

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN JUAN BAUTISTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**DIRECCION DEL PROGRAMA DE SEGUNDA ESPECIALIZACION EN MEDICINA**  
**HUMANA BAJO LA MODALIDAD DE RESIDENTADO MEDICO**



**PROYECTO DE INVESTIGACION:**  
**VALIDEZ PRONOSTICA DE LA PRUEBA DE ESFUERZO EN EL DIAGNOSTICO DE**  
**LA CARDIOPATIA CORONARIA DESDE JULIO 2018 A JULIO 2021 EN EL**  
**HOSPITAL SAN JOSE CALLAO**

**PARA OPTAR EL TITULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD**  
**PROFESIONAL**  
**EN CARDIOLOGIA**

**PRESENTADO POR:**  
**ROJO SANTAMARIA ARTURO MAXIMO**

**LIMA - PERU**

**2022**

**AGRADECIMIENTO:**

**Quedo muy agradecido de mis queridos maestros y tutores de la especialidad, por la gran paciencia e interés que brindaron durante mi formación como especialista en cardiología**

**DEDICATORIA:**

Dedico el presente a Silvia mi compañía perfecta y mis hijas que supieron comprender mi ausencia durante mi formación.

## INDICE

AGRADECIMIENTO.....	2
DEDICATORIA.....	3
CAPITULO I: EL PROBLEMA .....	7
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	8
1.2.1. Problema general.....	8
1.2.2. Problemas específicos: .....	8
1.3 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA.....	9
1.4 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	9
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	10
1.6: OBJETIVOS.....	11
1.6.1. OBJETIVO GENERAL .....	11
1.6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	11
1.7. proposito .....	11
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	12
2.1 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.....	12
2.2 BASES TEORICAS .....	20
2.3 marco conceptual .....	32
CAPITULO III HIPOTESIS Y VARIABLES .....	35

3.1 HIPOTESIS.....	35
3.1.1 Hipótesis General.....	35
3.1.2 Hipótesis Específicas: .....	35
3.2 VARIABLES:.....	35
3.3 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS OPERACIONALES.....	36
CAPITULO IV METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION .....	37
4.1 DISEÑO METODOLÓGICO .....	37
4.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	37
4.1.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....	37
4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	37
4.3 MEDIOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	37
4.4 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS .....	37
4.5 DISEÑO Y ESQUEMA DE ANALISIS ESTADISTICO:.....	38
4.6 Aspectos éticos.....	38
CAPÍTULO V: ADMINISTRACION DE LA INVESTIGACION.....	39
5.1. Recursos humanos.....	39
5.2. Recursos Materiales .....	39
5.3. Presupuesto.....	39
5.4. Cronograma de actividades.....	40
BIBLIOGRAFIA .....	41

ANEXOS .....	42
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	45
ANEXO 2: INSTRUMENTO FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	46

## **CAPITULO I: EL PROBLEMA**

### **1.1. planteamiento del problema**

A nivel mundial, en 2017 ocurrieron 10,6 millones casos de cardiopatía isquémica en 2017, con 8,9 millones (95 %) de muertes relacionadas con la Cadiopatia Isquemica. (13)

En el Perú entre 2005 y 2017, se presentaron 61 524 muertes por EIC (55.69% en varones). Según el CIE-10: I21 (Infarto agudo de miocardio) representó la mayor proporción de muertes (88.16%), seguido del CIE 10: I25 (cardiopatía isquémica crónica) con 6.53% (11)

Los factores de riesgo metabólicos se han convertido en el principal impulsor de la cardiopatía isquémica, lo que también contribuyó en gran medida a que la mayoría de las muertes relacionadas con la cardiopatía isquémica se trasladaran de los países desarrollados a los países en desarrollo. (15).

La búsqueda del diagnóstico de la cardiopatía isquemia hace que optemos por de un procedimiento, técnica o método que nos brinde confiabilidad en el diagnóstico temprano de esta patología a fin de evitar las consecuencias fatales en muchos de los casos (1).

El ejercicio físico constituye una prueba de esfuerzo fisiológico muy utilizada para poner al descubierto anomalías cardiovasculares que no se manifiestan en reposo, así como para determinar la idoneidad de la función cardíaca. La electrocardiografía de esfuerzo es una de las técnicas no invasivas más utilizadas para evaluar a los pacientes con un trastorno cardiovascular posible o confirmado. Esta prueba se utiliza fundamentalmente para establecer un pronóstico y determinar la capacidad funcional, la probabilidad y la extensión de una enfermedad arterial coronaria, y los efectos del tratamiento. (2)

La prueba de esfuerzo con ECG de esfuerzo es el método más ampliamente disponible para la evaluación de pacientes con sospecha de isquemia miocárdica. (3)

Las pruebas funcionales no invasivas para la isquemia suelen tener un mejor poder de decisión. Se puede considerar la prueba de esfuerzo como una alternativa para diagnosticar EIC obstructiva si no se dispone de pruebas de imagen, teniendo en cuenta el riesgo de resultados falsos negativos y falsos positivos. (16)

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es validez pronóstica la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021?

### **1.2.2. Problemas específicos:**

¿Cuál es la sensibilidad de la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021?

¿Cuál es la especificidad de la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021?

¿Cuál es el valor predictivo positivo de la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021?

¿Cuál es el valor predictivo negativo de la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021?



### **1.3 Justificación del problema**

El dolor torácico es causa frecuente de consulta en los servicios de urgencias y consulta. Este problema tiene varias formas de abordarse de tal manera que podría llevar o condicionar errores, siendo algunos de ellos egresados sin diagnóstico de cardiopatía isquémica.

Las enfermedades cardiovasculares son actualmente un problema de salud mundial. Constituyen la principal causa de muerte en muchos países, Aunque se dispone de avances en la prevención, el diagnóstico y el tratamiento, el envejecimiento de la población, la obesidad, la diabetes, la mayor supervivencia tras la fase aguda de la enfermedad, entre otras causas, están incrementando la prevalencia de las enfermedades cardiovasculares. (4)

La estimación de la probabilidad de padecer de la cardiopatía isquémica se basa en datos de la historia clínica como son las características del dolor, edad, factores de riesgo coronario; datos de la exploración física y electrocardiograma basal. En función de estos datos cuando el paciente es catalogado clínicamente como angina típica, la probabilidad de presentar cardiopatía isquémica muy alta. La prueba de esfuerzo tiene gran utilidad en pacientes con diagnóstico dudoso con probabilidad intermedia. Además de la valoración de los síntomas durante el esfuerzo, especialmente el dolor torácico, se analizan otras variables como la depresión del ST, el tiempo de inicio, la magnitud, la extensión y el tiempo de recuperación de dicha alteración.(24)

Determinar si estamos ante un paciente con cardiopatía isquémica, ayudará a tratarlo adecuadamente y prevenir eventos agudos y complicaciones.

### **1.4 Delimitación del área de estudio**

El presente estudio será realizado en pacientes adultos tratados en el servicio de cardiología del Hospital San José del Callao en el periodo 2018 – 2021

## **1.5 Limitaciones de la investigación**

Falta de estudios similares previos en el medio

Falta de datos confiables por historias clínicas mal llenadas o incomprensibles

Medidas para la recolección de datos, las cuales serán realizadas por el investigador y un equipo colaborador.

Limitaciones económicas las cuales serán mínimas porque será realizada por el mismo investigador.

## **1.6: Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo General**

Determinar cuál es la validez pronóstica de la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 - 2021.

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar las características de la población estudiada en el Hospital San José Callao 2018 2021.
- Identificar la sensibilidad, de la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 – 2021

Identificar la especificidad de la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021

Identificar el valor predictivo positivo de la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021.

Identificar el valor predictivo negativo de la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021.

## **1.7. Propósito**

Este estudio tiene como propósito validar el uso de la ergometría para el diagnóstico de la cardiopatía coronaria, con el consiguiente tratamiento en un tiempo adecuado y prevenir las complicaciones de la misma, en los pacientes adultos en el Hospital San José del Callao durante los años 2018 al 2021.

