

República Dominicana



**UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA – UNIBE**

**Tesis de Postgrado para optar por el título de Especialista en Medicina Interna**

**Valor diagnóstico de la tomografía de emisión de fotón único de perfusión miocárdica para evaluación de enfermedad arterial coronaria del Hospital General de la Plaza de la Salud en el periodo de Enero 2022- Diciembre 2022**

**Realizado por:**

**Dra. Johanny Liliana Bonilla Moya 20-1102**

**Asesorado por:**

**Dra. Violeta González (Asesora Metodológica)**

**Dr. Víctor Atallah (Asesor clínico)**

Los conceptos emitidos en la presente tesis de postgrado son de la exclusiva responsabilidad de los sustentantes de la misma.

**Santo Domingo, Distrito Nacional  
Junio 2023**

**Valor diagnóstico de la tomografía de emisión de fotón  
único de perfusión miocárdica (SPECT) para  
evaluación de enfermedad arterial coronaria del  
Hospital General de la Plaza de la Salud en el período  
de Enero 2022- Diciembre 2022**

## Contenido

Resumen .....	5
Abstract .....	6
Agradecimientos.....	7
Capítulo 1 .....	11
1.1 Planteamiento del problema .....	11
1.2 Preguntas de Investigación .....	13
1.3 Objetivos:.....	14
Objetivo general: .....	14
1.4 Justificación .....	15
1.5 Limitaciones.....	16
Capítulo 2: Marco teórico .....	17
2.1 Antecedentes y referencias .....	17
2.2 Marco conceptual .....	18
2.2.1 Enfermedad arterial coronaria .....	18
2.2.5.1 Pruebas diagnósticas funcionales no invasivas.....	20
2.2.5.2 Tomografía computarizada por emisión de fotón único de la perfusión y la función.....	20
2.2.5.3 Marcadores de tecnecio 99m .....	21
2.2.5.4 Prueba de esfuerzo .....	22
2.2.5.5 Estrés farmacológico .....	23
2.2.5.6 Interpretación e informe de la imagen de SPECT .....	23
2.2.6 Pruebas diagnósticas invasivas.....	25
2.2.7 Complicaciones de la angiografía coronaria.....	26
2.2.8 Valor diagnóstico .....	27
2.3 Contextualización .....	28
2.3.1 Reseña del hospital: .....	28

2.3.2 Departamento de Medicina Nuclear del Hospital General Plaza de La Salud .....	28
Capítulo 3: Diseño metodológico.....	30
Capítulo 3 .....	31
3.1 Contexto o demarcación geográfica: .....	31
3.2 Tipo de estudio .....	31
3.3 Operacionalización y Variables .....	31
3.4 Universo .....	32
3.5 Muestra .....	33
3.6 Métodos de investigación .....	33
3.7 Instrumentos de recolección de datos .....	33
3.8 Consideraciones éticas .....	33
3.9 Criterio de inclusión .....	33
3.10 Criterios de exclusión .....	33
Capítulo 4: Resultados .....	34
Capítulo 4: Resultados .....	35
Capítulo 5: Discusión.....	45
5. Discusión.....	46
Capítulo 6: Recomendaciones.....	49
Recomendaciones.....	50
Referencias .....	54

## Resumen

La cardiopatía isquémica es una enfermedad ocasionada por la oclusión de las arterias coronarias impidiendo la irrigación del corazón, es una de las principales causas de aumento de la mortalidad dentro de las enfermedades cardiovasculares. La tomografía por emisión de fotón único (SPECT) miocárdico, por sus siglas en inglés (Gated SPECT: single photon emission computed tomography) está entre los principales estudios no invasivos para diagnosticar y estratificar riesgo en pacientes con enfermedad coronaria conocida o sospechada, este permite determinar la presencia de isquemia, necrosis y tejido viable, dependiendo del tipo de defecto de perfusión y de la función ventricular.

(1) **Material y métodos:** Se realizó un estudio no experimental, descriptivo, transversal, con información retrospectiva de los expedientes clínicos, con el objetivo de identificar el valor diagnóstico del SPECT cardiaco para la valoración de enfermedad arterial coronaria en el Hospital General Plaza de la Salud en el año 2022. **Resultados:** De un total de 459 pacientes que se realizaron SPECT cardiaco para el diagnóstico de enfermedad arterial coronaria en el Hospital General Plaza de la Salud en el período de enero a diciembre del año 2022, 44 pacientes (9.6%) cumplieron con el criterio de presentar una angiografía coronaria realizada posterior a la realización del SPECT. Se obtuvo como resultado que el SPECT cardiaco presento una especificidad de 62,5% y una sensibilidad de un 82,14% de enfermedad arterial coronaria. Se obtuvo un valor predictivo positivo de un 79,31% y un valor predictivo negativo de un 66% para enfermedad coronaria. **Conclusión:** El SPECT de perfusión miocárdica es un estudio de imágenes diagnósticas, sensible para determinar la presencia de enfermedad coronaria oclusiva en pacientes con equivalentes anginosos, sin embargo es una prueba diagnóstica de una especificidad relativamente baja si lo comparamos con otros métodos diagnósticos como el cateterismo cardiaco, por lo que en caso de obtener un resultado negativo recomendamos evaluar este resultado en conjunto a otras pruebas complementarias no invasivas (como por ej, el score de calcio) y considerando la correlación del contexto clínico del paciente, antes de determinar la necesidad de escalar o no a una prueba invasiva como la angiografía coronaria.

**Palabras clave:** Enfermedad arterial coronaria, SPECT cardiaco, Cateterismo.

## **Abstract**

Ischemic heart disease is a disease caused by the occlusion of coronary arteries, impeding blood flow to the heart. It is one of the main causes of increased mortality among cardiovascular diseases. Myocardial single-photon emission computed tomography (SPECT) is among the main noninvasive studies to diagnose and stratify risk in patients with known or suspected coronary artery disease. It allows determining the presence of ischemia, necrosis, and viable tissue, depending on the type of perfusion defect and ventricular function. (2)

**Material and methods:** A non-experimental, descriptive, cross-sectional study was carried out, with retrospective information from medical records, with the aim of identifying the diagnostic value of cardiac SPECT for the assessment of coronary artery disease at the Hospital General Plaza de la Salud in 2022.

**Results:** Of a total of 459 patients who underwent cardiac SPECT for the diagnosis of coronary artery disease at the Hospital General Plaza de la Salud in the period from January to December 2022, 44 patients (9.6%) met the criterion of having a coronary angiography performed after SPECT. The result was that cardiac SPECT presented a specificity of 62.5% and a sensitivity of 82.14% for coronary artery disease. A positive predictive value of 79.31% and a negative predictive value of 66% for coronary artery disease was obtained.

**Conclusion:** Myocardial perfusion SPECT is a diagnostic imaging study, sensitive to determine the presence of occlusive coronary disease in patients with anginal equivalents, however it is a diagnostic test of relatively low specificity when compared with other diagnostic methods such as cardiac catheterization, so in case of obtaining a negative result we recommend evaluating this result together with other complementary non-invasive tests (such as, for example, calcium score) and considering the correlation of the patient's clinical context, before determining the need to escalate or not to an invasive test such as coronary angiography.

**Keywords:** Coronary artery disease, cardiac SPECT, Catheterization.

## **Agradecimientos**

En primer lugar, agradezco y dedico este logro a Dios, por su ayuda en este camino de esfuerzo, por darme la fortaleza, resiliencia y resistencia en este proceso de formación.

En segundo lugar, agradezco mi esposo José A. Coss por su apoyo incondicional, por ser fuente de inspiración y motivación en mi formación como médico internista. Por estar ahí en cada momento, sobre todo por confiar y apostar a mí y ser paciente con mi ausencia en el día a día. A mi hijo Izael Coss por ser la razón número uno de mi esfuerzo diario con la finalidad de ser un ejemplo a seguir para él.

A mi padre Juan Bonilla, hermanas Elizabeth Bonilla y Yulisa Bonilla quienes desde el día cero cuando me incline hacia la carrera de medicina siempre estuvieron ahí incentivándome y apoyándome. A mis cuñados Juan y Carlos por ser parte del proceso creyendo en mí.

Agradezco a mis amigas Jenniffer Luzón, Mabel Pichardo, Zoila Hurtado por ser parte del camino, por brindar fortaleza y ayudar en esos momentos difíciles de desvelos y cansancio, por brindarme su amistad sincera en este periodo convirtiéndose en familia.

A mi coordinadora la Dra. Abreu por su compromiso hacia mi educación, por aportar conocimientos teóricos y prácticos indispensables en mi formación como médico internista, por ser tan comprensiva y dedicada.

Gracias a mi asesora metodológica, la Dra. Violeta González por el tiempo dedicado a mi aprendizaje, por su colaboración y entrega hacia mi crecimiento como residente en mi camino hacia convertirme en médico internista.

Agradecida con mi asesor clínico el Dr. Victor Atallah por ser una pieza clave en el desarrollo de mi trabajo de postgrado, por aportarme información y conocimiento en mi proceso de investigación.

## Introducción

La cardiopatía isquémica es una enfermedad ocasionada por la oclusión de las arterias coronarias impidiendo la irrigación del corazón, es una de las principales causas de aumento de la mortalidad dentro de las enfermedades cardiovasculares, según la OMS constituyen la mayoría de las muertes por enfermedad no transmisibles (17,9 millones cada año). Más de cuatro de cada cinco defunciones por enfermedades cardiovasculares se deben a cardiopatías coronarias. (2)

La enfermedad coronaria es un problema de salud pública importante, tanto a nivel nacional como internacional. La tomografía por emisión de fotón único (SPECT) miocárdico, por sus siglas en inglés (Gated SPECT: single photon emission computed tomography) es una prueba de imagen nuclear no invasiva que utiliza trazadores radiactivos para evaluar la estructura y función del corazón (21), el estudio requiere la administración endovenosa de marcadores radioactivos, que circulan por el sistema de vasos sanguíneos y arterias cardíacas; de este modo es posible detectar si las diversas zonas del corazón están recibiendo oxígeno y circulación adecuada a través de las arterias coronarias (22). Esta prueba diagnóstica está entre los principales estudios no invasivos para diagnosticar y estratificar el riesgo en pacientes con enfermedad arterial coronaria conocida o sospechada, permite determinar la presencia de isquemia, necrosis y tejido viable, dependiendo del tipo de defecto de perfusión y de la función ventricular. (1)

La validez de una prueba de detección selectiva o diagnóstica (o de una predictiva) se mide, inicialmente, en virtud de su capacidad para clasificar de manera correcta a las personas que presentan enfermedad preclínica como «positivas para la prueba», y como «negativas para la prueba» a las que no la presentan. Para resumir los resultados de una prueba de detección selectiva, en general se emplea una simple tabla de  $2 \times 2$ , diferenciando en cuatro grupos a los que se someten a ella. (3)

La *sensibilidad* es la probabilidad de que la prueba sea positiva cuando la enfermedad está realmente presente, y su valor se define matemáticamente como  $a/(a + c)$ . A medida que la sensibilidad aumenta, el número de personas con enfermedad que no son detectadas por la prueba disminuye, por lo que una prueba con una sensibilidad perfecta detecta correctamente a todas las personas que la padecen. En la práctica, las pruebas que tienen una sensibilidad siempre creciente tienden a considerar «enfermas» a muchas personas que no están realmente afectadas (falsos positivos). Por su parte, la *especificidad* de la prueba corresponde a la probabilidad de una detección negativa cuando la enfermedad está realmente ausente, y su definición matemática es  $d/(b + d)$ . Una prueba de especificidad elevada rara vez será positiva, cuando la enfermedad está ausente

y, por consiguiente, dará lugar a la designación de una menor proporción de personas sin enfermedad que son incorrectamente clasificadas como positivas para la prueba (falsos positivos). Una pauta sencilla para recordar estas diferencias consiste en considerar que la sensibilidad es «positiva en la enfermedad», mientras que la especificidad es «negativa en la salud (3)

La sensibilidad de las imágenes de perfusión miocárdica varía desde 82% a 88% para ejercicio y 88% a 91% para estrés farmacológico y la especificidad de 70% a 88% y 75% a 90%, respectivamente para enfermedad arterial coronaria; sin embargo, en un metaanálisis, al comparar el SPECT miocárdico con angiografía coronaria con medición de reserva de flujo fraccional, se encontró que el SPECT miocárdico tenía sensibilidad de 61%, con especificidad de 84%<sup>9</sup>; otra revisión mostró valores de 70% y 78% al analizar por paciente y de 57% y 75%, respectivamente, por vasos comprometidos. (1)

Atendiendo la problemática e impacto de la enfermedad coronaria en la sociedad y con la finalidad de mejorar la capacidad del personal de salud para diagnosticar, evaluar y tratar la enfermedad arterial coronaria de manera efectiva, realizamos un estudio no experimental, descriptivo, retrospectivo con información recolectada de expedientes, con el objetivo de identificar el valor diagnóstico del SPECT cardiaco en pacientes con sospecha o diagnóstico de enfermedad arterial coronaria en el Hospital General Plaza de la Salud en el año 2022.

