



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

OPTIMIZACIÓN DE LA DOSIS DE TC-99M SESTAMIBI EN UN ESTUDIO
DE PERFUSIÓN MIOCÁRDICA BASADO EN EL ÍNDICE DE MASA
CORPORAL: UNA REVISIÓN DE ALCANCE (SCOPING REVIEW)

DOSE OPTIMIZATION OF TC-99M SESTAMIBI IN A BODY MASS INDEX-
BASED MYOCARDIAL PERFUSION STUDY: SCOPING REVIEW

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO
EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE RADIOLOGÍA

AUTORES

ANGELA ADRIANA LAVERIANO BERNAL

NATHALIE MILAGROS JAVIER DAMIAN

ASESOR

JOSE LUIS SANTOS ARANA VIVAR

LIMA - PERÚ

2025

JURADO

Presidente: DR. GUILLERMO BRAVO PUENTE

Vocal: MG. EDWARD ARTEMIO MECA CASTRO

Secretario: DRA. NATALIA ISABEL MOSQUERA VERGARAY

Fecha de Sustentación: 08 de abril del 2025

Calificación: Aprobado

ASESOR DE TESIS

ASESOR

LIC. JOSE LUIS SANTOS ARANA VIVAR

Departamento Académico de Tecnología Médica en la especialidad de Radiología

Especialista en Tecnología en Medicina Nuclear Molecular

Coordinador SEP en Tecnología en Medicina Nuclear Molecular

ORCID: 0009-0007-4220-9282

DEDICATORIA

A Dios, fuente inagotable de sabiduría y fortaleza, por iluminarnos en nuestro camino y brindarme la gracia necesaria para alcanzar este logro. A mis padres, por su amor incondicional, por inculcarme valores y por su apoyo constante a lo largo de este recorrido.

- Natalie Milagros Javier Damian

Dedico este logro a mis padres y hermanos que son mi pilar inquebrantable, cuyo constante apoyo, amor y motivación hicieron posible que llegara hasta aquí. Agradezco profundamente el gran esfuerzo de mis padres por brindarme una educación universitaria; este y muchos otros logros siempre serán por ustedes.

- Angela Adriana Laveriano Bernal

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos brindar nuestro más profundo agradecimiento al Mg. José Luis Santos Arana Vivar por el apoyo incondicional, paciencia, guía y el asesoramiento continuo, los cuales fueron fundamentales durante la realización del presente trabajo de investigación.

En este momento tan significativo de nuestra trayectoria académica, queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todos los maestros que han sido parte de nuestra formación. Su paciencia, dedicación y compromiso han dejado una huella imborrable en nosotros.

A nuestras familias por su amor incondicional y apoyo, quienes nos enseñaron el valor del esfuerzo y la perseverancia en la búsqueda de nuestros objetivos.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

El presente trabajo fue autofinanciado por las autoras.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Las autoras no presentan conflicto de interés.

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

OPTIMIZACIÓN DE LA DOSIS DE TC-99M SESTAMIBI EN UN ESTUDIO DE PERFUSIÓN MIOCÁRDICA BASADO EN EL ÍNDICE DE MASA CORPORAL: UNA REVISIÓN DE ALCANCE (SCOPING REVIEW)

DOSE OPTIMIZATION OF TC-99M SESTAMIBI IN A BODY MASS INDEX-BASED MYOCARDIAL PERFUSION STUDY: SCOPING REVIEW

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE RADIOLOGÍA

AUTORES

ANGELA ADRIANA LAVERIANO BERNAL

NATHALIE MILAGROS JAVIER DAMIAN

ASESOR

JOSE LUIS SANTOS ARANA VIVAR

LIMA - PERÚ

2025



9% Similitud estándar

Fuentes

Mostrar las fuentes solapadas

1 Internet

repositorio.upch.edu.pe

6 bloques de texto

86 palabras coincidentes

2 Internet

worldwidescience.org

5 bloques de texto

44 palabras coincidentes

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
Resumen	
Abstract	
I. Introducción	1
II. Objetivos	4
III. Materiales y métodos	5
IV. Resultados	9
V. Discusión	12
VI. Limitaciones del estudio	17
VII. Conclusiones	18
VIII. Aspectos éticos	19
IX. Referencias bibliográficas	20
X. Tablas, gráficos y figuras	26
Anexos	

ÍNDICE DE FIGURAS, GRÁFICOS Y TABLAS

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA para la selección de artículos

Gráfico 1 Frecuencia Relativa del tipo de publicaciones

Gráfico 2 Frecuencia Relativa de la medición de resultados

Tabla 1. Esquema de la pregunta PCC

Tabla 2. Resumen de las características generales de los estudios seleccionados

RESUMEN

Introducción: La optimización de dosis en estudios de perfusión miocárdica mediante Tomografía por emisión de fotón único se ha vuelto uno de los principales objetivos planteados por la Sociedad Estadounidense de Cardiología Nuclear. Esta promueve la reducción de la dosis administrada a los pacientes, sin comprometer la calidad diagnóstica de la imagen. **Objetivo:** Mapear la relación entre el Índice de Masa Corporal y la dosis óptima a administrar del Tecnecio 99m Sestamibi en estudios de perfusión miocárdica, a través de una revisión de alcance. **Metodología:** Se realizó una revisión de alcance basada en búsquedas en bases de datos electrónicas como MEDLINE, EMBASE y motores de búsqueda como Google Scholar, sintetizando la evidencia disponible a través del protocolo PRISMA-Scr. Para el análisis final de los resultados, se emplearon narrativas descriptivas y de frecuencia utilizando el software MS Excel, con una descripción de los hallazgos utilizando gráficos y tablas. **Resultados:** De los 16 estudios, 68.75 % fueron descriptivos, 50% realizados en EE.UU. y 31.25% en el año 2016, gran parte de ellos 68.75% destacaron la reducción de dosis y el 31.25% propusieron nuevos protocolos. Se evaluaron estudios que consideraron al Índice de Masa Corporal como variable en la reducción de dosis del radiofármaco en estudios de perfusión miocárdica en SPECT. **Conclusiones:** La utilidad que posee el IMC en los MPI en los resultados de los estudios se mostró que es relevante, brindando grandes beneficios y sin perjudicar el valor diagnóstico.

Palabras clave: Perfusión miocárdica, índice de masa corporal, Tc-99m Sestamibi, SPECT, dosis.

ABSTRACT

Introduction: Dose optimization in myocardial perfusion studies using Single Photon Emission Computed Tomography (SPC) has become one of the main objectives set forth by the American Society of Nuclear Cardiology. This promotes the reduction of the dose administered to patients, without compromising the diagnostic quality of the image. **Objective:** To map the relationship between the Body Mass Index and the optimal dose to be administered of Technetium 99m Sestamibi in myocardial perfusion studies, through a scoping review. **Methodology:** A scoping review was performed based on searches in electronic databases such as MEDLINE, EMBASE and search engines such as Google Scholar, synthesizing the available evidence through the PRISMA-Scr protocol. For the final analysis of the results, descriptive and frequency narratives were used using MS Excel software, with a description of the findings using graphs and tables. **Results:** Of the 16 studies, 68.75% were descriptive, 50% were conducted in the US, and 31.25% were conducted in 2016. Most of these studies, 68.75%, focused on dose reduction, and 31.25% proposed new protocols. Studies that considered Body Mass Index as a variable in radiopharmaceutical dose reduction in myocardial perfusion SPECT studies were evaluated. **Conclusions:** The usefulness of BMI in MPI in the results of the studies was shown to be relevant, providing great benefits without harming the diagnostic value.

Keywords: Myocardial perfusion, body mass index, Tc-99m Sestamibi, SPECT, dose.

I. INTRODUCCIÓN

La optimización de dosis en estudios de perfusión miocárdica (MPI) por Tomografía por emisión de fotón único (SPECT) se ha vuelto uno de los principales objetivos planteados por la Sociedad Estadounidense de Cardiología Nuclear (ASNC), exigiendo así reducir la dosis inyectada a los pacientes, pero sin perjudicar la calidad de la imagen (1). El estudio por MPI en SPECT utilizando Tecnecio 99m Sestamibi (MIBI), como radiofármaco de uso diagnóstico con una dosis estándar de 10 a 30 mCi que nos permite obtener imágenes del músculo cardíaco, demostrando su localización y cuantificación de la zona del miocardio afectada; brindando mayor contraste y precisión en la detección de enfermedades en arterias coronarias individuales (2, 3). Pero la dosis de radiación adquirida por el paciente mediante este y diversos estudios por imagen no deja de ser relevante para una constante evaluación y revisión de los beneficios en busca de nuevos métodos de optimización (4). Debido a ello, es importante considerar el papel que posee el Índice de Masa Corporal (IMC) como predictor de la dosis efectiva de radiación (5). Ya que este nos brinda características importantes acerca de la distribución corporal del paciente, y según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se define mediante el peso en kilogramos (Kg) dividido por la estatura en metros (m) al cuadrado, además es considerada como medida de primer nivel de la grasa y herramienta diagnóstica de la obesidad (6,7,8).