## CAPITULO II: MARCO TEORICO

### 2.1 Antecedentes bibliográficos.

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

**Eshraghi, A. et al. 2016 Irán** “Valor diagnóstico del electrocardiograma en la predicción de una respuesta exagerada de la presión arterial a la prueba de esfuerzo con ejercicio” Sesenta pacientes (55% hombres) con una edad media de  $50,48 \pm 10,89$  años fueron estudiados en dos grupos de respuesta normal ( $n=30$ ) y exagerada de la presión arterial ( $n=30$ ) a la prueba de esfuerzo. El QT máximo y la dispersión del QT fueron estadísticamente diferentes en la respuesta exagerada de la presión arterial de los individuos a la prueba de esfuerzo ( $p < 0,05$ ). El análisis de regresión logística reveló que ninguno de nuestros parámetros predijo la EBPR. La curva ROC mostró que 50 y 345 milisegundos para la dispersión de QT y Maxi-QT fueron los puntos de corte óptimos para la predicción de EBPR. Conclusión Parece que Maxi-QT y QT-d pueden ser predictores de EBPR durante la prueba de esfuerzo. Además, se observó una diferencia significativa en maxi-QT y QT-d entre dos grupos de pacientes con normal y EBPR durante la prueba de ejercicio (5)

**Natsui, S. et al (2019) USA** “Evaluación de la prueba de esfuerzo cardíaco para pacientes ambulatorios después de visitas al departamento de emergencias por sospecha de síndrome coronario agudo”. **Resultados:** Durante el período de estudio, 24459 pacientes presentaron una evaluación de dolor torácico que requirió un análisis de troponina y una solicitud de prueba de esfuerzo en el servicio de urgencias. De estos, estudiamos a los 7.988 pacientes que fueron dados de alta a domicilio para realizar pruebas diagnósticas, habiendo sido considerados oportunos por los clínicos tratantes para realizar una prueba de esfuerzo ambulatoria. La tasa de finalización de la prueba de esfuerzo fue del 31,3 % en 3 días, del 58,7 % entre 4 y 30 días y del 10,0 % que no completaron la prueba ordenada. Las tasas de MACE a 30 días fueron bajas (muerte 0,0 %, infarto agudo de miocardio (IAM) 0,7 % y revascularización 0,3 %). La recepción rápida de la prueba de estrés no se asoció con una mejora de MACE de 30 días (OR = 0,92, IC del 95%: 0,55-1,54).

**Conclusión:** Menos de un tercio de los pacientes completaron la prueba de esfuerzo ambulatorio dentro de los 3 días recomendados por las pautas después de la evaluación inicial. Más importante aún, las bajas tasas de eventos adversos que la prueba de esfuerzo ambulatoria selectiva es segura. En esta cohorte de pacientes seleccionados para pruebas de estrés cardíaco ambulatorio en un sistema de salud bien integrado, no parece haber ningún beneficio asociado con las pruebas de estrés dentro de los 3 días, ni dentro de los 30 días, en comparación con aquellos que nunca recibimos pruebas. La falta de beneficio de obtener pruebas oportunas, en combinación con bajas tasas de eventos adversos, puede justificar una reevaluación de las pautas actuales. (6)

**Rivas y col.** realizaron una revisión de las principales Guías internacionales y de las normas cubanas referentes a las Pruebas de Esfuerzo (PE) bajo control electrocardiográfico con el objetivo de actualizar el correspondiente protocolo de actuación en nuestro país. Se revisan las indicaciones de dichas pruebas, con mayor énfasis en su valor diagnóstico y de evaluación terapéutica y pronóstica en las enfermedades coronarias, así como en la hipertensión arterial, arritmias cardíacas, cardiopatías congénitas y en Medicina Deportiva. Se señala la sensibilidad y especificidad de tales pruebas y su relación con el número de vasos coronarios enfermos, así como del valor de la determinación de la capacidad funcional del sujeto evaluado por su valor en la determinación del estado de la función cardíaca: disminución de un 50% o más se corresponden con disfunción sistólica de ventrículo izquierdo. Se señalan también las contraindicaciones absolutas y relativas de la PE, así como sus criterios de interrupción, que bien aplicados reducen su riesgo de complicaciones. Son citados los criterios de positividad clínicos y electrocardiográficos de isquemia del miocardio durante el ejercicio físico, así como que se ofrecen elementos hemodinámicos adicionales para realizar una mejor interpretación de dicha prueba. Finalmente se hace una mención sobre la PE Cardio-respiratoria o ergoespirometría y se señala su valor en la evaluación objetiva de la capacidad funcional en individuos sanos, enfermos y en deportistas, mediante la determinación del consumo de oxígeno, así como en la estratificación pronóstica de pacientes con enfermedades cardiovasculares, particularmente con insuficiencia cardíaca. Se concluye que las PE mantienen plena vigencia al

considerar su utilidad diagnóstica y pronóstica, así como su amplio empleo, bajo costo y poco riesgo. (7)

**Gianrossi, R. et al 1989 USA** “La depresión del ST inducida por el ejercicio en el diagnóstico de la enfermedad de las arterias coronarias. Un metaanálisis para evaluar la variabilidad en la precisión diagnóstica informada del electrocardiograma de ejercicio, aplicamos un metaanálisis a 147 informes publicados consecutivamente que comparaban la depresión del ST inducida por el ejercicio con la angiografía coronaria. Las cuatro variables que se encontraron relacionadas de forma significativa e independiente con la especificidad fueron el tratamiento de las depresiones del segmento ST ascendentes, la exclusión de sujetos con infarto previo o bloqueo de rama izquierda y el uso de hiperventilación previa al ejercicio. La regresión lineal por pasos explicó menos del 35% de la variación en las sensibilidades y especificidades reportadas en las 147 publicaciones. Existe una amplia variabilidad en la precisión informada del electrocardiograma de ejercicio. Esta variabilidad no se explica por la información reportada en la literatura médica. prueba como gammagrafía con talio, exclusión de pacientes en digitálicos y año de publicación. Las cuatro variables que se encontraron relacionadas de forma significativa e independiente con la especificidad fueron el tratamiento de las depresiones del segmento ST ascendentes, la exclusión de sujetos con infarto previo o bloqueo de rama izquierda y el uso de hiperventilación previa al ejercicio. La regresión lineal por pasos explicó menos del 35% de la variación en las sensibilidades y especificidades reportadas en las 147 publicaciones previo o bloqueo de rama izquierda y el uso de hiperventilación previa al ejercicio. La regresión lineal por pasos explicó menos del 35% de la variación en las sensibilidades y especificidades reportadas en las 147 publicaciones. Existe una amplia variabilidad en la precisión informada del electrocardiograma de ejercicio. Esta variabilidad no se explica por la información reportada en la literatura médica. (8)

**Wang, F. et al 2021 China** Carga global de cardiopatía isquémica y factores de riesgo

**Resultados:** A nivel mundial, en 2017 ocurrieron 10,6 millones (intervalo de incertidumbre [IU] del 95 %: 9,6-11,8) casos de CI en 2017, con 8,9 millones (95 % IU: 8,8-9,1) de muertes relacionadas con la CI. Tanto la tasa de incidencia estandarizada por edad (ASIR) como la tasa de mortalidad (ASDR) disminuyeron de 1990 a 2017 (cambio porcentual: 27,4 % y 30,0 %, respectivamente), con valores de cambio porcentual anual promedio (AAPC) de -1,2 % y -1,3 %, respectivamente. En 2017, el número global de DALY relacionados con IHD fue de 170,3 millones (95% UI: 167,1-174,0), y el quintil del índice sociodemográfico (SDI) medio fue el que más contribuyó a estos DALY. En la mayoría de las regiones, los indicadores (incidencia, mortalidad y AVAD) disminuyeron constantemente con el aumento del SDI. La presión arterial sistólica (PAS) alta fue el contribuyente más significativo a los AVAD en la mayoría de las regiones, representando 118,18 millones de AVAD en 2017 a nivel mundial. (13)

Global Burden of Disease Study 2019 suggests that metabolic risk factors are the leading drivers of the burden of ischemic heart disease

**Wang, W. et al 2021 China** El Estudio de la carga mundial de morbilidad de 2019 sugiere que los factores de riesgo metabólicos son los principales impulsores de la carga de cardiopatía isquémica.

La disfunción metabólica se está convirtiendo en un riesgo predominante para el desarrollo de muchas comorbilidades. La cardiopatía isquémica (IHD) todavía impone la mayor carga de enfermedad entre todas las enfermedades cardiovasculares en todo el mundo. Sin embargo, las contribuciones de los factores de riesgo metabólicos a la cardiopatía isquémica a lo largo del tiempo no se han caracterizado por completo. Aquí, analizamos la carga de enfermedad global de la cardiopatía isquémica y 15 factores de riesgo generales asociados desde 1990 hasta 2019 mediante la aplicación del marco metodológico del Estudio de carga global de enfermedad. Encontramos que los casos de muerte global debido a IHD aumentaron constantemente durante ese período de tiempo, mientras que la tasa de mortalidad disminuyó gradualmente. En particular, los factores de riesgo metabólicos se han convertido en el principal impulsor de la cardiopatía isquémica, lo que también contribuyó en gran medida a que la

mayoría de las muertes relacionadas con la cardiopatía isquémica se trasladaran de los países desarrollados a los países en desarrollo.



