de la Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional la Sensibilidad y Especificidad fueron de  $48\% \pm 16\%$  y  $70\% \pm 15\%$  respectivamente (32). Con estos datos podemos ver como en general los resultados fueron muy similares si no es que se puedan considerar iguales a los de la bibliografía.

Otro dato obtenido fue el Valor Predictivo Positivo y Negativo para cada uno de las dos pruebas. Los Valores Predictivos miden que tan eficaz es una prueba diagnóstica, en el caso del Valor Predictivo Positivo este va a indicar que tan probable es tener la enfermedad si la prueba es positiva y de modo contrario el Valor Predictivo Negativo va a indicarnos que tan probable es no tener la enfermedad si la prueba es negativa. Para obtener el resultado del Valor Predictivo Positivo debemos dividir los Verdaderos Positivos para la suma de los Falsos Positivos más los Verdaderos Positivos, mientras que para obtener el Valor Predictivo Negativo lo obtenemos dividiendo los Verdaderos Negativos para la suma de los Verdaderos Negativos más los Falsos Negativos (40).

Los resultados de Valor Predictivo Positivo fueron de 77,7% para la Electrocardiografía de Alta Frecuencia Hyper Q y de 38,4% para la Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional, mientras que el resultado del Valor Predictivo Negativo fue de 84% para la Electrocardiografía de Alta Frecuencia Hyper Q y de 73,3% para la Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional. Con estos resultados podemos decir que la Electrocardiografía de Alta Frecuencia Hyper Q es superior en cuanto a que tan eficaz es como prueba diagnóstica sobre la Electrocardiografía de Esfuerzo Convencional.

## **5. CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La Enfermedad de Arterias Coronarias es una patología de relevante importancia, dado que es una de las principales causas de muerte en el mundo, su diagnóstico certero y oportuno es importante para el correcto manejo y prevención de la misma. Con los datos que hemos obtenido de este nuevo método diagnóstico la Electrocardiografía de Alta Frecuencia Hyper Q y viendo que es superior a la Prueba de Esfuerzo Convencional podemos concluir en que su uso sería muy beneficioso como diagnóstico para esta enfermedad que es parte de la vida de muchas personas ya que es más sensible y más específica. Adoptar esta técnica puede mejorar el diagnóstico de la Enfermedad Coronaria como método más fiable y a la vez reducir el costo que implica en muchas ocasiones recurrir a otros métodos diagnósticos ante la duda de certeza en las pruebas.

## BIBLIOGRAFIA

1. OMS. Organizacion Mundial de la Salud. [Online].; 2015 [cited 2016 Agosto. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>.
2. Gómez LA. Las enfermedades cardiovasculares: un problema de salud pública y un reto global. Biomedica. 2011 Diciembre; 31(4).
3. Pamela S Douglas M. UpToDate. [Online].; 2015 [cited 2017 Enero 6. Available from: [https://www.uptodate.com/contents/screening-for-coronary-heart-disease?source=search\\_result&search=stress%20test%20ekg&selectedTitle=3~150](https://www.uptodate.com/contents/screening-for-coronary-heart-disease?source=search_result&search=stress%20test%20ekg&selectedTitle=3~150).
4. Peter WF Wilson MD PSDM. UpToDate. [Online].; 2015 [cited 2017 Enero 8. Available from: [https://www.uptodate.com/contents/epidemiology-of-coronary-heart-disease?source=search\\_result&search=enfermedad%20de%20arterias%20coronarias&selectedTitle=2~150](https://www.uptodate.com/contents/epidemiology-of-coronary-heart-disease?source=search_result&search=enfermedad%20de%20arterias%20coronarias&selectedTitle=2~150).
5. Abegunde DO, MCD, AT, OM, & SK. The burden and costs of chronic diseases in low-income and middle-income countries. The Lancet. 2007 Diciembre; 370(9603): p. 1929-1938.
6. Alan M Garber MAHPCJWA. UpToDate. [Online].; 2015 [cited 2016 Agosto. Available from: [https://www.uptodate.com/contents/stress-testing-for-the-diagnosis-of-obstructive-coronary-heart-disease?source=see\\_link](https://www.uptodate.com/contents/stress-testing-for-the-diagnosis-of-obstructive-coronary-heart-disease?source=see_link).
7. Perez M, Beller G, Bourque J. High Frequency QRS Analysis Improves the Diagnostic Accuracy of Exercise Stress Electrocardiography Compared to ST-Analysis for the Detection of

