

**CAMBIOS DE VOLTAJE DEL COMPLEJO QRS
COMO NUEVO CRITERIO DE POSITIVIDAD PARA
DIAGNOSTICO DE CARDIOPATIA ISQUEMICA
MEDIANTE PRUEBAS DE ESFUERZO**

*Estudio descriptivo-observacional efectuado en pruebas de esfuerzo realizadas a 1
pacientes en Unidad de Diagnóstico Cardiológico, durante el 1 de enero al
31 de diciembre de 1994.*

PABLO ESTUARDO SAENZ GONZALEZ

MEDICO Y CIRUJANO

Guatemala, mayo de 1996

Indice de Contenidos.

I.	Introducción.....	1
II.	Delimitación del Problema.....	2
III.	Justificación.....	3
IV.	Objetivos.....	4
V.	Revisión Bibliográfica.....	5
VI.	Metodología.....	19
VII.	Presentación de Resultados.....	23
VIII.	Análisis y Discusión de Resultados.....	29
IX.	Conclusiones.....	32
X.	Recomendaciones.....	33
XI.	Resumen.....	34
XII.	Referencias Bibliográficas.....	35
XIII.	Anexos.....	37

1. Introducción:

La Cardiopatía Isquémica es una afección de etiología diversa, teniendo todas las causas en común una alteración de la función cardiaca debida a un desequilibrio entre el aporte y la demanda de oxígeno. (2,4)

La causa más frecuente de isquemia es la aterosclerosis de las arterias coronarias epicárdicas, limitando el flujo a través de las mismas, produciendo secuelas importantes tales como el infarto agudo del miocardio, que constituye una enfermedad susceptible de ser evitada, mediante el diagnóstico temprano de la insuficiencia coronaria, para lo cual el método más utilizado es el registro electrocardiográfico antes, durante y después del ejercicio, lo cual constituye la Prueba de Esfuerzo. (2,3,6)

El presente estudio se realizó con la finalidad de aplicar nuevos conceptos acerca de las manifestaciones electrocardiográficas de la isquemia coronaria, principalmente el aumento del voltaje de la onda R, en los electrocardiogramas post-ejercicio, que fueron realizados en la Unidad de Diagnóstico Cardiológico, durante los meses de enero a diciembre de 1994. Se revisaron un total de 135 pruebas de esfuerzo, de acuerdo a la aplicación de criterios de exclusión, entre los que destacan la presencia de patologías o estados fisiológicos que pudieran afectar el voltaje de la onda R, y criterios de inclusión relacionados con la utilidad diagnóstica de la prueba, haciendo un total de 64 pruebas positivas y 71 pruebas negativas. Se evaluó el voltaje de la onda R previo al ejercicio y después del mismo, encontrándose que el aumento de voltaje de la Onda R en la derivación V₆ posee una sensibilidad de 26.56% y una especificidad de 81.69% al ser comparados con los criterios clásicos de positividad de una Prueba de Esfuerzo (Infradesnivel del Segmento S-T, Extrasístoles ventriculares frecuentes y Arritmias ventriculares).

De los datos anteriormente expuestos, se puede concluir que el aumento de voltaje de la onda R puede considerarse como un signo poco sensible, pero altamente específico al compararse con la prueba de esfuerzo, la cual fue considerada como la prueba de oro para cardiopatía isquémica, dadas las limitaciones del presente estudio, a la vez este signo se relacionó además con la presencia de Extrasístoles ventriculares en un 41.18% de los casos, siendo más frecuente (82.35%) en el sexo masculino.

De esta forma se pretende mejorar la sensibilidad y especificidad de la prueba de esfuerzo para el diagnóstico de Cardiopatía Isquémica.-

II. PLANTEAMIENTO Y DELIMITACION DEL PROBLEMA.

La Cardiopatía Isquémica constituye un grupo de enfermedades susceptibles de diagnóstico temprano, mediante métodos invasivos (Angiografía coronaria) y no invasivos, siendo estos últimos los más utilizados en Guatemala, tales como Electrocardiografía de Esfuerzo, Monitoreo Holter y Electrocardiografía simple. A nivel mundial, la Cardiopatía Isquémica es una de las principales causas de morbi-mortalidad en individuos cada vez más jóvenes, y en Guatemala actualmente ocupa el segundo lugar de las cardiopatías más frecuentes, siguiéndola en frecuencia el Infarto Agudo del Miocardio, que con una mortalidad del 25% es una de las secuelas de la Cardiopatía Isquémica susceptible de prevención y diagnóstico temprano. (1)

Por tanto, es necesaria la prevención y el diagnóstico temprano de este grupo de enfermedades, siendo la Electrocardiografía de Esfuerzo uno de los métodos más confiables y seguros. El presente estudio realizado en la Unidad de Diagnóstico Cardiológico tiene como finalidad relacionar el aumento del voltaje de la onda R con la Cardiopatía Isquémica, de forma que constituya un nuevo criterio de positividad para la Prueba de Esfuerzo, con la finalidad de aumentar la sensibilidad y especificidad de dicho método diagnóstico.-

III. Justificación:

La electrocardiografía de Esfuerzo es una de las pruebas no invasivas más importantes para la evaluación clínica y manejo de los pacientes con cardiopatía coronaria conocida o sospechada, constituyendo un método factible en costos, con respuesta medible y reproducible, considerándose un método seguro (tasa de mortalidad de 1 en 1000) cuando la prueba es supervisada por un cardiólogo experimentado.

Con los criterios clásicos de positividad de una prueba de esfuerzo, actualmente se obtiene una sensibilidad aproximada del 70 por ciento, por lo que es necesario la aplicación de nuevos criterios, más sensibles y específicos, para aumentar la exactitud de este método diagnóstico. (4,11) Consideramos necesaria la realización del presente estudio, ya que la cardiopatía isquémica es un problema que ha ido cobrando vigencia, siendo necesario aumentar la capacidad diagnóstica de este procedimiento dadas las condiciones y hábitos de vida de los miembros de nuestra sociedad actual, para mejorar la calidad de vida de los pacientes afectados por este grupo de enfermedades.-

IV. OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL:

Determinar el aumento de voltaje de la onda R en pruebas de esfuerzo positivas para cardiopatía isquémica, de acuerdo a los criterios clásicos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Relacionar el aumento de voltaje de la onda R con los criterios electrocardiográficos clásicos de positividad de una prueba de esfuerzo para cardiopatía isquémica.
- Determinar la sensibilidad y especificidad de este signo electrocardiográfico, para el diagnóstico de cardiopatía isquémica.
- Relacionar la presencia de este signo electrocardiográfico con la génesis de arritmias consideradas como criterios de positividad para cardiopatía isquémica.
- Identificar los grupos etáreos y sexo de los pacientes en los cuales es más frecuente dicho signo electrocardiográfico.

V. REVISION BIBLIOGRAFICA.

BASES FISIOPATOLOGICAS DE LA PRUEBA DE ESFUERZO.

Tipos de Ejercicio.

1. Ejercicios Dinámicos o Isotónicos:

Consisten en contracciones alternativas de amplios grupos musculares, flexores, extensores, con modificaciones en la longitud del músculo. Ejemplos: Caminar, correr, etc. (4,8,11)

2. Ejercicios Isométricos:

Es el tipo de ejercicio en el que intervienen grupos musculares seleccionados que son sometidos a un intenso trabajo ya que realizan una contracción muscular mantenida contra una resistencia fija sin variar la longitud del músculo. (4,8,11)

3. Ejercicios mixtos:

Consisten en combinaciones de los ejercicios anteriores.

Los ejercicios dinámicos producen un aumento de la frecuencia cardíaca mayor que los isométricos, con una elevación ligera de la tensión arterial media. (4,11)
Al contrario, el ejercicio isométrico origina un importante aumento de la tensión arterial media, aumentando la frecuencia cardíaca sólo en un 20%, además la aparición de arritmias graves es mucho más frecuente (dos veces) con el ejercicio isométrico que con el ejercicio dinámico. En cambio, el ejercicio dinámico es más fisiológico y menos peligroso, por lo que las pruebas de esfuerzo mediante ejercicio dinámico son las más universalmente utilizadas. (2,3,4,11)

Fisiología del Esfuerzo.