## **Capítulo 1: El problema**

## Capítulo 1

### 1.1 Planteamiento del problema

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define enfermedad arterial coronaria como una enfermedad cardiovascular que se produce cuando se acumula ateromas en las paredes de las arterias coronarias (23), esta condición clínica puede desencadenar patologías como infartos agudos de miocardio, arritmias e insuficiencia cardíaca (24). Las enfermedades cardiovasculares se encuentran dentro de las causas principales de mortalidad y discapacidad en población de la Región de las Américas. De acuerdo a los datos epidemiológicos de la Organización Panamericana de la Salud, en el 2019 causaron 255,7 (95% UI 170,9-363,6) defunciones por 100 000 habitantes (25). En pacientes con sospecha de enfermedad coronaria existen múltiples pruebas diagnósticas, dentro de las cuales se pueden mencionar las pruebas invasivas como es la angiografía coronaria y las no invasivas como el SPECT (siglas en inglés Gated SPECT: single photon emission computed tomography) de perfusión miocárdica con marcadores radioactivos, la cual se ha erigido como una de las pruebas no invasivas más sensibles para la detección de aquellos segmentos del miocardio que pueden estar cursando con una afectación de la perfusión parcial o total por oclusión de una de las arterias coronarias.

Abordar la enfermedad arterial coronaria como un reto de salud pública requiere un enfoque multisectorial y colaborativo, una gran cantidad de pacientes son diagnosticados a través de la angiografía coronaria la cual es catalogada el gold estándar para la enfermedad arterial coronaria es un procedimiento complejo e invasivo al que es sometido el paciente y existe la posibilidad de que a la hora de obtener los resultados de este, no existan lesiones de vasos coronarios. Es importante esclarecer la especificidad del SPECT con respecto a otros medios diagnósticos, con la finalidad de que a través de esta prueba se descarten falsos negativos o positivos, evitando que el paciente sea sometido a un procedimiento invasivo como los métodos antes mencionados (angiografía o cateterismo cardíaco) y en caso de que hayan sido realizados sin obtener datos concluyentes ser apoyados con el método no invasivo como es el SPECT para orientar mejores decisiones de tratamiento. (4) (5)

Los estudios de perfusión miocárdica estrés/reposo gatillado (Gated SPECT: single photon emission computed tomography) con radiotrazadores como el Tecnecio-99 sestamibi (99mTc) asociado a ejercicio (cinta o cicloergómetro) o apremio farmacológico permiten la detección de isquemia miocárdica a través de la valoración del flujo relativo regional al comparar las imágenes de reposo y apremio. Los estudios de perfusión miocárdica nuclear permiten la detección de enfermedad coronaria con una sensibilidad informada entre el 73-92% y una especificidad del 63-87% cuando se realiza con ejercicio. En casos de apremio

farmacológico, fundamentalmente drogas vasodilatadoras como el dipiridamol y la adenosina, la sensibilidad del SPECT es del 90% y la especificidad del 75-87%. (6).

Considerando los beneficios de los métodos diagnósticos no invasivos como es el SPECT miocárdico, resulta de interés determinar el valor diagnóstico del mismo con respecto a los invasivos que se realizan de manera más común, evaluando los resultados obtenidos en un paciente en el cual se haya realizado ambos procedimientos para así determinar la especificidad y sensibilidad del SPECT cuando ambos estudios han sido realizados en un mismo paciente, con la finalidad de mejorar la precisión en el diagnóstico y pronóstico de la enfermedad.

## **1.2 Preguntas de Investigación**

1. ¿Cuáles son las características demográficas más frecuentes en los pacientes a los que se le realizó SPECT cardiaco y angiografía coronaria (Sexo y edad)?
2. ¿Cuáles son los síntomas más frecuentes en pacientes con indicación de SPECT cardiaco?
3. ¿Cuál es la especificidad y sensibilidad del SPECT cardiaco para enfermedad arterial coronaria?
4. ¿Cuáles son los valores predictivos positivo y negativo del SPECT cardiaco?

### **1.3 Objetivos:**

#### **Objetivo general:**

- Determinar el valor diagnóstico del SPECT cardiaco en la detección de enfermedad coronaria en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el periodo Enero a diciembre del 2022.

#### **Objetivos específicos:**

- Delimitar las características demográficas (sexo y edad) más frecuentes de los pacientes que se realizan SPECT cardiaco y angiografía coronaria.
- Determinar los síntomas asociados más frecuentes al momento de la realización SPECT cardiaco y angiografía coronaria.
- Determinar la especificidad y sensibilidad del SPECT cardiaco para enfermedad arterial coronaria.
- Determinar los valores predictivos positivo y negativo del SPECT cardiaco.

## 1.4 Justificación

La enfermedad arterial coronaria representa un problema para salud pública, debido a que es una de las principales causas de morbilidad a nivel mundial. Esta enfermedad es crónica, progresiva, y por lo tanto grave, incluso durante periodos aparentemente silentes. Debido a su naturaleza dinámica, la enfermedad coronaria puede presentarse clínicamente como síndromes coronarios agudos (SCA) o síndromes coronarios crónicos (SCC). (7)

Las pruebas funcionales no invasivas son cruciales para el diagnóstico de la enfermedad coronaria obstructiva, están diseñadas para detectar isquemia miocárdica por la presencia de cambios en el electrocardiograma, ecocardiografía de estrés, o cambios en la perfusión mediante gammagrafía por emisión de fotón único (SPECT). (7)

La combinación de parámetros de perfusión y función miocárdica que aporta el SPECT permiten mejorar significativamente la exactitud diagnóstica y el pronóstico y estratificación en los pacientes con cardiopatía isquémica. (8)

La coronariografía constituye la prueba de referencia (Gold standard) en el diagnóstico y en la toma de decisiones terapéuticas en estos pacientes. (9)

Un diagnóstico preciso y oportuno es de gran importancia en esta enfermedad en vista de que una mayor precisión diagnóstica nos sirve para un manejo óptimo y mejoría del paciente. Al comparar el SPECT cardíaco con la angiografía coronaria buscamos determinar el valor diagnóstico de ambas pruebas y la concordancia existente entre ambas. (7)

## 1.5 Limitaciones

Dentro de las limitaciones que se presentaron a la hora de realizar este estudio, se encuentra una muestra reducida debido a la escasa realización de angiografía coronaria en pacientes que obtuvieron un resultado de SPECT negativo por la invasión de la misma sin indicación previa, por lo que se refleja como una muestra relativamente pequeña en comparación con el universo seleccionado. También obtuvimos restricción de información de los expedientes clínicos respecto a la variabilidad de datos proporcionados en base a cada responsable clínico.

Otras limitantes al momento de selección y revisión de expedientes clínicos fue la disminución significativa de pacientes que fueron sometidos al estudio invasivo como es la angiografía coronaria por la disminución de realización intrainstitucional.

En vista de que el Hospital General Plaza de la salud es un hospital de referencia nacional e internacional existen un porcentaje de pacientes extrainstitucionales que se realización SPECT cardiaco en este centro de salud, pero no lograron realizarse la angiografía coronaria por asistir a otros centros de salud donde igualmente se realiza este procedimiento por lo que a pesar de presentar un universo significativo no todos los pacientes cumplieron el criterio de inclusion de presentar un resultado de angiografía coronaria intrainstitucional.

## Capítulo 2: Marco teórico

### 2.1 Antecedentes y referencias

Rodríguez Cabalé ejecutó un estudio de investigación con el objetivo de establecer la utilidad del SPECT de perfusión miocárdica en el diagnóstico y pronóstico de la enfermedad arterial coronaria y su influencia en el sexo, En la población estudiada, 1140 pacientes (51.1%) tuvieron un resultado positivo en la gated-SPECT, mientras que 1090 pacientes (48.9%) presentaron una prueba negativa. Entre los pacientes con gated-SPECT positiva se observó una media de edad de 64 años y se observó un predominio del sexo masculino en un 62.6% (10)

Hoyo Martínez realizó un trabajo de investigación en Colombia, un estudio observacional, analítico, longitudinal y retrospectivo. Obtuvieron información clínica de una base de datos, de pacientes adultos estratificados con perfusión miocárdica entre 2015 y 2018, por sospecha diagnóstica de enfermedad coronaria y que en un plazo inferior a 6 meses fueron sometidos a arteriografía coronaria. Por lo que su conclusión fue que la gammagrafía de perfusión miocárdica con SPECT es una prueba sensible para evaluar de forma no invasiva de aquellos pacientes con EAC o sospecha de la misma, que se planteen como posibles candidatos a arteriografía coronaria. (11)

Talledo et al determinó la capacidad de la perfusión miocárdica con tomografía de emisión de fotón único (SPECT) para predecir obstrucciones coronarias por coronariografía e identificar la mortalidad y eventos cardiovasculares mayores. Realizó un estudio observacional retrospectivo con seguimiento clínico en pacientes sometidos a SPECT y posteriormente coronariografía. Concluyeron en que el tener un defecto de perfusión  $\geq 10\%$  de la masa ventricular total en el SPECT predijo con alta probabilidad y sensibilidad la existencia de lesiones coronarias significativas ( $>80\%$ ). (12)

## **2.2 Marco conceptual**

### **2.2.1 Enfermedad arterial coronaria**

La enfermedad coronaria (EC) es un proceso patológico que se caracteriza por la acumulación de placa aterosclerótica que puede ser obstructiva o no obstructiva en las arterias epicárdicas.