Si bien se sabe que la imagenología cardíaca representa el 40% de la dosis acumulada en el área de imagen, y específicamente la cardiología nuclear siendo fundamental en la detección de enfermedades coronarias (9,10). Debido a ello, en

la búsqueda de la reducción de dosis en los estudios de MPI, existe evidencia científica donde su principal objetivo fue disminuir la dosis basado en las características del paciente, logrando así reducir hasta en un 25% del original utilizando algoritmos que contribuyan en la recuperación de resolución, corrección de la dispersión y atenuación, brindando una imagen diagnóstica (11). Así mismo, mediante una mejora en la reconstrucción de imagen se contribuye a la optimización de la dosis de radiación preservando la calidad de la imagen y reduciendo significativamente la exposición de los pacientes junto con el personal ocupacionalmente expuesto (12, 13).

En un artículo cuyo objetivo principal fue evaluar si era necesario aumentar la cantidad de dosis del radiofármaco en consecuencia a las características del paciente específicamente en casos de obesidad, demostró la relevancia que tiene el IMC en la adquisición de imágenes de MPI (14). En una investigación, con una población de 415 pacientes se evaluó ambos sexos, IMC, modelo de escáner, centro de imágenes, los parámetros de adquisición de imágenes SPECT y TC, el índice de dosis (CTDI volumen) y la dosis de actividad administrada (AA); concluyeron que la dosis efectiva promedio en pacientes masculinos y femeninos tiene una relación positiva la AA y el IMC, esto llevaría a considerar establecer un modelo de AA personalizado optimizando la dosis con el IMC en los estudios MPI (4).

Además, con otra investigación que evaluó la influencia del IMC en la exposición a la radiación en diversas modalidades de imagen radiológicas incluido el SPECT, se demostró que a pesar de que estos puedan tener protocolos de “ahorro de dosis” existe una variación significativa cuando se utiliza el IMC para calcular la dosis (5).

Por esta razón, la presente investigación se justifica debido a la importancia que posee estudiar y mapear la relación que existe entre la dosis óptima del radioisótopo mediante el IMC en los procedimientos de MPI reduciendo así la alta exposición a radiación, y con ello se respalda la relevancia que tiene la optimización de dosis de actividad a administrar que en la actualidad es de preocupación en distintas asociaciones médicas (1). Se ha demostrado los beneficios que posee relacionar el IMC con la dosis de actividad del radioisótopo, debido a su enfoque personalizado en el cálculo de la dosis necesaria para cada paciente utilizando sus características para la ejecución del estudio mejorando la atenuación y calidad de imagen (4). Por ello, la ASNAC nos señala que la dosis requerida para un paciente de peso normal no debería ser la misma a la de un paciente con sobrepeso, es por ello que impulsa y exige que los estudios deben adaptarse a cada paciente (1).

Con toda esta información presentada, nos llevó a formularnos la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué evidencia existe sobre la relación entre el IMC y la dosis óptima del Tc-99m Sestamibi en estudios de perfusión miocárdica realizados con tecnología SPECT o SPECT/CT?

II. OBJETIVOS

Objetivo general:

Mapear la relación entre el Índice de Masa Corporal y la dosis óptima a administrar del Tecnecio 99m Sestamibi en estudios de perfusión miocárdica, a través de una revisión de alcance.

Objetivo específico:

Identificar los nuevos métodos de optimización de dosis del Tc-99m Sestamibi en función del IMC en estudios de perfusión miocárdica.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Diseño general del estudio

El diseño del estudio es Scoping review o también conocida como revisión de alcance, en la cual se realizó la síntesis de la evidencia.

Se utilizó PRISMA-Scr como guía de investigación y redacción del informe final (15).

3.2. Criterios de inclusión

Como criterios de inclusión se consideró:

- Estudios de metodología observacional descriptivos o analíticos, revisiones narrativas, ensayos clínicos, estudios de revisión de casos, y revisiones sistemáticas.
- Estudios que investiguen la perfusión miocárdica, que consideren el IMC o dosis de actividad administrada.
- Estudios que incluyeron pacientes de edad adulta a partir de los 18 años en adelante con patologías cardíacas, como defectos cardíacos dilatados, arritmias, miocardiopatías dilatadas, infarto agudo de miocardio, insuficiencia cardíaca, isquemia miocárdica, viabilidad miocárdica, estratificación de riesgo post IM, valor pronóstico en pacientes con enfermedad coronaria.
- Estudios de investigación de idioma inglés y español.
- Estudios que hayan utilizado como radiofármaco Tc-99m sestamibi.
- Estudios publicados desde el año 2010 hasta el 2024.

- Se incluyó literatura gris en la búsqueda mediante la base de datos de Google Scholar.

3.3. Criterios de exclusión

Estudios que incluyeron en su población pacientes que estén en periodo de gestación y/o lactancia.

3.4. Estrategia de búsqueda

Para la estrategia de búsqueda se utilizó la estructura de pregunta PCC (Población, concepto y contexto) con la que se formuló la pregunta de investigación: ¿Qué evidencia existe sobre la relación entre el IMC y la dosis óptima del Tc-99m Sestamibi en estudios de perfusión miocárdica realizados con tecnología SPECT o SPECT/CT?, de la cual se obtuvieron las palabras clave. ([Tabla 1](#)).

El presente estudio se realizó bajo una búsqueda exhaustiva de artículos científicos publicados, utilizando como base de datos: Medline (PubMed) y en Embase (Ovid) utilizando los términos controlados y términos libres unidos mediante operadores booleanos “AND” Y “OR”, y en Google Scholar se utilizaron palabras claves y el operador “+” ([Anexo 1](#)).

Los artículos fueron tamizados en el estudio por el equipo de autoras (AL y NJ) y fueron encontrados mediante las estrategias de búsqueda partiendo de palabras claves relacionadas al tema. Estas palabras claves fueron estructuradas y anexadas en conjunto con sus términos libres, con

ello se formó la estructura PCC que potenciará la realización de la búsqueda.

Ver Tabla 1 “*Esquema de la pregunta PCC*”

Ver Anexo 1 “*Estrategias de búsqueda*”

3.5. Selección de estudios

Los artículos encontrados en las bases de datos fueron exportados a Mendeley para luego eliminar los duplicados. Se realizó un proceso de revisión independiente por ambas autoras de los artículos seleccionados donde se evaluó los títulos, resúmenes y palabras claves, obteniéndose de esta manera artículos coherentes y con relación al tema de estudio. Posterior a ello, se buscó que los que hayan quedado seleccionados en este proceso de tamizaje cumplan con los criterios de elegibilidad de la presente revisión.

3.6. Extracción de datos

Después de una revisión exhaustiva, se realizó la extracción de datos por ambas autoras de manera independiente en una tabla de Microsoft Excel formando así una “Matriz de artículos seleccionados” donde se recolectaron las siguientes variables: Título, año de publicación, autores, objetivos o propósito del estudio, ubicación geográfica de la investigación, diseño del estudio, edad poblacional, población del estudio, rango de IMC, mono o multicentro, resultados, modalidad del examen, y conclusiones principales. Ver Anexo “*Matriz de artículos seleccionados*” ([Anexo 2](#))

3.7. Análisis de los resultados

Los resultados fueron analizados mediante narrativas descriptivas y de frecuencia, y además de elaborar medidas de frecuencia absoluta y relativa. Se utilizó el programa de Microsoft Excel para generar los gráficos y tablas que contribuyeron con el desarrollo de la descripción de los resultados.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados de la búsqueda

Para la búsqueda se consideraron 3 bases de datos: Medline a través de PubMed, Embase a través de Ovid, y también fue realizada en Google Scholar para cubrir la literatura gris. Se obtuvieron en total 124 resultados: 11 estudios identificados de PubMed, 40 estudios identificados de Embase y finalmente 73 estudios identificados en Google Scholar.

Los resultados de la búsqueda se importaron al gestor de referencias Mendeley, en donde se eliminaron 8 artículos duplicados de forma electrónica y manual, quedando 116 estudios. Ambas revisoras examinaron los estudios, verificando que los artículos sean coherentes con el tema de investigación mediante el título y resumen, obteniendo un total de 52 estudios.