Durante el esfuerzo físico se producen una serie de respuestas que tienen como finalidad suplir las demandas del organismo sometido a estrés. El aporte de oxígeno durante el esfuerzo se realiza incrementando la función del sistema de aporte, formado por los aparatos cardio-circulatorio y respiratorio, la sangre circulante y los sistemas de respiración tisular. Los dos

factores fundamentales que intervienen en un funcionamiento idóneo del incremento de la oferta de oxígeno son la función cardíaca y la capacidad periférica para su oxidación.

(2,4,8,11)

En una prueba de esfuerzo basada en un ejercicio dinámico se llevan a cabo los siguientes fenómenos:

Al aumento inmediato de las demandas de oxígeno que se desencadena en cuanto comienza el esfuerzo responde el organismo con incremento del aporte, transporte y utilización del mismo, primordialmente elevando el gasto cardíaco y la diferencia arteriovenosa de oxígeno al incrementar la utilización periférica del mismo, a nivel de los músculos que trabajan. (4,8,11)

El aumento del gasto cardíaco se alcanza elevando rápidamente la frecuencia cardíaca, pero también el volumen sistólico de eyección, lo que se consigue mejorando el flujo coronario y la contractilidad miocárdica. (3,4,8,11,12)

La mejora en la utilización periférica del oxígeno al esfuerzo se logra gracias a modificaciones en la redistribución del gasto cardíaco a las distintas partes del organismo, dirigiéndose con preferencia a los músculos que trabajan, consiguiendo también una mejora en la extracción tisular de oxígeno. (2,3,8,11)

Sistema de Aporte y Transporte de Oxígeno.

Se considera como Vo_2 Max. (Consumo máximo de oxígeno), al nivel máximo al que se llega, de tal forma que aumente el trabajo que se está realizando y el consumo de oxígeno permanezca estacionario. El Vo_2 Max. es el índice que permite medir con mayor exactitud la Capacidad Funcional de cada individuo. (2,4,11)

Durante la prueba de esfuerzo el consumo de oxígeno puede llegar a aumentar hasta diez veces sobre las cifras basales.

Conforme aumenta el grado de esfuerzo al realizar el test de ejercicio, se elevan proporcionalmente la frecuencia cardíaca y el volumen de eyección. Si no se incrementa este último, como ocurre frecuentemente en cardiopatas, el aumento del gasto cardíaco es mucho más limitado ya que sólo se logra con incrementos de la frecuencia cardíaca. (4,11)

Con un ejercicio poco intenso, como el que se realiza durante las primeras cargas durante la prueba de esfuerzo, aparece rápidamente una elevación de la frecuencia cardíaca y un aumento del tono venoso, originando una elevación del gasto cardíaco. (2,4,8,11,12)

El incremento de la frecuencia cardíaca al ejercicio depende del sistema Neurovegetativo, influyendo tanto el sistema parasimpático como el simpático. A los primeros segundos de comenzado el esfuerzo, el tono vagal se reduce rápidamente hasta casi desaparecer por completo y el tono simpático

domina el cronotropismo con rapidez. La frecuencia cardíaca va aumentando conforme se aumenta la carga o el trabajo y se halla en excelente correlación con el consumo de oxígeno y el gasto cardíaco. (2,4,8,11,12,13)

La Tensión Arterial Sistólica se eleva también conforme aumenta el grado de esfuerzo. El incremento de la frecuencia cardíaca y de la tensión arterial nos puede señalar con cierta aproximación el aumento del consumo miocárdico de oxígeno (MVO_2) durante el esfuerzo. Durante el reposo, el MVO_2 es de aproximadamente 8-10 ml/100 gramos de miocardio/minuto, y con el esfuerzo puede aumentar hasta dos o tres veces, pudiendo llegar a ser en atletas entrenados hasta 35-40 ml/100 gr./min. (4,11)

Por último, otro factor importante que va a contribuir a aumentar el gasto cardíaco al esfuerzo va a ser el flujo coronario. El flujo coronario depende principalmente de la presión efectiva de perfusión (Presión Diastólica Aórtica) y de las resistencias arteriolas coronarias. En conjunto, los factores que regulan el flujo coronario son de orden Metabólico (Hipoxia mediada por adenosina), Físico (Presiones aórticas, Resistencias coronarias, Presión ventricular) y Neurohumoral (Vasodilatación y Vasoconstricción coronaria mediadas por receptores alfa y beta). (1,2,4,8,11,13)

Modificaciones de la Diferencia Arteriovenosa de O_2 al esfuerzo.

El primer factor que contribuye a conseguir una elevación de la diferencia arteriovenosa de oxígeno en los músculos que trabajan es la redistribución del gasto al esfuerzo, interviniendo también otros factores tales como modificaciones metabólicas a nivel de los músculos que realizan el esfuerzo, la hemoconcentración y la desviación de la curva de disociación de la hemoglobina a la derecha.

La redistribución del gasto cardíaco al esfuerzo se basa en la vasoconstricción de determinadas áreas, fundamentalmente el territorio esplácnico, para permitir un mayor flujo hacia la piel y los músculos activos. Aparece un marcado incremento del flujo muscular, pudiendo elevarse del 20% en reposo al 90% al esfuerzo máximo, siendo este el factor principal que consigue un incremento de la diferencia arteriovenosa al esfuerzo. (4,8,11,13)

Bases fisiopatológicas de la Prueba de Esfuerzo en pacientes Coronarios.

El punto de partida que condiciona la respuesta del enfermo coronario al esfuerzo es la existencia de obstrucción de las arterias coronarias que origina la aparición de una isquemia miocárdica al esfuerzo. (11)

De los factores que condicionan la demanda de oxígeno del miocardio (Estrés de la pared ventricular durante la sístole, frecuencia cardíaca y estado de contractilidad del miocardio), algunos se comportan de forma similar tanto en la persona sana como en el enfermo coronario, como ocurre con la frecuencia cardíaca y la poscarga. La contractilidad ventricular del enfermo coronario disminuye al ejercicio, a pesar de que la descarga catecolaminica sea normal. Si se trata de una cardiopatía coronaria leve, el volumen de eyección aumenta al esfuerzo, aunque con menor intensidad que en el sujeto normal, pero cuando la afección coronaria es severa o el esfuerzo intenso, el volumen de eyección es incapaz de elevarse adecuadamente, llegando a reducirse, originándose por ello un descenso del gasto cardíaco y de la tensión arterial. (4,11)

La frecuencia cardíaca durante la prueba de esfuerzo es algo más elevada en sujetos sanos que en sujetos con enfermedad coronaria y la frecuencia cardíaca máxima se halla reducida en los enfermos a causa de la coronariopatía.

Un comportamiento diferente al esfuerzo en el paciente coronario lo constituye el rápido incremento de la presión diastólica ventricular izquierda, en cuanto se inicia el ejercicio, en la mayoría de los casos con infarto antiguo aunque no aparezca angina ni se presenten cambios en el electrocardiograma. La causa principal de este incremento es la rigidez del ventrículo izquierdo y su deficiente distensibilidad, en relación principalmente con la zona fibrosa miocárdica postinfarto. La elevación de la presión diastólica ventricular izquierda constituye junto a la obstrucción coronaria un factor determinante del menor aporte de oxígeno al miocardio en el paciente coronario al esfuerzo. El gradiente de presión que determina el flujo subendocárdico es mucho menor en el enfermo coronario, no sólo debido a la obstrucción arterial sino también debido al aumento de la presión diastólica del ventrículo izquierdo. (4,11)

Consecuentemente a las anomalías metabólicas que origina la isquemia miocárdica durante la prueba de esfuerzo en el paciente coronario se originan síntomas clínicos y signos electrocardiográficos y hemodinámicos, que serán descritos posteriormente.