### **2.2.2 Epidemiología**

La estimación de la prevalencia real de la EC en la población es compleja. A menudo dicha estimación se realiza a partir de encuestas poblacionales. La American Heart Association en Estados Unidos estimó que la prevalencia total de EC entre los mayores de 20 años del 6,4% (el 7,9% de los varones y el 5,1% de las mujeres) (26). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), hubo un estimado de 18,6 millones de muertes en 2020 por las enfermedades cardiovasculares (ECV), que usualmente están íntimamente relacionadas con la enfermedad coronaria. Según la Sociedad Dominicana de Cardiología, en el 2019 en República Dominicana las ECV fueron el 37 % de causa de muerte y aproximadamente el 70 % de estos fallecimientos fueron a causa de infarto agudo al miocardio, lo que representa la segunda causa de defunción en el país, después de los accidentes de tránsito (27).

### **2.2.3 Signos y síntomas**

Una persona puede padecer de enfermedad arterial coronaria durante muchos años sin padecer alguna sintomatología, sin embargo, dentro de los síntomas más comunes que pueden presentar los pacientes se encuentran la fatiga, angina, sudoración fría entre otros, presíncope o síncope y náuseas, son más frecuentes en los pacientes con diabetes, las mujeres y los ancianos (28). La angina de pecho crónica suele ser percibida como una molestia torácica retroesternal opresiva, que aumenta gradualmente en intensidad a lo largo de varios minutos y, por lo general, es precipitada por estrés físico o emocional. Esta puede presentarse con periodos largos de estabilidad, también puede desestabilizarse en cualquier momento, más frecuentemente debido a un evento aterotrombótico agudo secundario a rotura o la erosión de una placa. (7)

### **2.2.4 Factores de riesgo**

Entre los factores de riesgo asociados a la enfermedad arterial coronaria, se pueden dividir en dos vertientes, aquellos que no se pueden controlar dentro de los cuales se encuentran la edad, sexo, antecedentes heredofamiliares y aquellos que pueden modificarse mediante cambios en el estilo de vida como

evitar hábitos tóxicos (tabaco y alcohol en exceso), obesidad, presión arterial alta, colesterol elevado, enfermedad renal crónica, estrés entre otros. (29)

### **2.2.5 Diagnóstico de enfermedad arterial coronaria**

Una evaluación detallada de los factores de riesgo cardiovascular, el historial médico, los antecedentes familiares y los sociales deben complementar la evaluación de los síntomas de presentación con la finalidad de llegar a un diagnóstico propicio. (13) Las pruebas básicas en pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria (EAC) y dolor torácico crónico incluyen un electrocardiograma (ECG) y ecocardiograma en reposo. Así mismo, los análisis de laboratorio como el perfil de lípidos, la tasa de filtrado glomerular, la urea y la creatinina, son útiles para identificar factores de riesgo cardiovasculares, condiciones asociadas, para así establecer el riesgo del paciente y determinar la necesidad de tratamiento. (14)

Por lo tanto, en los pacientes que se encuentran en los extremos del intervalo de probabilidad es razonable no realizar pruebas diagnósticas y presumir la presencia o ausencia de enfermedad coronaria obstructiva según la evaluación clínica. La presencia de factores de riesgo cardiovasculares (como historia familiar de enfermedad cardiovascular, dislipemia, diabetes, hipertensión, tabaquismo y otros factores del estilo de vida) que aumentan la probabilidad de enfermedad coronaria obstructiva se pueden usar como modificadores de la estimación de la probabilidad pretest. Cuando se disponga de información sobre cambios de la onda Q, del segmento ST o de la onda T en el ECG, disfunción del VI indicativa de isquemia, hallazgos en el ECG de esfuerzo o información sobre el calcio coronario obtenida por tomografía computarizada, estos datos se pueden emplear para mejorar la estimación de la PPT de enfermedad coronaria obstructiva. (7)

Para los pacientes en los que la revascularización no está indicada debido a comorbilidades o a la calidad de vida general, se debe realizar un diagnóstico clínico de la enfermedad coronaria e instaurar tratamiento farmacológico. Si el diagnóstico de enfermedad coronaria es incierto, se puede considerar el uso de pruebas de imagen funcional para la detección de isquemia miocárdica. (7)

En caso de pacientes con una probabilidad clínica alta de enfermedad coronaria, síntomas que no responden a tratamiento farmacológico o con angina típica a niveles bajos de esfuerzo y una evaluación clínica inicial (incluida ecocardiografía y, en algunos casos, ECG de esfuerzo) que indica un riesgo alto de eventos, proceder directamente con coronariografía invasiva sin realizar otras pruebas diagnósticas es una opción razonable. En estas circunstancias, la indicación de revascularización debe estar basada en la importancia

hemodinámica de la estenosis confirmada en la coronariografía. Para otros pacientes en los que no se puede descartar una enfermedad coronaria mediante la evaluación clínica, se recomienda realizar pruebas diagnósticas no invasivas para establecer el diagnóstico y valorar el riesgo de eventos. (7)

#### **2.2.5.1 Pruebas diagnósticas funcionales no invasivas.**

Las pruebas funcionales no invasivas para el diagnóstico de la enfermedad coronaria obstructiva están diseñadas para detectar isquemia miocárdica por la presencia de cambios electrocardiográficos o alteraciones en la movilidad parietal mediante resonancia magnética cardiaca de estrés o ecocardiografía de estrés, o cambios en la perfusión mediante gammagrafía por emisión de fotón único (SPECT), gammagrafía por emisión de positrones (PET), ecocardiografía miocárdica de contraste o resonancia magnética cardiaca de contraste.

La isquemia se puede provocar con ejercicio o con estresantes farmacológicos, bien por el aumento de la carga de trabajo y la demanda de oxígeno, o por la heterogeneidad de la perfusión miocárdica producida por la vasodilatación.

Las pruebas funcionales no invasivas se asocian con una alta precisión para la detección de estenosis coronarias que limitan el flujo, comparadas con pruebas funcionales invasivas (reserva fraccional de flujo). (7)

#### **2.2.5.2 Tomografía computarizada por emisión de fotón único de la perfusión y la función.**

La tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) convencional consisten en uno o dos (con más frecuencia dos) cabezales detectores montados en un soporte giratorio, permitiendo así imágenes de SPECT tridimensional (3D) además de las imágenes planares bidimensionales (2D). Cada cabezal de cámara contiene un detector de radiación, compuesto por un cristal de centelleo grande acoplado a tubos fotomultiplicadores, un equipo electrónico asociado, y un colimador. (15)

El cristal de centelleo convierte la energía de cada rayo  $\gamma$  (fotones de alta energía) en múltiples fotones de baja energía (luz), que son convertidos a una señal electrónica utilizando un sensor de luz y posteriormente amplificados por una matriz de tubos fotomultiplicadores. Los rayos  $\gamma$  emitidos por los radiotrazadores en el paciente se diseminan en todas las direcciones, de modo que una imagen 2D formada en un detector desnudo estaría inevitablemente borrosa. Los colimadores son láminas de plomo o de otro material muy absorbente montadas en la superficie del detector con un patrón de agujeros que restringe la aceptación de fotones de alta energía que hayan recorrido un camino

con un intervalo estrecho de ángulos (la mayoría de los demás fotones se absorben) y ayuda a proporcionar una imagen clara en 2D. El colimador más usado tiene agujeros paralelos. Aunque son necesarios los colimadores para localizar los fotones, la mayoría se absorben y solo el 0,1% de los conteos emitidos por el paciente alcanzan el detector. (15)

Los escáneres de SPECT convencional recogen imágenes planares en múltiples ángulos alrededor del paciente (llamadas imágenes de proyección) utilizando dos cabezales en una configuración de 90 o 180° para las imágenes cardíacas. La American Society of Nuclear Cardiology (ASNC) recomienda la adquisición de imágenes angulares a 180°, con dos cabezales en una configuración de 90°, y 60 imágenes de proyección (30 por detector), 3° de rotación en cada detención, 25-30 s de imágenes por detención (duración de la prueba: 13-16 min) e imágenes con control. (15)

La técnica de imagen más frecuente en cardiología nuclear es la imagen de perfusión miocárdica (IPM) mediante tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT). Tras la inyección del radiomarcador escogido, los miocitos viables extraen el isótopo de la sangre y lo retienen durante un cierto período. El miocardio emite fotones en proporción a la captación del marcador, lo que a su vez se relaciona con la perfusión. La cámara estándar utilizada en los estudios de cardiología nuclear, una  $\gamma$ -cámara, captura los fotones de rayos  $\gamma$  y convierte la información en datos digitales que representan la magnitud de la captación y la localización de la emisión. (5)

### **2.2.5.3 Marcadores de tecnecio 99m**

Los marcadores  $^{99m}\text{Tc}$  emiten 140 keV de energía fotónica con una semivida física de 6h. Aunque la Food and Drug Administration (FDA) estadounidense ha autorizado tres marcadores que tienen  $^{99m}\text{Tc}$  –sestamibi, teboroxima y tetrofosmina, para detectar la EAC. El sestamibi y la tetrofosmina son compuestos catiónicos liposolubles con una fracción de extracción de primer paso de aproximadamente un 60%. La captación miocárdica y cinética de eliminación de ambos marcadores son similares. Atraviesan membranas sarcolémicas y mitocondriales de los miocitos mediante una distribución pasiva impulsados por el gradiente electroquímico transmembrana, reteniéndose dentro de la mitocondria. (16)

En su gran mayoría los radiotrazadores de SPECT presentan una extracción lineal con velocidades de flujo sanguíneo relativamente bajas, como sucede en el estado de reposo, o cuando hay EAC obstructiva importante con reducción del flujo sanguíneo miocárdico en el estrés. A medida que el flujo sanguíneo miocárdico aumenta con el ejercicio o el estrés farmacológico, la extracción del

radiotrazador desciende y, en consecuencia, se subestima el flujo sanguíneo miocárdico. Es posible aumentar la precisión utilizando radiotrazadores con mayor extracción ante velocidades de flujo altas; esto es especialmente importante para evaluar la EAC no obstructiva, la EAC difusa o la disfunción microvascular (15)

#### **2.2.5.4 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. La prueba se fundamenta en que, al practicar un ejercicio físico, el organismo necesita más combustible (es decir, oxígeno y glucosa) y, por tanto, el corazón debe aumentar su capacidad de bombeo (hasta 12 veces en un sujeto normal). Así, sometiendo el corazón a un trabajo adicional, mientras se vigila al paciente y se monitoriza su electrocardiograma, es posible descubrir problemas cardíacos que no son evidentes en el sujeto en reposo. (17)

La prueba de esfuerzo que utiliza el estrés del ejercicio en la cinta sin fin o una bicicleta es segura y constituye el tipo de estrés preferido junto con la IPM con radionúclidos. El ejercicio en cinta sin fin de Bruce estándar es el protocolo más usado. El estrés del ejercicio resulta el preferido, porque es fisiológico, proporciona información sobre los síntomas, la capacidad funcional, y los cambios hemodinámicos y del ECG con el estrés. Sin embargo, un ejercicio submáximo reduce la sensibilidad de la prueba para detectar isquemia y debe evitarse. (15)

Las pruebas de estrés farmacológico constituyen una alternativa excelente si la prueba de esfuerzo no es factible como en el caso de pacientes que presenten limitaciones traumatológicas o de otro tipo, está contraindicada en síndrome coronario agudo [SCA] reciente o trombosis venosa profunda reciente, aneurisma aórtico muy grande, si los pacientes no son capaces de realizar el ejercicio máximo, etc. (15)