## 2.1.2 Antecedentes Nacionales

**Bacilio, F.; Mendoza, R. (2020) Perú** “Valor Predictivo de las Pruebas de Esfuerzo y Ecocardiografía realizadas en pacientes de Cardiología del Hospital Almanzor Aguinaga Asenjo 2018. Objetivo: Determinar el valor predictivo de las pruebas de esfuerzo y ecocardiografía realizadas en pacientes de cardiología del HNAAA. Material y métodos: Estudio de pruebas diagnósticas cuantitativo de tipo analítico. Características operativas de las pruebas de esfuerzo y ecocardiografía para el diagnóstico de cardiopatía isquémica en pacientes con angina estable. Resultados: Se analizaron 182 pacientes con alta sospecha clínica de cardiopatía isquémica, edad promedio 67 años: 151 varones y 31 mujeres; 53.3% tienen HTA, 9.34% diabetes mellitus y 23.8% ambas. Se detectó enfermedad coronaria en 93.4%. La prueba de esfuerzo presentó sensibilidad del 66.67%, especificidad 88.99%, valor predictivo positivo (VPP) 93.41% y valor predictivo negativo (VPN) 53.3%, con precisión diagnóstica del 73.35%. La ecocardiografía presentó sensibilidad del 58.02%, especificidad 83.10%, VPP 93.41% y VPN 32.42%, con precisión diagnóstica del 62.91%. La relación prueba de esfuerzo y vaso afectado: 34 con 1 vaso (prueba positiva 6.04% y negativa 12.64%), 50 con 2 vasos (prueba positiva 6.59% y negativa 20.88%), 86 con 3 vasos (prueba positiva 31.32% y negativa 15.93%). Discusión: La sensibilidad de la prueba de esfuerzo fue similar comparado a otros estudios y en especificidad resultó mucho mayor a 72% (3); posiblemente por el parámetro de positividad usado en nuestro Hospital de un infradesnivel de ST mayor a 2mm. En ecocardiografía nuestra sensibilidad fue menor a 70% y especificidad mayor a 55% (2); sugerimos se debe al tiempo de demora para su realización con clínica persistente. La afectación de vaso obtuvo una relación significativa con la prueba de esfuerzo (9).

**Gamarra, S.** (2014) Perú “Ergometría en relación a ecoestrés con dobutamina en la identificación de lesiones coronarias significativas en el INCOR el periodo enero 2013 - enero 2014”. Objetivo: Determinar si el resultado positivo de la ergometría o del ecoestrés con dobutamina son suficientes para la identificación de lesiones coronarias significativas en pacientes con angina estable sometidos a cinecoronariografía, atendidos en el Instituto Nacional Cardiovascular durante el periodo Enero 2013 – Enero 2014. Resultados: Entre las características clínico-epidemiológicas de pacientes con angina estable se observó que el 80% de los pacientes eran de sexo masculino y sus características clínicas más frecuentes fueron: hipertensión arterial (74,5%), consumo de tabaco (55%), dislipidemia (49%) y en menor frecuencia se observó diabetes (20,5%) y obesidad (13%). En la prueba de ergometría el 79,5% de los pacientes tuvieron resultado positivo para la identificación de lesión coronaria significativa, además se encontró clase funcional I en el 45.7% de los pacientes y el 34,3% tuvieron angina limitante. En los resultados del ecoestrés con dobutamina en el 77% de los pacientes se identificaron lesión coronaria significativa, donde se encontró una media de 3.9 segmentos alterados y las lesiones coronarias más frecuentes se observaron en la arteria coronaria descendente anterior (68,6%), seguido de la coronaria derecha (60%) y circunfleja (51,4%). Respecto a la identificación de lesiones coronarias significativas según la prueba de ergometría se evidenció una asociación significativa ( $p=0.036$ ), con buena sensibilidad del 83%, especificidad 33%, VPP 83% y el VPN 32%; así también se encontró relación significativa entre la identificación de lesiones coronarias y la prueba de ecoestrés con dobutamina ( $p=0.016$ ), obteniendo también una buena sensibilidad del 86%, especificidad 58%, VPP 89% y el VPN 50%. (10)

**Vázquez, J .**( 2020) Perú “Mortalidad por enfermedades isquémicas cardíacas en el Perú entre 2005 y 2017”. Objetivo: Medir e identificar cambios en la tendencia temporal de mortalidad por enfermedades isquémicas cardíacas (EIC) en población peruana. Métodos: Se realizó un estudio ecológico con los datos de la base de registros individuales de defunciones del Ministerio de Salud del Perú entre los años 2005 y 2017. Resultados: Entre 2005 y 2017, se presentaron 61 524 muertes por EIC (55.69% en varones). Según el CIE-10: I21 (Infarto agudo de miocardio) representó la mayor proporción de muertes (88.16%),

seguido del CIE 10: I25 (cardiopatía isquémica crónica) con 6.53%. En general, se encontró una disminución de las tasas de mortalidad por EIC ajustadas en la población general (mayor tasa: 45.34 (2005); menor tasa: 18.04 (2015) y para ambos sexos (hombres presentaron en general 1.5 veces la tasa de las mujeres). Las mayores tasas de mortalidad por EIC se encontraron en la región natural Costa (68.55%) y en el área urbana (86.43%). El análisis de regresión joinpoint encontró una reducción en la tendencia de mortalidad por EIC sin puntos de inflexión para la población general ni según sexo. (11)

**Del Carpio, J..** (2015) “Mortalidad y eventos adversos en pacientes con enfermedad coronaria crónica estable sometidos a angioplastia percutánea con Stent o revascularización quirúrgica de miocardio a los 36 meses del procedimiento”. Objetivos: Se compararon las tasas de Mortalidad y de eventos adversos mayores, así como la función sistólica (Fracción de Eyección) del ventrículo izquierdo entre dos grupos de pacientes CABG vs ICP a los 36 meses de realizado el procedimiento. Resultados: En el periodo de estudio se evaluaron 94 pacientes con enfermedad coronaria crónica isquémica estable (CCI), 45 sometidos a revascularización quirúrgica (CABG) y 49 a revascularización vía percutánea (ICP). La edad media fue 68 años, predominando el sexo masculino (88.29%), con antecedentes de Hipertensión Arterial (76.60%), Dislipidemia (67.02%), Diabetes Mellitus (38.29%) El Infarto de miocardio antiguo, así como la revascularización miocárdica previa en el grupo de Intervencionismo percutáneo fue más frecuente. En la evaluación del riesgo pre-procedimiento medido por el Euroscore en ambos grupos, el riesgo alto fue 2.5 veces más en el grupo de intervencionismo ( $p < 0,05$ ). En el grupo quirúrgico (CABG) se encontró el compromiso de Arteria Descendente anterior (91.11%) y Tronco Principal de Arteria Coronaria Izquierda (24.44%). Para la revascularización se utilizó puentes venosos (95.5%) y Arteria Mamaria Interna (84.44%) con un promedio de 3 vasos tratados. En el caso del intervencionismo percutáneo (ICP) los Stent liberadores de fármacos (DES) se utilizaron en 95.92%, siendo la Arteria Coronaria Derecha la más intervenida (44.90%), seguida de la Circunfleja (40.82%) y la Descendente Anterior (36.37%). En un gran porcentaje (95.92%) se logró la reperfusión con flujo TIMI III. . En el grupo de intervencionismo (ICP) como evento adverso mayor se encontró Infarto de miocardio, accidente cerebro

vascular y reintervención percutánea sin una significancia estadística. La Función Sistólica del Ventrículo Izquierdo medida por ecocardiografía con la Fracción de Eyección (FE) al final del periodo de estudio fue muy similar en ambos grupos y en más de la mitad de los casos con una FE > 55%. La tasa de mortalidad en el grupo de CABG fue 2.22% y para el ICP de 6.12%. (12)

## **2.2 Bases teóricas**

### **Enfermedad de la arteria coronaria**

Aunque el progreso en la modificación de los factores de riesgo coronario convencionales y el estilo de vida redujo la incidencia de la enfermedad arterial coronaria aterosclerótica, sigue siendo una de las causas más comunes de muerte y discapacidad en los Estados Unidos y el mundo desarrollado. Podría atribuirse a la defectuosa estrategia actual de estratificación del riesgo y prevención de la enfermedad de las arterias coronarias. En los entornos clínicos actuales, el riesgo de enfermedad cardiovascular aterosclerótica se estima a partir de la identificación y cuantificación de los factores de riesgo tradicionales, y no considera los factores de riesgo no tradicionales. Por lo tanto, la evaluación de riesgo específica del paciente actual puede ser insuficiente para identificar el riesgo individual.(25)

La enfermedad de las arterias coronarias (EAC) causa angina de pecho, infarto de miocardio e insuficiencia cardíaca isquémica y, por lo tanto, contribuye significativamente a que la enfermedad cardiovascular sea la principal causa de muerte en todo el mundo (26) . La EAC se caracteriza por el desarrollo de placas ateroscleróticas en el interior de la pared del vaso coronario que estenosan el vaso causando isquemia o que pueden romperse, lo que a través de la oclusión trombótica del vaso representa el principal mecanismo para el infarto agudo de miocardio (27). El infarto de miocardio o la isquemia crónica gravemente estenótica pueden provocar insuficiencia cardíaca y/o la muerte.