Generalidades acerca de las ondas Electrocardiográficas.

El electrocardiograma consiste en el registro de la actividad eléctrica cardíaca, mediante la colocación de electrodos que en conjunto forman grupos de derivaciones, las cuales se agrupan en precordiales, bipolares y unipolares aumentadas, cada una de las cuales explora diferentes partes del corazón.

A continuación se describen las ondas normales de un electrocardiograma.

Onda P: Corresponde a la despolarización de las aurículas, teniendo representación de ambas en su estructura. No deben exceder a 0.11 segundos de duración ni a 2.5 mv de altura.

Onda T auricular: Corresponde a la repolarización del miocardio auricular. Generalmente se encuentra enmascarada por la presencia del complejo QRS.

Complejo QRS: Está formado por tres ondas, las cuales en conjunto corresponde a la despolarización ventricular, y la magnitud de las mismas está dada por la dirección y magnitud de la despolarización, con respecto a las derivaciones. No debe exceder a 0.10 segundos de duración.

Onda T: Corresponde a la repolarización ventricular. Su tamaño no debe exceder a 2/3 de la onda R precedente, a la vez que no debe ser menor de 1/8 de dicha onda.

El voltaje de todas las ondas del electrocardiograma está sujeto a muchos factores, tales como presencia de hipertrofia de cámaras cardíacas, patologías no cardíacas, obesidad o hábito asténico y otros.

ERGOMETRIA.

Consideraciones generales.

La electrocardiografía de esfuerzo es una de las pruebas no invasivas más importantes para la evaluación clínica y manejo de los pacientes con cardiopatía coronaria conocida o sospechada, constituyendo un método no invasor, factible en costos, con respuesta medible, reproducible, graduable y controlada a la vez que es un método seguro (tasa de mortalidad de 1 en 1000) cuando la prueba es directamente supervisada por un cardiólogo experimentado. Aunque la incidencia de cardiopatía coronaria ha estado disminuyendo en los últimos veinte años, todavía es considerado un problema de proporciones epidémicas y de graves consecuencias para los que la padecen, siendo la más grave de éstas el infarto agudo del miocardio, que con una mortalidad del 25%, representa una de las principales causas de morbi-mortalidad en pacientes de edad avanzada. Es aquí donde radica la importancia de este procedimiento, para evaluar el potencial del problema y para clasificar a los pacientes en grupos de alto riesgo, los cuales son candidatos a revascularización coronaria, así como en pacientes de bajo riesgo, que pueden ser manejados de manera más conservadora. (2,4,11,12,13)

Indicaciones para la realización de una prueba de esfuerzo.

Consideraciones Generales:

La mayor indicación para la realización de una prueba de esfuerzo es el diagnóstico de arteriopatía coronaria, particularmente angina de pecho. La siguiente mayor indicación para este tipo de pruebas, lo constituyen la evaluación de la capacidad funcional en pacientes cardíacos. A continuación se presentan las diferentes indicaciones para la realización de una prueba de esfuerzo: (2,4,6,11)

1. Procedimientos Diagnósticos:

- Confirmación del diagnóstico de arteriopatía coronaria.
- Diagnóstico diferencial de la etiología del dolor torácico.
- Detección temprana de arteriopatía coronaria latente.
- Estudio de arritmias cardíacas en relación con ejercicio.
- Estudio de la posible etiología de varios síntomas relacionados con el ejercicio.
- Detección temprana de la hipertensión lábil.

2. Propósitos de evaluación:

- Evaluación de la capacidad funcional de pacientes con arteriopatía coronaria.
- Evaluación de la eficacia del tratamiento médico para arteriopatía coronaria: Tratamiento anti-anginoso, dieta, reducción de peso, terapia con agentes antiarrítmicos, digitálicos.
- Evaluación de la eficacia del tratamiento quirúrgico.
- Evaluación del pronóstico de pacientes con infarto miocárdico previo.

3. Propósitos de Rehabilitación y Medidas Preventivas.

- Rehabilitación de pacientes cardíacos.
- Rehabilitación de pacientes no cardíacos.
- Preparación para programas de ejercicio o deporte.

4. Propósitos de evaluación:

- Evaluación de drogas antianginosas.
- Evaluación de fármacos antiarrítmicos.
- Evaluación de programas de ejercicios en desórdenes cardiovasculares.

5. Propósitos de Selección:

- Para ciertas actividades o ocupaciones (Selección de pilotos, astronautas, otros).
- Para compañías de seguros.

Contraindicaciones para la realización de una Prueba de Esfuerzo.

Absolutas:

1. Infarto Agudo del miocardio.

La realización de pruebas de esfuerzo en pacientes con cuadro de Infarto Agudo del Miocardio de menos de 6 semanas de evolución es sumamente riesgoso, por lo que el protocolo usual no debe realizarse en estos pacientes. (2,4,11)

2. Angina Inestable o creciente. (2,4,11)

3. Arritmias cardíacas serias:

La prueba de esfuerzo está contraindicada en pacientes con arritmias cardíacas serias, tales como Taquicardia ventricular, Bloqueos AV avanzados o adquiridos o Bloqueo AV completo. La prueba de esfuerzo no está contraindicada en pacientes con Bloqueo a-v congénito mientras no coexista con otra anomalía significativa. (4,11)

4. Miocarditis o Pericarditis aguda, Endocarditis Bacteriana Subaguda, Fiebre Reumática aguda. (4,11)

5. Estenosis Aórtica severa:

La prueba de esfuerzo se encuentra definitivamente contraindicada en pacientes con Estenosis Aórtica severa (gradiente mayor de 75 mmHg en el área de la válvula aórtica). Estos pacientes entran en gran riesgo de desarrollar taquiarritmias ventriculares, episodios de fatiga y de incluso muerte súbita. (2,4,11)

6. Insuficiencia Cardíaca aguda o severa y/o Shock Cardiogénico. (2,4,11)

7. Embolia pulmonar aguda o infarto pulmonar. (11)

8. Enfermedades serias o agudas no cardíacas: Neumonía, Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica, Fallo Renal, Asma, Hepatitis, Tirotoxicosis, Malignidad. (2,11)

9. Malformaciones físicas severas en las que el individuo no es capaz de realizar la Prueba de Esfuerzo. (4,11)

Relativas:

1. Desórdenes no cardíacos de relevancia. (11)

2. Pacientes debilitados o ancianos: Estos pacientes no pueden desarrollar un buen ejercicio, además de que aporta muy poco o ningún beneficio el someter a estos sujetos a una prueba de esfuerzo. (4,11)

3. Pacientes con inestabilidad mental o no colaboradores: El realizar una prueba de esfuerzo en este tipo de pacientes puede conducir a problemas médico-legales, así como pueden ocurrir accidentes insospechados con este tipo de pacientes. (4,11)
4. Anemia severa o fiebre alta: Cuando un individuo presenta anemia, alguna forma de enfermedad sistémica o maligna se encuentra presente. (11)
5. Hipertensión moderada o severa: Se debe cancelar una prueba de esfuerzo cuando la presión arterial sistólica es superior a 200 mmHg o la presión diastólica arriba de 100 mmHg, ya que durante la prueba de esfuerzo puede ocurrir un aumento exagerado de la presión arterial, conduciendo a daño a órganos blanco. (2,11)
6. Hipertensión Pulmonar: Debido a que cuando se encuentra presente, es indicativo de cardiopatía, además de que se producen una alta incidencia de casos falsos positivos, a causa de hipertrofia ventricular izquierda y debido a fármacos. (4,11)
7. Cardiopatías serias: Debido a que la capacidad de ejercicio en estos individuos está frecuentemente comprometida por la existencia de cardiopatía no coronaria, además de la alta incidencia de resultados falsos positivos debido a efectos de drogas, Hipertrofia Ventricular Izquierda y Bloqueo de Rama Izquierda. (4,11)
8. Taquiarritmias clínicamente significativas: Contracciones Ventriculares Prematuras, Taquicardia Supraventricular Persistente, Taquicardia Auricular Multifocal, Síndrome de Wolff-Parkinson-White (casi 100 % de falsos positivos). (11)
9. Bradiarritmias Marcadas: Síndrome del Seno Enfermo. (4)
10. Efectos de varias drogas cardíacas o toxicidad, y desequilibrio hidroelectrolítico: Las pruebas de esfuerzo están contraindicadas en pacientes con cuadros de intoxicación por drogas de acción cardíaca, particularmente intoxicación digitálica. (4,11)
11. Efectos de varios agentes no cardíacos: Agentes hipnóticos, sedantes y fármacos antihipertensivos. (11)

Tipos de Pruebas de Esfuerzo.

