centro de investigaciones y referenciaS de aterosclerosis de la habana (CIRAH)

Universidad de ciencias médicas de la habana

Centro de Investigaciones Médico-Quirúrgicos(CIMEQ)

**la GAMMAGRAFÍA DE PERFUSIÓN MIOCÁRDICA EN LA CARDIOPATÍA ISQUÉMICA**

Tesis presentada en opción al Título Científico de Máster en Investigación en Aterosclerosis.

Sonia María Sánchez Valcarcel.

La Habana

2020

centro de investigaciones y referenciaS de aterosclerosis de la habana (CIRAH)

Universidad de ciencias médicas de la habana

Centro de Investigaciones Médico-Quirúrgicas(CIMEQ)

**la GAMMAGRAFÍA DE PERFUSIÓN MIOCÁRDICA EN LA CARDIOPATÍA ISQUÉMICA**

Tesis presentada en opción al Título Científico de Máster en Investigación en Aterosclerosis.

Autor: Sonia María Sánchez Valcarcel.

Tutor: Ms C. Katia Ravelo Llanes, Especialista 1er Grado en Cardiología, Profesora Asistente, Máster en Aterosclerosis.

Asesor: Ms C. Iván Rodríguez Cortina, Especialista 1er grado Medicina Interna, Profesor Auxiliar, Investigador Auxiliar.

La Habana

2020

**Agradecimientos**

El autor le desea agradecer en primer lugar a mi tutora, la Dra. Katia Ravelo Llanes y mi asesor, el Dr. Iván Rodríguez Cortina, quienes me inculcaron sus conocimientos y amor hacia la cardiología y la investigación científica.

A mis magníficos profesores de la maestría, grandes doctores y científicos, que con esmero nos enseñan una nueva visión de la ciencia, la medicina y la sociedad. Además de transformarnos en profesionales con un nivel superior de conocimientos y educación en el universo de la investigación.

A mis compañeros de maestría, en especial los doctores Oscar Antonio Alfonso Montero y Adrián Naranjo Domínguez.

Al colectivo de trabajadores del Cardiocentro CIMEQ.

Y por último y no menos importante a mi familia, gracias a su amor, presencia, consagración en mi vida y profesión hicieron posibles estos resultados.

.

**dedicatoria**

**A mi familia.**

**resumen O SÍNTESIS**

**Introducción**: La cardiopatía isquémica presenta una gran prevalencia y mortalidad en Cuba y en algunos países desarrollados. La gammagrafía de perfusión miocárdica es un método diagnóstico no invasivo que facilita su diagnóstico y guía en la toma de decisiones médicas. **Propósito**: Demostrar el valor de la gammagrafía de perfusión miocárdica en la cardiopatía isquémica. **Método**: Se realizó un estudio observacional, longitudinal prospectivo, su universo fueron 180 pacientes que se realizaron estudios de perfusión miocárdica para detectar isquemia. Desde enero 2018 a diciembre 2019 en el hospital CIMEQ. Este estudio se empleó para diagnóstico y pronóstico de isquemia miocárdica. **Resultados**: El 53,3 % de los pacientes fueron hombres y el 78,3% padecían HTA. Se realizó estrés físico en el protocolo de detección de isquemia al 76,1%. Predominó el resultado negativo en el 58,9%; en su evolución clínica al año solo el 2,8% presentó eventos isquémicos. Al 41,1% se le demostró isquemia en la perfusión miocárdica, confirmándose al 82,4% lesiones obstructivas coronarias significativas. Al año de evolución clínica el 97,3% presentó eventos isquémicos. La caída de la FEVI post-estrés evidenció eventos isquémicos en el 87,5% en los <10% y en los >10% se apreció en el 100%. **Conclusiones**: La gammagrafía de perfusión miocárdica es una técnica no invasiva certera en el diagnóstico de la cardiopatía isquémica. Aportó seguridad en el pronóstico a largo plazo tras el resultado de la PM. La caída de la FEVI post-estrés se comportó como una variable predictiva de realizar futuros eventos cardiacos.

**Tabla de contenidoS**

Pág.

[INTRODUCCIÓN 1](#_Toc518382533)

[1) Contexto histórico social del objeto de estudio. Antecedentes 2](#_Toc518382534)

[2) Justificación 6](#_Toc518382535)

[3) Problema 8](#_Toc518382536)

[4) Objetivos 8](#_Toc518382538)

[5) Novedad científica del estudio 9](#_Toc518382539)

[I. CAPÍTULO: MARCO TEÓRICO 10](#_Toc518382540)

[II. CAPÍTULO: CONTROL SEMÁNTICO 34](#_Toc518382541)

[III. CAPÍTULO: MATERIAL Y MÉTODOS 37](#_Toc518382542)

[3.1- Tipo de investigación 38](#_Toc518382543)

[3.2- Período y lugar donde se desarrolla la investigación 38](#_Toc518382544)

[3.3- Universo o muestra 38](#_Toc518382545)

[3.4- Operacionalización de las variables 38](#_Toc518382546)

[3.5- Métodos de recolección y procesamiento de la información 43](#_Toc518382547)

[3.6- Aspectos éticos 48](#_Toc518382548)

[3.7- Limitaciones del estudio 48](#_Toc518382549)

[IV. CAPÍTULO: RESULTADOS Y DISCUSIÓN 49](#_Toc518382550)

[4.1- Resultados 50](#_Toc518382551)

[4.2- Discusión 58](#_Toc518382552)

[CONCLUSIONES 71](#_Toc518382553)

[RECOMENDACIONES 72](#_Toc518382554)

[REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 73](#_Toc518382555)

[BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA 80](#_Toc518382556)

[ANEXOS 81](#_Toc518382557)

# INTRODUCCIÓN

**INTRODUCCIÓN**

## 1) Contexto histórico social del objeto de estudio. Antecedentes

La cardiopatía isquémica (CI) es una de las enfermedades cardiovasculares de mayor mortalidad a nivel global. A pesar que sus tasas han descendido en países desarrollados en las últimas cuatro décadas se aprecia la prevalencia

de la enfermedad en sujetos mayores de 35 años.1

En los últimos 15 años, entre las principales causas de mortalidad en el mundo, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), está la CI. En el 2016 fue responsable de un total de 9.4 millones de defunciones.2

Por citar áreas geográficas con mayor mortalidad por CI tenemos al Pacífico Occidental, Europa y Asia Sudoriental. Con menores cifras de decesos tenemos a África, Mediterráneo Oriental y las Américas.2

En Europa acerca de unos 4 millones de personas mueren por enfermedades cardiovasculares, siendo la enfermedad arterial coronaria (EAC) su mayor causa de defunción. En la Unión Europea se reporta un aproximado de 1.9 millones de muertes por enfermedades cardiovasculares, predominando la enfermedad coronaria como principal causa. Esto conlleva a que el coste estimado para la prevención y tratamiento de la enfermedad cardiovascular isquémica sean cifras millonarias en los programas de salud en las diferentes regiones del orbe, donde se han desarrollado en los últimos 40 años.1

La Asociación Americana de Cardiología (AHA) en el 2014, informó que en los Estados Unidos unos 15.4 millones de personas padecían de cardiopatía isquémica siendo la población masculina la más afectada por múltiples causas.1

En los países latinoamericanos la enfermedad coronaria es una de las principales causas de morbimortalidad; según los datos publicados por la Organización Panamericana de la Salud, para el año 2010 la enfermedad isquémica del corazón fue la primera causa de mortalidad en adultos en las Américas, con el 13,3% de las muertes, por encima de la diabetes y la enfermedad cerebrovascular.3

 En Cuba se publicó en el Anuario Estadístico de Salud del 2019 que 26 736 personas fallecieron por enfermedades del corazón. Entre ellos el 61,3% de las muertes ocurrieron por enfermedades isquémicas y dentro de estas el 45,3 % por infarto agudo de miocardio. Del mismo modo, la mortalidad por esta causa es mayor en edades avanzadas. En la Habana, el número de fallecidos ascendió a 6 119. 3,4

La cardiología nuclear tiene un protagonismo fundamental dentro de las técnicas de imagen no invasiva para la detección y estratificación pronóstica de pacientes con sospecha o diagnóstico de EAC. Actualmente la exploración más utilizada es la gammagrafía de perfusión miocárdica (GPM) con tomografía de emisión de fotón único (SPECT) que nos brinda la posibilidad de obtener imágenes de perfusión miocárdica. Este estudio sincronizado con la onda R del electrocardiograma (gated-SPECT) nos permite estudiar en una misma exploración no solo el estado de la perfusión miocárdica, sino que se complementa con la función ventricular, dos aspectos decisivos en el diagnóstico y el pronóstico de la EAC, con una alta sensibilidad y especificidad

(70-90%).5,6,7,8

La gated-SPECT tiene su principal aplicación en los pacientes que presentan probabilidad intermedia-alta de EAC, según su edad, sexo, síntomas, factores de riesgo cardiovascular. Numerosos estudios han demostrado el valor diagnóstico y pronóstico de los diferentes exámenes no invasivos.5,9

Las posibilidades actuales hacen posible elegir entre múltiples opciones de técnicas y protocolos de perfusión miocárdica (estrés-reposo de dos días, e imágenes adquiridas en reposo), adquisición y procesamiento de las imágenes, en el campo del diagnóstico y pronóstico de la cardiopatía isquémica. 8,9,10