El ejercicio máximo se define como la capacidad de alcanzar una frecuencia cardíaca durante el ejercicio de al menos el 85% de la frecuencia cardíaca máxima predicha por la edad ( $220 - \text{edad}$ ). Para evaluar los síntomas anginosos con un tratamiento médico máximo en pacientes con EAC previa conocida, una prueba de esfuerzo limitada por los síntomas independientemente de la frecuencia cardíaca a menudo es adecuada si se logra una carga de trabajo razonable de cinco equivalentes metabólicos (METS) como mínimo. En la evaluación de síntomas anginosos en pacientes sin EAC documentada, es deseable la frecuencia máxima de la frecuencia cardíaca con el estrés del ejercicio. De no ser así, no se administra el radiotrazador y la prueba de esfuerzo

se convierte en un estrés por vasodilatador. En esos casos el regadenosón, un compuesto de estrés en dosis fija no dependiente del peso, es idóneo para administrar en la cinta sin fin o poco después de terminar el ejercicio. (15)

### **2.2.5.5 Estrés farmacológico**

Las pruebas de estrés farmacológico son la modalidad de estrés preferida para la IPM con radionúclidos (SPECT y PET) en pacientes incapaces de realizar el ejercicio adecuado y para evaluar la isquemia residual en la adenosina, el dipiridamol y el regadenosón son los tres vasodilatadores más usados para el estrés. La adenosina se une a cuatro tipos de receptores de adenosina. La unión a los receptores A<sub>2A</sub> causa vasodilatación coronaria, mientras que su unión a los receptores A<sub>1</sub>, A<sub>2B</sub> y A<sub>3</sub> provoca los efectos secundarios de bloqueo cardíaco, broncoespasmo y vasodilatación periférica, respectivamente. El dipiridamol provoca vasodilatación coronaria aumentando las concentraciones de adenosina endógena. El regadenosón es un agonista específico del receptor A<sub>2A</sub> que fue desarrollado para evitar los efectos secundarios de los vasodilatadores inespecíficos. Los vasodilatadores están contraindicados en pacientes con broncoespasmo activo, bloqueo auriculoventricular (AV) de alto grado sin un marcapasos funcionando, presión arterial (PA) sistólica < 90 mmHg y cualquier contraindicación para la prueba de esfuerzo (IM agudo, angina inestable, disección de la aorta, embolia aguda de pulmón). (15)

La dobutamina se administra en forma de perfusión dosificada según el peso, comenzando por 10 µg/kg/min y subiendo cada 3 min 10 µg/kg/min hasta un máximo de 40 µg/kg/min. La perfusión termina 1 min después de inyectar el radiotrazador. Si no se alcanza la frecuencia cardíaca objetivo, se administra atropina en dosis de 0,5 mg i.v. seguida de incrementos de 0,25 mg i.v. hasta 2 mg i.v. como máximo. La prueba de dobutamina-atropina se tolera peor que los vasodilatadores y casi el 80% de los pacientes sufren efectos secundarios de la dobutamina. Se ha demostrado que la prueba de estrés con dobutamina y atropina llegando a la frecuencia cardíaca máxima aumenta el flujo sanguíneo del miocardio de forma equivalente al estrés con vasodilatadores. (15)

### **2.2.5.6 Interpretación e informe de la imagen de SPECT**

Las imágenes de SPECT de perfusión miocárdica pueden ser evaluadas visualmente, de forma que se describen los hallazgos en el patrón de perfusión con el estrés e interpreta si los defectos observados en las imágenes de estrés son reversibles o no. Dado que las imágenes son digitales, también se pueden ayudar de sistemas de análisis cuantitativo computarizado. (14)

Para la interpretación de los resultados, los elementos fundamentales a la hora de informar son la presencia y localización de los defectos de perfusión y si los defectos en las imágenes en sobrecarga son reversibles en las imágenes en reposo (lo que implicaría una isquemia inducida por sobrecarga) o si el defecto de perfusión por sobrecarga es irreversible o fijo lo que a menudo implica un infarto de miocardio. Se ha demostrado que la extensión que se refiere a la cantidad de miocardio o territorio vascular que está afectado; La gravedad de las anomalías de perfusión refiriéndose a la magnitud de la zona anormal o afectada en comparación con zona normal, estos dos parámetros se asocian a riesgo de episodios adversos con el tiempo contribuyendo de forma importante al riesgo de estratificación. (16)

Se aplican análisis visuales semi cuantitativos los cuales asignan una puntuación que representa la perfusión de cada uno de los múltiples segmentos del miocardio. Se ha estandarizado un modelo de segmentación para este método el cual divide el miocardio en 17 segmentos, en función de tres cortes de eje corto y un corte de eje largo representativo que muestra la punta. Gradúa la perfusión en una escala de 0 a 4, en la que 0 representa la perfusión normal y 4 un defecto de perfusión muy intenso. Las puntuaciones de los 17 segmentos se unen para obtener la puntuación «sumada». (5)

Existen artefactos técnicos que pueden afectar a la hora de interpretar las imágenes como son: **Atenuación de fotones:** Hace referencia a episodios no detectados en el corazón debidos a la interacción de los fotones con el tejido blando, mama o diafragma interpuestos. Dicha atenuación genera defectos en forma de artefactos, tanto en la tomografía por emisión de positrones (PET) como en la imagen de SPECT cardíaca, que se asemejan a los defectos de perfusión miocárdica verdaderos, reduciendo así la especificidad (es decir, incrementando los hallazgos falsos positivos). (14)

**Atenuación de la mama:** En las pacientes con mamas grandes o densas, una atenuación significativa puede crear artefactos que varían considerablemente en su aspecto y localización. (14)

**Atenuación de la pared inferior:** Este artefacto puede deberse a estructuras extra cardíacas como el diafragma que se solapan con la pared inferior. Además, durante la adquisición de la SPECT, la mayor distancia entre la pared inferior y la cavidad hace que los fotones deban atravesar un tejido más grueso antes de alcanzar los detectores, lo que puede incrementar el grado de dispersión y atenuación. (16)

## 2.2.6 Pruebas diagnósticas invasivas

El **cateterismo cardíaco** hace referencia a todas las formas de evaluación del corazón directas, invasivas y basadas en catéter. En la práctica a menudo se diferencia entre la angiografía coronaria la cual consiste en la visualización de la anatomía coronaria bajo radioscopia, facilitada por inyección directa de contraste en las arterias coronarias pericárdicas a través de un catéter introducido desde una arteria periférica hasta la raíz de la aorta y en los orificios coronarios. (18)

La **coronariografía selectiva** continúa siendo la prueba de referencia para determinar la extensión de la enfermedad arterial coronaria debido a que es la única técnica capaz de aportar simultáneamente información funcional y anatómica para la estimación de la carga isquémica de la enfermedad arterial coronaria. Aunque la técnica de la coronariografía está bien establecida, es importante tener en cuenta que se trata de una intervención invasiva con posibles complicaciones. (18)

La selección de candidatos para la coronariografía invasiva está basada en la probabilidad pre prueba de la enfermedad arterial coronaria, estimada según la evaluación clínica del paciente, su presentación clínica y los resultados de pruebas diagnósticas no invasivas, como electrocardiograma, ecocardiograma, análisis de sangre, prueba de esfuerzo y CTC o CRM si se han realizado. En pacientes con baja probabilidad pre prueba de EAC es necesaria una valoración del riesgo cardiovascular de primera línea no invasiva para decidir si se llega a la coronariografía. Los hallazgos clásicos de la prueba de esfuerzo se van a ser definidos como de riesgo bajo, intermedio o alto, asociados a una mortalidad cardíaca de menos del 1%, del 1-3% y más del 3% al año, respectivamente. En pacientes con una probabilidad pre prueba de riesgo intermedio puede considerarse la coronariografía, mientras que en aquellos con alto riesgo de probabilidad pre prueba hay que realizar la coronariografía sin demora ni necesidad de más pruebas. Los pacientes que se presenten con síndrome coronario agudo (SCA), angina inestable (AI) o infarto de miocardio sin elevación del segmento ST (IMSEST) con inestabilidad hemodinámica, o que tengan un alto riesgo clínico deberían someterse a una evaluación invasiva precoz. En caso de pacientes con Angina inestable e Infarto agudo al miocardio sin elevación del segmento ST hemodinámicamente estables sin alto riesgo clínico podría estar justificada una estrategia invasiva demorada. (18)

De acuerdo con el riesgo cardiovascular del paciente y la presentación clínica, hay que tomar la decisión de evitar o posponer la intervención o pasar a realizar la coronariografía empleando medidas profilácticas para reducir la probabilidad de complicaciones peri intervención. Las contraindicaciones relativas que deben tenerse en cuenta son la reacción anafilactoide conocida al contraste,

insuficiencia renal moderada-grave, insuficiencia cardíaca descompensada y edema de pulmón que impidan al paciente mantenerse en decúbito supino durante la intervención, hipertensión descontrolada, infección activa, coagulopatía y hemorragia digestiva. (5)

Además, la coronariografía precisa el uso de radiación para visualizar las guías y catéteres introducidos a través de los vasos sanguíneos y obtener imágenes de las arterias coronarias. Por este motivo las mujeres gestantes no deben someterse a una coronariografía a menos que sea estrictamente necesario y tras una explicación exhaustiva de los riesgos relacionados con la exposición a la radiación, medicamentos y contraste para la madre y el feto. Es fundamental considerar minuciosamente la presencia de trastornos concomitantes que puedan aumentar el riesgo de complicaciones antes de remitir a los pacientes a la coronariografía. (19)

### **2.2.7 Complicaciones de la angiografía coronaria**

Las complicaciones durante la angiografía coronaria son infrecuentes, aparecen en cerca del 2% de los pacientes, y las complicaciones graves como accidente cerebrovascular (ACV, ictus) o infarto de miocardio (IM) representan menos del 1% de todos los pacientes. La tasa de mortalidad es inferior al 0,1%.<sup>14</sup> Las complicaciones durante la ICP son más frecuentes. Aunque infrecuentes, las complicaciones más habituales son reacciones alérgicas al contraste, complicaciones vasculares y empeoramiento de la función renal.

Las complicaciones vasculares en el punto de acceso incluyen hematoma, pseudoaneurisma, aneurisma y disección. El riesgo de sufrir una complicación vascular aumenta con el diámetro de la vaina usada, edad del paciente y grado de calcificaciones locales. La disección coronaria yatrógena es infrecuente pero potencialmente mortal y en ocasiones requiere la inserción urgente de un dispositivo endovascular coronario<sup>15</sup>. Las arritmias ventriculares y auriculares son relativamente frecuentes. La inyección intracoronaria de contraste es capaz de inducir arritmias por sí misma. En especial, durante la inyección de un contraste en la arteria coronaria derecha (ACD) hay que tener cuidado para evitar la canalización profunda de la ACD y la inyección del contraste directamente en la rama del cono, porque esto puede provocar fibrilación ventricular (FV). Además, en la ventriculografía, la fuerza mecánica del catéter sobre las paredes ventriculares es capaz de desencadenar arritmias ventriculares que van desde extrasístoles ventriculares aisladas a taquicardia ventricular. Habitualmente, estas arritmias ceden solas con la recolocación del catéter y no requieren ninguna intervención médica. Las embolias son infrecuentes pero posibles y pueden afectar a las arterias coronarias, el sistema nervioso central y arterias

periféricas. Una gran calcificación de las arterias axilares o subclavias aumenta la probabilidad de embolización. (19)

### 2.2.8 Valor diagnóstico

El diagnóstico se considera como el resultado más importante de la práctica clínica, la clave que conduce a un tratamiento específico adecuado o dirigido. Si el diagnóstico es incorrecto, con mucha probabilidad conllevará a conductas terapéuticas inadecuadas y probables complicaciones. En términos generales, una prueba diagnóstica hace referencia a los métodos que permiten diferenciar dos o más condiciones, que podrían ser confundidas. (14)

Los estudios de pruebas diagnósticas tienen una estructura en común, por ejemplo, que sean derivados de experimentos clínicos, estudio de cohorte o estudios transversales, donde los resultados arrojados por la prueba diagnóstica a evaluar se comparan con los resultados de la prueba de referencia, llamada estándar o prueba de oro, que es la mejor prueba diagnóstica disponible en el momento para establecer la presencia o ausencia de una entidad nosológica. (14).