Prueba de Master:

Este tipo de prueba consiste en realizar un esfuerzo sencillo

y continuo con una carga de trabajo constante equivalente al peso corporal del individuo, para realizar de 10 a 37 "Viajes" (determinados según la edad, peso y sexo del individuo), o sea subir y bajar dos escalones en un período de tiempo de un minuto y medio. Esta prueba es de bajo costo, aunque posee algunas desventajas, la más importante de las mismas es que no se logra aumentar fácilmente la frecuencia cardíaca a niveles máximos, además de que individuos obesos o ancianos es difícil mantener la coordinación entre los movimientos que se tienen que realizar. (2,4,9,11)

Prueba de Bicicleta Ergométrica.

Consiste en la utilización de una bicicleta fija, en la cual se ofrece al que pedalea una resistencia medible y modificable a voluntad. La bicicleta puede ser mecánica o electromagnética. (2,4,9,11)

La bicicleta es más barata y permite mejor registro electrocardiográfico, y produce menos angustia al paciente al realizar el ejercicio, pero a su vez causa pronto cansancio muscular antes de llegar a la capacidad funcional máxima o sub-máxima. (2,11)

Prueba de Banda sin Fin:

La banda sin fin es un equipo mecánico que consiste en una banda móvil, que tiene un motor de 3/4 de caballo de fuerza, conectada a un control de velocidad de 10 millas por hora. La base donde se desliza la banda se hace gradualmente del 1% al 30% de una pendiente total, que constituye el ángulo recto de 90 grados. El equipo especificado posee una barra frontal o lateral para la seguridad del paciente. (2,4,11)

Entre las desventajas que posee la banda sin fin encontramos que es costosa y dificulta el registro electrocardiográfico, pero permite llegar a la fatiga más tardíamente. La prueba de la banda sin fin es actualmente el método más popular y práctico. (2,4,11)

Preparaciones y Precauciones.

El sujeto en estudio debe asistir en ayunas o presentarse a las dos horas después de una comida ligera. Todos los pacientes deben vestirse confortablemente. El laboratorio de ejercicio debe de encontrarse a una temperatura de 68-74 grados F, con un ambiente con 40-60% de humedad. Es preferible tener al paciente descansando durante 10 minutos previo a la realización de la prueba. (2,4,11)

Es necesario la realización de una historia clínica y un examen físico completos antes de realizar la prueba. El sujeto en estudio debe de estar exento de tratamiento con

fármacos que alteren el resultado (nitritos, beta-bloqueadores, calcio bloqueadores, digital, quinidina, agentes hipocalcémiantes, y otros). (2,4,11)

Equipo Utilizado para realización de una Prueba de Esfuerzo:

1. Osciloscopio y Electrocardiógrafo de uno o tres canales para registro directo, con selector de múltiples derivaciones simultáneas. (2,4,11,12)
2. Desfibrilador de descarga directa de 400 watts/seg, drogas beta y alfa miméticas, atropina, lidocaína al 2% sin adrenalina, verapamil, nitritos sublinguales, meperidina y equipo para venoclisis. (4,11)
3. Equipo de banda sin fin.

Colocación de los electrodos para realizar una Prueba de Esfuerzo.

Se ha señalado que en la derivación V6 se puede lograr la detección de alteraciones electrocardiográficas en el Segmento S-T en el 80 al 90% de los pacientes, además el no registrar otras derivaciones produce un porcentaje de falsos negativos de 15 a 20 %, por lo que además de V6 las derivaciones que aportan mayor sensibilidad a la prueba son DII, DIII, AVF y V3, V4, V5, y V6. (2,4,11)

Protocolo para la realización de una Prueba de Esfuerzo.

Existen muchos tipos de protocolos para la realización de una Prueba de Esfuerzo, pero ninguno es ideal para todas las situaciones clínicas. Uno de los protocolos más usados, es el Protocolo de Bruce, el cual será descrito a continuación. El protocolo de Bruce consiste en 7 etapas de tres minutos de duración cada una. La velocidad de la banda y el grado de inclinación se incrementan con cada etapa. Suelen ser suficientes las cuatro primeras etapas cuando la prueba se enfoca al diagnóstico de Cardiopatía Isquémica. A continuación se presenta el esquema general del Protocolo de Bruce: (2,4,11,12)

Fase	Velocidad (millas X h.)	Inclinación (grados)	Mets*
I	1,7	10	4
II	2,5	12	6-7
III	3,4	14	8-9
IV	4,2	16	15-16
V	5	18	21
VI	5,5	20	-
VII	6	22	-

* Unidad de Gasto Energético, múltiplo del Consumo Basal de Oxígeno (3.5 ml/kg/minuto).

El objetivo de la prueba de esfuerzo es llevar al sujeto en estudio a su capacidad funcional máxima, a través de esfuerzo mínimo. En lugar de medir el Consumo Máximo de Oxígeno, se utiliza la frecuencia cardíaca máxima, lo cual es indicativo de lo anterior. (2,11)

Para el cálculo de la frecuencia cardíaca máxima, se utiliza la siguiente tabla: (11)

Edad del paciente en Años.	85-90% de la Frecuencia Cardíaca Máxima.
20-29	175-180
30-39	170-175
40-49	165-170
50-59	160-165
60-69	155-160
70 o más	150-155

El utilizar el esfuerzo sub-máximo (el 85% del esfuerzo máximo previsto) es útil en pacientes riesgosos y suficiente para el diagnóstico clínico.

Aparte de la anterior tabla existen fórmulas para el cálculo de la frecuencia cardíaca máxima por edad, siendo la más usada el restar a la constante 220 la edad en años. (2,12)

Finalización de una Prueba de Esfuerzo.

Muchas veces es necesario suspender una prueba de esfuerzo prematuramente (antes de que se alcance la frecuencia cardíaca máxima), debido a la presencia de síntomas particularmente dolor torácico, respuestas hemodinámicas anormales, alteraciones del segmento S-T y la presencia de arritmias. A continuación se describen las indicaciones para suspender la prueba de esfuerzo: (2,4,11,12)

Absolutas:

1. Requerimiento del paciente.
2. Reducción de la presión arterial y/o frecuencia cardíaca durante el incremento de la carga de trabajo.
3. Síntomas o signos: Dolor torácico severo, ataxia, vértigo, trastornos visuales, confusión, palidez, cianosis.
4. Arritmias serias: Extrasístoles ventriculares agrupados (3 o más), taquicardia ventricular, fibrilación ventricular.
5. Infarto agudo del miocardio.
6. Disfunción del equipo del laboratorio de esfuerzo.

Relativas:

1. Síntomas menos serios: Dolor torácico, claudicación, debilidad.
2. Infradesnivel del segmento ST marcado, aplanamiento,

- horizontalización o supradesnivel (más de 2mm).
3. Hipertensión marcada (Presión arterial sistólica mayor de 220 mmHg o presión diastólica mayor de 110 mmHg).
 4. Fallo del incremento de la presión sanguínea durante el incremento de la carga de trabajo (Aumento menor de 20 mmHg durante los primeros tres estadios).
 5. Contracciones ventriculares prematuras multifocales o taquicardia supraventricular persistente.