Finalmente, se procedió con la lectura a texto completo verificando que cumplan con todos los criterios de elegibilidad, de los cuales 36 artículos fueron excluidos, llevando a obtener como resultado final 16 estudios incluidos en la presente revisión. Los desacuerdos que surgieron durante la selección de estudios fueron resueltos mediante un consenso entre ambos revisores, junto con el asesor. Ver Figura “*Diagrama de flujo PRISMA para la selección de artículos*” ([Figura 1](#)).

4.2. Características de los estudios seleccionados

Tipos de publicaciones: Se distribuyeron según el tipo de publicaciones, de los cuales 11 (62.5%) de ellas fueron investigaciones primarias y las 5 (37.5%) restantes fueron secundarias ([Gráfico 1](#)).

Base de datos de las publicaciones: En los 16 estudios seleccionados para esta revisión, 3 (18.75%) de ellos fueron encontrados en Medline (PubMed), 13 encontrados en Embase (81.25%) y de Google Scholar no fue incluido ningún estudio ([Tabla 2](#)).

Medición de resultados: Se clasificaron los estudios según la medición de los resultados, los cuales 11 (68.75 %) de ellos comentan una reducción de dosis y los 5 (31.25%) restantes fue crear un protocolo nuevo ([Gráfico 2](#)).

Distribución geográfica: Como se puede visualizar en el ([Tabla 2](#)), nos damos cuenta que 8 (50 %) de los estudios fueron de EE.UU., 7 (43.75 %) de ellos se realizaron en de Países Bajos y solo 1 (6.25 %) fue de Austria.

Año de publicación de los estudios seleccionados: El rango de publicación estuvo comprendido entre 2010 y 2024, siendo 31.25% la mayoría de los artículos publicados a partir del año 2016, seguido del año 2013 con un 25%, continuando el año 2014 obtuvo un 12.5%, finalmente los años 2010, 2018, 2020, 2021 y 2024 obteniendo un 6.25% respectivamente ([Tabla 2](#)).

Metodología de los estudios: Según la clasificación de la metodología de estudio de los 16 artículos escogidos, 9 (46.25 %) fueron de metodología descriptiva y los 7 (43.75 %) restantes analíticos. ([Tabla 2](#))

Tipos de examen por imagen: Según la distribución, 4 (25 %) de ellos son estudios en modalidad SPECT/CT, 11 (68.75%) de ellos son de SPECT y uno de ellos (6.25 %) restantes PET. ([Tabla 2](#)).

Publicaciones que hablan del IMC: Dentro de las 16 publicaciones recolectadas, 4 (25%) de ellos son estudios SPECT en relación con el IMC, y 12 (75%) de ellos relacionan el SPECT ([Tabla 2](#)).

Tamaño de la población: Los rangos varían considerablemente ya que de las 16 publicaciones encontradas, 11 (68.75%) de ellos se realizaron con pacientes (hombres y mujeres), 1 (6.25%) con datos encontrados, 1 (6.25%) de laboratorios, 1 (6.25%) con exploración hallada y 2 (12.5%) con diferentes estudios ([Tabla 2](#)).

V. DISCUSIÓN

De acuerdo con lo expuesto previamente, el IMC es un indicador de la composición corporal de las personas, con el que se puede calcular cuánta dosis específicamente del radiofármaco será útil independiente de cada individuo, esto en búsqueda de su optimización.

Debido al aumento de realización de MPI y que en su ejecución se hace uso de los radiofármacos, despertaron una gran preocupación en las diversas asociaciones científicas debido a la alta exposición de los pacientes y del personal de salud (23). Durante el proceso de búsqueda de información, se encontraron diversos métodos para disminuir la dosis, como por ejemplo la aplicación de diferentes tipos de softwares que mejoran las imágenes (24, 26, 27, 28), o también la modificación de los parámetros de adquisición (21, 22, 23, 30, 31). Sin embargo, el IMC sigue siendo considerado como variable predictora de la dosis efectiva, y también como herramienta de optimización o personalización de la dosis que ha demostrado ser de ayuda eficaz en la reducción de dosis (16,17, 18, 19, 20, 25, 29).

Mediante un estudio, cuyo objetivo fue evaluar la dosis efectiva en MPI se evidencio el uso de un protocolo establecido por el centro de salud dirigido específicamente al cálculo de la dosis de la actividad a administrar (AA) del radiofármaco basado en el IMC utilizando las

características de los pacientes, y a pesar que se encontraban en distintas condiciones debido a los equipos se demostró que existe una correlación positiva entre ellas (16). Por ello consideraron adoptar un nuevo protocolo personalizado en función al IMC para el cálculo de dosis contribuyendo así en la reducción de la alta exposición a radiación (16, 17).

Se destacan los desafíos que existen en la realización de este estudio en un paciente de gran tamaño corporal, por lo tanto, en los protocolos clínicos se debe considerar el peso y la talla del paciente como datos fundamentales previos a la realización de la prueba. Debido a ello, el enfoque de un protocolo lineal de dosis baja ajustado al peso de 2,5 MBq/kg se puede aplicar a un extenso rango de IMC 18-58, sin tener pérdidas en la resolución de la imagen ni disminuir los recuentos, y dando como resultado una optimización de actividad significativa en pacientes obesos (25).

Se realizó un enfoque diferente donde compararon la ejecución del estudio en fase de estrés con dosis bajas versus la dosis estándar en una cámara especial de alta eficiencia con una sensibilidad de recuento mejorada, concluyendo que si se podría lograr una imagen diagnóstica de alta fiabilidad en aquellas condiciones de dosis. Con ello, no solo se demuestra la gran capacidad que tiene el IMC en la reducción de dosis,

sino también, el gran impacto que tienen aplicaciones novedosas como una cámara con detectores de alta eficiencia y los nuevos algoritmos de reconstrucción interactiva, que contribuyen a la optimización de hasta un 50% de la dosis, sino que también nos brindan una imagen de calidad diagnóstica permitiéndonos reducir eficazmente la exposición a la radiación (21,22,23,30,31).

En uno de los estudios (19), se indicó que para lograr la dosis óptima junto con una calidad de imagen aceptable en MPI también depende del tipo de prueba de estrés que se realice y del IMC del paciente, debido a que la prueba se puede realizar mediante un ejercicio continuo del paciente o por medios farmacológicos que sería inyectando directamente un medicamento específico, y ello podría variar los resultados.

En otros artículos, señalan que existe una variación significativa del IMC y la exposición a la radiación, debido a que en la evaluación de la dosis efectiva en los diversos métodos de imagen para patologías de dolor torácico en pacientes de diferentes tamaños, se encontraron como hallazgos más significativos que a medida que aumentaba el IMC también aumentaba la dosis efectiva, esto fue considerable para la toma de decisiones del personal médico al elegir el estudio por imagen más idóneo para el paciente (17, 18, 19, 20, 29).

En la literatura científica (24), se evidenció que con el uso de la recuperación de resolución ayudaría a reducir la dosis de actividad en conjunto con IMC y disminuyendo así el tiempo de obtención de imágenes sin perder la calidad diagnóstica. Además, en otro enfoque de disminución de dosis, utilizaron colimadores de propósito general y la recuperación de resolución para compensar la reducción de dosis realizada con el IMC, disminuyendo así el número de recuentos con el muestreo de Poisson, dando como resultado una imagen con mejor exactitud diagnóstica y con bajas dosis (27).

Existen nuevos avances del sistema como los protocolos de MPI de SPECT de solo fase de estrés en el cual se reduciría la dosis hasta en 1 mSv, además cabe destacar que durante los últimos años surgieron nuevos avances tecnológicos en el software de reconstrucción y en el hardware del escáner, con ello los tiempos de adquisición serían en tan solo 2 minutos y aumentando así la eficiencia del recuento, esto es de gran utilidad para reducir la exposición a la radiación de acuerdo a la composición corporal del paciente y de esta manera se reduciría la dosis estándar (26).

En un enfoque diferente, se evaluó la reducción de la dosis en MPI entre un 50% al 75% según el IMC, mediante sincronización cardíaca y la reconstrucción avanzada en 4D debido a su gran utilidad para complementar la información diagnóstica. Una simulación demostró

que es posible reducir la dosis hasta en un 75% (2,25 mSv) en comparación con la dosis estándar (9 mSv), sin perjudicar la calidad diagnóstica en la detección de defectos cardíacos. La comparación de imágenes reconstruidas entre dos pacientes, uno con reducción del 75% y el otro con una dosis estándar, demostró mejores resultados con este método que con las técnicas clínicas convencionales y la reconstrucción 3D de dosis más altas (28).