**Antecedentes**

La medicina nuclear es una especialidad médica que utiliza elementos radiactivos para el diagnóstico de enfermedades. Se visualizan imágenes bidimensionales y tridimensionales de los órganos por donde se distribuyó la molécula radioactiva. El fin de la misma es el estudio de procesos metabólicos o funcionales de tejidos y órganos. 11

La historia de la Medicina Nuclear se remonta a finales del siglo XIX, cuando en 1895 Rôentgen describió los Rayos X y fundamentalmente los descubrimientos de la radioactividad del uranio en 1896 por Henri Becquerel y la radioactividad natural por Marie Curie en el mismo año. Luego en 1934 fue el descubrimiento de la radioactividad artificial por Frédéric Joliot-Curie e Iréne Joliot-Curie. El uso de radioisótopos de debe a George Hevensy, quien en 1923 realizó la primera investigación biológica animal utilizando ratas. Dicha investigación demostró que la radioactividad proporciona una marca a través de los cuerpos, teniendo en 1939 sus primeras aplicaciones terapéuticas. 10,12,13

La Medicina Nuclear inicia su desarrollo como especialidad a finales de los años 40, momento en el que se decide utilizar la energía nuclear con fines médicos. En 1946 constituye una fecha histórica, ya que se construye el primer reactor productor de radionúclidos y en 1952 el término "Medicina Nuclear" sustituye al de "Medicina Atómica" que se había empleado hasta entonces. 11,12,13

Pero no fue hasta 1957 que el ingeniero electrónico Hal Oscar Anger concibió la gammacámara, con la que se obtuvo una imagen prácticamente instantánea, en serie continua o selectiva. Además, posibilitó el registro de fenómenos dinámicos en el cuerpo humano. En la actualidad los nuevos equipos mantienen los mismos principios físicos que la creada por Anger. 11

En 1962 fue la aparición de los generadores de Tecnecio-99, con cualidades idóneas como trazadores y posibilidades de unión a diversos fármacos. A partir de ese descubrimiento, varios investigadores encontraron diversas formas de obtener imágenes estáticas de órganos y sistemas anatómicos, por medio de inyecciones de radioisótopos y con el uso del centellógrafo. Existen marcadores específicos para cada órgano, de tal manera que se pueden realizar estudios en distintas especialidades, como los estudios en cardiología. 11,12,13

En la década de 1970 la posibilidad de evaluar la perfusión miocárdica se hizo realidad como parte de los de los métodos imagenológicos no invasivos en la cardiopatía isquémica. 14

El departamento de Medicina Nuclear en el Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, en Cuba, se creó en 1987. Comenzó realizando estudios de perfusión miocárdica en esfuerzo y reposo, además de ventriculografía nuclear. En el año 2008 se instala una gammacámara para realizar SPECT, de doble cabezal que permite la realización de estudios tomográficos sincronizados con el electrocardiograma (ECG), con lo cual se eleva tanto la sensibilidad como especificidad en el diagnóstico de enfermedad coronaria. 15

En nuestro hospital, Centro de Investigaciones Médico Quirúrgica, el departamento de Medicina Nuclear retomó los estudios de gammagrafía de perfusión miocárdica en el 2015. Con excelentes resultados en la investigación de la enfermedad arterial coronaria y sus consecuencias.

La Cardiología Nuclear en Cuba se ha desarrollado con el apoyo del Sistema Nacional de Salud Pública y al Organismo Internacional de Energía Atómica(OIEA), este último brindando su colaboración en los últimos 8 años.

Con la elaboración del proyecto de cooperación técnica “Fortalecimiento de la cardiología nuclear en Cuba para el diagnóstico y tratamiento de pacientes con enfermedad coronaria”. Con la utilización de estas técnicas novedosas, los radiofármacos y las imágenes de perfusión miocárdica el diagnóstico, seguimiento y pronóstico de la cardiopatía isquémica alcanzan mayor valor. 16

Con el paso de los años, la gammagrafía de perfusión miocárdica, desde sus inicios hasta la actualidad se ha ido modernizando sus protocolos de actuación y se han descubierto nuevas propiedades en sus radiofármacos. Con la consiguiente actualización de sus técnicas de imágenes pone de manifiesto su vital aporte al estudio de la cardiopatía coronaria. 14

## 2) Justificación

La cardiopatía isquémica es entre las enfermedades cardiovasculares la de mayor incidencia y mortalidad en el mundo. 1,2 En nuestro país ha tenido el mismo comportamiento a pesar de los múltiples programas de salud. 2,4

Sus diversos factores de riesgos hacen que la enfermedad progrese en ocasiones de manera algo acelerada. 1 En la fisiopatología de la isquemia miocárdica se demuestra como la diminución de la perfusión sanguínea al tejido miocárdico afecta en primera instancia la función diastólica ventricular y posteriormente la sistólica. En un tercer momento aparece el dolor anginoso y finalmente las alteraciones en el electrocardiograma. Esta secuencia explica por qué las técnicas de imagen basadas en la perfusión miocárdica, son más sensibles que el ECG o los síntomas para la detección de isquemia. De ahí la importancia de su indicación en pacientes con riesgo pre-test intermedio-alto (15–85%) de padecer enfermedad arterial coronaria, como lo recomiendan las guías de cardiopatía isquémica, revascularización miocárdica y medicina nuclear.17,18,19

Con el empleo de la perfusión miocárdica mediante la SPECT, como método diagnóstico no invasivo para detectar isquemia y/o viabilidad miocárdica, se puede diferenciar a los pacientes con resultados normales de aquellos con isquemia demostrada. A la vez de brindar un diagnóstico certero, orientación en la decisión de una conducta terapéutica y ofrece variables que pueden predecir un pronóstico a corto y largo plazo. 17,18

 De esta manera no es necesario realizar el diagnóstico de cardiopatía isquémica a la totalidad de los pacientes por coronariografía invasiva. A pesar de ser el Gold Estándar para su diagnóstico, le reporta al paciente un mayor riesgo durante su realización, por ser una técnica de diagnóstico muy invasiva, pudiéndose demostrar la isquemia miocárdica sugestiva a enfermedad arterial coronario por técnicas menos invasivas, con total certeza y seguridad.

Otro dato relevante son las variables que forman parte del informe de perfusión miocárdica acerca de la función del corazón y zonas de isquemia, permitiendo dar un pronóstico de la posibilidad de desarrollar eventos isquémicos cardiacos futuros y su severidad, en un corto y largo plazo.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, con este trabajo pretendemos demostrar la utilidad de la perfusión miocárdica en el diagnóstico de isquemia cardiaca y su valor pronóstico en la posible aparición de eventos isquémicos futuros en los pacientes.

## 3) Problema científico:

¿Cuál será el valor que tiene la gammagrafía de perfusión en la cardiopatía

isquémica?

## 4) Objetivos

**Objetivo General:**

Demostrar el valor de la gammagrafía de perfusión miocárdica en la cardiopatía

isquémica.

**Objetivos Específicos:**

* Describir las características clínico-demográficas de los pacientes.
* Clasificar el tipo de estrés para detectar la isquemia utilizado en cada paciente según sus características clínicas.
* Establecer una relación del resultado de la gammagrafía de perfusión miocárdica con las variables clínicas, la coronariografía y la evolución clínica al año de realizada la perfusión miocárdica.

## 6) Novedad científica del estudio

La GPM es un estudio de imagen no invasiva que ofrece un alto porcentaje de veracidad en cuanto al diagnóstico de la cardiopatía isquémica. A su vez, es capaz de emitir un grupo de información sobre la función cardiaca, zonas de isquemia, presencia de células potencialmente viables o no después de eventos isquémicos y que pueden ser solucionables por técnicas de revascularización.

Para que la GPM adquiera un mayor valor en su indicación se debe tener presente diferentes aspectos que nos guían a una indicación apropiada del estudio. En estos están presentes de forma negativa en la salud cardiovascular los factores de riesgos aterogénicos, la forma en manifestarse los síntomas asociados con isquemia miocárdica en cada paciente y como deben ser valorados los exámenes de provocación de isquemia en este grupo de pacientes.

 Con los anterior expuesto intentamos demostrar los aspectos novedosos que puede brindar el estudio de imagen no invasiva para la detección de isquemia y según su resultado poder tener variables pronósticos que puedan brindar una mejor orientación en cuanto a la terapéutica y predicción de eventos isquémicos futuros.