La enfermedad de las arterias coronarias generalmente es causada por la formación de placa aterosclerótica. Las placas se forman dentro del vaso y conducen a diversos grados de obstrucción del lumen. Tal estenosis se

considera hemodinámicamente relevante una vez que el grado supera el 70%(28). Las obstrucciones de flujo hemodinámicamente relevantes pueden causar isquemia en el miocardio distal. Los síntomas resultantes son dolor isquémico clásicamente angina de pecho y/o disnea como expresión de falla de bomba isquémica. Es importante destacar que las placas pueden romperse sin causar un infarto. En este caso, es posible que el trombo no ocluya completamente el vaso o que el flujo colateral puede proteger el miocardio del infarto (29) . Este último mecanismo explica el número relativamente elevado de oclusiones coronarias en la práctica clínica. Además, la enfermedad arterial coronaria migra desde las partes proximales del sistema vascular haciéndose distal, y la gran mayoría de la carga de placa se encuentra en los primeros centímetros de los vasos coronarios (30).

Varios factores como el tabaquismo, el colesterol en la sangre, la diabetes, la hipertension arterial se consideran que contribuyen a la génesis de la arterioesclerosis (31)

### **Prueba de esfuerzo**

La prueba de esfuerzo o ergometría (del griego ergon: 'trabajo', y metron: 'medida') es un procedimiento diagnóstico que evalúa la respuesta del corazón a un ejercicio físico progresivo. Esta prueba es una de las exploraciones cardíacas más utilizadas y proporciona importantes datos diagnósticos y pronósticos en una amplia variedad de pacientes. (4)

### **Realización de la prueba de esfuerzo**

La prueba de esfuerzo inicia cuando el cardiólogo decide en la consulta ordenar la realización de dicho examen. En la ergometría se pretende forzar el corazón para ver cómo responde a un ejercicio físico creciente. La intensidad del ejercicio será acorde a la edad y la capacidad física del paciente.

La prueba de esfuerzo usa como elemento diagnóstico el análisis continuo del electrocardiograma, por lo que es importante asegurar un buen contacto de los electrodos para que permanezca estable sin importar los movimientos del paciente.

Una vez conectado y la señal electrocardiográfica se está monitorizando de manera continua, se inicia el ejercicio. Cada vez es más utilizada la cinta rodante sin fin, ya que permite llegar a un nivel más intenso de actividad. La forma en que el ejercicio progresa es acorde al protocolo de prueba de esfuerzo utilizado, el más usado es el protocolo de Bruce, que cuenta con estadios en el cual la pendiente y la velocidad de recorrido de la banda son constantes. La duración del ejercicio con el protocolo de Bruce para una persona normal es de 8-12 minutos aproximadamente. Existe otro protocolo de Naughton, en el que se programan aumentos más suaves de la carga cada dos minutos. Este protocolo ha sido muy utilizado en la valoración de pacientes con insuficiencia cardíaca.

Durante el examen se vigila continuamente el trazado electrocardiográfico continuo, se valora periódicamente la presión arterial y se observa el grado de fatiga del paciente. Se pide al paciente manifestar sus sensaciones (nivel de cansancio, presencia de dolor torácico) y si, por cualquier motivo, desea detener la prueba, se hace caso al mismo. La prueba se interrumpirá cuando el paciente se encuentre bastante fatigado, aparezcan anomalías clínicas como angina, alteraciones electrocardiográficas, alteración de la presión arterial, o cuando se alcance un nivel de esfuerzo máximo.

Tiene especial interés la valoración de la frecuencia cardíaca conseguida. Se conoce que fisiológicamente todo organismo responde al esfuerzo con incremento de la frecuencia cardíaca y, si el ejercicio es suficientemente intenso, se alcanza la frecuencia cardíaca máxima. Convencionalmente se halla la frecuencia cardíaca máxima teórica restando a la cifra de 220 el número correspondiente a la edad del paciente. La frecuencia cardíaca final es determinante para el valor diagnóstico de la prueba. Si no se llega al 85% (frecuencia cardíaca submáxima), la calidad diagnóstica de la prueba no es muy buena y se hablaría de prueba no concluyente. En caso el paciente use drogas que disminuyan la frecuencia cardíaca esta no llegará al objetivo deseado.

Una vez finalizado el ejercicio, se continuará vigilando al paciente y analizando sus datos clínicos y electrocardiográficos durante varios minutos. La rapidez de recuperación de la frecuencia cardíaca en los primeros dos minutos tras el

ejercicio es un buen indicador del estado cardiovascular del paciente, así como un poderoso factor pronóstico.

La presión arterial se mide periódicamente durante los estadios de la prueba de esfuerzo. Normalmente, la presión sistólica aumenta significativamente al progresar el ejercicio, mientras que la diastólica cambia poco. Se habla de reacción hipertensiva al ejercicio cuando la tensión arterial sistólica llega a 200 milímetros de mercurio (mm/Hg). En numerosos hospitales, si la tensión arterial sistólica pasa de 230 mm/Hg o la diastólica excede los 110 mm/Hg, se suspende la prueba. En el otro extremo, la falta de aumento de la tensión arterial al progresar el ejercicio es un signo de mala función cardíaca y un factor de mal pronóstico. El descenso de 10 mm/Hg apreciado en la presión sistólica al avanzar el ejercicio es un criterio suficiente para interrumpir la prueba. (4)

### **Capacidad funcional**

La prueba de esfuerzo permite estimar la capacidad de trabajo físico de un individuo, es la llamada capacidad funcional. Es la máxima potencia que puede desarrollar el paciente y tiene un importante valor pronóstico en cuanto a la enfermedad cardíaca de base. Se emplea una unidad peculiar: el MET, derivada del equivalente metabólico. Un MET es el consumo de oxígeno de una persona en reposo; así, si se dice de alguien que tiene una capacidad de 12 METS en el ejercicio máximo, se está expresando que es capaz de multiplicar por doce su consumo de oxígeno basal. La mayor parte de las veces no se suele medir el consumo de oxígeno, sino que se deduce aproximadamente a partir de la duración del ejercicio en un determinado protocolo. Por ejemplo, un paciente que completa nueve minutos del test de Bruce tiene una capacidad funcional de 10 METS. (4)

### **Otras indicaciones de la prueba de esfuerzo**

Otras veces se indica la prueba de esfuerzo para evaluar la capacidad de taquicardización con el esfuerzo (conocida como respuesta cronotropa) de determinados pacientes con frecuencia cardíaca baja en reposo. En una arritmia tan habitual como la fibrilación auricular, la ergometría permite conocer la

respuesta de la frecuencia cardíaca al ejercicio y resulta un pilar básico para ajustar el tratamiento farmacológico. Otra indicación relacionada es la valoración del paciente portador de marcapasos, especialmente de aquellos modelos con sensor de actividad, capaces de aumentar la frecuencia cardíaca según las necesidades del paciente. Incluso es cada vez más habitual realizar una prueba de esfuerzo en individuos sanos durante revisiones laborales o como estudio previo al inicio de un programa de entrenamiento deportivo. La utilidad de la prueba de esfuerzo en estas indicaciones está menos establecida, pero distintas sociedades científicas coinciden en que es una práctica recomendable, al menos en ciertos grupos. Por ejemplo, los individuos que realizan trabajos relevantes para la seguridad pública (pilotos, controladores aéreos) y los que desempeñan trabajos de grandes requerimientos físicos (bomberos...) deberían someterse periódicamente a un test de esfuerzo. También está indicada la ergometría en pacientes diabéticos o con otros factores de riesgo cardiovascular que desean iniciar un programa de entrenamiento físico. (13)

### **Fisiología del ejercicio**

En una situación de ejercicio dinámico, la frecuencia ventricular se acelera consecuente a la supresión vagal, el aumento de la ventilación alveolar y el incremento del retorno venoso, fundamentalmente como consecuencia de una venoconstricción simpática. La magnitud de la respuesta hemodinámica durante el ejercicio depende de la intensidad del mismo y de la masa muscular que participe en dicho ejercicio. Durante las fases iniciales del ejercicio en posición erecta aumenta el gasto cardíaco gracias a un incremento del volumen de eyección mediado por el mecanismo de Frank-Starling y la frecuencia cardíaca. El aumento del gasto cardíaco durante las fases posteriores del ejercicio se debe fundamentalmente a un incremento de la frecuencia ventricular mediado por el sistema simpático. Con un esfuerzo submáximo fijo por debajo del umbral anaeróbico, suele alcanzarse una situación estable tras el segundo minuto de ejercicio, después de lo cual la frecuencia cardíaca, el gasto cardíaco, la presión arterial y la ventilación pulmonar se mantienen a unos niveles razonablemente constantes.