En la revisión (23) propone la implementación de medidas para lograr la optimización de la dosis de manera gradual. Este enfoque evalúa la idoneidad de la prueba y los parámetros de adquisición adecuados para su ejecución, considerando la dosis administrada al paciente, el radiotrazador ideal y la realización del protocolo de estrés adecuado para el paciente. Además, con el desarrollo tecnológico del software y hardware permite la compensación de la disminución de la actividad del radiofármaco recomendado basado en los parámetros en función al IMC. Esto permitirá la reducción hasta en un 30% la exposición promedio en los pacientes que se realicen una MPI.

VI. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Algunas limitaciones encontradas incluyen la baja calidad literaria, debido a la predominancia de literatura gris, así como la falta de similitud en los métodos de dosificación en los protocolos de cada examen.

Adicionando a ello, existen estudios que contaban con gran variabilidad de tecnología es decir marca, modelo, generación, software, años de funcionamiento, entre otras variables, es por ello que no se podría estandarizar los resultados ya que cada estudio utilizó diferentes equipos y condiciones.

VII. CONCLUSIONES

Según la evidencia recaudada se ha identificado evidencia relevante y diversos enfoques de optimización de dosis del Tc-99m Sestamibi en función del IMC en MPI, ya que al realizar la disminución de dosis mediante este se puede obtener una optimización ideal y junto con otros métodos ayudaremos a potenciar una imagen de calidad diagnóstica.

Cabe destacar que al establecer medidas preventivas principalmente la reducción de dosis en función al IMC en los centros de salud se optimizaría un 30% de la dosis; y al realizar una comparación de estudios en fase de estrés con bajas dosis utilizando el IMC frente a una dosis estándar utilizando detectores de alta eficiencia se pudo optimizar hasta un 50%; y para finalizar la incorporación de la sincronización cardíaca y la reconstrucción avanzada en 4D alcanzó una optimización del 75%, preservando toda la información necesaria para un diagnóstico óptimo y protegiendo a su vez al paciente.

En conclusión, la utilidad que posee el IMC en los MPI en los resultados de los estudios se mostró que es relevante, brindando grandes beneficios y sin perjudicar el valor diagnóstico.

VIII. ASPECTOS ÉTICOS

La presente investigación fue evaluada y registrada por la Dirección Universitaria de Asuntos Regulatorios de la Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, quienes concluyeron que debido a su naturaleza no requería evaluación por el Comité Institucional de Ética en Investigación en Humanos ni por el Comité Institucional de Ética por Uso de Animales dando con ello la aprobación para su presente ejecución.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ramon AJ, Yang Y, Pretorius PH, Johnson KL, King MA, Wernick MN. Personalized models for injected activity levels in SPECT myocardial perfusion imaging. *IEEE Trans Med Imaging (Internet)*. 2019 (citado el 28 de mayo del 2024);38(6):1466–76. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1109/tmi.2018.2885319>
2. de Energía Nuclear IP. MIOTEC SESTAMIBI (Internet). Disponible en: <https://www.ipen.gob.pe/images/pdf/miotec.pdf>
3. Maddahi J, Kiat H, Van Train KF, Prigent F, Friedman J, Garcia E V, et al. Myocardial perfusion imaging with technetium-99m sestamibi SPECT in the evaluation of coronary artery disease. *Am J Cardiol (Internet)*. 1990;66(13): E55–62. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0002914990906136>
4. Brindhaban A. Effective dose to patients from SPECT and CT during myocardial perfusion imaging. *J Nucl Med Technol*. 2020;48(2):143–7.
5. Sperry BW, Vamenta MS, Gunta SP, Thompson RC, Einstein AJ, Castillo M, et al. Influence of Body Mass Index on Radiation Exposure Across Imaging Modalities in the Evaluation of Chest Pain. *J Am Heart Assoc*. 2024;1–10.
6. Suárez-Carmona W, Sánchez-Oliver AJ. Índice de masa corporal: ventajas y desventajas de su uso en la obesidad. Relación con la fuerza y la actividad física. *Nutr Clin Med (Internet)*. 2018; XII(3):128–39. Disponible en: www.nutricionclinicaenmedicina.com

7. Obesidad y sobrepeso (Internet). Organización Mundial de la Salud. 2024 (Citado 6 junio del 2024). Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
8. Porrata-Maury C. PROCEDIMIENTO GRÁFICO PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE LOS ADULTOS SEGÚN EL ÍNDICE DE MASA CORPORAL. 2001; Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/262068529>
9. Marcassa, C., Zoccarato, O. Reducción de la dosis de radiación a partir de imágenes de perfusión miocárdica con radionúclidos. *Curr Cardiovasc Imaging Rep* 9 , 4 (2016). <https://doi-org.upch.lookproxy.com/10.1007/s12410-015-9364-7>
10. Casáns-Tormo I, Jurado-López JA. Diagnóstico de la enfermedad coronaria mediante gated-SPECT de perfusión miocárdica. *Rev española Cardiol Supl* (Internet). 2008;8(2):15B-24B. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S113135870873543X>
11. Juan Ramon A, Yang Y, Pretorius PH, Slomka PJ, Johnson KL, King MA, et al. Investigation of dose reduction in cardiac perfusion SPECT via optimization and choice of the image reconstruction strategy. *J Nucl Cardiol* (Internet). 2018 (citado el 28 de mayo del 2024);25(6):2117–28. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s12350-017-0920-1>
12. Zafir N, Solodky A, Ben-Shlomo A, Mats I, Nevzorov R, Battler A, et al. Feasibility of myocardial perfusion imaging with half the radiation dose using ordered-subset expectation maximization with resolution recovery software. *J Nucl*

Cardiol (Internet). 2012;19(4):704–12. Disponible en:
<http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12350-012-9552-7.pdf>

13. Pretorius PH, King MA, Johnson KL, Yang Y, Wernick MN. Evaluating the effect of incremental dose reduction on perfusion defect detection employing hybrid cardiac perfusion SPECT slices. 2015 IEEE Nucl Sci Symp Med Imaging Conf NSS/MIC 2015. 2016;

14. Papanastasiou E, Theodoridou E, Doumas A, Gerasimou G, Siountas A. A study on the optimization of the administered activity in myocardial perfusion SPECT imaging with Tc-99m according to body measurements. *Phys Medica*. 2019; 68:69–74.

15. Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., ... Straus, S. E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467–473. https://doi.org/10.7326/M18-0850/SUPPL_FILE/M18-0850_SUPPLEMENT.PDF

16. Brindhaban A. Effective dose to patients from SPECT and CT during myocardial perfusion imaging. *J Nucl Med Technol*. 2020;48(2):143–7.

17. Sperry BW, Vamenta MS, Gunta SP, Thompson RC, Einstein AJ, Castillo M, et al. Influence of Body Mass Index on Radiation Exposure Across Imaging Modalities in the Evaluation of Chest Pain. *J Am Heart Assoc*. 2024;1–10.

18. Nakazato R, Berman DS, Hayes SW, Fish M, Padgett R, Xu Y, et al. Myocardial perfusion imaging with a solid-state camera: Simulation of a very low dose imaging protocol. *J Nucl Med*. 2013;54(3):373–9.
19. Kim, IH., Lee, S.J., An, YS. et al. Simulating dose reduction for myocardial perfusion SPECT using a Poisson resampling method. *Nucl Med Mol Imaging* 55, 245–252 (2021).
20. Thompson RC, O’Keefe JH, McGhie AI, Bybee KA, Thompson EC, Bateman TM. Reduction of SPECT MPI Radiation Dose Using Contemporary Protocols and Technology. *JACC Cardiovasc Imaging* (Internet). 2018;11(2P1):282–3. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2017.03.008>
21. Duvall WL, Guma-Demers KA, George T, Henzlova MJ. Radiation reduction and faster acquisition times with SPECT gated blood pool scans using a high-efficiency cardiac SPECT camera. *J Nucl Cardiol* (Internet). 2016;23(5):1128–38. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1071358123069295>
22. Sharir T, Pinskiy M, Pardes A, Rochman A, Prokhorov V, Kovalski G, et al. Comparison of the diagnostic accuracies of very low stress-dose with standard-dose myocardial perfusion imaging: Automated quantification of one-day, stress-first SPECT using a CZT camera. *J Nucl Cardiol* (Internet). 2016;23(1):11–20. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1071358123067697>
23. Marcassa, C., Zoccarato, O. Radiation Dose Reduction from Radionuclide Myocardial Perfusion Imaging. *Curr Cardiovasc Imaging Rep* 9, 4 (2016).