Interpretación de la Prueba de esfuerzo:

Existen tres tipos de respuestas indicativas de Isquemia Miocárdica:

- a. Eventos electrocardiográficos.
- b. Efectos hemodinámicos.
- c. Síntomas y manifestaciones clínicas.

Los eventos electrocardiográficos, particularmente los cambios diagnósticos del segmento ST son los más confiables para el diagnóstico positivo de la prueba de esfuerzo.

Se han considerado los siguientes resultados para las pruebas de esfuerzo: (2,4,6,9,11,12)

A. Negativa:

- Segmento ST sin modificaciones de tipo isquémico.
- Depresión del punto J de menos de 0.1 mv
- Segmento ST ascendente con pendiente mayor de 1 mv /seg.
- No debe haber angor ni otra sintomatología, y se debe alcanzar una frecuencia cardíaca del 85% de la esperada para la edad.

B. Prueba positiva:

1. Respuesta electrocardiográfica Isquémica sin angor:

- Depresión Isquémica del segmento ST mayor de 1 mm, de dirección horizontal y/o descendente, con una duración de 0.08" como mínimo y una persistencia de por lo menos tres segundos.
- Depresión del punto J mayor de 0.1 mv con segmento ST ascendente y cálculo de pendiente menor de 1 mv/seg.
- Desnivel del segmento ST mayor de 0.1 mv (Efecto de Prinzmetal) en las derivaciones de polaridad tal que la respuesta isquémica se debiera traducir por depresión de dicho segmento.
- Inversión franca de la onda U.

2. Respuesta isquémica electrocardiográfica con angor.
3. Respuesta anginosa sin isquemia.
4. Angor que se desencadena con similar doble producto en pruebas repetidas.
5. El desarrollo de arritmias ventriculares como extrasístoles ventriculares frecuentes o multifocales,

agrupados o el desarrollo de taquicardia ventricular provocadas por ejercicio mínimo (70% o menos de la frecuencia cardíaca máxima) son considerados altamente sugestivos de arteriopatía coronaria. (11)

C. Prueba inespecífica:

- Aparecimiento de Bloqueos intraventriculares.
- Cambios en el intervalo Q-T.
- Alteraciones en la onda T o en la onda P.

D. Prueba anormal inespecífica:

- Arritmias desencadenadas por el ejercicio.
- Disociación entre la progresión del esfuerzo y la frecuencia cardíaca o la presión arterial (Excepto en el individuo entrenado).
- Descenso de la presión arterial durante el esfuerzo.
- Síndrome de bajo gasto cardíaco.
- Hipertensión arterial desencadenada por el esfuerzo.

A este tipo de respuestas se les considera inespecíficas anormales, ya que este tipo de respuestas no son exclusivas para cardiopatía isquémica, ya que pueden encontrarse en miocardiopatías, valvulopatías, hipertensión arterial sistémica, irritabilidad miocárdica o reacción vascular neurovegetativa. (2,4,11,12)

E. Prueba no satisfactoria: Es la prueba en que no se pudo alcanzar la frecuencia cardíaca esperada para la edad, a consecuencia de factores limitantes extracardiacos, falta de motivación para continuar la prueba o por agotamiento físico. También se incluyen dentro de las pruebas no satisfactorias la existencia de factores que afectan al segmento ST, tales como: (2,4,7,9,11,12,13)

- Hipertrofia ventricular izquierda con sobrecarga sistólica.
- Hipocalemia.
- Anemia severa.
- Bloqueo de rama avanzado.
- Síndrome de Wolff-Parkinson-White.
- Digital.
- Bloqueadores beta adrenérgicos.

F. Prueba falsa negativa:

Cuando el paciente se detiene por dolor precordial anginoso de grado mayor y no hay cambios del segmento ST de tipo isquémico. Si el dolor se presenta cada vez que el sujeto alcanza el mismo "doble producto" cuantas veces se repita, se le dará valor positivo. (11)

E. Prueba falsa Positiva:

Cuando el paciente no tiene dolor precordial anginoso,

pero por agotamiento termina la prueba, no encontrándose cambios isquémicos del segmento ST en el electrocardiograma. (4,11)

F. Prueba Insuficiente.

Es la prueba en la cual el sujeto se detiene por agotamiento sin lograr una frecuencia cardiaca de 85% o mayor de la frecuencia esperada para la edad, sin tener dolor de tipo anginoso. (11)

G. Prueba dudosa:

Se refiere a la prueba cuando el sujeto alcanza o excede al 85% de la frecuencia cardiaca esperada para la edad, y la prueba se detiene por la presencia de un factor limitante que no es dolor precordial de tipo anginoso ni agotamiento. (11)

Sensibilidad y Especificidad de la Prueba de Esfuerzo.

La Prueba de Esfuerzo tiene una sensibilidad aproximada del 70 por ciento y una especificidad cercana al 90 por ciento, siendo raras las pruebas falsas positivas. Otros criterios que pueden afectar los porcentajes de falsas positivas y falsas negativas son los efectos de fármacos u otros factores metabólicos agregados, que ya han sido mencionados. (2,4,11)

Antecedentes del presente Estudio.

El único estudio realizado en este campo, se hizo en el Departamento de Fisiología Clínica, del Hospital Ostra, Universidad de Gothenburg, Suecia, en el año de 1993, donde se realizaron Pruebas de Esfuerzo y Gammagrafías Miocárdicas a pacientes con sospecha de Isquemia Miocárdica. Los resultados de este estudio sugieren que se presenta un aumento leve del voltaje del complejo QRS en pacientes con infarto del miocardio o isquemia de larga evolución durante el desarrollo de ejercicio. (10)

VI. METODOLOGIA.

A. Tipo de Estudio: Descriptivo Observacional.

B. Material de estudio: Trazos electrocardiográficos correspondientes a pacientes a quienes se les realizaron pruebas de esfuerzo con fines diagnósticos para cardiopatía isquémica.

C. Tamaño de la Muestra: Para la realización del presente estudio, se evaluaron las pruebas de esfuerzo realizadas a pacientes durante el 1 de enero al 31 de diciembre de 1994.

D. Criterios de Inclusión y de Exclusión:

1. Criterios de Inclusión:

- Pacientes de ambos sexos.
- Pacientes mayores de 20 años de edad.
- Pacientes con o sin diagnóstico de Cardiopatía Isquémica mediante prueba de esfuerzo, según criterios clásicos.

2. Criterios de Exclusión:

- Pacientes Obesos.
- Pacientes menores de 20 años.
- Pacientes con Infarto Agudo de Miocardio previo.
- Pacientes con tratamiento farmacológico a base de nitritos, betabloqueadores, calcio antagonistas, quinidina, digitálicos.
- Pacientes con diagnóstico previo de Hipertrofia del Ventrículo izquierdo y/o Bloqueos de rama.
- Pacientes con Prueba de Esfuerzo incompleta para fines diagnósticos.

E. Variables a Estudiar:

- Edad: Definición conceptual: Cuantificación del tiempo transcurrido desde el nacimiento al momento de realizar la prueba de esfuerzo.
Definición Operacional: Edad del paciente calculada en años.
Indicador: años.
Escala de Medición: Razón.
- Sexo: Definición Conceptual: Femenino o masculino.
Definición Operacional: Femenino o masculino.
Escala de Medición: Normal.
- Onda R: Definición Conceptual: Onda electrocardiográfica que forma parte de la despolarización ventricular durante el ciclo cardíaco.

Definición operacional: Voltaje onda R en mV
Escala de medición: Intervalo.

-Arritmias ventriculares:

Definición conceptual: Ritmos anormales que corresponden a actividad ventricular ectópica.

Definición Operacional: Extrasístoles ventriculares, taquicardia ventricular.

Escala de Medición: Normal

-Segmento S-T:

Definición conceptual: Intervalo de tiempo comprendido entre el final de la onda S y el inicio de la onda T. No debe exceder en voltaje a (+/-) 1mm de la línea basal.