Durante un esfuerzo intenso, la descarga simpática alcanza su nivel máximo y desaparece la estimulación parasimpática, lo que da lugar a una vasoconstricción en la mayoría de los sistemas circulatorios, con la excepción de la circulación del músculo que participa en el ejercicio y de las circulaciones cerebral y coronaria. Se incrementa los niveles de noradrenalina venosa y arterial en las terminaciones nerviosas simpáticas posganglionares, así como las concentraciones séricas de renina; la liberación de catecolaminas estimula la contractilidad miocárdica. Al continuar el ejercicio, aumenta el flujo sanguíneo a través del músculo esquelético, llega a triplicarse la extracción de oxígeno, disminuye la resistencia periférica total calculada y suelen aumentar la presión arterial sistémica, la presión arterial media y la presión del pulso. La presión diastólica no varía de forma significativa. El lecho vascular pulmonar puede adaptarse incluso a un gasto cardíaco seis veces mayor con un aumento moderado de la presión arterial pulmonar, la presión de enclavamiento de los capilares pulmonares y la presión auricular derecha; en los individuos normales esto no limita la capacidad máxima de ejercicio.(14)

Durante el ejercicio intenso en bipedestación, el gasto cardíaco incrementa 4 a 6 veces por encima de los valores basales, dependiendo de la genética y del grado de la condición física. En las personas mayores disminuyen la frecuencia cardíaca y el gasto cardíaco máximos, debido en parte a una reducción de la capacidad de respuesta. Para calcular la frecuencia cardíaca (FC) máxima se puede utilizar la siguiente fórmula:  $FC = 220 - \text{edad (en años)}$ . La frecuencia cardíaca máxima para una edad representa un parámetro muy útil por razones de seguridad. En la fase posterior al ejercicio, los parámetros hemodinámicos vuelven a los valores basales a los pocos minutos de la interrupción del ejercicio. La reactivación vagal constituye un importante mecanismo de desaceleración cardíaca tras el ejercicio y se acelera en los deportistas entrenados, pero disminuye en los pacientes con insuficiencia cardíaca crónica. El trabajo físico muy intenso o los problemas cardiorrespiratorios importantes pueden dificultar la consecución de un estado estable, y durante el ejercicio se produce un déficit de oxígeno. La deuda de oxígeno equivale al exceso de captación total de oxígeno en relación con la captación de oxígeno en reposo durante el período de recuperación. (14)

## **Posición del paciente**

El aumento del gasto cardíaco de los individuos normales en posición erecta se debe a la suma del aumento del volumen de eyección y la frecuencia cardíaca. Al pasar del decúbito supino a la posición erecta disminuyen el retorno venoso, la presión y el volumen diastólico terminales del ventrículo izquierdo, el volumen de eyección y el índice cardíaco. (14)

## **Protocolos del ejercicio**

Los principales tipos de ejercicio son el ejercicio isotónico o dinámico, el ejercicio isométrico o estático y el ejercicio contra resistencia (isométrico e isotónico combinado). Los protocolos más utilizados para evaluar la reserva cardiovascular y, por consiguiente, aptos para las pruebas clínicas, deben incluir una fase de calentamiento ligero. En general, para las pruebas diagnósticas y pronósticas bastan aproximadamente de 8 a 12 min de ejercicio continuo y progresivo durante el que la demanda miocárdica de oxígeno aumenta hasta alcanzar el valor máximo para el paciente. El protocolo debe incluir un período adecuado de recuperación o enfriamiento. Si el protocolo resulta demasiado exigente para un paciente determinado, hay que terminar la prueba antes de tiempo y no se tiene la oportunidad de observar respuestas clínicamente importantes. Si el protocolo de ejercicio es demasiado sencillo para un paciente, la prueba se prolonga y solo se mide la resistencia, no la capacidad aeróbica. Por consiguiente, hay que personalizar los protocolos para adaptarse a las limitaciones del paciente. Se puede establecer un tiempo fijo de ejercicio a una intensidad predeterminada para poder cumplir los requisitos mínimos para determinados trabajos industriales o programas deportivos. Ejercicio dinámico ergometría de brazo. Los protocolos de ergometría con una manivela braquial se basan en el movimiento de un pedal braquial contra una resistencia escalonada de 10-20W durante períodos de 2 o 3 min. Normalmente, la respuesta de la frecuencia cardíaca y la presión arterial a un esfuerzo determinado de ejercicio braquial es mayor que la que se observa con los ejercicios de piernas. Se utiliza un ergómetro de bicicleta con el eje situado a la altura de los hombros; el individuo se sienta o se mantiene pie y pedalea extendiendo alternativamente los brazos en su totalidad. La frecuencia más utilizada es de 50rpm. En los

individuos normales, el  $Vo_2$  y el  $Ve$  máximos para el pedaleo braquial se aproximan al 50-70% de los medidos durante el pedaleo con las piernas. El  $Vo_2$  pico y la frecuencia cardíaca pico equivalen aproximadamente al 70% de los medidos durante las pruebas de las piernas. (2)

### **Ergometría de bicicleta**

Para los protocolos de bicicleta se aplican cargas crecientes calibradas en vatios o kilopondios-metros por minuto (kpm).<sup>17</sup> Un vatio equivale aproximadamente a 6 kpm. Dado que el ejercicio en un ergómetro de bicicleta no se realiza contra una resistencia, se pueden convertir los kpm o los vatios en mililitros de oxígeno captados por minuto. En las bicicletas de freno mecánico, el trabajo se determina en función de la fuerza y la distancia, y se necesita un ritmo de pedaleo constante de 60-80 rpm, dependiendo de las preferencias del paciente. En las bicicletas de freno electrónico se obtiene un esfuerzo constante, aunque cambie el ritmo del pedaleo

### **Protocolo de cinta sin fin**

El protocolo de cinta sin fin debe adecuarse a la capacidad física del paciente y a los objetivos de la prueba. En los individuos sanos se suele utilizar el protocolo estándar de Bruce. El protocolo de cinta sin fin máximo en varias etapas de Bruce incluye períodos de estabilización de 3 min antes de procederá aumentar la carga. En las personas mayores o en aquellas con una capacidad de ejercicio limitada por una cardiopatía, se puede modificar el protocolo intercalando dos fases de calentamiento de 3 min a 2,5 km/h y un grado del 0% y a 2,5 km/h y un grado del 5%. El protocolo de Bruce tiene dos inconvenientes: el incremento relativamente importante de  $Vo_2$  entre las distintas fases y el coste energético adicional de tener que correr en lugar de caminar por encima de la etapa III de Bruce. Los protocolos de Naughton y de Weber se dividen en fases de 1-2 min con incrementos de 1 MET entre las mismas; estos protocolos pueden ser más adecuados para los pacientes que toleran mal el esfuerzo, como aquellos que tienen una insuficiencia cardíaca congestiva compensada.