24. Saint K.J., Armstrong I.S., Chilra P., Bartley S., Tonge C.M., Arumugam P. Los colimadores de propósito general con recuperación de resolución permiten reducciones significativas de la dosis manteniendo la calidad de la imagen en la SPECT de perfusión miocárdica. *Revista Europea de Medicina Nuclear e Imágenes Moleculares*. Disponible en: <https://link-springer-com.upch.lookproxy.com/article/10.1007/s00259-016-3484-4# citas>
25. Lecchi M, Malaspina S, Scabbio C, Gaudieri V, Del Sole A. Myocardial perfusion scintigraphy dosimetry: optimal use of SPECT and SPECT/CT technologies in stress-first imaging protocol. *Clin Transl Imaging*. 2016;4(6):491–8.
26. Dey D, Slomka PJ, Berman DS. Achieving very-low-dose radiation exposure in cardiac computed tomography, single-photon emission computed tomography, and positron emission tomography. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2014;7(4):723–34.
27. Saint K.J., Armstrong I.S., Chilra P., Bartley S., Tonge C.M., Arumugam P. Estudio con un modelo fantasma para evaluar la SPECT cardíaca de dosis reducida utilizando la recuperación de resolución con colimadores de uso general. *Revista Europea de Medicina Nuclear e Imágenes Molecular*. Disponible en: <https://link-springer-com.upch.lookproxy.com/article/10.1007/s00259-014-2901-9>
28. Jin M, Niu X, Qi W, Yang Y, Dey J, King MA, et al. 4D reconstruction for low-dose cardiac gated SPECT: 4D reconstruction for low-dose cardiac gated SPECT. *Med Phys* (Internet). 2013;40(2):022501. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1118/1.4773868>

29. De Araújo Gonçalves P, Sousa PJ, Calé R, Marques H, Dos Santos MB, Dias A, et al. Effective radiation dose of three diagnostic tests in cardiology: Single photon emission computed tomography, invasive coronary angiography and cardiac computed tomography angiography. *Rev Port Cardiol.* 2013;32(12):981–6.
30. Jeffrey A, Ron E, Howard B, Mathews A, Richard F, Sean P, et al. Comparison of Image Quality, Myocardial Perfusion, and Left Ventricular Function Between Ultra-Low-Dose Imaging Using a High-Efficiency Solid-State Spect Camera and Standard Low-Dose Imaging Using an Anger Spect Camera: Results from the Multicenter Nuclear Low-Dose Imaging at a Millisievert (Millisievert) Study. *J Am Coll Cardiol.* 2013;61(10): E1007.
31. Duvall WL, Croft LB, Godiwala T, Ginsberg E, George T, Henzlova MJ. Reduced isotope dose with rapid SPECT MPI imaging: Initial experience with a CZT SPECT camera. *J Nucl Cardiol (Internet).* 2010;17(6):1009–14. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1071358123041648>

X. TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1.

Diagrama de flujo PRISMA para la selección de artículos.

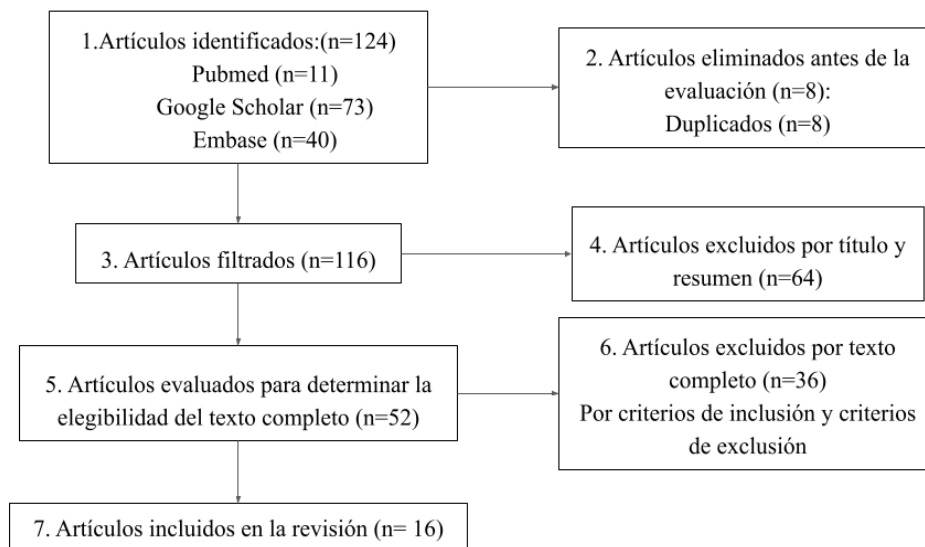


Gráfico 1

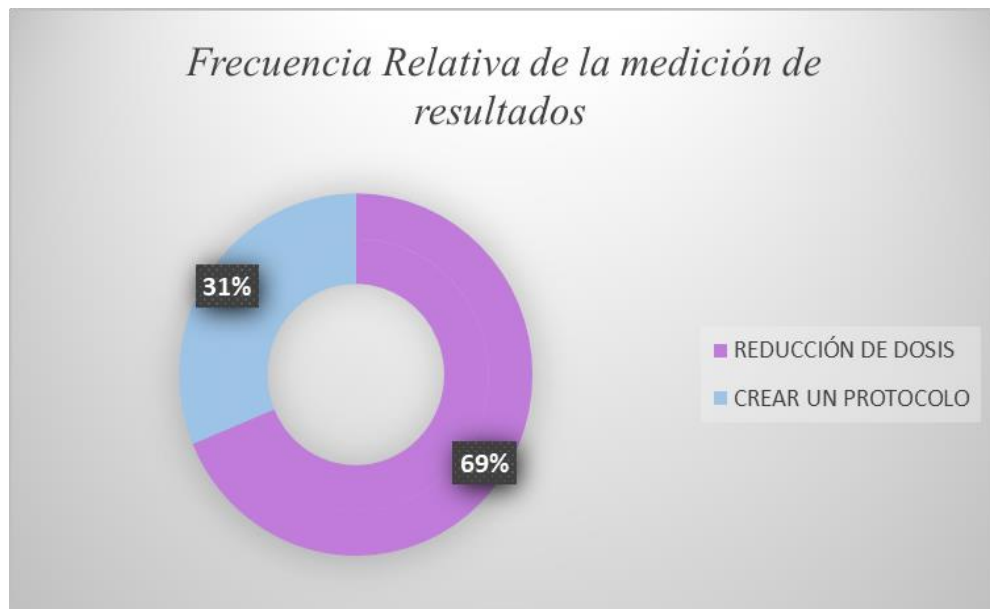
Frecuencia Relativa del tipo de publicaciones



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2

Frecuencia Relativa de la medición de resultados



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1*Esquema de la pregunta PCC*

P	C	C
Pacientes adultos que se someten a estudios de perfusión miocárdica con Tc-99m Sestamibi.	Optimización de la dosis del radiofármaco basada en el IMC.	Servicios de medicina nuclear que emplean tecnología SPECT o SPECT/CT.
Pregunta de Investigación:	<i>¿Qué evidencia existe sobre la relación entre el IMC y la dosis óptima del Tc-99m Sestamibi en estudios de perfusión miocárdica realizados con tecnología SPECT o SPECT/CT?</i>	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2*Resumen de las características generales de los estudios seleccionados*

Base de datos de las publicaciones	
Medline (PubMed)	3 (18.75 %)
Embase	13 (81.25 %)
Google Scholar	0 (0%)
Distribución geográfica	
EE.UU.	8 (50 %)
Países Bajos	7 (43.75 %)
Austria.	1 (6.25 %)
Año de publicación de estudios seleccionados	
2010	1 (6.25 %)
2013	4 (25 %)
2014	2 (12.5 %)
2016	5 (31.25 %)
2018	1 (6.25 %)
2020	1 (6.25 %)
2021	1 (6.25 %)
2024	1 (6.25 %)
Metodología de los estudios	
Metodología descriptiva	9 (46.25 %)
Metodología analítica	7 (43.75 %)
Tipos de examen por imagen	
SPECT/CT	4 (25 %)
SPECT	11 (68.75%)
PET.	1 (6.25 %)
Publicaciones que hablan del IMC	
Estudios SPECT en relación con el IMC	4 (25%)
Estudios solo con SPECT	12 (75%)
Población	

Pacientes (hombres y mujeres)	11 (68.75%)
Datos encontrados	1 (6.25%)
Laboratorios	1 (6.25%)
Exploración hallada	1 (6.25%)
Diferentes estudios	2 (12.5%)