# I. CAPÍTULO: MARCO TEÓRICO

**1er CAPÍTULO:** MARCO TEÓRICO

**1.1 Cardiopatía Isquémica. Definición.**

La CI es una enfermedad cardiaca con alteraciones fisiopatológicas propias de un desequilibrio entre el aporte y la demanda de oxígeno del músculo cardíaco ocasionando isquemia miocárdica. La causa más frecuente es la enfermedad coronaria epicárdica aterosclerótica.20, 21

La aterosclerosis coronaria es un proceso responsable de las manifestaciones clínicas de la CI. Es un proceso activo caracterizado por una reacción inflamatoria crónica, acompañada de fenómenos de reparación que tiene lugar en la pared arterial. La etiología es compleja y multifactorial, considerándose como el resultado de la interacción entre una carga genética predisponente y determinados factores ambientales. La aterosclerosis coronaria está íntimamente relacionada con determinados hábitos de vida y ciertas características personales. Son los llamados factores de riesgo de la enfermedad aterosclerótica, pues su presencia se asocia a una probabilidad aumentada de padecer dicha enfermedad y sus consecuencias.20, 21

**1.1.2 Factores de riesgos aterogénicos**

La búsqueda en las interacciones entre determinados hábitos de vida y características personales con la enfermedad aterosclerótica surgió en los años 40, a raíz de estudios realizados por las compañías de seguros de vida. Sin embargo, la identificación de dichos factores de riesgo ha sido el resultado de diversos estudios epidemiológicos, entre los que se destaca el estudio Framinghan, realizándose por más de tres décadas. El reconocimiento de las particularidades de los enfermos de CI con respecto a los que no la padecen, los estudios de seguimiento de la presencia de estas características predisponentes; se asocian a una mayor probabilidad de desarrollar manifestaciones clínicas de la enfermedad, por lo que ha permitido definir una serie de factores que se relacionan con un riesgo aumentado de padecer CI.17

Los factores de riesgo aterogénicos (FR) interactúan entre sí de forma que la suma de varios de ellos tiene un efecto multiplicativo sobre el riesgo global. Se pueden clasificar de diversas formas, una de las más empleadas es la planteada por la AHA en el año 2003. 23 Esta los dividió en factores no modificables (sexo, edad, herencia, raza) y modificables (como el tabaco, la hipertensión, la hiperlipidemia, la resistencia a la insulina, la diabetes, la inactividad física y la obesidad).17, 20-23

**1.1.3 Factores de riesgo mayores no modificables:**17, 20-23

1. Herencia: Historia familiar de enfermedad cardiovascular prematura (hombre <55 años o mujeres <65 años).

2. Sexo: Los hombres tienen mayor riesgo de enfermedad cardiovascular que las mujeres, y son afectados en edades más tempranas. Luego de la menopausia el riesgo de las mujeres aumenta, pero aún es menor que en el sexo masculino.

3. Edad: Cuatro de cinco pacientes que fallecen por enfermedad cardiovascular son mayores de 65 años.

4. Color de la piel: Los pacientes de raza negra suelen tener mayores cifras de tensión arterial que los de la raza caucásica, por ende, tienen mayor riesgo de enfermedad cardiovascular.

**1.1.4 Factores de riesgo mayores que pueden ser modificados:**17, 20-23

1. Hipertensión arterial: La hipertensión arterial incrementa el trabajo a que es sometido el corazón. Aumenta el riesgo de accidente vascular encefálico, ataque cardíaco, falla renal, etc. Cuando la hipertensión se acompaña de obesidad, tabaquismo, hipercolesterolemia o diabetes el riesgo aumenta notoriamente.

2. Diabetes Mellitus. La diabetes incrementa el riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular. Más del 80% de los pacientes diabéticos pueden padecer alguna afección de este tipo.

3. Hábito de fumar: Los fumadores tienen el doble de riesgo de enfermedad cardiovascular con respecto a los no fumadores. Los fumadores tienen de 2 a 4 veces más riesgo de muerte súbita que los no fumadores. Los que sufren ataque cardíaco tienen mayor riesgo de muerte súbita en la primera hora luego del evento agudo que los no fumadores. Las evidencias parecen indicar que la exposición crónica a ambientes con humo de tabaco (fumadores pasivos) aumentaría el riesgo de enfermedad cardiovascular.

4. Dislipidemia. El riesgo de enfermedad coronaria se incrementa con el aumento de los niveles de colesterol, sobre todo con la elevación de la LDLc. La disminución de los niveles de HDLc, también constituye un riesgo para enfermedad cardiovascular. Cuando otros factores como hipertensión y tabaquismo están presentes, el riesgo crece más aún.

5. Inactividad física. El sedentarismo es un factor de riesgo para la enfermedad cardiovascular. La actividad aeróbica regular, juega un rol significativo en la prevención. Niveles moderados de actividad, son beneficiosos a largo plazo si se realizan regularmente.

6. Obesidad. El sobrepeso predispone a desarrollar enfermedades cardiovasculares. Es perjudicial porque incrementa el esfuerzo a que es sometido el corazón, y se vincula a la enfermedad coronaria por su influencia negativa sobre el colesterol y la diabetes.

**1.1.5 Factores de riesgo contribuyentes**17, 20-23

1. Respuesta individual al estrés.

2. Ingestión excesiva de alcohol.

3. Ingestión de drogas.

4. Menopausia

**1.1.5 Manifestaciones clínicas.**

Las manifestaciones clínicas en la CI pueden ser variables. Su síntoma cardinal es el dolor torácico en el infarto agudo de miocardio y en los diferentes tipos de angina: estable, inestable, vaso espástica, microvascular. Pueden aparecer otros síntomas, también llamados equivalentes anginosos como la disnea, molestia en el epigastrio, intolerancia al esfuerzo, fatiga excesiva, sobre todo en mujeres, adultos ancianos y diabéticos. Estos síntomas pueden estar presente en los cuadros de angina o infarto, en pacientes con isquemia miocárdica sin dolor, insuficiencia cardiaca, arritmias malignas y la muerte súbita.17, 21-23

La EAC con isquemia demostrada tiene otras causas no ateroscleróticas, como: las malformaciones congénitas de los vasos coronarios, la presencia de puentes intramiocárdicos, la arteritis coronaria asociada a las vasculitis sistémicas o lesiones coronarias post-radiación. Puede aparecer dolor torácico en pacientes con aumento de las necesidades de oxígeno como en la valvulopatía aórtica, la miocardiopatía hipertrófica o la miocardiopatía dilatada idiopática.21

Las características del dolor torácico de causa isquémico o angina de pecho son muy particulares. Se suele localizar en el pecho, cerca del esternón, puede sentirse en otras partes del cuerpo, como la zona epigástrica hasta la mandíbula inferior o la dentadura, entre los omoplatos o en uno de los brazos hasta la muñeca y los dedos. La angina puede ir acompañada de una sensación de falta de aire y de otros síntomas menos específicos, como fatiga o debilidad, náusea, quemazón, desasosiego o una sensación de fatalidad inminente.17, 21-23

La duración suele ser breve, en la mayoría de los casos no más de 10 min o menos. Guarda relación con el ejercicio, actividades específicas o el estrés emocional. Típicamente los síntomas aparecen o se intensifican con el aumento del ejercicio, al subir una cuesta, caminar contra el viento o a bajas temperaturas y desaparecen rápidamente después de unos minutos cuando cesan estos factores desencadenantes. El reposo y los nitratos por vía bucal o sublingual alivian rápidamente la angina. Todas estas características corresponden al dolor torácico típico.16

Existen diversas clasificaciones de dolor torácico, tres han demostrado valor pronóstico, la de Rose, utilizada por la OMS para fines epidemiológicos, y la de los estudios CASS y de Diamond (1983) y Forrester. Todas estas coinciden en características clásicas para definir el dolor torácico.17, 21, 23

|  |  |
| --- | --- |
| Dolor anginoso típico(definitivo) | Cumple las tres características siguientes:* Malestar torácico retroesternal de naturaleza y duración típica.
* Provocado por el esfuerzo o el estrés emocional
* Se alivia en unos minutos con reposo o nitratos
 |
| Dolor anginoso atípico(probable) | Cumple dos de las características anteriores |
| Dolor no anginoso | Cumple una o ninguna(ausencia) de las características anteriores. |

Clasificación clínica tradicional del dolor torácico.17

**1.2 Pruebas cardiacas no invasivas**

Existen numerosas pruebas no invasivas para realizar el diagnóstico de CI. Para la interpretación se requiere de un enfoque bayesiano para el diagnóstico. Este enfoque incluye la estimación pre-test de la enfermedad realizada por el médico (denominada probabilidad pre-test [PPT]) junto a los resultados de las pruebas diagnósticas para generar una estimación pos-test de las probabilidades de la enfermedad para un paciente dado. La PPT está influenciada por la prevalencia de la enfermedad en la población estudiada y las características clínicas de un individuo (incluida la presencia de FR cardiovasculares).17, 18, 21

Los términos sensibilidad y especificidad se emplean para describir el grado de precisión de una prueba diagnóstica, aunque no pueden describir completamente su rendimiento en el contexto clínico. ``Debido a la interdependencia de la PPT (probabilidad clínica de la presencia de CI en un paciente dado) y el rendimiento de los métodos diagnósticos de que disponemos (la probabilidad de que un paciente dado tenga la enfermedad si la prueba es positiva o de que no la tenga si la prueba es negativa), las recomendaciones sobre la estrategia diagnóstica deben tener en cuenta la PPT’’.17

Por estos motivos, diferentes guías de diagnóstico y tratamiento sobre la CI en la actualidad recomiendan que no se realicen este tipo de pruebas: en pacientes con una PPT < 15% y> 85%. En dichos pacientes, es seguro asumir que los pacientes del primer grupo no tienen CI obstructiva y que los del segundo grupo tienen CI obstructiva.17-19, 21

**1.2.1 Pruebas de estrés para el diagnóstico de isquemia**

El ECG de esfuerzo de doce derivaciones en cinta sin fin o bicicleta es un examen fiable, sencillo y disponible para pacientes con sospecha de CI y PPT de un 15-65%, con un excelente rendimiento.17, 18, 21,24

En pacientes sin alteraciones electrocardiográficas importantes en el ECG basal se obtiene un resultado con mayor validez. En cambio, cuando hay presencia de bloqueo de rama izquierda del Haz de His (BRIHH), ritmo de marcapasos o síndrome de Wolff-Parkinson-White, el ECG de esfuerzo no tiene valor diagnóstico ya que los cambios electrocardiográficos no son interpretables.17, 18, 21, 24