Existen dos medidas de probabilidad, sensibilidad y especificidad, que estiman la probabilidad de que los pacientes enfermos y sanos sean diagnosticados como tal por los resultados de la prueba diagnóstica: **Sensibilidad:** Probabilidad de que alguien que padece la enfermedad obtenga un resultado positivo en la prueba. **Especificidad:** Probabilidad de que alguien que no padece la enfermedad obtenga un resultado negativo en la prueba. (14)

## **2.3 Contextualización**

### **2.3.1 Reseña del hospital:**

El Hospital General Plaza de la Salud se empezó a construir a mediados del año 1995, Tanto las edificaciones, sus instalaciones y equipos adquiridos, fueron financiados con fondos del Estado Dominicano. Previo a la inauguración oficial de la obra, el 10 de agosto de 1996, el Poder Ejecutivo emitió dos decretos: el primero, creando el Patronato para la administración del Centro de Diagnóstico, Medicina Avanzada y Telemedicina (CEDIMAT), y el segundo, para regir el Hospital General de la Plaza de la Salud. Ambos patronatos están compuestos por miembros exoficio del sector oficial, profesionales de la medicina, educadores, empresarios y religiosos.

El Congreso Nacional aprobó la Ley No.78-99 que confirma la vigencia de ambos patronatos, la cual fue promulgada por el Poder Ejecutivo el mismo año. Una vez el Patronato del Hospital asumió sus funciones, nombró a los responsables superiores de la organización, conducción y proyección de la institución: director general, director Médico y director Administrativo.

El Hospital fue abierto al público el 24 de marzo de 1997. Se trata de una estructura simplificada pero funcional, sujeta a cambios graduales de acuerdo con la complejidad a alcanzar por el Hospital cuando se amplíen y diversifiquen aún más sus servicios y se establezcan las actividades docentes y de investigación. El Hospital ha sido concebido como una institución médico-asistencial del más alto nivel científico que se pueda ofrecer en el país.

### **2.3.2 Departamento de Medicina Nuclear del Hospital General Plaza de La Salud**

El Hospital General Plaza de la Salud presenta una unidad de Medicina Nuclear cuenta con un Sistema de Gammacámara-Spect de doble cabeza, marca Philips, con una tecnología de punta que permite adquirir imágenes con excelente resolución. Gracias a este novedoso sistema, los resultados se obtienen en la mitad del tiempo que las máquinas tradicionales.

La Unidad tiene como objetivo servir de soporte a las diferentes especialidades médicas, proporcionando ayuda al diagnóstico de ciertas patologías por medio de exámenes gammagráficos que cumplen con los criterios de calidad técnica, proporcionando resultados precisos, confiables y satisfactorios, además de guardar las reglas de radio-protección.

Una de las técnicas de imágenes realizadas en este departamento es el SPECT Cardíaco o SCAN de perfusión miocárdica: se utiliza para valorar la perfusión miocárdica y así detectar infartos e isquemias del miocardio. Nos permite apreciar el tamaño de las cavidades ventriculares, valorar el movimiento de las paredes del ventrículo izquierdo y calcular la fracción de eyección.

**Visión:**

HGPS para el 2026 se habrá convertido en un sistema de salud integral y de calidad, con capacidad para responder a las necesidades de sus usuarios.

**Misión:**

Brindar atención médica de calidad a la población local y global, soportada por un equipo humano calificado y motivado en el marco de los valores institucionales.

**Valores:**

- Compromiso
- Ética
- Innovación
- Calidad
- Empatía

## **Capítulo 3: Diseño metodológico**

## Capítulo 3

### 3.1 Contexto o demarcación geográfica:

Los pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria que son evaluados en el departamento de Medicina Nuclear del HGPS de la Salud con SPECT cardiaco durante el período enero diciembre 2022 que también hayan sido derivado a realización de angiografía coronaria en el Hospital General Plaza de la Salud, ubicada en el Ensanche La Fe, Avenida Ortega y Gasset. A través de esta investigación se determinó el valor diagnóstico del SPECT cardiaco.

### 3.2 Tipo de estudio

Se realizó un estudio no experimental, descriptivo, transversal, con información retrospectiva de los expedientes, con el objetivo de identificar el valor diagnóstico del SPECT cardiaco para la valoración de enfermedad arterial coronaria en el Hospital General Plaza de la Salud en el año 2022.

### 3.3 Operacionalización y Variables

Variables	Tipos y subtipos	Definición	Indicador
Sexo	Cualitativa, nominal	Hace referencia a las características biológicas y fisiológicas.	Masculino Femenino
Edad	Cuantitativo continua	Lapso de tiempo que transcurre desde el nacimiento hasta el momento de referencia.	18- 30 años 31- 50 años 51- 74 años >75 años
Síntomas	Cualitativa, nominal	Expresión o manifestación descrita por el paciente.	Dolor torácico Disnea Disnea paroxística nocturna Palpitaciones Sincope Mareo Diaforesis

SPECT cardiaco	Cualitativo	Prueba de radiodiagnóstico que permite estudiar el comportamiento del miocardio en ejercicio y en reposo.	Positivo Negativo
Angiografía coronaria	Cualitativo	Procedimiento que utiliza imágenes por rayos X para ver los vasos sanguíneos del corazón.	Positivo Negativo
Especificidad y sensibilidad	Cualitativo	Probabilidad de que la prueba clasifique correctamente a los enfermos.	Casos positivos en presencia de enfermedad Casos negativos en presencia de enfermedad
Valor predictivo	Cualitativo	Representan la probabilidad de que el paciente tenga la enfermedad una vez que conocemos el resultado de la prueba.	Positivo Negativo

### 3.4 Universo

El universo estuvo conformado por un total de 459 pacientes con sospecha enfermedad arterial coronaria que fueron sometidos a SPECT cardiaco en el Hospital General Plaza de la Salud en el período enero a diciembre del 2022.

### **3.5 Muestra**

La muestra estuvo representada por un total de 44 pacientes que fueron sometidos a SPECT cardiaco y angiografía coronaria para evaluación de enfermedad arterial coronaria en el periodo de enero a diciembre del 2022.

### **3.6 Métodos de investigación**

El método que se utilizó en este estudio es el de observación directa de resultados de SPECT cardiaco y angiografía coronaria, comparando ambos resultados.

### **3.7 Instrumentos de recolección de datos**

En esta investigación se utilizó un formulario en el cual se incluyeron las variables requeridas y los objetivos de esta investigación, aplicados en la revisión directa de expedientes clínicos de los pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria que se realizó SPECT cardiaco y angiografía coronaria

### **3.8 Consideraciones éticas**

Los datos obtenidos se utilizarán con propósito científico y didácticos, con la confidencialidad y preservando la identidad de todos los pacientes incluidos en el estudio.

### **3.9 Criterio de inclusión**

Pacientes que se hayan realizado SPECT cardiaco y cateterismo con el objetivo de determinar enfermedad arterial coronaria en el Hospital General Plaza de la Salud en el período enero a diciembre 2022.

### **3.10 Criterios de exclusión**

Paciente que se haya sometido a SPECT cardiaco, pero no presentaron una angiografía coronaria realizada.

## Capítulo 4: Resultados

## Capítulo 4: Resultados

### 4.1 Participación

El estudio fue dirigido a la población de 459 pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria de tomándose una muestra de 44 pacientes que fueron sometidos a SPECT cardiaco y angiografía coronaria para evaluación de enfermedad arterial coronaria en el periodo de enero a diciembre del 2022.

En la tabla No.1 se evidencian los datos obtenidos en la revisión de los expedientes clínicos del Hospital General de la Plaza de la Salud en el período enero a diciembre del 2022, donde se identificó los pacientes con sospecha de enfermedad arteria coronaria que se realizaron pruebas diagnósticas de SPECT cardiaco y angiografía coronaria.

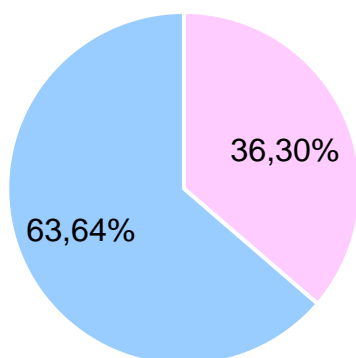
<b>Tabla No. 1.</b> Prevalencia de pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria que se realizaron SPECT cardiaco y fueron sometidos a angiografía coronaria en el Hospital General De la Plaza de la Salud, en el periodo Enero a Diciembre del 2022.		
<b>Pacientes</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Pacientes con SPECT Cardiaco sin realización de angiografía coronaria</b>	415	90.4
<b>Pacientes con SPECT cardiaco con Angiografía coronaria</b>	44	9.6
<b>Total</b>	<b>459</b>	<b>100%</b>

### 4.2 Características demográficas de los pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria con realización de SPECT cardíaco y angiografía

Como se muestra en el gráfico 1 y tabla No.2 de los pacientes que se realizaron SPECT cardiaco y angiografía con sospecha de enfermedad arterial coronaria el 63.64% so masculinos y el 36.30% son femenino.

Distribución según el sexo de pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria con realización SPECT cardiaco y angiografía coronaria en el Hospital General De la Plaza de la Salud en el período de enero a diciembre del 2022

N:44



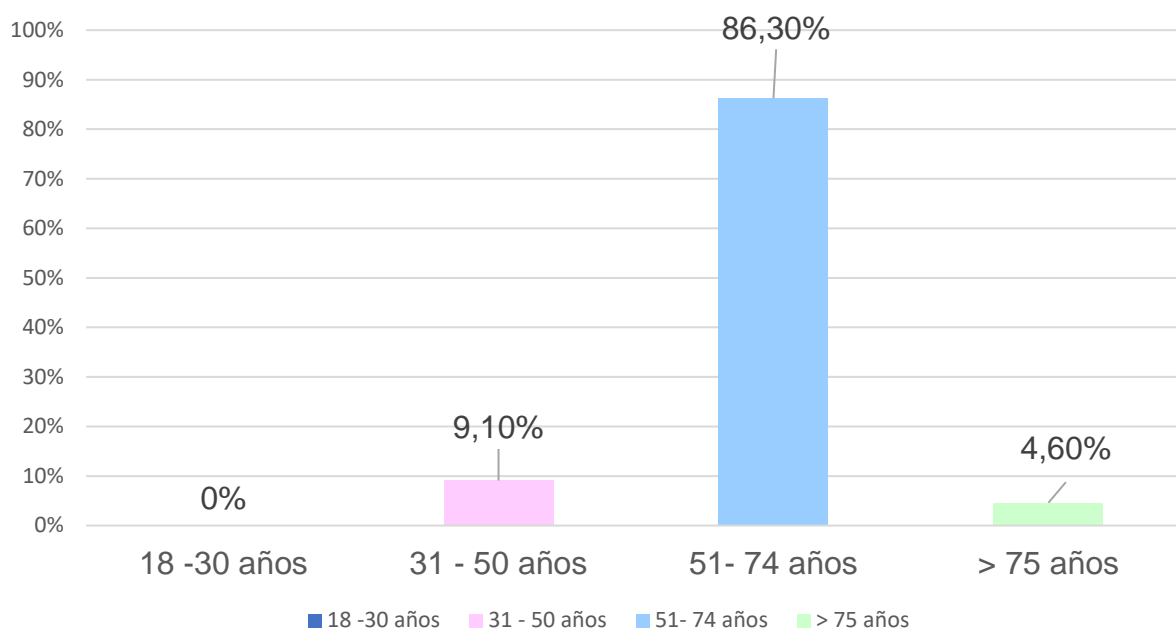
■ Femenino ■ Masculino

**Tabla No 2.** Distribución según el sexo de pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria con realización de SPECT cardiaco y angiografía coronaria en el Hospital General De la Plaza de la Salud, en el periodo Enero a Diciembre del 2022.