Definición Operacional: Desniveles anormales del segmento S-T.

Escala de Medición: Normal.

F. Recursos a emplear:

1. Materiales:

- Biblioteca de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Archivo personal de pruebas de esfuerzo realizadas por Médico Cardiólogo en laboratorio de ejercicio privado.
- Boleta de recolección de datos.

2. Humanos:

- Personal encargado del manejo del Archivo de Unidad de Diagnóstico Cardiológico.

3. Legales:

Aspectos éticos de la investigación: El objeto de estudio en este trabajo fueron pruebas de esfuerzo ya realizadas, por lo que consideramos que no se afecta en ninguna forma a la dignidad humana.

F. Plan para la recolección de datos:

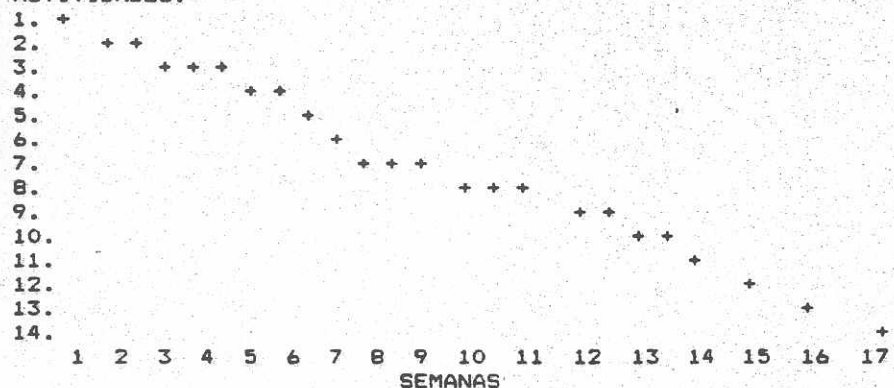
Para la evaluación de los datos de las pruebas de esfuerzo a estudio necesarias para el desarrollo de la presente investigación se utilizará una boleta de recolección de datos, la cual ha sido realizada conjuntamente con el Asesor y el Revisor del trabajo de investigación (Ver Anexo). Esta boleta será aplicada a los electrocardiogramas de estudio, tanto en pruebas positivas como negativas, y se verificará la presencia o no del signo electrocardiográfico a

estudio, en la derivación precordial V6, que es la más sensible para detectar cambios electrocardiográficos durante las pruebas de esfuerzo, así como su relación con respecto al sexo, grupo étnico y arritmias, según lo planteado en los objetivos. La boleta de recolección de datos será aplicada a los electrocardiogramas a estudio por el estudiante investigador, bajo la supervisión del Asesor de tesis.

G. Tiempo de Ejecución de la investigación y Cronograma de actividades:

A continuación se presentará el Cronograma de Actividades (Gráfica de Gantt) donde se describen las diferentes etapas del desarrollo de la investigación.

ACTIVIDADES.



ACTIVIDADES:

1. Selección del tema del proyecto de investigación.
2. Elección del Asesor y Revisor.
3. Recopilación del material Bibliográfico.
4. Elaboración del proyecto conjuntamente con el asesor y el Revisor.
5. Aprobación del proyecto por la unidad de tesis.
6. Diseño de los instrumentos que se utilizarán para la recolección de la información.
7. Recopilación de la información.
8. Procesamiento de los resultados y elaboración de tablas y gráficas.
9. Análisis y discusión de resultados.
10. Elaboración de conclusiones, recomendaciones y resumen.
11. Presentación del informe final para correcciones.
12. Aprobación del informe final.
13. Impresión del informe final y trámites administrativos.
14. Examen Público de defensa de la tesis.

PRESENTACION Y PROCESAMIENTO DE RESULTADOS:

Los datos recolectados serán presentados en forma de Cuadros Estadísticos y relacionados con sexo, grupos etáreos y hallazgos electrocardiográficos, relacionados con las pruebas de esfuerzo en las que aumentó el voltaje de la onda R y con las pruebas de esfuerzo en las que no aumentó. A su vez, se procederá a cálculo de sensibilidad y especificidad del signo electrocardiográfico a estudio, de acuerdo a fórmulas ya establecidas.

VII. Presentación de Resultados.

Cuadro No.1:

Total de Pruebas de Esfuerzo realizadas en la Unidad de Diagnóstico Cardiológico, durante el periodo del 1 de enero al 31 de diciembre de 1994, que fueron revisadas de acuerdo a Criterios de Inclusión y Exclusión.

Resultados de la Prueba	Número de Pruebas	%
Positivas	64	47.4
Negativas	71	52.6
TOTAL	135	100

Fuente: Boletas de Recolección de Datos.

Cuadro No.2:

Cambios de Voltaje de la Onda R, en Pruebas de Esfuerzo Positivas y Negativas para Cardiopatía Isquémica, realizadas en la Unidad de Diagnóstico Cardiológico, durante los meses de enero a diciembre 1994.

Cambios Observados en voltaje de la onda R en V6.	Resultados de la Prueba				Total
	+	%	-	%	
Aumento Voltaje	17	26.56	13	18.30	30
Disminución Voltaje	33	51.56	43	60.57	76
Sin Cambios	14	21.88	15	21.13	29
Total	64	100 %	71	100 %	135

Fuente: Boletas de Recolección de Datos.

Cuadro No.3:

Cambios de Voltaje de onda R comparada con Infradesnivel del segmento S-t y Extrasístoles Ventriculares frecuentes (signos electrocardiográficos clásicos para Cardiopatía Isquémica), en Pruebas de Esfuerzo positivas realizadas en la Unidad de Diagnóstico Cardiológico, durante los meses de enero a diciembre 1994.

Hallazgos EKG Derivación V6	Aumento Onda R	%	Disminución o igual R	%
Infradesnivel s-t mayor 1mm	10	58.80	42	89.36
Infradesnivel s-t mayor 1mm *E. V. Frecuentes	7	41.18	5	10.64
Otros signos positivos	0	0	0	0
Total	17	100 %	47	100 %

* E. V: Extrasístoles ventriculares.

Fuente: Boletas de Recolección de Datos.

Cuadro No.4:

Cambios de Voltaje de la Onda R y su relación con arritmias Cardiacas positivas para Cardiopatía Isquémica, en Pruebas de Esfuerzo realizadas en Unidad de Diagnóstico Cardiológico, en los meses de enero a diciembre 1994.

Hallazgos EKG	Aumento Onda R	%	Disminución o igual R	%
*E. V. frecuentes	7	41.18	5	10.64
Taquicardia Ventricular	0	0	0	0
No presentaron Arritmias	10	58.82	42	89.36
Total	17	100 %	47	100 %

*E.V: Extrasistoles Ventriculares.

Fuente: Boletas de Recolección de datos.

Cuadro No.5:

Cambios de voltaje de la Onda R en Pruebas de Esfuerzo positivas, dividas de acuerdo a Grupo Etéreo, en Pruebas de Esfuerzo realizadas en la Unidad de Diagnóstico Cardiológico, durante los meses de enero a diciembre 1994.

Grupo Etéreo	Aumento Onda R	%	Disminución o igual R	%
20-29 años	0	0%	0	0
30-39 años	1	5.88%	2	4.25%
40-49 años	2	11.76%	11	23.40%
50-59 años	5	29.42%	19	40.42%
60-69 años	8	47.06%	11	23.41%
70 o más	1	5.88%	4	8.52%
Total	17	100 %	47	100 %

Fuente: Boletas de Recolección de Datos.

Cuadro No.6

Cambios de Voltaje de la onda R y su distribución por sexo en Pruebas de Esfuerzo Positivas realizadas en la Unidad de Diagnóstico Cardiológico, durante los meses de enero a diciembre 1994.

Sexo	Aumento Onda R	%	Disminución o igual R	%
Masculino	14	82.35 %	31	66 %
Femenino	3	17.65 %	16	34 %
TOTAL	17	100 %	47	100 %

Fuente: Boletas de Recolección de Datos.