Lo mismo sucede con otras patologías o alteraciones del medio interno que nos pueden generar resultados de tipo falso positivo (hipertrofia ventricular izquierda, desequilibrio electrolítico, alteraciones de conducción intraventricular, fibrilación auricular y uso de digital).17, 18, 21, 24

En algunos pacientes, el ECG de esfuerzo puede ser no concluyente, por ejemplo: cuando no se alcanza el 85% de la frecuencia cardiaca máxima en ausencia de síntomas o signos de isquemia, cuando el ejercicio está limitado por problemas ortopédicos u otros problemas no cardíacos o cuando los cambios electrocardiográficos no muestran alteraciones isquémicas claramente.17, 18, 21, 24, 25

**1.2.2 Pruebas de imagen de estrés*.***

Las pruebas de imagen de estrés ofrecen varias ventajas: un rendimiento diagnóstico superior para la detección de la enfermedad coronaria obstructiva, la capacidad de cuantificar y localizar áreas de isquemia y la capacidad de proporcionar información diagnóstica en presencia de alteraciones en el ECG en reposo. Además, estas pueden emplearse conjuntamente con test farmacológicos en pacientes con una capacidad de ejercicio inadecuada. Se prefieren en pacientes con una intervención coronaria percutánea (ICP) o cirugía de derivación aorto-coronaria (CABG) previas, que frecuentemente tienen alteraciones electrocardiográficas preexistentes y cuyo diagnóstico de enfermedad coronaria se conoce previamente.6, 10, 17, 18, 21, 25, 26

La mayor capacidad de las pruebas de estrés, comparadas con el ECG de esfuerzo, para localizar y cuantificar la isquemia podría traducirse en una estratificación del riesgo más eficaz, que evite realizar procedimientos invasivos innecesarios. En presencia de lesiones coronarias intermedias confirmadas por angiografía, la evidencia de isquemia anatómicamente apropiada puede predecir futuros eventos, mientras que una prueba de imagen de estrés negativa puede utilizarse para definir un grado de riesgo bajo, a la vez que se tranquiliza al paciente.10, 17, 18, 21

Las indicaciones de las pruebas de imagen de estrés en pacientes con sospecha de CI se han ampliado por el National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE). Recomendando su uso más que el ECG de esfuerzo, en pacientes con una PPT intermedia (hombres de edad mediana con factores de riesgo tradicionales presentes y prueba de esfuerzo no concluyentes o con dolor precordial atípico y mujeres perimenopáusicas con prueba de esfuerzo y/o dolor precordial no concluyente), siempre que esté indicada la determinación de isquemia miocárdica. En estos pacientes se debe valorar sus características clínicas para la indicación de un estrés físico o farmacológico.6, 17, 18, 21

**1.3 Tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT).**

La técnica de imagen que más se realiza en cardiología nuclear es la perfusión miocárdica por SPECT. Tras la inyección del radiofármaco 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. Con las pruebas de imagen de perfusión miocárdicas, mediante SPECT, la imagen obtenida representa la distribución de la perfusión a través del miocardio.10, 11, 21, 27-29

**1.3.1 Indicaciones de los estudios de perfusión miocárdica mediante SPECT.**

Desde 1999 hasta la actualidad se han publicado guías de medicina nuclear, consensos de imágenes no invasivas y artículos de revisión actualizando los protocolos de trabajo para determinar las indicaciones apropiadas para el uso de imágenes nucleares en la cardiopatía isquémica. De manera general se exponen a continuación:8, 10, 11, 19, 27- 29

**Diagnóstico de EC:** La principal indicación es en poblaciones de riesgo clínico intermedio-alto de EC con sintomatología y/o examen de prueba de esfuerzo no concluyente. Seleccionando de una forma más adecuada los pacientes que serán derivados a estudio invasivo del árbol coronario. La sensibilidad y especificidad de los estudios SPECT de perfusión con estrés en diagnóstico de EC es de 80-85%.17 Existen ciertos sub-grupos de pacientes que debieran considerarse como poblaciones especiales por su mayor riesgo de EC y que corresponden a los diabéticos asintomáticos, insuficientes renales crónicos, ancianos, enfermedad arterial periférica y aquellos con factores de riesgo no tradicionales añadidos.

# Evaluación pronóstica: En este aspecto los estudios de SPECT miocárdico tienen gran utilidad en la práctica clínica. Se acepta que una perfusión en estrés normal puede predecir con certeza, una baja incidencia de eventos cardíacos mayores a largo plazo, bajo un 1% al año, especialmente si se usa esfuerzo como estresor. Si el estudio de perfusión es anormal, la tasa de eventos cardíacos anual es sobre 6%, sobre todo si se demuestra isquemia significativa.

**Evaluación de la repercusión funcional de EC conocida y estratificación de riesgo:** Esta indicación es tanto para determinar extensión y severidad de la EC, como para definir conducta terapéutica médica o de revascularización coronaria. Si se efectúa adquisición gatillada de estas imágenes se agrega valor pronóstico al evaluar simultáneamente parámetros de función sistólica ventricular izquierda, ampliamente validados.

**Detección de EAC y evaluación de riesgo coronario en pacientes que serán sometidos a cirugía no cardíaca:** Pacientes con riesgo de EAC que deban ser sometidos a intervenciones de mediano o alto riesgo anestésico y/o quirúrgico, pueden ser evaluados con seguridad mediante SPECT de perfusión miocárdica preoperatoria con protocolos de provocación de isquemia, que en general es de tipo farmacológica.

**Infarto de miocardio (IM):** En este caso, los estudios de perfusión miocárdica sirven tanto para confirmar presencia y magnitud de la lesión cicatrizal miocárdica, reconocer y cuantificar isquemia residual y los territorios coronarios involucrados, detectar y cuantificar la presencia de viabilidad miocárdica, evaluar resultados de revascularización quirúrgica o percutánea y también establecer pronóstico en casos de IM antiguo.

# Miocardiopatía isquémica: Es una patología frecuente entre los portadores de insuficiencia cardíaca congestiva. La revascularización coronaria completa en sujetos que aún tengan músculo viable es una alternativa terapéutica al trasplante cardíaco. Los protocolos de perfusión miocárdica SPECT orientados a detectar con la máxima sensibilidad la presencia de viabilidad residual permiten reconocer territorios viables e isquémicos. En pacientes con fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI) muy reducida (menor al 35%), sólo se pueden utilizar con seguridad protocolos de perfusión en reposo, sin estrés asociado.

# 1.3.2 La gammacámara del SPECT.

La cámara estándar utilizada en los estudios de cardiología nuclear es una gammacámara. Se basa en un cristal de ioduro de sodio que emite luz al ser incidido por radiación gamma procedente del paciente, a quien se le ha administrado un radiofármaco. Captura los fotones de rayos γ y convierte la información en datos digitales que representan la magnitud de la captación y la localización de la emisión. Los estudios de cardiología nuclear se realizan principalmente con equipos tomográficos SPECT, los que al igual que los de tipo planar, utilizan la señal electrocardiográfica y dividen cada ciclo cardíaco (onda R) en varios fragmentos temporales lo que permite el análisis de función ventricular izquierda. Los equipos con más de un detector tienen ventajas pues permiten estudios más cortos con menor probabilidad de movimiento del paciente durante la adquisición y además menor dosis. El SPECT asociado a un equipo de tomografía computada (SPECT-CT), llamado también equipo híbrido logra corregir atenuación por tejidos blandos lo que produce artefactos que disminuyen la especificidad del examen en presencia de EAC. 11, 21, 24, 27-29

**1.3.2 Marcadores de perfusión y protocolos de la SPECT.**

**Talio 201**

 El talio 201 (201Tl) se introdujo en los años setenta e impulsó la aplicación clínica de las imágenes de perfusión miocárdica como complemento a las pruebas de ejercicio en cinta sin fin. El 201Tl es un catión monovalente con propiedades biológicas similares a las del potasio. Igual que el potasio es un catión intracelular importante en el músculo y prácticamente está ausente en el tejido cicatricial, el 201Tl es un radioisótopo adecuado para diferenciar el miocardio normal e isquémico del cicatrizado. Emite 80 keV de energía fotónica y tiene una semivida física de 73h. La captación miocárdica inicial tras la inyección i.v. de talio es proporcional al flujo sanguíneo regional. La fracción de extracción de primer paso es alta, en torno al 85%. Se transporta a través de la membrana celular del miocito por medio del sistema de transporte de la Na+K+ adenosina trifosfatasa (ATPasa) y por difusión facilitada. La concentración miocárdica máxima de talio se produce en los primeros 5 min siguientes a la inyección, con una eliminación rápida del comportamiento intravascular. Aunque la captación inicial y distribución del talio son sobre todo función del flujo sanguíneo, la redistribución posterior del talio, que comienza en los 10-15 min siguientes a la inyección, no se relaciona con el flujo sino con la intensidad de eliminación miocárdica del talio, unido al gradiente de concentración de talio que hay entre los miocitos y la sangre. 11, 21, 24, 27-29

La eliminación del talio es más rápida desde el miocardio normal con una actividad alta de talio comparada con la actividad de talio reducida (miocardio isquémico), un proceso denominado lavado diferencial.  11, 21, 24, 27-29