### **Interpretación de las alteraciones electrocardiográficas**

En pacientes sin antecedentes de infarto de miocardio y electrocardiograma normal, las derivaciones precordiales son suficientes como marcadores de cardiopatía isquémica. Las derivaciones inferiores aportan poca información adicional. En pacientes con electrocardiograma normal, la depresión del ST exclusivamente en derivaciones inferiores tiene poco valor como indicador de cardiopatía isquémica. (22)

La depresión descendente como horizontal del segmento ST son potentes predictores de enfermedad coronaria, comparadas con la depresión ascendente del segmento ST (23)

La elevación del ST en derivaciones con onda Q es un hecho que se presenta con relativa frecuencia, pero en derivaciones si sonda Q es algo extremadamente infrecuente. La elevación del segmento ST en pacientes con electrocardiograma normal indica isquemia transmural por espasmo coronario o lesión crítica (4)

### **Medición del desplazamiento del segmento ST.**

A la hora de interpretar un ECG se suele tomar como punto isoeléctrico la unión PQ. El segmento TP constituye el verdadero punto isoeléctrico, pero no resulta práctico para la mayoría de las mediciones clínicas rutinarias. Se considera que una depresión del punto J de 0,10 mV (1 mm) o más en relación con la unión PQ, con un segmento ST relativamente plano (p. ej.,  $<0,7-1$  mV/s), y una depresión de 0,10mV o más 80 ms tras el punto J (ST 80) en tres latidos consecutivos, con una línea basal estable, constituye una respuesta anormal. (2)

### **Fisiopatología de la respuesta de isquemia miocárdica**

El corazón es un órgano aeróbico con muy poca capacidad para generar energía a partir del metabolismo anaeróbico. La extracción de oxígeno a partir de la circulación coronaria alcanza casi su valor máximo en reposo. El único mecanismo importante del que dispone el corazón para aumentar el consumo de oxígeno consiste en aumentar la perfusión, observándose una relación lineal directa entre vasodilatación y el flujo sanguíneo coronario en las personas normales. El principal mecanismo para incrementar el flujo coronario durante el

ejercicio consiste en reducir la resistencia a través de las arteriolas coronarias. En los pacientes con un estrechamiento aterosclerótico progresivo de los vasos epicárdicos se observa un umbral isquémico, y por encima de dicho umbral el esfuerzo puede producir anomalías en la función diastólica y sistólica ventricular, cambios electrocardiográficos y dolor torácico. El subendocardio es más sensible a la isquemia miocárdica que el subepicardio debido a la mayor tensión de las paredes, que provoca un aumento relativo de la demanda miocárdica de oxígeno en el subendocardio. (14)

### **Estratificación del riesgo con una prueba de esfuerzo**

Existen diferentes parámetros para determinar la capacidad de ejercicio, como la duración de este, los METS alcanzados, la máxima frecuencia cardiaca alcanzada, la ventaja es aportar información sin importar el tipo de ejercicio realizado o protocolo usado.

Otro marcador es la depresión del ST, o la angina inducida por el esfuerzo.( 20)

Otro marcador de menor probabilidad es la cantidad de derivadas con depresión del ST y su duración en la fase de recuperación.

Se define como una prueba positiva precoz aquella en la que resulta una depresión mayor a 1 mm en los primeros dos estadios del protocolo de Bruce.

El score de Duke permite predecir la mortalidad anual (20)

La depresión del ST es menos sensible en las mujeres que en varones, esto explica la menor prevalencia de enfermedad coronaria severa en mujeres y la incapacidad de muchas mujeres de alcanzar la máxima capacidad aeróbica (21)

En conclusión la prueba de esfuerzo permite correlacionar la presencia y la severidad de la enfermedad coronaria.

## **Mediciones no electrocardiográficas**

El ECG representa solo una parte de la prueba de esfuerzo y las anomalías hemodinámicas o la capacidad funcional son tan importantes como el desplazamiento del segmento ST. La respuesta normal al ejercicio consiste en un aumento progresivo de la presión sistólica conforme aumenta el esfuerzo, hasta alcanzar una respuesta máxima que oscila entre 160 y 200mmHg, correspondiendo el límite superior de la escala a los pacientes de más edad y con sistemas vasculares menos distensibles. Se considera anormal que la presión sistólica no supere los 120mmHg, que experimente un descenso mantenido superior a 10 mmHg y que se pueda repetir a los 15 s, o que descienda durante el ejercicio por debajo de los valores medios en reposo con el paciente erecto, cuando la presión arterial ha ido aumentando adecuadamente; todo esto refleja un aumento insuficiente del gasto cardíaco a causa de una disfunción de la bomba sistólica ventricular izquierda o una reducción excesiva de la resistencia vascular sistémica. La hipotensión arterial de esfuerzo oscila entre el 3% y el 9% y es mayor en los pacientes con enfermedad de tres vasos o de la arteria coronaria principal izquierda. La frecuencia sinusal aumenta gradualmente con el esfuerzo, mediada en parte por la inervación simpática y parasimpática del nódulo sinoauricular y por las catecolaminas circulantes. En algunos pacientes que experimentan ansiedad durante la prueba de esfuerzo puede observarse inicialmente una reacción excesiva de la frecuencia cardíaca y la presión sistólica al comenzar el ejercicio, produciéndose una estabilización después de 30-60 s, aproximadamente, Para establecer un diagnóstico o un pronóstico es necesario considerar la máxima capacidad de trabajo. Cuando un paciente no puede completar un grado moderado de esfuerzo o alcanzar como mínimo el 85- 90% del máximo previsto para su edad, el grado de esfuerzo realizado puede ser inadecuado para evaluar la reserva cardíaca. Los resultados no diagnósticos son más frecuentes en los pacientes con vasculopatías periféricas, limitaciones ortopédicas o deterioro neurológico, y en los pacientes con escasa motivación. En estas circunstancias, se debe considerar la posibilidad de recurrir a estudios de imagen con provocación farmacológica. (14)

## **Respuesta de la frecuencia cardiaca**

La frecuencia sinusal aumenta gradualmente con el esfuerzo, mediada en parte por la inervación simpática y parasimpática del nódulo sinoauricular y por las catecolaminas circulantes. En algunos pacientes que experimentan ansiedad durante la prueba de esfuerzo puede observarse inicialmente una reacción excesiva de la frecuencia cardíaca y la presión sistólica al comenzar el ejercicio, produciéndose una estabilización después de 30-60 s, aproximadamente.

## **Indicaciones para la prueba de esfuerzo**

La prueba de esfuerzo se utiliza fundamentalmente para diagnosticar una enfermedad de arteria coronaria, determinar la capacidad funcional y establecer el pronóstico. Las indicaciones siguen aumentando, con algunas que son aceptadas universalmente y otras que provocan mayor controversia. La American Heart Association y el American College of Cardiology Exercise Task Force establecieron varias categorías de indicaciones para esta prueba basándose en una gran cantidad de trabajos publicados acerca de la prueba de esfuerzo (2).

## **Contraindicaciones para la efectuar la prueba de esfuerzo**

### **Absolutas**

Infarto de miocardio reciente menos de 3 días

Angina inestable no controlada con medicación

Arritmias cardíacas no controladas

Estenosis aórtica no estabilizada

Embolia pulmonar

Diseccción aórtica

Incapacidad física o psíquica para realizar la prueba de esfuerzo

### **Relativas**

Estenosis valvular moderada

Anomalías electrolíticas

Hipertensión arterial severa

Taquiarritmias o bradiarritmias

Miocardiopatía hipertrófica u otras formas de obstrucción del tracto de salida del ventrículo izquierdo. (17)

## **Criterios de finalización de pruebas de esfuerzo**

### **Absolutos**

El deseo reiterado del sujeto de detener la prueba

Dolor torácico anginoso progresivo

Descenso o falta de incremento de la presión sistólica pese al aumento de la carga

Arritmias severas, extrasístoles ventriculares frecuentes, progresiva y multiforme, flúter o fibrilación ventricular

Síntomas del sistema nervioso central ataxia, mareo o síncope

Síntomas de mala perfusión: cianosis, palidez

Mala señal electrocardiográfica que impida el control del trazado

### **Relativos**

Cambios llamativos del ST o QRS

Fatiga, disnea o claudicación

Taquicardias no severas incluyendo las paroxísticas

Bloqueo de rama que simule taquicardia ventricular (18,19)

## **2.3 Marco conceptual**

**Prueba de esfuerzo.** - Es una técnica diagnóstica fundamental que se utiliza principalmente para el diagnóstico de la angina de pecho en pacientes con dolor torácico y para valorar la respuesta del corazón ante el ejercicio. Su uso en la enfermedad coronaria se fundamenta en la capacidad de poner de manifiesto alteraciones cardiovasculares no presentes mientras el paciente está en reposo y que pueden ocurrir con el ejercicio físico.