VIII. Análisis y discusión de resultados.

Se realizó un estudio de tipo Descriptivo-Observacional en el cual fueron sometidas a análisis las pruebas de esfuerzo realizadas en la Unidad de Diagnóstico Cardiológico en el periodo comprendido entre los meses de enero a diciembre de 1994. A continuación se presenta el análisis y discusión de los resultados obtenidos en la investigación, de acuerdo a los objetivos planteados.

1. Análisis de Cuadro No.1

El total de pruebas de esfuerzo revisadas fue de 135 (100%), de las cuales 64 fueron positivas (47.4%) y 71 negativas (52.6%), según se muestra en el cuadro 1, demostrándose así el elevado número de casos de cardiopatía isquémica, diagnosticados mediante pruebas de esfuerzo en nuestro medio, debido a la alta prevalencia de factores de riesgo como alcoholismo, tabaquismo, vida sedentaria y dieta inadecuada.

2. Análisis de Cuadro No. 2

De las pruebas de esfuerzo revisadas, encontramos que la principal respuesta observada en el voltaje de la onda R, en la derivación V6, al momento de iniciar la etapa de recuperación, fue la tendencia a disminuir el voltaje previo al inicio de la prueba, efecto observado en el 51.56% de las pruebas positivas y siendo esta respuesta más frecuente en las pruebas de esfuerzo negativas, en las cuales disminuyó en un 60.57% de las pruebas revisadas. (Cuadro y Gráfica número 2). Lo anterior puede deberse a una respuesta fisiológica ante el ejercicio, de el voltaje generado por la despolarización miocárdica, los cuales constituyen cambios no descritos en la literatura existente sobre el tema. La tendencia al aumento del voltaje de la onda R se observó más en las pruebas cuyo resultado fue positivo para Cardiopatía Isquémica, de forma que se registró en un 26.56% del total de las pruebas positivas evaluadas, en contraste con un 18.30% de las pruebas de esfuerzo negativas. Este aumento de voltaje ya se ha descrito al compararse la prueba de esfuerzo con gammagrafía miocárdica, pero respecto a la causa del mismo no hay información descrita. Probablemente dicho efecto sea debido a un registro aumentado de los voltajes generados por la despolarización del miocardio Isquémico, pero esto debe ser comprobado con otro tipo de estudios. (10)

Finalmente encontramos que el 21.88% de las pruebas positivas no presentó variaciones en el voltaje de la onda R, encontrándose el mismo resultado en el 21.12% de las pruebas negativas de acuerdo a los criterios clásicos de positividad de una prueba de esfuerzo.

3. Cálculo de Sensibilidad y Especificidad del signo electrocardiográfico de aumento del voltaje de la onda R en Cardiopatía Isquémica, en Pruebas de Esfuerzo.

Utilizando una tabla de Contingencia de 4 casillas, se procedió al cálculo de la sensibilidad y especificidad del aumento de voltaje de la onda R en pruebas de esfuerzo positivas para Cardiopatía Isquémica, obteniéndose una sensibilidad de 26.56% y una Especificidad del 81.69%.

Lo anterior se puede interpretar de la siguiente forma:

El signo electrocardiográfico de aumento de voltaje de la onda R en pruebas de esfuerzo positivas, fue capaz de detectar a los afectos de Cardiopatía Isquémica demostrada según los criterios electrocardiográficos clásicos únicamente en un 26.56% de los casos, lo cual hace que este signo no sea el más recomendable para el diagnóstico de isquemia miocárdica.

De la misma forma, este signo tuvo una especificidad del 81.69%, lo cual nos indica que tienen una capacidad aceptable de detectar como sanos a los pacientes que verdaderamente lo están, según los criterios que hacen a una prueba de esfuerzo negativa.

Para la interpretación de los anteriores resultados, es necesario aclarar que debido a las limitaciones en la realización del presente estudio, la prueba de oro para cálculo de sensibilidad y especificidad fue la prueba de esfuerzo, la cual no nos da el diagnóstico de certeza de afección coronaria aterosclerótica.

4. Análisis cuadro No. 3.

En el cuadro número 3 se presentan los hallazgos electrocardiográficos encontrados en las pruebas de esfuerzo positivas evaluadas, de acuerdo a si se presentó o no aumento del voltaje de la onda R, al finalizar el ejercicio.

Encontramos que en el 100% de las pruebas de esfuerzo positivas, el signo cardinal fue el infradesnivel del segmento s-t mayor de 1mm, lo cual se encuentra ampliamente citado en la literatura consultada. Este signo de positividad de una prueba de esfuerzo se presentó en todas las pruebas en las que el voltaje de la onda R aumentó (17 pruebas), así como también en las pruebas en las que el voltaje de la onda R disminuyó o permaneció sin cambios.

Los extrasístoles ventriculares frecuentes, conjuntamente con infradesnivel del segmento s-t se documentaron en 7 pruebas de esfuerzo (41%) en las que se registró aumento de la onda R, en contraste con 5 pruebas (10.63%) en las que no se documentó aumento del voltaje de la onda R, por lo que se puede observar que en la realización de este estudio, fueron más frecuentes las arritmias, específicamente extrasístoles ventriculares, en las pruebas positivas que presentaron aumento del voltaje de la onda R. No se documentó ningún

caso de Taquicardia Ventricular en las pruebas estudiadas así como tampoco se identificaron otros signos electrocardiográficos de positividad.

5. Análisis Cuadro No. 4.

En el cuadro número 4 se presenta la relación existente entre cambios de Voltaje de la Onda R, específicamente el aumento del voltaje de la misma, con la identificación de arritmias, consideradas como positivas para cardiopatía isquémica. Podemos observar que la respuesta más frecuente fue la falta de apareamiento de arritmias en las pruebas en que aumentó el voltaje de la onda R (58.82%) así como en las que no aumentó dicho voltaje (89.36%). De este cuadro también se puede deducir que en la realización de este estudio fueron más frecuentes las arritmias, específicamente Extrasístoles Ventriculares, en un 41.18% de las pruebas de esfuerzo positivas en las que se presentó aumento del voltaje de la onda R, comparadas con un 10.64% de pruebas positivas que no presentaron aumento del voltaje de la onda R que presentaron Extrasístoles ventriculares.

6. Análisis Cuadro No.5.

En el cuadro número 5 se presentan los cambios de voltaje de la onda R, específicamente el aumento en las pruebas positivas, relacionándolo con las pruebas de esfuerzo positivas en las que no se presentó dicho aumento. Se observa que el pico máximo de pacientes que presentó el signo electrocardiográfico de aumento del voltaje de la onda R se encontró entre los 60-69 años, con un 47.06%. Se muestra también que en los pacientes que no presentaron aumento de voltaje de la onda R, el grupo etéreo más afectado fue el de 50-59 años. La anterior distribución es resultado probablemente debido a la mayor incidencia de enfermedades cardiovasculares en personas de edad avanzada. (3,6,11)

7. Análisis Cuadro No.6:

Finalmente en el cuadro número 6 encontramos que el hallazgo electrocardiográfico consistente en aumento del voltaje de la onda R, fue más frecuentemente observado en la población masculina (82.35%) que en la población de sexo femenino (17.65%), pero que a la vez, el sexo masculino fue más afectado en las pruebas en que no aumentó el voltaje de la onda R con un 66%, lo cual se debe a la mayor incidencia de enfermedades cardiovasculares en el sexo masculino, debido a la alta prevalencia de tabaquismo y alcoholismo en esta población, lo cual se suma a la vida sedentaria y malos hábitos alimenticios comunes en la vida adulta. (4,7,11)