Fuente: Elaboración propia

ANEXOS

Anexo 1

Estrategias de búsqueda

Base de datos: MEDLINE

Plataforma: PubMed

Fecha de búsqueda: Búsqueda realizada el 19 de agosto del 2024

Rango de fecha de búsqueda: Desde 06/08/2024 hasta 19/08/2024

Concepto	N°	Estrategia	Resultados
Población	1	"Myocardial Perfusion Imaging"[Mesh] OR Imaging, Myocardial Perfusion OR Perfusion Imaging, Myocardial OR Myocardial Scintigraphy OR Scintigraphy, Myocardial	23,402
Contexto	2	"Body Mass Index"[Mesh] OR Index, Body Mass OR Quetelet's Index OR Quetelets Index OR Quetelet Index OR Index, Quetelet	330,630
Concepto	3	"Radiation Dosage"[Mesh] OR Dosages, Radiation OR Radiation Dosages OR Dosage, Radiation OR Gray Units OR Units, Gray OR Gy Radiation OR Sievert Units OR Units, Sievert OR Sv Radiation Dose OR Equivalent	505,663
Final	4	#1 AND #2 AND #3	11

Fuente: Elaboración propia

Base de datos: OVID

Plataforma: EMBASE

Fecha de búsqueda: 30/04/2024

Rango de fecha de búsqueda: Desde 06/08/2024 hasta 19/08/2024

Concepto	N°	Estrategia	Resultados
Población	1	single photon emission computer tomography/ or myocardial perfusion imaging/ or heart muscle perfusion/ or myocardial perfusion imaging*.mp.	91348
Concepto	2	body mass/ or body mass index*.mp.	758614
	3	methoxy isobutyl isonitrile technetium tc 99m/ or technetium tc 99m sestamibi*.mp. or single photon emission computer tomography/ reduction*.mp. or drug dose reduction/	75928
Contexto	4	reduction*.mp. or drug dose reduction/	2409430
	5	radiation dose/ or dose optimization*.mp. or patient/	1642003
Final	6	#1 AND #2 AND #3 AND #4 AND #5	40

Fuente: Elaboración propia

Base de datos: Google Scholar

Plataforma: www.scholar.google.com

Fecha de búsqueda: el 21 de julio del 2024

Rango de fecha de búsqueda: Desde 06/08/2024 hasta 21/08/2024

Concepto	N°	Estrategia	Resultados
Población	1	nuclear medicine	6,200,000
	2	myocardial perfusion imaging	1,200,000
	3	single photon emission computer tomography	673,000
Concepto	4	body mass index	6,300,000
	5	radiation dosage	2,350,000
Contexto	6	maximum tolerated dose	622,000
	7	dose optimization	3,720,000
	8	drug dose reduction	6,020,000
	9	personalized	3,240,000
	10	technetium tc 99m sestamibi	21,800
Final	11	nuclear medicine + myocardial perfusion imaging + single photon emission computer tomography + body mass index + radiation dosage + maximum tolerated dose + dose optimization + drug dose reduction + personalized + technetium tc 99m sestamibi	73

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2

Matriz de artículos seleccionados

#	Título	Autor	Año	País	Objetivo	Diseño de estudio / Metodología	Edad Poblacional	Número de participantes	IMC	Resultados	Mono o multicentro	Modalidad de Examen SPECT /PET	Conclusiones principales
1	Dosis efectiva para los pacientes de SPECT y TC durante la obtención de imágenes de perfusión miocárdica	Ajit Brindhaban (16).	2020	Países Bajos	Estimar la dosis de radiación del paciente de la imagen de perfusión miocárdica SPECT (MPI) utilizando imágenes de TC para la corrección de la atenuación.	Analítico	-	415 pacientes	Se compararon los valores de AA, CTDI vol, y ED entre los 2 sexos y entre los índices de masa corporal (IMC)	Se encontró que el rango de AA utilizados para MPI fue de 1206 a 1964 MBq por paciente independientemente del sexo	Multicentro	SPECT	El riesgo adicional para los pacientes de la obtención de imágenes por TC para la corrección de la atenuación es pequeño en comparación con el beneficio que supone un diagnóstico preciso.
2	Influencia del índice de masa corporal en la exposición a la radiación en distintas modalidades de diagnóstico por imagen en la evaluación del dolor torácico	Brett W. Sperry, María Stefanie Vamenta, Satya Preetham Gunta, Randall C. Thompson, Andrew J. Einstein, Michelle Castillo, Priyanka D.	2024	EE.UU	Evaluó el impacto del IMC en la exposición estimada a la radiación en las distintas modalidades de obtención de imágenes.	Descriptivo	-	9046 pacientes	-	4787 fueron sometidos a imágenes con PET/TC, 3092 fueron sometidos a imágenes con SPECT/TC y 1167 fueron sometidos a imágenes con CCTA.	Multicentro	SPECT	Aunque la exposición media a la radiación es modesta en los sistemas PET/CT, SPECT/CT y CCTA de última generación que utilizan protocolos óptimos de ahorro de

												radiación, existen variaciones significativas entre las modalidades en función del IMC. Estos datos son importantes para tomar decisiones centradas en el paciente para las pruebas isquémicas.	
												1,0 millón de recuentos parece ser suficiente para producir imágenes miocárdicas que concuerdan bien con las imágenes de 8,0 millones de recuentos en los parámetros cuantitativos de perfusión y función. Con una cámara cardíaca dedicada, estas imágenes se pueden obtener en 10 minutos con una dosis de radiación efectiva de menos de 1 mSv sin	
3	Imágenes de perfusión miocárdica con una cámara de estado sólido: simulación de un protocolo de imágenes de dosis muy baja	Ryo Nakazato, Daniel S. Berman, Sean W. Hayes1, Mathews Fish, Richard Padgett, Yuan Xu, Mark Lemley, Rafael Baavour, Nathaniel Roth, and Piotr J. Slomka (18).	2013	EE.UU - California	Determinar la viabilidad de una MPI de dosis muy baja explorando el nivel de recuento mínimo en el miocardio para una MPI precisa.	Descriptivo	-	79 pacientes	Se estudiaron setenta y nueve pacientes (índice de masa corporal medio, 30,0 ± 6,6; rango, 20,2-54,0 kg/m(2)) que se sometieron a ejercicio con dosis estándar de 1 día (99m)Tc-sestamibi o a MPI de reposo-estrés con adenosina para indicaciones clínicas utilizando una cámara cardíaca dedicada a telururo de cadmio-zinc.	Se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson y la desviación estándar de las diferencias en el DPT para todas las exploraciones.	Multicentro	SPECT	1,0 millón de recuentos parece ser suficiente para producir imágenes miocárdicas que concuerdan bien con las imágenes de 8,0 millones de recuentos en los parámetros cuantitativos de perfusión y función. Con una cámara cardíaca dedicada, estas imágenes se pueden obtener en 10 minutos con una dosis de radiación efectiva de menos de 1 mSv sin

sacrificar
significativame
nte la precisión.

4	Simulación de reducción de dosis para SPECT de perfusión miocárdica mediante un método de remuestreo de Poisson. Medicina nuclear e imágenes moleculares	Kim I.-H., Lee S.J., An Y.-S., Choi S.-Y., Yoon J.-K. (19).	2021	EE.UU.	Fue determinar la dosis más baja de Tl-201 que no reduce la calidad de la imagen de perfusión miocárdica SPECT (MPS) mediante simulación de remuestreo de Poisson.	Descriptivo	-	112 datos	-	Las proporciones de calidad de imagen “adecuada” fueron 0,48, 0,75, 0,92 y 0,96 para los grupos de imágenes con 33 %, 50 %, 67 % y 100 % de datos, respectivamente.	Multicentro	SPECT	Según los resultados de la simulación, la dosis de Tl-201 para MPS se puede reducir a 74 MBq sin una pérdida significativa de la calidad de la imagen. Sin embargo, la SSS y la SRS se pueden modificar significativamente, y es necesario verificarlo en las diferentes condiciones.
---	--	---	------	--------	--	-------------	---	-----------	---	---	-------------	-------	---