Sexo	Frecuencia	Porcentaje (%)
Femenino	16	36,36
Masculino	28	63,64
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>100%</b>

**Gráfico No 2.** Clasificación según la edad de pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria que se realizaron SPECT cardiaco y fueron sometidos a angiografía coronaria en el Hospital General De la Plaza de la Salud, en el período enero a diciembre del 2022. N:44

Clasificación según la edad de pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria que se realizaron SPECT cardiaco y fueron sometidos a angiografía coronaria en el Hospital General De la Plaza de la Salud, en el período enero a diciembre del 2022  
N: 4



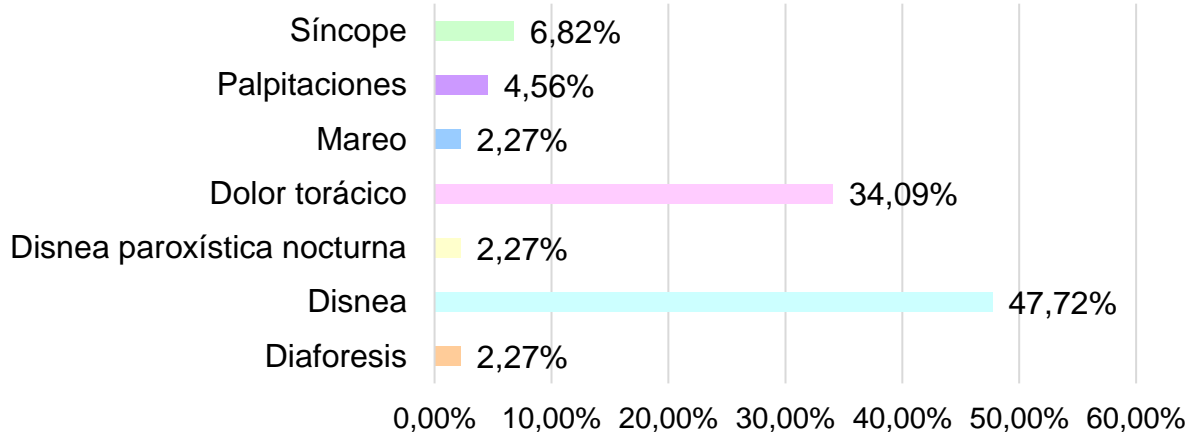
**Tabla No 3.** Clasificación según la edad de pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria que se realizaron SPECT cardiaco y fueron sometidos a angiografía coronaria en el Hospital General De la Plaza de la Salud, en el periodo Enero a Diciembre del 2022.

Edad	Frecuencia	Porcentaje (%)
<b>18 – 30 años</b>	0	0
<b>31 – 50 años</b>	4	9.10
<b>51 – 74 años</b>	38	86.3
<b>&gt;75 años</b>	2	4.6
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>100%</b>

**Gráfico No. 3.** Distribución de síntomas asociados al momento de realización de SPECT cardiaco y angiografía coronaria en el Hospital General De la Plaza de la Salud, en el período de enero a diciembre del 2022. N: 44

Distribución de síntomas asociados al momento de realización de SPECT cardiaco y angiografía coronaria en el Hospital General De la Plaza de la Salud en el período de enero a diciembre del 2022.

N:44



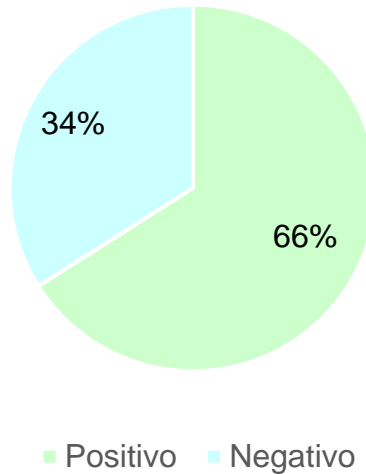
**Tabla No. 4.** Distribución de síntomas asociados al momento de realización de SPECT cardiaco y angiografía coronaria en el Hospital General De la Plaza de la Salud, en el periodo de Enero a Diciembre del 2022.

Síntomas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Diaforesis	1	2,27
Disnea	21	47,72
Disnea paroxística nocturna	1	2,27
Dolor torácico	15	34.09
Mareo	1	2,27
Palpitaciones	2	4,56
Síncope	3	6,82
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>100%</b>

**Gráfico No. 4-** Distribución de los resultados del SPECT cardiaco en pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria y angiografía coronaria en el Hospital General De la Plaza de la Salud, en el periodo de enero a diciembre del 2022. N: 44.

Distribución de los resultados del SPECT cardiaco en pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria y angiografía coronaria en el Hospital General De la Plaza de la Salud en el período de enero a diciembre del 2022.

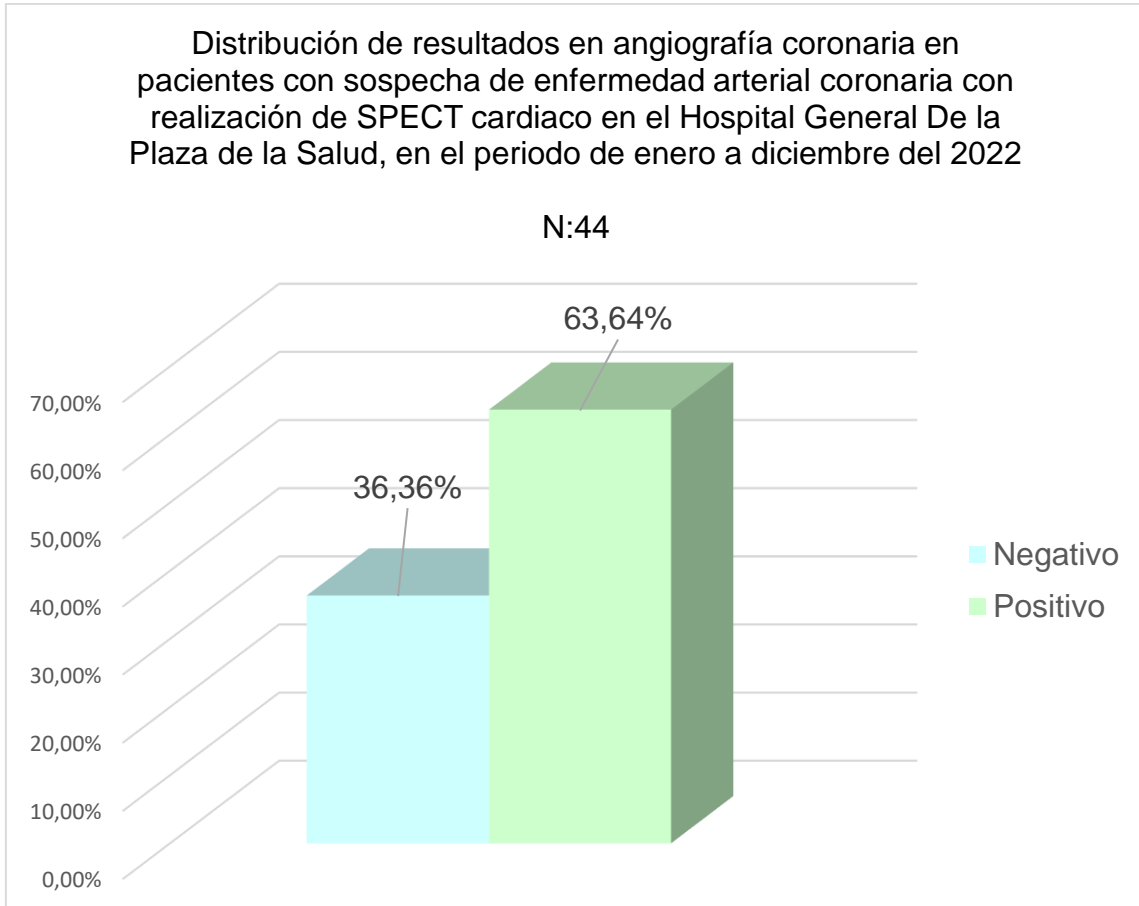
N:44



**Tabla No. 5.** Distribución de los resultados del SPECT cardiaco en pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria y angiografía coronaria en el Hospital General De la Plaza de la Salud, en el periodo de Enero a Diciembre del 2022.

Resultado de SPECT	Frecuencia	Porcentaje (%)
Negativo	15	34
Positivo	29	66
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>100%</b>

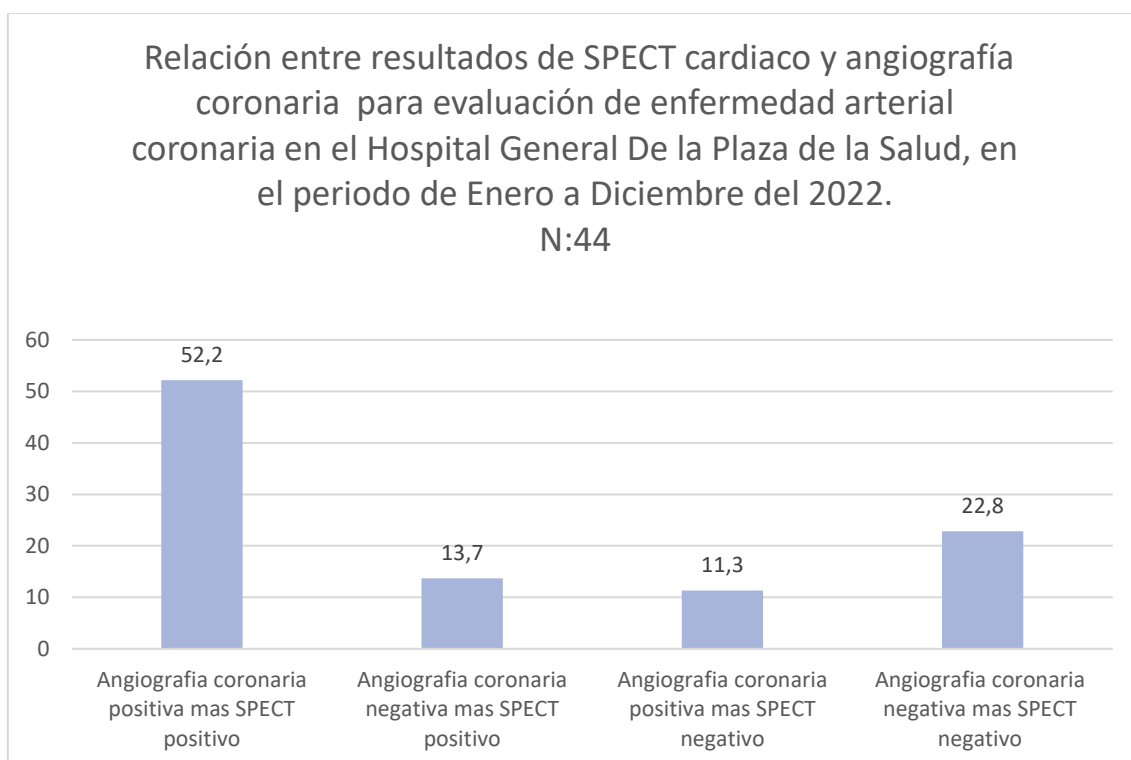
En el gráfico 5 y tabla No. 6 se muestra la distribución de los 44 pacientes evaluados según el resultado obtenido en la prueba diagnóstica invasiva angiografía con SPECT cardiaco, donde resultaron un 63,64% positivo y 36,36% negativo para enfermedad arterial coronaria.