IX. Conclusiones:

1. El aumento de voltaje de la onda R, en la derivación V6, con respecto a niveles previos al ejercicio, posee una sensibilidad del 26.56% para detectar Cardiopatía Isquémica mediante una prueba de esfuerzo, según el estudio realizado.
2. El aumento de voltaje de la onda R posee una especificidad de 81.69% en la realización de una prueba de esfuerzo, para detectar a individuos no afectados por problemas de cardiopatía isquémica, de acuerdo a la normalidad de los trazos electrocardiográficos registrados durante una prueba de esfuerzo.
3. La principal respuesta del voltaje de la onda R observada, consistió en la disminución de voltaje, según niveles previos al ejercicio, en un 51.56% de las pruebas positivas y en un 60.57% de las pruebas negativas.
4. El aumento de voltaje de la onda R en pruebas de esfuerzo positivas para cardiopatía isquémica se relacionó en un 100% de los casos a infradesnivel del segmento s-t, siendo éste el signo más frecuentemente observado en todas las pruebas de esfuerzo positivas evaluadas.
5. La presencia de Extrasístoles ventriculares frecuentes fue observada en un 41% del total de pruebas de esfuerzo positivas en las que aumentó el voltaje de la onda R, en comparación de un 10.63% de las pruebas positivas en las que no aumentó el voltaje de la onda R.
6. El Grupo Etéreo en el que más se observó el aumento de voltaje de la onda R durante la realización de pruebas de esfuerzo positivas para Cardiopatía Isquémica fue el de 60 a 69 años, con un 47.96%, en el presente estudio.
7. Las pruebas de esfuerzo realizadas a pacientes Masculinos presentaron el hallazgo electrocardiográfico de aumento del voltaje de la onda R en un 82.35% de los casos, contra un 17.65% de pacientes Femeninos.

X. Recomendaciones:

1. Considerar al aumento de voltaje de la onda R durante la realización de una prueba de esfuerzo, como un signo poco sensible, pero con especificidad aceptable, para el diagnóstico de Cardiopatía Isquémica, mediante pruebas de esfuerzo.
2. Considerar el aumento de voltaje de la onda R como criterio de positividad para una prueba de esfuerzo, únicamente cuando se encuentran presentes otros signos electrocardiográficos clásicos de positividad.
3. Implementar la realización de pruebas de esfuerzo, para el diagnóstico de Cardiopatía Isquémica, dadas la sensibilidad y especificidad de la prueba, previa a la realización de métodos invasivos de diagnóstico.
4. Hacer énfasis en aspectos preventivos para disminuir la incidencia de afecciones cardiovasculares en nuestro medio.
5. Continuar con la realización de investigaciones en este campo, dadas la prevalencia e incidencia creciente, de las afecciones cardiovasculares en nuestro medio.

XI. Resumen.

Se realizó un estudio de tipo Descriptivo-Observacional en un total de 135 pruebas de esfuerzo realizadas en la Unidad de Diagnóstico Cardiológico, a las cuales se aplicaron criterios de inclusión y de exclusión, para hacer un total de 64 pruebas positivas y de 71 pruebas negativas, que fueron las pruebas sometidas a estudio.

El Objetivo principal de esta investigación fue determinar el aumento de voltaje de la onda R del complejo QRS, en la derivación V₆, la más sensible a los cambios electrocardiográficos, en los electrocardiogramas realizados inmediatamente después de suspendido el ejercicio, comparando dicho valor con los niveles previos a la realización del ejercicio.

Entre los principales resultados observados tenemos la tendencia a la disminución del voltaje de la onda R, en un 51.56% de las pruebas positivas y en un 60.57% de las pruebas Negativas para cardiopatía isquémica, observándose el signo electrocardiográfico consistente en aumento del voltaje de la onda R, en un 26.56% del total de pruebas positivas, contra un 18.30% de las pruebas negativas que presentaron dicho signo. La presencia de dicho signo electrocardiográfico se relacionó en un 100% de los casos a infradesnivel del segmento s-t y a la presencia de extrasístoles ventriculares frecuentes en un 41% de las pruebas positivas en la que el voltaje de la onda R aumentó, contra un 10.63% de las pruebas negativas que presentaron aumento del voltaje de la onda R. Finalmente se concluye en que el aumento de voltaje de la onda R con respecto a niveles previos al ejercicio, en la derivación V₆ tiene una sensibilidad de 26.56% y especificidad de 81.69% al compararse con los criterios clásicos de positividad de una prueba de esfuerzo, lo cual nos indica su baja capacidad para detectar individuos con cardiopatía isquémica, pero su alta especificidad para detectar a individuos sanos.-

XII. Referencias Bibliográficas.

1. Asociación Guatemalteca de Cardiología: Monografía de la Cardiología en Guatemala, septiembre 1990. pp 4
2. Braunwald, Eugene MD: Heart Disease, a Text Book of Cardiovascular Medicine. 7a edición. W.B. Saunders Company, 1988 pp 223-239.
3. Chávez, Ignacio MD: Cardiología. 4a edición. Editorial Panamericana S.A. de C.V. 1993 pp 854-858.
4. Cecil: Tratado de Medicina Interna, 18a edición. Editorial Interamericana 1991 pp 243-247.
5. Chung, Edward MD: Exercise Electrocardiography Practical approach. Second edition, 1985 pp 156-216.
6. Chung, Edward MD: Cardiac Arrhythmias: Self Assessment. Second edition. Williams & Wilkins Company 1980 pp 225-280.
7. Dunagan, William MD, et al: Washington, Manual de Terapéutica Médica. Séptima edición Española. Promotora Editorial, S.A. de C. V. 1992 p110.
8. Goodman, Louis; Gillman, Alfred: Bases farmacológicas de la Terapéutica. Editorial interamericana. México 1991. Octava edición. pp 799-804.
9. Guyton, Arthur MD: Tratado de Fisiología Médica, Séptima Edición. Editorial Interamericana-Mc. Graw Hill pp 335-345.

10. Pilhall, M et al. :Changes in QRS segments in relation to scintigraphic myocardial perfusion defects: a multivariate analysis. Department of clinical physiology, Ostra Hospital, University of Gothenburg, Sweden. Jan 1993.
American Journal of Medicine pp 87-99
11. Rowlands, Derek MD: Comprensión del electrocardiograma: Anomalías morfológicas. Primera edición. Publicado por Imperial Chemical Industries 1981. pp 92-95
12. Selwyn, Andrew M.D: Mechanisms in Angina. First edition. Published by Pharmaceuticals Division of ICI, 1988 p 14
13. Shapiro, Mario MD: Adaptación cardiovascular a la Prueba de Esfuerzo, Electrocardiografía Dinámica. 3a edición. Salvat Mexicana de Ediciones S.A de C.V. 1981 pp 1-21, 53-66.
14. Sokolow, Maurice MD: Clinical Cardiology. Third edition. LANGE Medical Publications 1983 pp 28-30, 97-99.
15. Wilson, et al: Harrison: Principios de Medicina Interna, 12 edición, Editorial Interamericana- Mc. Graw Hill 1991 pp 1024-1031, 1120-1121.

XIII. Anexos.

Hoja de Recolección de Datos:

Prueba Número: _____

1. Datos Generales:

Edad del Paciente : _____ años.

Sexo: M F

3. Resultados de la Prueba:

Positiva _____ Negativa _____

C. Hallazgos electrocardiográficos:

1. Electrocardiograma Previo a la Prueba de Esfuerzo:

Segmento S-T _____ mm en derivación V6.

Voltaje de onda R en derivación V6: _____ mV.

2. Electrocardiograma durante la Prueba de Esfuerzo.

Cambios del segmento S-T en derivación V6:

- Infradesnivel del segmento S-T mayor de 1mm _____

- Supradesnivel del segmento S-T mayor de 1mm _____

- Segmento S-T ascendente con depresión del punto J mayor de 0.1 mV _____

- Voltaje onda R en derivación V6 en Mv _____

Desarrollo de arritmias:

- Extrasístoles ventriculares frecuentes _____

- Extrasístoles ventriculares Multifocales _____

- Desarrollo de Taquicardia Ventricular _____

Incremento de Voltaje de Onda R en derivación V6:

SI _____ NO _____