**Cardiopatía coronaria.**- Cardiopatía coronaria, arteriopatía coronaria (CAD), enfermedad de las arterias coronarias o coronariopatía, enfermedad coronaria (EACo), cardiopatía o enfermedad cardíaca arterioesclerótica es un estrechamiento de los pequeños vasos sanguíneos que suministran sangre y



oxígeno al corazón. Esta enfermedad también se denomina arteriopatía coronaria.

**Sensibilidad:**

Porcentaje de sujetos con una enfermedad que presentan resultados anómalos en la prueba y, en el caso de enfermedad arterial coronaria, se ve influida por la gravedad de la dolencia, el nivel de esfuerzo y el uso de medicaciones contra la isquemia

**Especificidad:**

Porcentaje de sujetos sin enfermedad que presentan resultados normales en la prueba, y en ella podrían influir los patrones electrocardiográficos en reposo( p.ej hipertrofia VI, alteraciones en ST-T, retraso de la conducción interventricular) y fármacos como la digoxina.

Todas las pruebas presentan intervalos de sensibilidades y especificidades inversamente relacionadas, de manera que, cuando la sensibilidad alcanza su valor máximo, la especificidad es mínima, y viceversa. Pueden seleccionarse mediante la especificación de un discriminante u otro punto de corte diagnóstico.

Verdadero positivo (VP) Resultado anormal en un individuo con la enfermedad

Falso positivo (FP) Resultado anormal en un individuo sin la enfermedad

Verdadero negativo (VN) Resultado normal en un individuo sin la enfermedad

Falso negativo (FN) Resultado normal en un individuo con la enfermedad

Sensibilidad (S) Porcentaje de pacientes con la enfermedad que tienen una prueba anormal  $S = VP / (VP + FN)$

Especificidad (E) Porcentaje de los pacientes sin la enfermedad que tienen una prueba normal  $E = VN / (VN + FP)$

Valor predictivo positivo (VP+) Porcentaje de pacientes con una prueba anormal que tienen la enfermedad.  $VP+ = VP / (VP + FP)$

Valor predictivo negativo (VP-) Porcentaje de pacientes con una prueba normal que no tienen la enfermedad.

$$VP- = \frac{VP}{(VP+FN)}$$

## **CAPITULO III HIPOTESIS Y VARIABLES**

### **3.1 Hipótesis**

#### **3.1.1 Hipótesis General**

La prueba de esfuerzo tiene validez pronóstica en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018- 2021

#### **3.1.2 Hipótesis Específicas**

La prueba de esfuerzo es sensible, en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021.

La prueba de esfuerzo es específica en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021.

La prueba de esfuerzo tiene valor predictivo positivo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021.

La prueba de esfuerzo tiene valor predictivo negativo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021.

### **3.2 Variables**

Prueba de esfuerzo

Cardiopatía coronaria

Edad

Sexo

Peso

Actividad física

Ocupación.

Hipertensión arterial

Diabetes

Actividad física

### 3.3 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS OPERACIONALES

Variable	Definición conceptual	Def. operacional	Tipo de variable	indicador	Escala	item	Fuente
<b>Prueba de esfuerzo</b>	Prueba diagnostica que consiste en realizar un registro electrocardiográfico durante el esfuerzo controlado.	Se evalúa mediante la valoración de la depresión o elevación del segmento ST	Cuantitativa	Número de milímetros de depresión o elevación del segmento ST	nominal	PE positiva PE negativa	Historia clínica
<b>Cardiopatía coronaria</b>	Patología en la se produce un estrechamiento u obstrucción de las arterias coronarias	Arterias coronarias estrechas u obstruidas.	cualitativa	Grado de obstrucción	nominal	Si / No	Historia clínica
Edad	Tiempo que ha vivido una persona	Años cumplidos	cuantitativa	años	Razón	años	Historia clínica
Genero	Categoría dinámica construida socialmente	Femenino, masculino, transexual	cualitativa	fenotipo	nominal	M/F	Historia clínica
peso	Masa de una persona	Peso en kilogramos	cuantitativa	kilogramo	razón	Kilogramos	Historia clínica
Actividad física	Movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos con el consiguiente consumo de energía.	Actividad leve, moderada, enérgica	cualitativa	Según escala	ordinal	SI / No	Historia clínica
ocupación	Actividad en que la persona participa cotidianamente	No aplica	cualitativa	No aplica	nominal	No aplica	Historia clínica
Diabetes	Enfermedad metabólica crónica caracterizada por glucosa en sangre elevada.	Hiperglicemia	cualitativa	Glucosa en ayunas $\geq 126$ mg/dl	nominal	Si / No	Historia clínica
Hipertensión arterial	Trastorno por el cual los vasos sanguíneos tienen persistentemente una tensión elevada.	Toma de presión arterial	cuantitativa	PAS Y PAD $\geq 140/90$	nominal	Presente ausente	Historia clínica

## **CAPITULO IV METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

### **4.1 Diseño metodológico**

#### **4.1.1 Tipo de investigación**

Descriptivo, observacional, transversal.

#### **4.1.2 Métodos de investigación**

Se usará el método deductivo cuantitativo.

### **4.2 Población y muestra**

Se estudiará todos los casos sometidos que fueron sometidos a prueba de esfuerzo.

a) Espacial. - El estudio se realizará en el hospital San José del Callao en el servicio de cardiología, específicamente en los consultorios.

b) Poblacional. - El estudio se realizará en el 100% de los pacientes mayores de 18 años, que fueron sometidos a prueba de esfuerzo en el periodo de estudio.

c) Temporal.- El trabajo se desarrollará con la revisión de las Historias clínicas de los casos identificados que estudiamos.

Tiempo de duración del estudio para la búsqueda de casos por 4 años, desde enero 2018 a diciembre 2021.

### **4.3 Medios de recolección de información**

Se empleará la Ficha de Datos para recopilar la información clínica y demográfica de las pacientes. Ver en anexos la Ficha de Datos. .

### **4.4 Técnicas de procesamiento de datos**

Los datos recolectados se ingresarán a una base de datos de Excel

#### **4.5 Diseño y esquema de análisis estadístico**

Se realizará un análisis univariado hallando frecuencias de variables cualitativas y medidas de tendencia central, así como de dispersión de variables cuantitativas. Luego, se realizará el cálculo bivariado tanto en las variables cuantitativas como cualitativas. Se usará en el análisis cuantitativo de comparación de medias la prueba no paramétrica de U Mann Withney según la distribución probada con la prueba de Kolomogrov-Smirnov, mientras que las cualitativas se obtendrá medidas de asociación la prueba de Chi cuadrado. Finalmente, se realizará un análisis multivariado por medio de la prueba de regresión logística binaria, con las variables que tuvieron significancia estadística.

#### **4.6 Aspectos éticos**

El presente trabajo de investigación será evaluado por el comité de ética de la Universidad Privada San Juan Bautista y el comité de ética del Hospital San José del Callao.

## **CAPÍTULO V: ADMINISTRACION DE LA INVESTIGACION**

### **5.1. Recursos humanos**

El Investigador

Técnico estadístico

Digitador

Metodólogo

### **5.2. Recursos materiales**

Computadora

Papel bond

Usb

Lápices, lapicero

### **5.3. Presupuesto**

NRO	Categorías de gastos	Costos en soles
1	Trabajo de campo	300
2	Digitación e impresión	200
3	Internet	100
4	Anillados y empastados	100
5	Papelería y otros	50
6	Costos imprevistos	100
TOTAL		850





## BIBLIOGRAFIA

1. Shimizu Y. Enfermedades cardiovasculares.; 2021.. Disponible en: [https://www.who.int/es/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab\\_3](https://www.who.int/es/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab_3)
2. Gibbons Re. ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing. Summary article: A report of the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines). J Am Coll Cardiol. 2002; 40(8): p. 1531-40.
3. Pualacher Ce. Valor diagnóstico de las desviaciones del segmento ST durante la prueba de esfuerzo cardíaco: comparación sistemática de diferentes derivaciones de ECG y puntos de tiempo. Int J Cardiol. 2017; 238: p. 166-172.
4. Douglas Pe. Braunwald. Tratado de cardiología España: Elsevier España S.A; 2019.
5. Eshraghi Ae. Valor diagnóstico del electrocardiograma en la predicción de una respuesta exagerada de la presión arterial a la prueba de esfuerzo con ejercicio. The Electronic Physician. 2016; 8(8): p. 2765–2771.
6. Natsui Se. Evaluación de la prueba de esfuerzo cardíaco para pacientes ambulatorios después de visitas al departamento de emergencias por sospecha de síndrome coronario agudo. Ann Emerg Med. 2019; 74(2): p. 216–223.
7. Rivas E. Revisión de guías internacionales y normas cubanas. Revista Cubana de Cardiología y Cirugía. 2020; 26(2): p. 1561-2937.
8. Gianrossi Re. La depresión del ST inducida por el ejercicio en el diagnóstico de la enfermedad de las arterias coronarias. Un metanálisis. Circulation. 1989; 80(1).
9. Bacilio M, Mendoza R. Valor Predictivo de las Pruebas de Esfuerzo y Ecocardiografía realizadas en pacientes de Cardiología del Hospital Almanzor Aguinaga..
10. Gamarra S. Ergometría en relación a ecoestrés con dobutamina en la identificación de lesiones coronarias significativas en el INCOR el periodo enero 2013 - enero 2014..