5	Reducción de la dosis de radiación de la SPECT MPI mediante protocolos y tecnología contemporáneos. JACC: Cardiovascular Imaging	Thompson R.C., O'Keefe J.H., McGhie A.I., Bybee K.A., Thompson E.C., Bateman T.M. (20).	2018	Países Bajos	Un esfuerzo agresivo para reducir la exposición a la radiación para la tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) y la obtención de imágenes de perfusión miocárdica (MPI)	Descriptivo	-	4 laboratorios	muestran una reducción mucho mayor de la radiación que los datos generales de la Comisión de Acreditación Intersocietal y de las encuestas realizadas por los investigadores del INCAPS	muestran una reducción mucho mayor de la radiación que los datos generales de la Comisión de Acreditación Intersocietal y de las encuestas realizadas por los investigadores del INCAPS	Multicentros	SPECT	Los datos presentados aquí demuestran que la adopción de opciones de hardware y software ampliamente disponibles y la implementación de protocolos de estrés primero/sólo estrés son prácticos en la práctica diaria del mundo real y pueden dar como resultado exposiciones a la radiación muy bajas para SPECT MPI.
6	Reducción de la radiación y tiempos de adquisición más rápidos con exploraciones de sangre sincronizadas con SPECT utilizando una cámara SPECT cardíaca de alta eficiencia. Journal of Nuclear Cardiology	. Duvall W.L., Guma-Demers K.A., George T., Henzlova M.J. (21).	2016	Países Bajos	Determinar la precisión diagnóstica de las nuevas exploraciones de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo con sincronización SPECT de alta eficiencia en comparación con las exploraciones tradicionales y determinar si se pueden realizar con	Analitico	46 pacientes (48% varones, edad media 55 años e IMC 27,6 kg/m ²) que recibieron una dosis media de Tc-99m de 20,3 mCi (5,3 mSv), 17 (37%) con	46 pacientes	Se compararon los recuentos adquiridos en el campo de visión, los recuentos en el depósito sanguíneo cardíaco y la FEVI.	La tecnología SPECT de alta eficiencia puede reducir la exposición de los pacientes a la radiación durante la obtención de imágenes de la sangre en grupo o disminuir el tiempo de adquisición manteniendo la precisión del diagnóstico.	Multicentros	SPECT	La tecnología de cámara SPECT de alta eficiencia puede reducir la exposición a la radiación de los pacientes durante la obtención de imágenes de la reserva de sangre sincronizada al disminuir la actividad inyectada o disminuir el tiempo de

					dosis de radiación más bajas o tiempos de adquisición más rápidos	FEVI anormal						adquisición manteniendo la precisión diagnóstica.	
7	Comparación de la precisión diagnóstica de imágenes de perfusión miocárdica con dosis de estrés muy bajas y con dosis estándar: cuantificación automatizada de SPECT de un día con estrés utilizando una cámara CZT. Journal of Nuclear Cardiology	Sharir T., Pinskiy M., Pardes A., Rochman A., Prokhorov V., Kovalski G., Merzon K., Bojko A., Brodki B. (22).	2016	EE.UU	Comparar el desempeño diagnóstico de la MPI de estrés rápido, de dosis muy baja (<2 mSv) con la MPI de estrés primero, de un día, de dosis estándar, utilizando una cámara CZT y cuantificación automatizada con límites normales desarrollados a medida.	Analítico	-	14.079 pacientes	-	La MPI de estrés de un día con una reducción de radiación del 50% y una dosis de estrés muy baja (<2 mSv) utilizando tecnología CZT y análisis cuantitativo en decúbito supino y pronó proporcionó un alto valor diagnóstico, similar a la MPI de dosis estándar.	Multicentro	PET	La MPI de estrés de un día con una reducción de radiación del 50% y una dosis de estrés muy baja (<2 mSv) utilizando tecnología CZT y análisis cuantitativo en decúbito supino y pronó proporcionó un alto valor diagnóstico, similar a la MPI de dosis estándar. Como segundo paso, se recomienda la implementación de nuevos

algoritmos de reconstrucción iterativos, ahora proporcionados por todos los proveedores, lo que permite una reducción adicional en la actividad trazadora necesaria, asegurando una reducción de casi el 60 % en la exposición a la radiación de los pacientes en comparación con las actividades administradas de acuerdo con los límites de referencia de diagnóstico actuales. Finalmente, las nuevas soluciones de hardware, con su sensibilidad muy alta

8	Reducción de la dosis de radiación mediante imágenes de perfusión miocárdica con radionúclidos. Informes actuales sobre imágenes cardiovasculares	Marcassa C., Zoccarato O. (23).	2016	EE.UU	Proceso de optimización de la dosis, incluida la selección adecuada de los pacientes, el protocolo de prueba de esfuerzo y estudio, el nuevo software de procesamiento y el nuevo hardware.	Analítico	-	-	En comparación con ST121 y 3D, las imágenes 4D exhiben menos artefactos de ruido y mejor definición de la pared del VI. También se observa que las imágenes 4D son más consistentes entre la mitad de la dosis y la cuarta parte de la dosis. 4D también produce resultados de FEVI más consistentes en diferentes niveles de recuento en los datos del paciente.	las asociaciones científicas pertinentes publicaron recomendaciones dirigidas a limitar la exposición de los pacientes.	Multicentro	SPECT	Una vez que se satisfacen los pasos preliminares sobre la idoneidad de las indicaciones y la selección de la prueba apropiada, se sugiere una actividad trazadora basada en el peso; este enfoque simple podría reducir la exposición promedio de los pacientes en un 30 % Como segundo paso, se recomienda la implementación de nuevos algoritmos de reconstrucción iterativos, ahora proporcionados por todos los proveedores, lo que permite una reducción adicional en la actividad trazadora necesaria, asegurando una reducción de casi el 60 % en la exposición a la radiación de
---	---	---------------------------------	------	-------	---	-----------	---	---	---	---	-------------	-------	--

												los pacientes en comparación con las actividades administradas de acuerdo con los límites de referencia de diagnóstico actuales. Finalmente, las nuevas soluciones de hardware, con su sensibilidad muy alta	
9	Los colimadores de propósito general con recuperación de resolución permiten reducciones significativas de la dosis manteniendo la calidad de la imagen en la SPECT de perfusión miocárdica. Revista Europea de Medicina	Saint K.J., Armstrong I.S., Chilra P., Bartley S., Tonge C.M., Arumugam P. (24).	2016	EE.UU	Reducir la actividad administrada o el tiempo de obtención de imágenes	Analítico	-	29 exploraciones	En promedio, la VDE y la VES fueron 16 (P<0,01) y 26% (P<0,01) mayores en las imágenes LEGP, respectivamente. En promedio, la FEVI fue 3,1 puntos porcentuales inferior (P<0,01) en las imágenes LEGP	La calidad de imagen fue comparable con las imágenes obtenidas con cada colimador. No se observaron diferencias	Multicentro	SPECT	la reducción del uso de Tc-99m aumentará la resistencia frente a los aumentos de costes previstos del suministro de radioisótopos. Dado que la mayoría de las cámaras gamma disponen de colimadores LEGP, creemos que se trata de un enfoque muy

Nuclear e
Imágenes
Moleculares

accesible, que
facilitará una
reducción
generalizada de
la dosis de
radiación a la
población

10	Dosimetría de gammagrafía de perfusión miocárdica: uso óptimo de las tecnologías SPECT y SPECT/CT en el protocolo de imágenes de estrés. Clínica y traslacional	Lecchi M., Malaspina S., Scabbio C., Gaudieri V., Del Sole A. (25).	2016	EE.UU	Describe las últimas innovaciones tecnológicas en MPS, en particular en lo que respecta a la reducción de dosis	Descriptivo	-	219 artículos	mediante algoritmos para la reconstrucción iterativa con recuperación de resolución , y el hardware, es decir, escáneres y colimadores, y al preferir, a menos que se indique lo contrario, el uso de protocolos de imágenes de estrés primero, se ha hecho posible reducir la dosis efectiva en al menos un 50% en protocolos de estrés/reposo, y hasta en un 89% en pacientes sometidos a un estudio diagnóstico de solo estrés con nueva tecnología.	Mediante el uso de cámaras gamma, colimadores y software innovadores, así como, a menos que se indique lo contrario, protocolos de imágenes de estrés primero, ha sido posible reducir significativamente la dosis efectiva en un alto porcentaje de pacientes, incluso cuando se realiza una tomografía computarizada con rayos X para corregir la atenuación	Multicentrado	SPECT/PET	Mediante el uso de cámaras gamma, colimadores y software innovadores, así como, a menos que se indique lo contrario, protocolos de imágenes de estrés, se ha logrado reducir significativamente la dosis efectiva en un alto porcentaje de pacientes.
----	---	---	------	-------	---	-------------	---	---------------	---	--	---------------	-----------	---