 **Tecnecio-99m Tc**

Los marcadores de perfusión miocárdica marcados con tecnecio Tc 99m se introdujeron en la clínica en los años noventa. El 99m Tc emite 140 keV de energía fotónica y tiene una semivida física de 6h. A pesar de la excelente extracción miocárdica y propiedades cinéticas de flujo del talio, su espectro de energía de 80 keV es subóptimo para las gammacámaras tradicionales (fotópico ideal en 140 keV). Además, la semivida física larga del talio (73 h) limita la cantidad de talio que puede administrarse para mantenerse dentro de parámetros aceptables de exposición. 11, 21, 24, 27-29

Luego, los marcadores que tienen 99mTc mejoran estas dos limitaciones del 201Tl. Aunque la Food and Drug Administration (FDA) estadounidense ha autorizado tres marcadores que tienen 99mTc (sestamibi, teboroxima y tetrofosmina) para detectar la EAC, solo disponemos en la actualidad de sestamibi y teboroxima para la clínica. 11, 21, 24, 27-29

Sestamibi (MIBI) y tetrofosmina son compuestos catiónicos liposolubles con una fracción de extracción de primer paso en torno al 60%. La captación miocárdica y cinética de eliminación de ambos marcadores son similares. Atraviesan las membranas de los miocitos mediante una distribución pasiva impulsados por el gradiente electroquímico transmembrana, y se retienen dentro de la mitocondria. Existe una redistribución mínima de estos marcadores comparados con el 201Tl. De este modo, los estudios de perfusión miocárdica con marcadores con 99mTc requieren dos inyecciones separadas, una con sobrecarga máxima y la segunda en reposo. Los compuestos de 99mTc son los trazadores más utilizados en la SPECT, asociada a pruebas de esfuerzo en bicicleta o cinta sin fin. El 201Tl conlleva mayor radiación, por lo que se utiliza con menos frecuencia. Las nuevas cámaras de SPECT reducen significativamente la radiación y el tiempo de adquisición. 11, 21, 24, 27-29

**1.3.3 Tipos de estrés utilizados en cardiología nuclear**

Las pruebas de estrés con imagen cardiaca se realizan por más de 40 años para el diagnóstico de CI en pacientes con clínica sospechosa de esta enfermedad. También se usan para establecer el pronóstico y estratificar el riego de eventos cardiacos mortales en el futuro en pacientes con EAC conocida.21, 27

Se realizan utilizando protocolos que logren un consumo miocárdico de oxígeno adecuado y alcanzando frecuencias cardíacas mayores a 85% de la máxima teórica. Lo ideal es preferir el ejercicio físico graduado como agente de estrés, a lo que se asocia el valor agregado intrínseco del estudio de ergometría. En los casos en que sea difícil lograr esto, se requiere usar fármacos: vasodilatadores e inótropos intravenosos.8

**Protocolos de estrés con ejercicio físico:** Se utilizan los protocolos estándar de Bruce, Bruce modificado o Naughton en banda continua idealmente, o en su ausencia, en bicicleta ergométrica, similar a la prueba de esfuerzo tradicional, cuyas contraindicaciones son ampliamente conocidas. Se debiera evitar el beta-bloqueo y uso de antianginosos que enmascaren la isquemia o impidan alcanzar una frecuencia cardíaca satisfactoria o un consumo de oxígeno superior a 5 METS, con suspensión previa de al menos 24-48 horas. Si esto no es posible se debe efectuar protocolo vasodilatador.11, 21, 27-29

Al alcanzar los parámetros hemodinámicos máximos previstos según edad, se inyecta el radioisótopo seleccionado y se mantiene el ejercicio, al menos por 30-60 segundos adicionales. Esta prueba debe ser monitorizada con equipamiento y entrenamiento en resucitación para seguridad del paciente. El nivel de ejercicio alcanzado influye en el rendimiento de la prueba; cuando éste es inferior a 5 equivalentes metabólicos o METS y/o el 85% de la frecuencia cardíaca máxima (FCMT) predicha según edad, disminuye la sensibilidad para pesquisar EAC, incluso hasta en 15-20%, afectando además la evaluación del grado de isquemia.8, 11, 21, 27-29

Se puede administrar una dosis de atropina para llegar a la frecuencia objetivo; si esto no ocurre, es recomendable detener la prueba de esfuerzo, esperar la recuperación del paciente e iniciar un protocolo de estrés farmacológico.11, 21, 27-29

Las pruebas de esfuerzo, comparadas con las pruebas de estrés farmacológico, reflejan mejor la capacidad física del paciente. En muchos casos se alcanzan niveles más altos de estrés cuando se utiliza el ejercicio para provocar la isquemia. Se obtiene una impresión más certera del nivel de ejercicio que causa la angina en las actividades diarias, aparte de la información adicional que aporta el ECG, que siempre se registra en paralelo. 21, 27-29

**La prueba de estrés farmacológico:** está indicada para pacientes incapaces de realizar ejercicio adecuadamente o puede utilizarse como alternativa a la prueba de esfuerzo.8, 11, 21, 27-29

Existen tres medicamentos con propiedades vasodilatadores coronarios que se emplean para las pruebas con estrés farmacológicos: dipiridamol, adenosina, regadenoson.,8, 11, 21, 27-29

Adenosina y Dipiridamol: Aumentan los niveles de adenosina endógena que es un potente vasodilatador no selectivo (A1, A2a, A2b y A3) que actúa en arterias coronarias, bronquios y otros territorios vasculares. A nivel de territorio coronario se obtiene aumento de flujo de 4 a 5 veces sobre el nivel basal; vasos enfermos, que ya han usado su reserva vasodilatadora, aumentan proporcionalmente menos el flujo respecto a los sanos y, en raros casos incluso pueden disminuirlo por robo desde territorios vecinos. La vasodilatación de otros territorios produce efectos no deseados como: cefalea, mareo y bochornos. Los efectos cardiovasculares pueden ser serios, aunque son poco frecuentes y autolimitados, siendo por lo tanto un protocolo demostradamente seguro. Entre las indicaciones de los vasodilatadores están todas las causas que impiden un adecuado nivel de ejercicio y el bloqueo completo de rama izquierda del Haz de His, que puede producir falsos positivos en la pared septal con ejercicio. La dosis endovenosa de dipiridamol es de 0,56 mg/kg en infusión de 4 min., la que podría ser aumentada con leve mayor proporción de efectos indeseados para mejorar teóricamente la sensibilidad del estudio. La ventaja de la adenosina es que es mejor tolerada por su corta vida media que permite, con la sola suspensión de la infusión, la desaparición de los efectos colaterales. Existen nuevos vasodilatadores con acción selectiva sobre receptores de adenosina A2a recientemente aprobados en Estados Unidos de América, entre ellos Binodenoson y Regadenoson que otorgan algunas ventajas comparativas, pero su costo aún es alto. 8, 11, 21, 27-29

 La adenosina y el dipiridamol puede precipitar el broncoespasmo en pacientes asmáticos. Su antagonista es la aminofilina i.v que revierte rápidamente la sintomatología asociada a uso. En esos casos puede emplearse dobutamina o regadenoson, un agonista selectivo del receptor A2a como estresante alternativo.8, 11, 21, 27-29

Drogas de Acción Inótropa: Entre estas, la dobutamina es el fármaco utilizado en la actualidad si es que existe indicación de estrés farmacológico e impedimento para uso de vasodilatadores. Obtiene un real aumento de la contractilidad, del consumo de oxígeno y del flujo coronario miocárdicos. Sus contraindicaciones son conocidas; su aplicación requiere infusión continua con dosis escalonada, según protocolos usados en ecocardiografía de estrés farmacológico y sus efectos colaterales cardiovasculares pueden ser serios, especialmente arritmias.8, 11, 21, 27-29

**Protocolos de perfusión más empleados en la actualidad:**

**1) Con provocación de isquemia**

-Tecnecio99m-Sestamibi reposo-estrés o estrés-reposo. Las imágenes pueden obtenerse el mismo día o en días sucesivos. En los protocolos de un día se recomienda iniciar con el estudio en reposo a dosis bajas 8-10 mCi y terminar con el estudio de estrés a dosis altas 25-30 mCi. En casos en que logísticamente convenga comenzar con el estrés, la dosis inicial igualmente debe ser la más baja. En protocolo de 2 días, ambas dosis debieran ser no mayores cada una a 15 mCi para disminuir irradiación innecesaria del paciente. El tiempo entre la inyección y la adquisición de imágenes oscila entre 30 y 60 min con intervalo mínimo entre ambas inyecciones de 3 horas. Se ha considerado efectuar primero la fase de estrés y, si es normal, se podría omitir la fase de reposo con el fin de acortar el estudio y disminuir irradiación, aunque esta aproximación sólo debiera ser utilizada en casos de diagnóstico de EC preferentemente.8, 21, 27-29

-Tecnecio99m-Sestamibi en estrés y en reposo post nitratos. Se sigue el protocolo anterior, pero con la administración adicional de nitratos vía sublingual (nitroglicerina, 0,5-1,0 mg) u oral (dinitrato de isosorbide, 10 mg) a los 5 y 15 min respectivamente antes de la inyección de Sestamibi en reposo, en casos con evidencia de infarto o defecto en estrés. Los nitratos producen máxima vasodilatación coronaria en reposo, aumentando la sensibilidad del estudio para detección de viabilidad miocárdica.8, 21, 27-29

- 201Tl estrés-reinyección. Es útil para detectar isquemia y viabilidad miocárdica. La dosis para el estrés es de 3-4mCi, mientras que para la reinyección se emplea 1 mCi, administrados inmediatamente después de efectuadas las imágenes de estrés o 1 hora antes de las imágenes tardías. Tiene la ventaja, para algunos grupos de hacer más eficiente la adquisición, obtener conteos comparables y evaluar viabilidad en todos los pacientes considerando la posible existencia de IM no conocidos. Produce mayor irradiación que los estudios con moléculas marcadas con Tc99m.8, 21, 27-29