**Tabla No. 6.** Distribución de resultados en angiografía coronaria en pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria con realización de SPECT cardiaco en el Hospital General De la Plaza de la Salud, en el periodo de Enero a Diciembre del 2022.

Resultado de angiografía coronaria	Frecuencia	Porcentaje(%)
<b>Negativo</b>	16	36,36
<b>Positivo</b>	28	63,64
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>100%</b>

En el gráfico 6 y tabla No. 7 se expresan la distribución de los 44 pacientes evaluados según los resultados obtenidos en ambos procedimientos diagnósticos, donde se observa que aquellos paciente que constaban con un SPECT cardiaco positivo el 52.20% tenía un resultado positivo en la angiografía mientras que un 13.70% tuvieron un resultado negativo en dicho estudio; sin embargo, aquellos que tuvieron un resultado negativo en el SPECT cardiaco, el 11.30% tuvieron una angiografía positiva y un 22.80% resultado negativo en angiografía para enfermedad arterial coronaria.



**Tabla No. 7-** Relación entre resultados de SPECT cardiaco y angiografía coronaria en pacientes para evaluación de enfermedad arterial coronaria en el Hospital General De la Plaza de la Salud, en el periodo de Enero a Diciembre del 2022.

**Tabla 2x2 de valores encontrados en las pruebas diagnósticas**

Angiografía coronaria	SPECT Cardiaco		Total
	Positivo	Negativo	
Positivo	23	5	28
Negativo	6	10	16
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>15</b>	<b>44</b>

En el gráfico 7 y tabla No. 8 se expresan la distribución de los 44 pacientes evaluados según la sensibilidad y especificidad del SPECT cardiaco en pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria. Los resultados obtenidos de especificidad y sensibilidad fueron calculados bajo la siguiente formula:

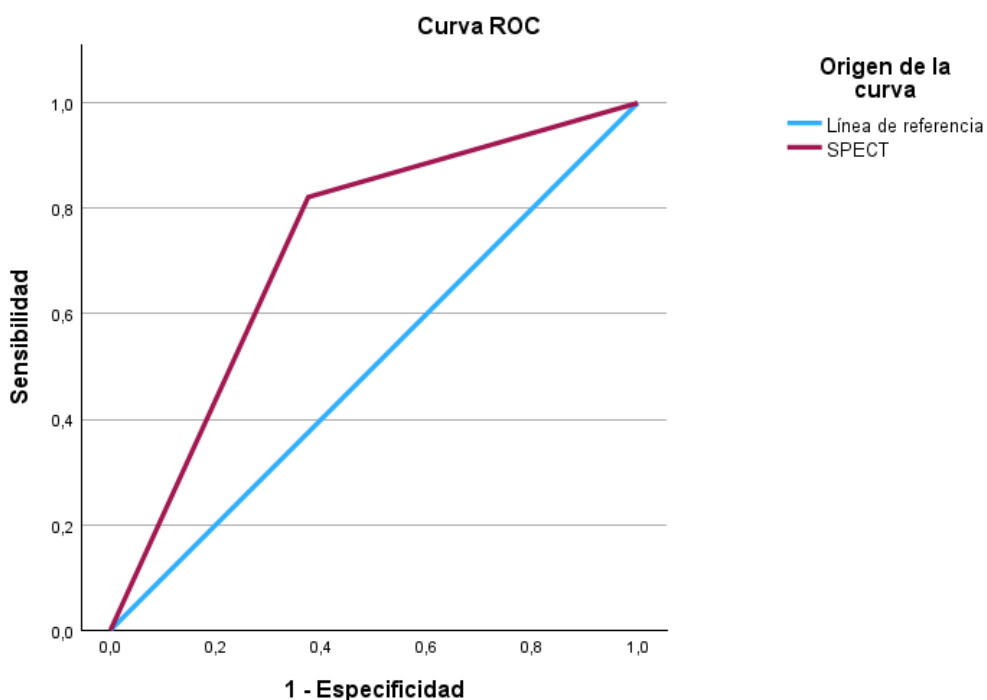
- **Especificidad** =  $VN / (FP + VN)$

$$10 / (6+10) = 62.5\%$$

- **Sensibilidad** =  $VP / (VP + FN)$

$$23 / (23 + 5) = 82.14$$

**Gráfico No. 7-** Sensibilidad y especificidad de SPECT cardiaco en pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria en el Hospital General De la Plaza de la Salud, en el periodo de enero a diciembre del 2022. N: 44



**Tabla No. 8-** Especificidad y sensibilidad de SPECT cardiaco para evaluación de enfermedad arterial coronaria en el Hospital General De la Plaza de la Salud, en el periodo de Enero a Diciembre del 2022. N: 44

Valor diagnóstico	Porcentaje (%)
Especificidad	62,5 %
Sensibilidad	82,14%

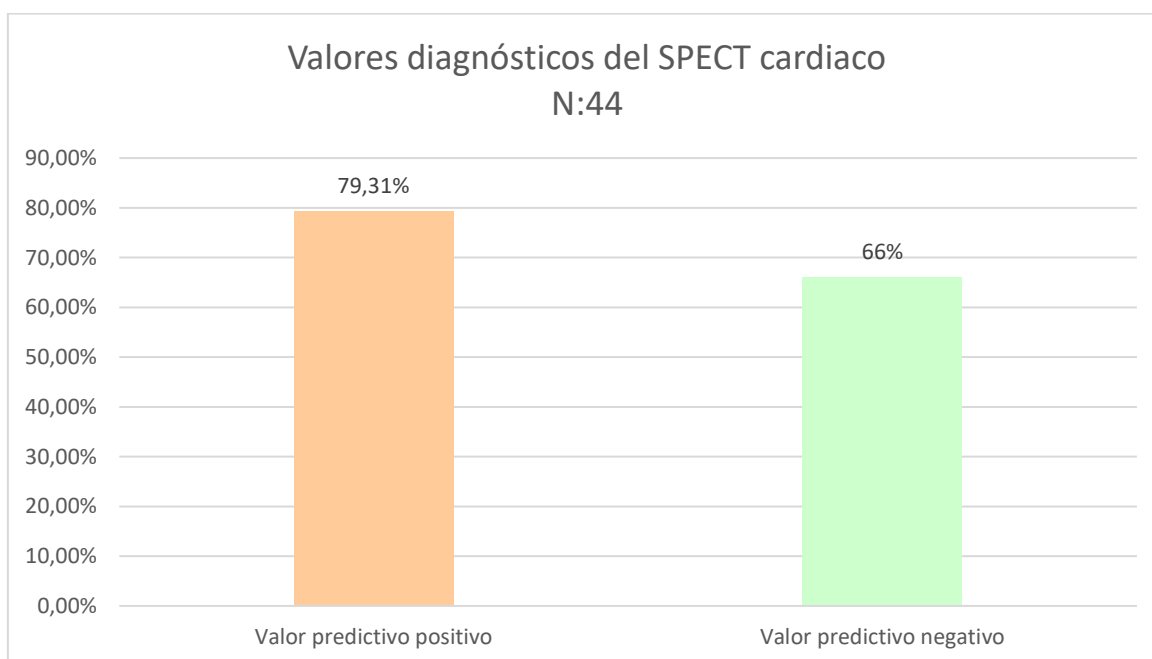
En el gráfico 8 y tabla No. 9 se expresan la distribución de los 44 pacientes evaluados según el valor predictivo de SPECT cardiaco en pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria. Los resultados obtenidos de valor predictivo positivo y negativo fueron calculados bajo la siguiente formula:

- **Valor predictivo negativo** =  $VN / (FN + VN)$

$$10 / (5 + 10) = 66\%$$

- **Valor predictivo positivo** =  $VP / (VP + FP)$

$$23 / (23 + 6) = 79.31\%$$



**Tabla No. 9-** Valores predictivos de SPECT cardiaco en pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria en el Hospital General De la Plaza de la Salud, en el periodo de Enero a Diciembre del 2022. N: 44

<b>Valor diagnóstico</b>	<b>SPECT cardiaco</b>
Valor predictivo positivo	79,31 %
Valor predictivo negativo	66%

## Capítulo 5: Discusión

## 5. Discusión

De un total de 459 pacientes que se realizaron SPECT cardiaco para el diagnóstico de enfermedad arterial coronaria en el Hospital General Plaza de la Salud en el período de enero a diciembre del año 2022, solo 44 pacientes cumplieron con el criterio de presentar una angiografía coronaria realizada posterior a la realización del SPECT, representando un 9,6%.

El rango de edad de los pacientes incluidos en este estudio estuvo representado a partir de los 31 años de edad, con el mayor porcentaje de pacientes a los que se le realizo SPECT cardiaco, correspondiendo a un 86,3% fue entre 51 a 74 años de edad, similar a un trabajo de investigación titulado “Valor pronóstico de la SPECT de perfusión miocárdica en pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria. Influencia del sexo. Donde se le realizó SPECT cardiaco a 2,230 pacientes por sospecha de enfermedad arterial coronaria, la media de edad fue de 63 años. También concuerda con los resultados obtenidos en un estudio que se realizó en un centro de referencia nacional en Lima- Perú “Predicción de lesiones coronarias significativas mediante perfusión miocárdica con SPECT” realizado por Talledo et al, donde incluyeron a 105 pacientes con una edad promedio de 67 años. No obstante, cabe resaltar que el 9,10% de nuestra muestra está comprendida entre los 31 y 50 años de edad.

En el mismo estudio realizado por Rodríguez Cabalé, no hubo diferencias en función al sexo representado por 52% para el sexo femenino y un 48% para el sexo masculino con una disimilitud en nuestro estudio donde se pudo evidenciar que el mayor porcentaje de la muestra correspondía al sexo masculino con un 63,64% y al sexo femenino en menor porcentaje representando el 36,3%. Muy similar al estudio realizado en Lima- Perú donde su muestra estuvo representada por el sexo masculino representando el 84%.

Entre los síntomas que presentaron los pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria el más frecuente fue la disnea correspondiendo a un 47, 72%, en segundo lugar, de frecuencia el dolor torácico con un 34, 09% semejante al estudio de valor pronóstico de la SPECT donde el dolor torácico fue prevalente en 61,6%. (10)

Cuando Talledo et al, estudiaron la sensibilidad de la SPECT para lesión coronaria significativa, con un resultado positivo de más de 10% de defecto, esta resultó 87,5% y la especificidad 83%, mientras que el valor predictivo positivo (VPP) resultó en 88%, y valor predictivo negativo (VPN) en 60% en comparación con nuestro estudio donde arrojo como resultado valores similares en proporción a la muestra seleccionada en nuestra investigación con una especificidad de un 62,5% y una sensibilidad de un 82,14% con un VPP 79.31 y un VPN en 66%.