11. Vasquez J. Mortalidad por enfermedades isquémicas cardíacas en el Perú..
12. Del Carpio J. Mortalidad y eventos adversos en pacientes con enfermedad coronaria crónica estable sometidos a angioplastia percutánea con Stent o revascularización quirúrgica de miocardio a los 36 meses del procedimiento..
13. Wang W. Global Burden of Disease Study Suggests that metabolic risk factors are the leading drivers of the burden of ischemic heart disease. *Cell metabolism* 2019;33:10:1943–1956.
14. Libby P. Braunwald. Tratado de Cardiología. octava ed.: Elsevier Saunders; 2009
15. Wang W, Hu M, Liu H, Zhang X, Li H, Zhou F, Liu Y et al Global Burden of Disease Study 2019 suggests that metabolic risk factors are the leading drivers of the burden of ischemic heart disease. *Cell metabolism* 2021;33:10:1943–1956
16. Juhani K, William W, Antti S, Davide C, Emanuele B, Christian, et al. ESC Scientific Document Group, 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes: The Task Force for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC), *European Heart Journal*, 2020;41:14:407–477
17. Fletcher GF, Flipse T, Malouf J Kligfield P En Rourke R. editor. Situación actual de la prueba de esfuerzo electrocardiográfica. *Curr Probl Cardiol* 1999; 1:1-125
18. Fletcher GF, Balady G, Froelicher VF, Hartley LH, Haskell WL, Pollock ML. Exercise standards: a for health care professionals from the American Heart Association Writing Group. Special Report. *Circulation* 1995;91 580-615
19. Ellestad M, Pruebas de esfuerzo. Bases y aplicación clínica En Ellestad M, editor. Las pruebas de esfuerzo. Barcelona: Ediciones consulta. 1998.
20. Mark DB, Hlatky MA, Harrell FE Jr. Lee KL, Califf RM, Pryor DB. Exercise treadmill score for predicting prognosis in coronary artery disease. *Ann Intern Med* 1987;106:793-800.

21. Hlatky MA, Pryor DB, Harrell FE Jr, Califf RM, Mark DB, Rosati RA. Factors affecting sensitivity and Specificity of exercise electrocardiography: multivariable análisis. *Am J Med* 1984;77: 64-71.
22. Miranda CP, Liu J, Kadar A, Janosi A, Froning J, Legmann KG et al. Usefulness of exercise-induced ST segment depression in the inferior leads during exercise testing as a marker for coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1992;69:303-307.
23. Rijncke RD, Ascoop CA, Talmon JL. Clinical significance of upsloping ST segments in exercise electrocardiography. *Circulation* 1980; 61:671-678.
24. Gianrossi R, Detrano R, Mulvihill D, Lehmann K, Dubach P, Colombo A et al. Exercise-induced ST depression in the diagnosis of coronary artery disease: a metaanalysis. *Circulation*. 1989;80:87-98.
25. Matsuzawa Y, Lerman A. Disfunción endotelial y enfermedad arterial coronaria: evaluación, pronóstico y tratamiento. *Enfermedad de las arterias coronarias* , 2014; 8: 713–724.
26. Neumann FJ, Sousa-Uva M , Ahlsson A et al. Guía ESC/EACTS 2018 sobre revascularización miocárdica. *Eur Heart J*.2019; 40:87 – 165
27. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS , et al. Tercera definición universal de infarto de miocardio. *Eur Heart J* .2012;33:2551 – 2567
28. Jeon C, Candia S, Wang J, Holper E, Ammerer M, Kunts R, et al. Distribuciones espaciales relativas de la inserción del injerto de derivación de la arteria coronaria y la trombosis aguda: un modelo para la protección contra el infarto agudo de miocardio, *Am Heart J* 2010;160:195 – 201
29. Seiler C, Stoller M, Pitt B, Meier P. La circulación colateral coronaria humana: desarrollo e importancia clínica. *Eur Heart J* 2013; 34:2674 – 2682
30. Wang J, Normand S, Mauri L, Kuntz R. Distribución espacial de las arterias coronarias de las oclusiones por infarto agudo de miocardio *Circulación* 2004;110:278 – 284

31. Novo S, Avellone G, DiGarbo V, Ruiz-Irastorza G Prevalencia de los factores de riesgo de enfermedad arterial periférica Una evaluación clínica epidemiológica. *Int Angiol*; 1991;36:323-337

## ANEXOS

### ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema principal	Objetivo general	HIPOTESIS	VARIABLES	POBLACION	TIPO DE ESTUDIO
¿Tiene validez pronóstica de la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 - 2021?	Determinar validez pronóstica de la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 - 2021	La prueba de esfuerzo tiene validez pronóstica en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018- 2021	- Cardiopatía coronaria - Prueba de esfuerzo	El estudio se realizará en el 100% de los pacientes mayores de 18 años, que fueron sometidos a prueba de esfuerzo en el periodo de estudio.	Descriptivo, observacional, transversal.
	<b>Específicos</b>				
<p>¿Cuál es la sensibilidad de la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021?</p> <p>¿Cuál es la especificidad de la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021?</p> <p>¿Cuál es el valor predictivo positivo de la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021?</p> <p>¿Cuál es el valor predictivo negativo de la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021?</p>	<p>-Conocer las características de la población estudiada en el Hospital San José Callao 2018 - 2021</p> <p>-Conocer sensibilidad, de la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 – 2021</p> <p>-Conocer la especificidad, de la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 - 2021</p> <p>-Conocer el valor predictivo positivo de la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 - 2021</p> <p>-Conocer el valor predictivo negativo, de la prueba de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 - 2021</p>	<p>La prueba de esfuerzo es sensible, en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021.</p> <p>La prueba de esfuerzo es específica en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021.</p> <p>La prueba de esfuerzo tiene valor predictivo positivo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021.</p> <p>La prueba de esfuerzo tiene valor predictivo negativo en el diagnóstico de la cardiopatía coronaria en el Hospital San José Callao 2018 al 2021.</p>	<p>Edad</p> <p>Sexo</p> <p>Peso</p> <p>Actividad física</p> <p>Ocupación</p> <p>Diabetes</p> <p>Hipertensión arterial</p>	La muestra es censal	Descriptivo, observacional, transversal.

## ANEXO 2: INSTRUMENTO FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CARACTERÍSTICAS BASALES			
		NO ISQUEMIA	SI ISQUEMIA
<b>Sexo</b>	VARONES		
	MUJERES		
<b>Edad / años</b>			
<b>Fumador</b>			
<b>Enfermedad asociada</b>	Diabetes		
	Hipertensión		
	Hipercolesterolemia		
	Hist. Enfermedad coronaria		
<b>IAM-previo</b>	Menor o igual 30 días antes de EE		
	Mayor 30 días antes de EE		
<b>Revascularización coronaria</b>	Percutánea		
	Quirúrgica		
<b>Dolor torácico</b>	Angina típica		
	Angina atípica/probable		
	Dolor torácico no anginoso		
<b>Medicaciones</b>	B- bloqueantes (SUSPENDIDO)		
	Antagonistas del calcio		
	Nitratos		
	IECAs / ARA-II		
	Diuréticos		
	Digital		

<b>DATOS EN LA ELECTROCARDIOGRAFIA DEL EJERCICIO</b>			
		<b>NO ISQUEMIA</b>	<b>ISQUEMIA</b>
<b>Presión Arterial mm Hg</b>	Reposo		
	Pico		
<b>Frecuencia Cardiaca, lpm</b>	Reposo		
	Pico		
<b>Test Submaximo</b>			
<b>Angina durante el Test</b>			
<b>ECG positivo</b>	(ELEVACION DEL ST)		
<b>Ergometría positiva</b>	(DEPRESION DEL ST)		
<b>ECG no interpretable</b>			
<b>Equivalentes metabólicos alcanzados (METS)</b>			
<b>Capacidad funcional</b>			