**2) Sin provocación de isquemia (sólo viabilidad)**

No requieren monitorización cardiológica y obviamente no es útil para detectar isquemia inducible.

a) Tc99m-Sestamibi en reposo con nitratos. Se adquieren imágenes en reposo, 30-60 min después de la inyección de Tc99m-Sestamibi a las dosis ya descritas. Se repite el procedimiento el mismo día, o al día siguiente, previa administración de nitratos oral o sublingual, en dosis habituales, con el fin de intensificar captación de células viables. Se puede efectuar cuantificación relativa de la captación miocárdica.8, 21, 27-29

 b) 201Tl reposo-redistribución. Fue el protocolo inicial para viabilidad. Las imágenes se comienzan a los 10 min post inyección (3-4mCi), mientras que las de redistribución se efectúan a las 3-4 hrs. Se pueden adicionar imágenes más tardías a las 12-24 hrs.8, 21, 27-29

**1.4 Interpretación e informe de la imagen SPECT**

Para evaluar la perfusión miocárdica se usan diversos parámetros, tales como:

-Análisis visual de cine de la adquisición original que permite relacionar tamaño de cavidades ventriculares y dilatación en las fases analizadas y reconocer movimiento durante la adquisición con eventual corrección posterior usando software adecuado. 8, 11, 21, 27-29

- Índices semi-cuantitativos de captación que consideran actividad en pared normal del ventrículo izquierdo (VI) respecto a la existente en el campo pulmonar, pesquisando sobrecarga ventricular, en forma simple en fase post-estrés, más útil con ejercicio y con Talio que con vasodilatadores y MIBI.8, 11, 21, 27-29

Otro índice es la dilatación transitoria del VI en estrés respecto al reposo (Transient Ischemic Dilation o TID), que indica isquemia subendocárdica. 8, 11, 21, 27-29

-Índices obtenidos de programas de software comercial disponibles para SPECT, que usan algoritmos matemáticos para cuantificar los hallazgos y comparar con bases de datos de sujetos normales o con baja probabilidad de EAC. Asimismo, existen parámetros de perfusión y de función en los estudios gatillados, entregados en forma automática o con mínima intervención del operador. Se puede evaluar la extensión de los defectos reversibles [isquemia] y fijos [infarto o isquemia severa, o hibernación] o mixtos; la motilidad y engrosamiento sistólico, las curvas de volumen, fracción de eyección de ventrículo izquierdo (FEVI) y volúmenes ventriculares e incluso la excentricidad de la cavidad (indicador de remodelación ventricular). Se utiliza también la relación entre volumen de fin de diástole (VFD) en el post estrés y en reposo para pesquisar disfunción ventricular izquierda transitoria. El ventrículo izquierdo se analiza en base a segmentos de un mapa polar estandarizado con 17 o 20 de ellos.  8, 11, 21, 27-29

Existe la opción de efectuar la imagen post-estrés inmediatamente terminado el ejercicio y posterior a la estabilización del paciente lo que permite contar con parámetro pronóstico adicional por caída de la FEVI asociado a dilatación transitoria incluso independiente de la presencia de defectos isquémicos. En general se prefiere comenzar la adquisición al 30 min posterior a efectuada la inyección en estrés. Aún puede existir atontamiento isquémico residual en ese lapso y debe ser considerado incluyendo la búsqueda de alteraciones de motilidad ventricular izquierda segmentarias o difusas. 8, 11, 21, 27-29

Una interpretación de los estudios de perfusión miocárdica que incorpore la evaluación sistemática de cada uno de estos hallazgos ayudará en la estratificación de riesgo y en la selección adecuada de los pacientes para estudios invasivos o tratamiento médico. Normalmente, la contractilidad del VI (y por tanto la fracción de eyección) se incrementa con el ejercicio o la dobutamina. Un estudio con gated SPECT y ejercicio en voluntarios normales mostró que la fracción de eyección del ventrículo izquierdo(FEVI) fue aproximadamente 6% más alta en el período postestrés que en el reposo, mientras que el VFD y el VFS fueron significativamente menores. En cambio, en la cardiopatía isquémica la FEVI no se incrementa e incluso puede disminuir. Este fenómeno refleja el llamado “aturdimiento” miocárdico, una disfunción ventricular transitoria que se resuelve espontáneamente tras un período variable luego de cesar la isquemia. 8, 11, 21, 27-29

Los programas Cedars Quantitative Perfusion (QPS®), Quantitative Gated (QGS®), Quantitative Blood Pool (QBS®) y Emory Toolbox ® son los más difundidos. Los índices o scores más comunes para perfusión corresponden a summed stress score, summed rest score y summed difference score (SSS, SRS y SDS, respectivamente), así como la extensión porcentual de los defectos fijos o reversibles. Los parámetros funcionales más usados son la FEVI y los volúmenes telediastólico y telesistólico (VFD y VFS) y el índice de dilatación transitoria de VI. Además, hay nuevos indicadores de isquemia que consideran tanto la extensión como la severidad de los defectos de perfusión, la forma y excentricidad ventricular izquierda.8, 11, 21, 27-29

# II. CAPÍTULO: CONTROL SEMÁNTICO

**2do CAPÍTULO: CONTROL SEMÁNTICO**

**Términos más utilizados en este documento de tesis:**

CI: Cardiopatía Isquémica.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

EAC: Enfermedad arterial coronaria.

AHA: American Heart Association.

GPM: Gammagrafía de perfusión miocárdica.

SPECT: Tomografía de emisión de fotón único.

gated-SPECT: SPECT sincronizado con la onda R del electrocardiograma.

99 mTc: Tecnecio 99 meta-estable.

ECG: Electrocardiograma.

FR: Factores de riesgo.

LDL-c: Lipoproteína de baja densidad.

HDL-c: Lipoproteína de alta densidad.

PPT: Probabilidad pretest.

PE: Prueba ergométrica.

RF: Radiofármaco

ICP: Intervencionismo coronario percutáneo.

CABG: Cirugía de derivación aorto-coronaria.

MPI: Imágenes de perfusión miocárdica.

PM: Perfusión miocárdica.

FEVI: Fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

201 Tl: Talio 201.

MIBI: metoxi-isobutilo-isonitrilo.

FCMT: Frecuencia cardiaca máxima teórica.

TID: Dilatación isquémica transitoria.

VFD: Volumen de fin de diástole.

VFS: Volumen de fin de sístole.

TCI: Tronco de la coronaria izquierda.

DA: Coronaria descendente anterior.

# III. CAPÍTULO: MATERIAL Y MÉTODOS

**3er CAPÍTULO: MATERIAL Y MÉTODOS**

## 3.1- Tipo de investigación

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, de corte longitudinal prospectivo.

## 3.2- Período y lugar donde se desarrolla la investigación

La investigación se realizó desde enero del 2018 hasta diciembre del 2019,

en el departamento de Medicina Nuclear del Cardiocentro del CIMEQ.

## 3.3- Universo o muestra

El universo estuvo constituido por 180 pacientes, a los cuales se les realizó

gammagrafía de perfusión miocárdica durante el período en estudio.

**Criterios de inclusión:**

Todos los pacientes con EAC sospechada o conocida que se realizaron

estudios de GPM para detectar isquemia.

**Criterios de exclusión:**

* Pacientes embarazadas.
* Pacientes en período de lactancia.
* Pacientes menores de 18 años.
* Pacientes cuyos datos no hayan sido recogidos de forma completa.

## 3.4- Operacionalización de las variables

* Variables para identificar las características clínico-demográficas de los pacientes:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Variable** | **Clasificación** | **Definición** | **Escala de clasificación** |
| **Edad** | Cuantitativa discreta | Según los años cumplidos |  |
| **Sexo** | Cualitativa nominal dicotómica | Según su sexo biológico | MasculinoFemenino  |
| **Factores de riesgo de EAC.** | Cualitativa nominal politómica. | Dislipidemia: Se considerará dislipidémico al paciente con antecedentes de aumento en las concentraciones plasmáticas de colesterol ≥ 5.25 mmol/L y/o triglicéridos ≥ 1.8 mmol/L.Hábito de fumar: Se incluyen a todos los pacientes que tienen hábito de fumar hasta el momento de inicio de la investigación.Hipertensión Arterial esencial (HTA): Cifras tensionales ≥ 140/90 y/o referencia de enfermedad y/o tratamiento antihipertensivo independientemente de las cifras de tensión arterial.Obesidad: Paciente que presente un índice de masa corporal (IMC; peso en kilogramos dividido por la talla en metros al cuadrado) mayor o igual que el valor de 30**.**Diabetes Mellitus: Se considerará diabético al paciente con antecedentes de aumento en las concentraciones plasmáticas de glucemia≥ 7.0 mmol/L en ayunas o ≥ 11.1 mmol/L en toma casual o posterior a la ingesta de 75 g de glucosa en 375 ml de agua o tratamiento hipoglucemiante. | SiNo |
| **Dolor torácico** | Cualitativa nominal dicotómica | Según clasificación clínica del dolor torácico de Diamond 1983 y equivalentes anginosos(síntomas distintos de la angina)  | Típico  Atípico |