## 5.1 Conclusiones

El SPECT de perfusión miocárdica es un estudio de imágenes diagnósticas, sensible para determinar la presencia de enfermedad coronaria oclusiva en pacientes con equivalente anginoso. Por el contrario, en caso de obtener un resultado negativo, encontramos una especificidad relativamente baja respecto a la prueba oro como es el cateterismo, por lo que recomendamos no evaluar este resultado de forma aislada, sino como una prueba complementaria que debe correlacionar con el contexto clínico del paciente, así como con otras pruebas complementarias no invasivas de alto valor en el diagnóstico de enfermedad coronaria, como por ej., el score de calcio, antes de determinar la necesidad de escalar o no a una prueba invasiva como la angiografía coronaria.

Debido a que existe la probabilidad de obtener un falso negativo en pacientes con lesiones coronarias poco significativas, por lo que se debe recomendar obtener resultado conjuntamente con otras pruebas complementarias como el ecocardiograma y score de calcio, así como el cuadro clínico presentado en el paciente.

En este estudio se evidenció que el síntoma más común presentado en los pacientes fue la disnea, conocida como equivalente anginoso, los pacientes que están cursando con enfermedad arterial coronaria no siempre presentaron como síntoma principal el dolor torácico, inclusive un porcentaje de paciente puede presentar enfermedad arterial coronaria y permanecer asintomáticos siendo esta enfermedad un hallazgo incidental a la hora de realización de estudios paraclínicos.

## Capítulo 6: Recomendaciones

## Recomendaciones

- Como recomendación inicial se propone la investigación de enfermedad arterial coronaria con varios estudios en conjunto a la sintomatología e historia clínica del paciente para evitar obtener falsos negativos.
- No se recomienda de forma aislada el SPECT cardiaco para diagnosticar enfermedad arterial coronaria en vista de que existe un porcentaje de pacientes que pudieran estar cursando con enfermedad arterial de microvasculatura, así como lesiones no significativas que solo se pueden evidenciar por cateterismo cardiaco.
- Se recomienda realizar un estudio que incluya la comparación de varias modalidades diagnosticas incluyendo Score de calcio por tomografía, ecocardiograma, cateterismo y SPECT cardiaco para una mayor objetivación y captación de pacientes con enfermedad arterial coronaria.
- En conjunto a las recomendaciones anteriormente descritas también se recomienda fomentar la educación a personal clínico acerca de la prevención y protocolización de estudios clínicos y pruebas de imágenes diagnosticas para obtener un mayor enfoque diagnostico de la enfermedad arterial coronaria.
- Se recomienda mantener información clara y precisa hacia todo el personal de salud especializado en cardiología, medicina interna y cualquier otro ámbito clínico de la priorización de estudios diagnósticos no invasivos con la finalidad de producir menor efectos adversos en la población en general.
- Como recomendación final se propone disminuir gastos y costos según la efectividad de pruebas diagnósticas, solicitando cada estudio imagenológico en base a la estratificación de riesgo individualizado en cada paciente.

## Anexos

### Anexo 1. Instrumento de recolección de datos

**Valor predictivo de la tomografía de emisión de fotón único de perfusión miocárdica (SPECT) en pacientes con enfermedad arterial coronaria del Hospital General de la Plaza de la Salud en el periodo de Enero a Diciembre del año 2022**

NOMBRE DE PACIENTE <input type="text"/>	EDAD <input type="text"/>	HISTORIA CLINICA <input type="text"/>
SEXO <input type="radio"/> FEMENINO <input type="radio"/> MASCULINO	SINTOMAS <input type="radio"/> DOLOR TORACICO <input type="radio"/> PALPITACIONES <input type="radio"/> DISNEA <input type="radio"/> MAREO <input type="radio"/> SINCOPE	
Resultado SPECT cardiaco <input type="radio"/> Positivo <input type="radio"/> Negativo		
REGION AFECTADA EN SPECT CARDIACO <input type="text"/>		
RESULTADO CATETERISMO CARDIACO <input type="radio"/> POSITIVO <input type="radio"/> NEGATIVO	RESULTADO DE CATETERISMO POSITIVO <input type="text"/>	

## Anexo 2. Consentimiento informado



**Hospital General  
de la Plaza de la Salud**

### FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Fecha: / /

Yo \_\_\_\_\_ certifico que el Dr. \_\_\_\_\_  
me ha informado que me encuentro afectado de: \_\_\_\_\_

Se me ha informado que las alternativas terapéuticas disponibles hasta el momento son: \_\_\_\_\_

Se me ha informado que el Hospital General de la Plaza de la Salud dispone de las facilidades tanto profesionales como logísticas para realizar: \_\_\_\_\_

Se me ha informado que me beneficiaría, de acuerdo a mi estado actual, de ser tratado con: \_\_\_\_\_

Se me ha informado que el tratamiento que voluntariamente he aceptado consiste en: \_\_\_\_\_

Se me ha informado que los beneficios de someterme a este manejo podrían ser: \_\_\_\_\_

Se me ha informado que los riesgos de someterme a este manejo podrían ser: \_\_\_\_\_

Se me ha informado que las complicaciones posibles de este manejo podrían ser: \_\_\_\_\_

Se me ha informado que de ser necesario, en caso de complicaciones, cuenta con servicios tales como: \_\_\_\_\_

A fin de preservar mi vida, se me ha informado que durante la realización de exámenes y/o pruebas preparatorias para el/los procedimiento(s), el equipo médico tratante podría tomar imágenes (fotografías, videos y otros recursos de difusión) y mi caso ser presentado en eventos nacionales e internacionales sólo con el interés científico, con lo cual estoy de acuerdo, siempre que se respete mi integridad moral.

En caso de que el actual procedimiento finalizase con mi fallecimiento, autorizo para que sea practicada, a mi cuerpo, una autopsia a los fines de esclarecer las causas reales de mi deceso.

Autorizado

NO Autorizado

Declaro que he leído este documento, que he sido informado por el Médico de el/los riesgo (s) del (los) procedimiento (s), que se me ha explicado las posibles alternativas y que he hecho las preguntas aclaratorias, mías y de mis familiares, por lo que sintiéndome satisfecho (DOY MI CONSENTIMIENTO para ser sometido al (los) procedimiento (s) de: \_\_\_\_\_



## CERTIFICACIÓN EN ÉTICA DE INVESTIGACIÓN

<b>Nombre Completo</b>	Johanny Liliana Bonilla Moya
<b>Matrícula o código institucional</b>	201102
<b>Carrera/Posición:</b>	Postgrado en Medicina
<b>Estado del examen</b>	Aprobado
<b>Número de Certificación</b>	DIAIRB2023-0046
<b>Fecha</b>	Wednesday, March 1, 2023

Firma CEI

Michael A. Alcántara-Minaya, MD  
Coordinador Comité de Ética  
Vicerrectoría de Investigación e Innovación  
Universidad Iberoamericana (UNIBE)



## Referencias

1. al ALe. Estratificación de riesgo de muerte a mediano plazo de pacientes evaluados por enfermedad coronaria con SPECT de perfusión miocárdica bajo efecto de dipiridamol. Revista medica de Chile. 2018.
2. Salud OMdl. OMS. [Online]; 2017. Disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)).
3. Braunwald. Tratado de cardiología, texto de medicina cardiovascular. 12th ed. Libby , editor. España: Elsevier; 2024.
4. al ICe. Diagnóstico de la enfermedad coronaria mediante gated-SPECT de perfusión miocárdica. revista Española de Cardiología. 2008.
5. Braunwald. Tratado de cardiología , texto de medicina cardiovascular España: Elsevier; 2019.
6. Gagliardi DJ. Consenso de Síndromes Coronarios Crónicos - 2020. sociedad Argentina de cardiología. 2020;: p. 13,14.
7. knuuti J. Guia ESC 2019 sobre el diagnostico y tratamiento de los sindromes coronarios cronicos. sociedad europea de cardiología. 2019; 1(495): p. 495.
8. al ase. Pronóstico de la enfermedad coronaria crónica mediante gated-SPECT de perfusión miocárdica. elsevier. 2020; 1(1).
9. Antunes M. Enfermedad arterial coronaria y sus características clínico-angiográficas: Realidad de un centro de atención terciaria privado en Angola. sociedad cubana de cardiología. 2021.
- 10 Cabalé GR. Dialnet. [Online].; 2022.. Disponible en: [https://dialnet.unirioja.es/buscar/tesis?query=Dismax.DOCUMENTAL\\_TODO=spect+cardiac](https://dialnet.unirioja.es/buscar/tesis?query=Dismax.DOCUMENTAL_TODO=spect+cardiac).
- 11 Hoyos CJ. Unab. [Online].; 2020..

- 12 Talledo-Paredes LS. Predicción de lesiones coronarias significativas mediante . perfusión miocárdica, resultados de un centro de referencia en Lima- Peru. Archivos Peruanos de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. 2022.
- 13 Barbagelata L. Enfermedad coronaria y dolor torácico crónico. En: Buenos Aires; . 2022 p. 1-6.
- 14 Torregroza-Diazgranados EdJ. Pruebas diagnósticas: Fundamentos de los . estudios diagnosticos, evaluacion de la validez e interpretacion clinica de los resultados. Revista de Colombia. 2021.
- 15 braunwald. tratado de cardiologia, texto de medicina cardiovascular. 12th ed. al . Le, editor. España: elsevier; 2024.
- 16 Brauwald. Tratado de cardiologia. En Zipes LBB. Tratado de cardiologia. . Barcelona: elsevier; 2019. p. 374.
- 17 Cobos et al. Fundacion BBVA. [Online].; 2009. Acceso 23 de Noviembre de 2023. . Disponible en: [https://www.fbbva.es/microsites/salud\\_cardio/mult/fbbva\\_libroCorazon\\_cap5.pdf](https://www.fbbva.es/microsites/salud_cardio/mult/fbbva_libroCorazon_cap5.pdf).
- 18 Zipes dDP. Braunwald. Tratado de cardiología. Texto de medicina . cardiovascular. En al dDPZe. Braunwald. Tratado de cardiología. Texto de medicina cardiovascular. España: Elsevier; 2019. p. 374.
- 19 al DPZe. Tratado de cardiologia Braunwald. En al DPZe. Tratado de cardiologia . Braunwald. España: elsevier; 2019. p. 374-380.
- 20 Gómez FJG. Análisis de fase en estudios Gated-SPECT como. Sociedad . Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. 2018.
- 21 Romero-Farina G. Coste-efectividad de la SPECT de perfusión miocárdica y de . la prueba de esfuerzo en relacion con la revascularizacion coronaria, eventos cardiacos y mortalidad. Sociedad Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular. El sevier. 2020.

- 22 Danad I. Comparación de angiografía por TC coronaria, SPECT, PET e . imagenes hibridas para el diagnostico de cardiopatia isquemica determinada por reserva de flujo fraccional. JAMA cardiologia. 2017.
- 23 Douglas Z. Tratado de cardiologia. En Braunwald E. Tratado de cardiologia. . España: Elsevier; 2019. p. 1098.
- 24 al Je. Principios de medicina interna. En Harrison. Principios de Medicina . interna.: Mc Graw Hill; 2020. p. 1850.
- 25 Barbagelata L. Enfermedad coronaria y dolor torácico crónico. En: Buenos Aires; . 2022 p. 1-6.