1 1	Conseguir una exposición a dosis muy bajas de radiación en tomografías computarizadas cardíacas, tomografías computarizadas por emisión monofotónica y tomografías por emisión de positrones. Circulación: imágenes cardiovasculares	. Dey D., Slomka P.J., Berman D.S. (26).	2014	Austria	Exploración de solo estrés de dosis baja en combinación con ATC.	Descriptivo	-	79 pacientes	La mayor sensibilidad del sistema de alta velocidad se demuestra por una tasa de recuento miocárdico significativamente mayor (7–8×) en comparación con la tomografía computarizada por emisión monofotónica (SPECT) convencional en imágenes de estrés y reposo	la mayor sensibilidad de la PET 3D, es posible obtener imágenes de perfusión de ^{82}Rb de alta calidad en actividades inyectadas tan bajas como 20 mCi	Multicentros	Por último, es probable que el entorno actual de la atención sanitaria favorezca los avances tecnológicos que, al mismo tiempo, sean económicos, precisos desde el punto de vista diagnóstico y generen una baja exposición a la radiación. La introducción de las tecnologías mencionadas anteriormente y el desarrollo de nuevos protocolos de obtención de imágenes equilibradas y software de reconstrucción y posprocesamiento para la TC cardíaca, la SPECT y la PET tienen el potencial de satisfacer estas demandas.
--------	--	--	------	---------	--	-------------	---	--------------	--	--	--------------	--

13	Reconstrucción 4D para SPECT cardíaco sincronizado de baja dosis. Física Médica	Jin M., Niu X., Qi W., Yang Y., Dey J., King M.A., Dahlberg S., Wernick M.N. (28).	2013	EE.UU	Es evaluar cuantitativamente la posible utilidad de la reconstrucción 4D avanzada para GSPECT para una dosis de imagen significativamente menor.	Analítico	-	-	Las imágenes reconstruidas a partir de datos simulados y de pacientes muestran que 4D a un cuarto de dosis es visualmente comparable a ST121 a dosis estándar, si no mejor	Una reducción de dosis tan significativa (75 %) no se ha demostrado cuantitativamente en estudios previos en GSPECT. Estos resultados prometedores justifican más investigaciones sobre el límite inferior de la reducción de dosis con diferentes estrategias de reconstrucción y estudios clínicos más completos con una mayor variabilidad de pacientes.	Multicentro	SPECT/PET	Con diversas métricas cuantitativas, se ha demostrado que la reconstrucción 4D logra un rendimiento mejor o comparable con una dosis de un cuarto (~2,25 mSv, reducción de dosis del 75 %) en comparación con la reconstrucción clínica convencional con una dosis estándar (~9 mSv). Los resultados preliminares de dos conjuntos de datos de pacientes también muestran que la reconstrucción 4D con una dosis equivalente de un cuarto puede lograr un mejor rendimiento que los métodos clínicos y 3D con niveles de dosis más altos. Una reducción
----	---	--	------	-------	--	-----------	---	---	--	---	-------------	-----------	---

de dosis tan significativa (75 %) no se ha demostrado cuantitativamente en estudios previos en GSPECT. Estos resultados prometedores justifican más investigaciones sobre el límite inferior de la reducción de dosis con diferentes estrategias de reconstrucción y estudios clínicos más completos con una mayor variabilidad de pacientes.

14	Dosis de radiación efectiva de tres pruebas diagnósticas en cardiología: tomografía computarizada por emisión monofotónica, angiografía coronaria invasiva y angiografía por tomografía computarizada cardíaca. Revista Portuguesa de Cardiología	De Araujo Goncalves P., Sousa P.J., Cale R., Marques H., Dos Santos M.B., Dias A., Dores H., Carvalho M.S., Ventosa A., Martins T., Teles R.C., Almeida M., Mendes M. (29).	2013	Países Bajos	Comparar la dosis de radiación de tres pruebas diagnósticas: tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT), angiografía coronaria invasiva (ACI) y tomografía computarizada cardíaca (TC cardíaca) y su evolución en el tiempo, y evaluar la influencia del índice de masa corporal en la dosis de radiación.	Analítico	-	6196 exámenes	Un 35% SPECT, 53% ACI y 22% TC cardíaca. La dosis de radiación media fue de $10,7 \pm 1,2$ mSv para SPECT, $8,1 \pm 6,4$ mSv para ACI y $5,4 \pm 3,8$ mSv para TC cardíaca ($p < 0,001$ para todos).	*La TC cardíaca tuvo una dosis de radiación efectiva media menor que la angiografía coronaria invasiva, que a su vez tuvo una dosis efectiva media menor que la SPECT. *Se observó un aumento significativo de las dosis de radiación en el registro ICA y una disminución significativa en el registro de TC cardíaca a lo largo del tiempo.	Multicentro	SPECT	La TC cardíaca tuvo una dosis de radiación efectiva media menor que la angiografía coronaria invasiva, que a su vez tuvo una dosis efectiva media menor que la SPECT. Se observó un aumento significativo de las dosis de radiación en el registro ICA y una disminución significativa en el registro de TC cardíaca a lo largo del tiempo.
-----------	---	---	------	--------------	---	-----------	---	---------------	---	--	-------------	-------	---

1 5	Comparación de la calidad de imagen, la perfusión miocárdica y la función ventricular izquierda entre imágenes de dosis ultrabaja utilizando una cámara de espectroscopía de estado sólido de alta eficiencia e imágenes de dosis baja estándar utilizando una cámara de espectroscopía de ángulo recto: resultados del estudio multicéntrico de imágenes nucleares de dosis baja en un milisievert (milisievert). Revista del Colegio Americano de Cardiología	Einstein A.J., Blankstein R., Andrews H., Fish M., Padgett R., Hayes S., Friedman J., Feng M., Qureshi M., Rakotoarivelo H., Gerlach J., Bokhari S., Johnson L., Di Carli M., Berman D. (30).	2013	Países Bajos	Obtención de imágenes de perfusión miocárdica mediante SPECT (MPI) desempeña un papel central en el diagnóstico de pacientes con enfermedad coronaria establecida o sospechada	Analítico	-	101 pacientes	En 3 sitios programados para someterse a una MPI clínica A-SPECT utilizando un protocolo de Tc-99m en reposo/estrés el mismo día recibieron una administración dividida de la inyección de reposo. Se administraron ~3,5 mCi, seguidos en 45 m por imágenes ULD en reposo utilizando una cámara CZT D-SPECT (Spectrum Dynamics)	Las imágenes en reposo con CZT ULD se correlacionan en gran medida con la A-SPECT SLD. Han mejorado la calidad de la imagen y la actividad extracardíaca comparable, al tiempo que se logra una reducción de la dosis de radiación del 55 % a 1 mSv	Multicéntrico	SPECT	Las imágenes en reposo con CZT ULD se correlacionan en gran medida con la A-SPECT SLD. Han mejorado la calidad de la imagen y la actividad extracardíaca comparable, al tiempo que se logra una reducción de la dosis de radiación del 55 % a 1 mSv.
----------------	---	---	------	--------------	--	-----------	---	---------------	---	---	---------------	-------	--

16	Dosis isotópica reducida con imágenes rápidas SPECT MPI: experiencia inicial con una cámara SPECT CZT. Journal of Nuclear Cardiology	Duvall W.L., Croft L.B., Godiwala T., Ginsberg E., George T., Henzlova M.J. (31).	2010	Países Bajos	Utilizar dosis de radiación más bajas para competir con otras modalidades de imágenes no invasivas disponibles.	Descriptivo	la edad media fue de 64,0 años, el 50,5% eran mujeres, el 58,9% se sometió a ejercicio de esfuerzo y el IMC medio fue de 27,9 kg/m2	717 pacientes estudiados	Los pacientes se dividieron en tres grupos según los protocolos de obtención de imágenes: solo estrés con dosis baja, solo estrés con dosis alta y estrés en reposo con dosis estándar. Los pacientes que solo recibieron estrés con dosis baja se emparejaron por género, factor estresante e IMC con sujetos que recibieron solo estrés con dosis alta y sujetos que recibieron estrés en reposo.	La nueva tecnología de cámara SPECT CZT permite reducir significativamente la exposición a la radiación y el tiempo de adquisición sin pérdida de calidad de imagen .	Multicentro	SPECT	En conclusión, la nueva tecnología de la cámara SPECT CZT reduce sustancialmente el tiempo de adquisición de imágenes manteniendo la calidad de la imagen. La dosis de radiación se puede reducir notablemente con solo un ligero aumento del tiempo de obtención de imágenes.
-----------	--	---	------	--------------	---	-------------	---	--------------------------	---	---	-------------	-------	--

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3

Acrónimos

Abreviatura	Significado
MPI	Imagen de Perfusión Miocárdica
SPECT	Tomografía por emisión de fotón único
ASNC	Sociedad Estadounidense de Cardiología Nuclear
MIBI	Tecnecio 99m Sestamibi
Tc-99m	Tecnecio 99 metaestable
IPEN	Instituto Peruano Energía Nuclear
IMC	Índice de Masa Corporal
DEC	Deficiencia Energética Crónica
CIEI-UPCH	Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia
PECO	Población - Exposición - Comparación - O/Resultado
AA	Actividad administrada

Fuente: Elaboración propia