* Variables para identificar las pruebas diagnósticas de isquemia realizadas:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Variable** | **Clasificación** | **Definición** | **Escala de clasificación** |
| **Prueba ergométrica**  | Cualitativa nominal politómica | Positiva: según criterios aceptados por la Task Force 24(Anexo 3) | PositivaNegativa o Dudosa (no concluyente). |
| Perfusión miocárdica | Cualitativa nominal dicotómica |  Examen de medicina nuclear para el diagnóstico de la CI, donde se inyecta un RF endovenoso. Este debe ser captado por el tejido cardiaco en situaciones de estrés como de reposo mediante una gammacámara.  | Positiva (cuando hay un déficit de la captación del RF en estrés que se recupera en el reposo).Negativa (captación uniforme del RF tanto en esfuerzo físico como en reposo)**.** |
| Protocolos para la detección de isquemia cardiaca | Cualitativa nominal politómica |  Protocolo empleado para estresar el corazón con ejercicio físico o fármacos, que eleven la frecuencia cardiaca por encima del 85% de la FC máxima y que después de inyectado el RF haya o no déficit de captación del RF en el corazón. | Estrés Físico.Estrés Farmacológico. |
| Caída de la FEVI(%) estrés/reposo | Cualitativa nominal politómica | Disminución de la FEVI durante el estrés, que expresa la severidad de la isquemia cardiaca al aumento de la demanda de oxígeno. | Mayor del 10%.Menor del 10%.Sin cambios. |

* Variable para identificar el resultado de la coronariografía:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Variable** | **Clasificación** | **Definición** | **Escala de clasificación** |
| Coronariografía | Cualitativa nominal dicotómica |  Examen radiológico de la anatomía coronaria mediante la inyección intracoronaria de contraste yodado. | Positiva(obstrucción mayor al 50% de la luz coronaria).Negativa. |

* Variable que expresa la evolución clínica al año de los pacientes después de realizada la perfusión miocárdica:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Variable** | **Clasificación** | **Definición** | **Escala de clasificación** |
| Evolución clínica al año | Cualitativa nominal politómica | Es la evolución clínica presentada por cada paciente en el transcurso de un año donde se tuvo en cuenta la aparición o no de eventos isquémicos.  | No eventos isquémicos: (no dolor precordial ni equivalentes anginosos, no alteraciones isquémicas en el ECG ni en otros medios diagnósticos).Revascularización (necesidad de recanalizar un vaso coronario ocluido mediante ICP o CBAC).SCA (SCASEST-SCACEST).SCC (angina estable, microvascular y vasoespástica).Muerte cardiaca. |

## 3.5- Métodos de recolección y procesamiento de la información

 A los pacientes seleccionados se les realizó un interrogatorio. Se anotó la información en una planilla de recolección de datos (Anexo 1). Todos los pacientes cumplieron los criterios de uso apropiado de imágenes cardiacas con radionúcleos establecidas por la Sociedad Americana de Cardiología Nuclear19, 27-29 y el Consenso de imágenes no invasivas en el adulto de la Sociedad Argentina de Cardiología. 30

**Gammagrafía de perfusión miocárdica:** Para realizar la gammagrafía de perfusión miocárdica se tuvo en cuenta el protocolo de detección de isquemia.

**Para el diagnóstico de isquemia:** se aplicó el protocolo de dos días (estrés y reposo) cumpliendo los procedimientos internacionalmente establecidos por la Sociedad Americana de Cardiología Nuclear27-29, bajo supervisión médica.

Se tuvo en cuenta los siguientes requisitos para realizar el estudio:

* Desayunar como mínimo 2 horas antes.
* Tensión arterial y frecuencia cardiaca en valores normales con la suspensión de la medicación que interfiera en la obtención de un resultado confiable.
* En caso de prueba ergométrica tener ropa y calzado adecuado.

Los pacientes se sometieron a estrés físico en una estera rodante utilizando el protocolo de Bruce (citado en Braunwald, libro de enfermedades del corazón) 21. La interpretación de la PE en positiva, negativa o incierta se realizó según los criterios establecidos en las guías de práctica clínica de pruebas de esfuerzo. 27-29

Para el protocolo de estrés farmacológico se utilizó como fármaco la dobutamina (cumpliendo indicaciones y contraindicaciones de la ASNC). 27-29

Cuando el paciente alcanzó el 85% de la FC basal ya fuera por estrés físico o por fármacos se procedió a la inyección del radiofármaco. Se administraron 25 mCi de tecnecio con metoxi-isobutilisonitrilo (99mTc-MIBI) por vía endovenosa. Las imágenes se adquirieron los exámenes a los 50 minutos de inyectado el medicamento en una gammacámara SPECT doble cabezal. Los estudios se adquirieron gatillados con el electrocardiograma.

El día del estudio en reposo se mantuvo los mismos cuidados y se inyectó el RF, se adquirieron las imágenes a los 50 minutos. La interpretación de las imágenes obtenidas en el post-esfuerzo y en reposo se analizaron con el software correspondiente.

Se informó como positivo de isquemia al defecto de perfusión (hipocaptación del RF) que apareció en las imágenes del estrés que se recuperó con el reposo, siendo sugestivo de isquemia miocárdica y al defecto de captación del RF que apareció en el estrés y se mantuvo en el reposo (defecto fijo) sugestivo de necrosis miocárdica.

**Coronariografía**

A los pacientes con isquemia documentada en la perfusión miocárdica, según la valoración que realizó su cardiólogo, se les realizó una coronariografía. Este procedimiento fue realizado por un especialista capacitado, utilizando la vía de acceso más aconsejable para cada paciente. A los pacientes que tuvieron lesiones ateroscleróticas coronarias significativas se les realizó una angioplastia percutánea siempre que cumplieran con indicación para la misma. Para todos estos estudios se solicitó el consentimiento informado a cada paciente y la ética médica fue un principio en cada paso de la investigación.

**Seguimiento al año:**

Se le hizo un seguimiento de cada paciente al año de realizado la perfusión miocárdica independientemente de su resultado. Se procedió con un interrogatorio, examen físico y ECG en reposo. Se definió si presentaron algún evento isquémico durante este tiempo como:

No eventos isquémicos: la no presencia de dolor torácico de causa cardiaca isquémica, no alteraciones eléctricas en el ECG sugestivas de isquemia, ni hallazgo en otros medios diagnósticos resultados compatibles con isquemia cardiaca.

Revascularización coronaria por empeoramiento de su sintomatología y/o presentar lesiones significativas obstructivas en las arterias coronarias epicárdicas.

SCA: SCASEST (angina inestable, infarto agudo de miocardio sin elevación), SCACEST (infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST).

SCC (angina estable, angina microvascular, angina vasoespástica que se compensaron con medicación anti-isquémica óptima.

Muerte cardiaca: paciente fallecido de causa cardiaca.

Toda la información obtenida de los pacientes y datos de la perfusión miocárdica con SPECT se llevó a una planilla (Anexo 1) y a la base de datos del departamento de Cardiología y Medicina Nuclear del Hospital CIMEQ.

Los datos fueron almacenados en una base de datos confeccionada en Excel del paquete contenido en Microsoft office profesional 2018. El programa Statistical Package Scientific System (SPSS) versión 20.0 fue utilizado como el instrumento estadístico. En dicho sistema se efectuó el plan de validación de la congruencia interna de los datos, así como su plan de tabulación y de análisis. Las variables cualitativas se expresaron en frecuencia y en porcentaje y las cuantitativas continuas en valores de media y desviación estándar según su distribución y chi cuadrado. Se tomó como intervalo de confianza el 95%, con una p < 0.05 para la aceptación e interpretación de los resultados. Se estimó el riesgo relativo o riesgo estimado.

## 3.6- Aspectos éticos

 Se cumplieron los principios estipulados en la Declaración de Helsinki 73. Su contenido en distintas versiones hasta la fecha actual abarca las recomendaciones a los médicos en la Investigación Biomédica en seres humanos y cumpliendo con los principios de la ética médica. A todos los pacientes se les solicitó un consentimiento informado (Anexo 2), después de explicárseles las características del estudio. Se guardó la confiabilidad debida en los casos personales que se estudiaron. No se empleó la información obtenida para otros fines que no fuese los propios de la investigación realizada, ni se divulgó la información en un plano que no se corresponda con el científico.

## 3.7- Limitaciones del estudio

 Consideramos posibles limitaciones la no homogenización de los softwares de procesamiento de imágenes entre los diferentes centros que disponen de la tecnología pertinente, así como la falta de consenso entre los facultativos en la valoración de las indicaciones del estudio.

# IV. CAPÍTULO: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**4to CAPÍTULO:** RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##

## 4.1- Resultados

Fueron estudiados un total de 180 pacientes, predominando el sexo masculino, representado por el 53,3%. La media de la edad fue de 61.9± 9.8 años, mientras que la mediana fue de 63 años. La edad mínima fue de 37 años, mientras que la máxima fue de 89 años. (tabla1)

Tabla1. Distribución de los pacientes según edad y sexo.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Variables** | **n=180** | **%** |
| **Edad** | Media *± SD* | 61.9± 9.8 años |  |
| Mediana | 63 años |  |
| Mínimo  | 37 años |
| Máximo  | 89 años. |
| **Sexo** | Masculino | 96 | 53.3 |
| Femenino | 84 | 46,7 |

En la tabla 2 se muestra el comportamiento de las características clínicas de la población estudiada. Se evaluó la presencia de factores de riesgo cardiovasculares, teniendo con mayor frecuencia la HTA con un 78,3%. Seguidamente estuvo la diabetes mellitus con un 38,9%, la obesidad con un 33,3% y el hábito de fumar con un 32,8%. Con menor porcentaje se manifestó la dislipidemia en la población estudiada en un 26,1%.