- Myocardial Ischemia. *Circulation*. 2011.
8. Perez M, Izarnotegui V, Watson D, Sobczak M, Beller G, Bourque J. High Frequency QRS Analysis has Incremental Diagnostic Accuracy Over ST-Segment Analysis Alone for Ischemia Identification in Patients Referred for Exercise Myocardial Perfusion Imaging. *Circulation* (2012). 2012.
  9. H. Silber TS. Diagnostic value of high frequency mid qrs analysis in the detection of exercise induced ischaemia. *European Heart Journal* 26. 2005.
  10. Rosenmann D MYAGDLT. High-frequency QRS analysis improves the specificity of exercise ECG testing in women referred for angiography. *Journal of Electrocardiology*. 2013 Enero; 46(1): p. 19-26.
  11. Toledo E LJWSASBMLDMCLBJWG. Detection of stress-induced myocardial ischemia from the depolarization phase of the cardiac cycle--a preliminary study. *J Electrocardiol*. 2009 Febrero; 42(3): p. 204-207.
  12. Jin-Oh Choi MSACMSJPMSCLMaSWPM. Improved detection of ischemic heart disease by combining high-frequency electrocardiogram analysis with stress echocardiography, *Journal of Electrocardiol* 2011: 44, e62. *Korean Circulation Journal*. 2013; 43(10): p. 674-680.
  13. Tomas A. Gaziano JMG. Epidemiologia de las enfermedades cardiovasculares. In Dan L. Longo MD DLKMJLJMASFM, Stephen L. Hauser MD JLM. Harrison. *Principios de Medicina Interna*. New York: McGraw-Hill; 2012. p. 1811 - 1816.
  14. BSP. Diagnosis of Ischemic Heart Disease Using High Frequency ECG – Literature Review. HyperQ Literature review - White Paper No. 2. .
  15. Gerald F. Fletcher  
PAAPKRAGJBVABLACJLFDEFTCGMGKMJRPDTMAW. Exercise

- Standards for Testing and Training: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation- Journal of the American Heart Association*. 2013;(128): p. 873-934.
16. Vallejo E. Enfermedad arterial coronaria o cardiopatía isquémica: dos entidades distintas con diferentes procedimientos diagnósticos. *Archivos de Cardiología de México*. 2009 Julio 31; 79(4): p. 279 - 285.
  17. Peter WF Wilson MSDM. UpToDate. [Online].; 2015 [cited 2017 Enero. Available from: [https://www.uptodate.com/contents/epidemiology-of-coronary-heart-disease?source=search\\_result&search=coronary%20heart%20disease&selectedTitle=2~150](https://www.uptodate.com/contents/epidemiology-of-coronary-heart-disease?source=search_result&search=coronary%20heart%20disease&selectedTitle=2~150).
  18. Florenzano F. Fisiopatología de la placa aterosclerótica. *Revista Clinica Las Condes*. 2000 Abril; 11(2).
  19. Libby P. Patogenia, prevención y tratamiento de la aterosclerosis. In Dan L. Longo DLKea. *Harrison Principios de Medicina Interna*. New York: Mc Graw-Hill; 2012. p. 1983-1992.
  20. National Heart, Lung and Blood Institute. NIH. [Online].; 2015 [cited 2017 Enero. Available from: <https://www.nhlbi.nih.gov/health-spanish/health-topics/temas/cad>.
  21. Douglas PS. Clinical features and diagnosis of coronary heart disease in women. [Online].; 2016 [cited 2017 Julio. Available from: [https://www.uptodate.com/contents/clinical-features-and-diagnosis-of-coronary-heart-disease-in-women?source=search\\_result&search=coronary%20heart%20disease&selectedTitle=4~150](https://www.uptodate.com/contents/clinical-features-and-diagnosis-of-coronary-heart-disease-in-women?source=search_result&search=coronary%20heart%20disease&selectedTitle=4~150).
  22. Tulio Núñez-Medina JI,RMTNVBDN. Utility of high-frequency QRS electrocardiogram in detecting microvascular no-re ow following primary percutaneous coronary intervention. *Avances Cardiol*. 2014; 34(1): p. 24 - 32.
  23. Chaitman BR. Exercise Stress Testing. In Bonow RO. Braunwald's

- Heart Disease. Philadelphia: Elsevier; 2012. p. 168.
24. al. AAe. Consenso Argentino de Pruebas Ergométricas. Sociedad Argentina de Cardiología. 2010.
  25. Fernando Arós AB. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en pruebas de esfuerzo. Revista Española de Cardiología. 2000 Agosto; 53(8): p. 1063 - 1094.
  26. BSP Medical. Diagnosis of Isquemic Heart Disease Using High Frequency ECG - Literature Review. BSP. ; 2.
  27. Langner P. High-frequency components in the electrocardiograms of normal subjects and of patients with coronary heart disease. American Heart Journal. ; 62(6): p. 746 - 751.
  28. RF S. The origin and characterization of the primary signal, noise, and interference sources in the high frequency electrocardiogram. [Online]. [cited 2017 Julio. Available from: <http://ieeexplore.ieee.org/document/1454820/>.
  29. S A. High frequency electrocardiogram analysis of the entire QRS in the diagnosis and assessment of coronary artery disease. Prog Cardiovasc Disease. 1993; 35: p. 311 - 328.
  30. Goldberger AL BVFVCJ. Effects of myocardial infraction on high frequency QRS potentials. Circulation. 1981; 64: p. 34 - 42.
  31. Trägårdh E ST. High-frequency QRS electrocardiogram. Clin Physiol Funct Imaging. 2007 julio; 27(4): p. 197 - 204.
  32. Guy Amit YGSA. Quantifying QRS changes during myocardial ischemia: Insights from high frequency electrocardiography. Journal of Electrocardiology. 2014; 47: p. 505 - 511.
  33. Rodrigo Herrmann P. JCDP, GPR. Evaluación de Arterias Coronarias con Tomografía Multicorte. Revista HCUCCh. 2006; 17: p. 337 - 342.
  34. Bitar P. Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging of the heart. Revista Medica Clinica Condes. 2013; 24(1): p. 54 -



- 62.
35. Asamblea Constituyente. Constitución Política de la República del Ecuador. In. Montecristi.
36. Asamblea Nacional. Ley Orgánica de Salud. In. Ecuador; 2012.
37. Full Vision Inc. Welch Allyn. [Online].; 2014 [cited 2017 Enero. Available from:  
<https://www.welchallyn.com/content/dam/welchallyn/documents/sap-documents/LIT/80019/80019579LITPDF.pdf>.
38. Schiller. Schiller. [Online].; 2015 [cited 2017 enero. Available from:  
<http://www.schiller.ch/ar/en/product/cardiovit-cs-200-excellence>.
39. Arango FS. La sensibilidad y especificidad: entendiendo su origen y utilidad real. [Online].; 2003 [cited 2017 Agosto. Available from:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-99572003000300012](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99572003000300012).
40. Sebastián Bravo-Grau JPCQ. Estudios de exactitud diagnóstica: Herramientas para su Interpretación. Revista Chilena de Radiología. 2015; 21(4): p. 158 - 164.

## Anexos

Guayaquil Enero 10 del 2017

A quien interese

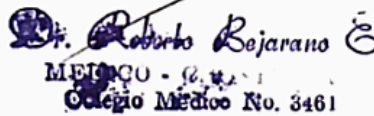
Yo, Dr. Roberto Bejarano Estebanez tengo conocimiento sobre el trabajo de titulación de la estudiante Daniela Alejandra Bejarano Varas titulado ELECTROCARDIOGRAFIA DE ESFUERZO CONVENCIONAL VERSUS LA ELECTROCARDIOGRAFIA DE ALTA FRECUENCIA EN LOS PACIENTES CON SOSPECHA DE ENFERMEDAD DE ARTERIAS CORONARIAS INGRESADOS EN EL PERIODO 2015-2016 EN EL CENTRO MEDICO ABEL GILBERT que será realizado en mi consulta privada de cardiología en el Centro Medico Abel Gilbert bajo mi supervisión.

Atentamente



Dr. Roberto Bejarano Estebanez

Cardiologo



Dr. Roberto Bejarano Estebanez  
MEDICO - C. E. E.  
Colegio Médico No. 3461