Con respecto a los síntomas presentados en los pacientes se evidenció como el 63,9% de los pacientes manifestaron dolor torácico típico, con respecto al 36,1% con atipicidad del dolor o equivalentes anginosos.

El resultado de la prueba ergométrica previa tuvo el siguiente comportamiento. El 72,2% de los pacientes tenían un resultado positivo sugestivo de isquemia miocárdica en este test diagnóstico, en cambio el 27,8% tenía resultado negativo o no concluyente de isquemia. (tabla 2)

Tabla 2. Distribución de las características clínicas de los pacientes.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Variables | n =180 | % |
| HTA | 141 | 78,3 |
| Diabetes Mellitus | 70 | 38,9 |
| Obesidad  | 60 | 33,3 |
| Hábito de fumar | 59 | 32,8 |
| Dislipidemia | 47 | 26,1 |
| Dolor torácico típico | 115 | 63,9 |
| Dolor torácico atípico | 65 | 36,1 |
| PEP positiva | 130 | 72,2 |
| PEP negativa/dudosa | 50 | 27,8 |

En la gammagrafía de perfusión miocárdica para la detección de isquemia se implementó un protocolo de estrés: estrés físico y estrés farmacológico.

En esta investigación para realizar la gammagrafía de perfusión miocárdica para la detección de isquemia se implementó un protocolo de estrés. Para el mismo se le practicó el estrés físico a 137 pacientes y estrés farmacológico a 43 pacientes. Como resultado de la ejecución de este protocolo se obtuvo el siguiente resultado: a 106 pacientes (58,9%) no se le demostró isquemia miocárdica teniendo un resultado negativo o normal en la perfusión miocárdica; constatándose isquemia miocárdica a 74 pacientes, representando el 41,1% del total. (figura 1)

Con el estrés físico, mediante el ejercicio físico se le demostró isquemia miocárdica al 38,7%, siendo los estudios negativos en el 61,3%. Mediante el estrés farmacológico, se le demostró isquemia solo al 48,8%. (tabla 3)

En el análisis estadístico de estas variables obtuvimos un OR: 1,198; 95%; IC: 0,869-1,652; p<012. Por lo que entre ambas variables no hay una relación significativa.

Tabla 3. Resultados de la GPM para la detección de isquemia según el protocolo empleado.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Protocolo****Detección de isquemia** | **Gammagrafía de perfusión miocárdica** | **Total**n=180(%) |
| **Positiva**n=74(%) | **Negativa**n=106(%) |
| Estrés físico | 53(38,7) | 84(61,3) | 137(100) |
| Estrés farmacológico | 21(48,8) | 22(51,2) | 43(100) |

Se diferenciaron los pacientes en dos grupos: perfusión miocárdica (PM) positiva y negativa. Se relacionan como se comportó las características del dolor torácico y la prueba de esfuerzo previa en cada uno de ellos.

Tabla 3. Características del dolor torácico según el resultado de la GPM.

|  |  |
| --- | --- |
| Dolor torácico | Gammagrafía de perfusión miocárdica |
| **Positiva n (%)** | **Negativa n (%)** | **Total n (%)** |
| Típico | 50(43,5) | 65(56,5) | 115(100) |
| Atípico | 24(36,9) | 41(63,1) | 65(100) |

El dolor torácico típico fue el síntoma principal que motivó la indicación de los estudios de perfusión miocárdica para el diagnóstico y pronóstico de la CI. El mismo estuvo presente en 115 pacientes (63,9 % de total), como lo muestra la tabla 2. En estos se comprobó la positividad de isquemia solo en 50 pacientes representando el 43,5%. De los 65 pacientes con dolor torácico atípico se comprobó la isquemia miocárdica en 24, siendo el 36,9%. Por lo que estos datos nos sugieren que las características típicas del dolor torácico representan un criterio importante en la búsqueda de enfermedad arterial coronaria; en poblaciones especiales como mujeres, diabéticos y ancianos debemos prestar atención a la atipicidad del dolor porque también son el inicio del diagnóstico de la aterosclerosis coronaria. (tabla 3)

Tabla 4. Resultados de la PE y la GPM de los pacientes estudiados.

|  |  |
| --- | --- |
| **Resultados de la PEP.** | **Gammagrafía de perfusión miocárdica** |
| **Positiva** | **Negativa** | **Total** |
| N | % | n | % | N | % |
| **Positiva** | 68 | 52,3 | 62 | 47,7 | 130 | 100 |
| **Negativa/Dudosa** | 6 | 12 | 44 | 88 | 50 | 100 |

La tabla 4 muestra el resultado de las PEP con respecto al resultado de las perfusiones miocárdicas. Del total de PEP positivas solo se demostró isquemia miocárdica al 52,3%, restando un 47,7% libre de diagnóstico de CI. En los pacientes con PEP negativas o dudosas se le constató isquemia al 12 % en la PM, evidenciándose un porcentaje mínimo de pruebas ergométricas con resultados falsos negativos a los cuales se les definió su diagnóstico mediante este examen de imagen no invasivo.

El 47,7 % de los pacientes con PEP positivas tuvieron estudios normales de perfusión miocárdica, por lo que estamos obligados a considerar la ocurrencia de los falsos positivos de la prueba ergométrica a partir de múltiples variables clínicas que pudieran incidir en ellas. Sin embargo, la mayoría del porcentaje de pacientes con ergometrías previas negativas, el 88%, presentaron estudios normales de perfusión miocárdica.

En el análisis estadístico de estas variables obtuvimos un OR: 4,359; 95%; IC:2,02-9,40; p<0,001. Por lo que entre ambas variables hay una relación significativa.

 Tabla 5. Relación entre el resultado de la coronariografía y la positividad en la perfusión miocárdica.

|  |  |
| --- | --- |
| Coronariografía | Gammagrafía de perfusión miocárdica positiva |
| n=74 | % |
| Positiva | 61 | 82,4 |
| Negativa | 13 | 17,6 |

Se revisaron los estudios de coronariografías realizadas a los 74 pacientes que presentaron resultados positivos en la GPM positiva. Se le confirmaron estenosis coronarias epicárdicas ≥50% a 61 pacientes, representando el 82,4%. A los 13 pacientes restantes sus lesiones no sobrepasaron el ≥50% de obstrucción coronaria epicárdicas y se informaron como negativas. (tabla 5)

En el análisis estadístico se encontró una asociación significativa entre ambas variables con una p<0,001.

Tabla 6. Relación entre la evolución clínica en un año y el resultado de la perfusión miocárdica.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Evolución clínica al año |
| Perfusión miocárdica | **No eventos clínicos**  | **Revascularización**  | **SCA** | **SCC** | **Muerte****Cardiaca**  | **Total**  |
| n(%) | n(%) | n(%) | n(%) | n(%) | n(%) |
| Positiva  | 2(2,7) | 32(43,2) | 14(18,9) | 26(35,1) | 0(0) | 74(100) |
| Negativa  | 103(97,2) | 0(0) | 0(0) | 3(2,8) | 0(0) | 106(100) |

A los pacientes con estudios normales de perfusión miocárdica no se les realizó otros exámenes invasivos de diagnóstico de la EAC. Por este motivo se le realizó una evaluación clínica al año de realizada la PM a todos los pacientes, obteniéndose los siguientes resultados mostrados en la tabla 6. En la misma se demuestra que el 97,2 % de los pacientes con perfusiones miocárdicas negativas no presentaron eventos isquémicos, reportándose solo en el 2,8 % cuadros clínicos compatibles con síndromes coronarios crónicos. Evidenciándose en un alto porcentaje de seguridad pronóstica en no desarrollar eventos isquémicos futuros con el diagnóstico negativo de isquemia en la perfusión miocárdica.

De los pacientes con perfusiones miocárdicas positivas, el 97,3% presentaron eventos isquémicos durante ese año después de la PM. La necesidad de revascularización coronaria para restaurar las zonas isquémicas del músculo cardiaco se presentó en el 43,2%. Seguidamente se registraron eventos coronarios crónicos en el 35,1% y síndromes coronarios agudos en el 18,9%. No se registraron muertes cardiacas en este estudio durante el periodo estudiado (tabla 6). En el análisis estadístico se encontró una asociación significativa entre ambas variables con una p<0,001.

En los estudios de perfusión miocárdica tenemos varias variables que nos muestran la severidad de la isquemia y el compromiso de la función ventricular. Estas se convierten en variables pronósticas de la salud cardiovascular en un plazo de tiempo que se puede revertir si se toman medidas terapéuticas adecuadas para cada caso.

Tabla 7. Relación entre la evolución clínica en un año y la caída de la FEVI postestrés.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Evolución clínica al año |
| Caída de la FEVI postestrés.  | **No eventos clínicos**  | **Revascularización**  | **SCA** | **SCC** | **Muerte****Cardiaca**  | **Total**  |
| n(%) | n(%) | n(%) | n(%) | n(%) | n(%) |
| No caída  | 97(92,4) | 2(1,9) | 1(1,0) | 5(4,8) | 0(0) | 105(100) |
| Menor 10% | 8(12,5) | 23(35,9) | 9(14,1) | 24(37,5) | 0(0) | 64(100) |
| Mayor 10% | 0(0) | 7(63,9) | 4(36,4) | 0(0) | 0(0) | 11(100) |

En nuestro estudio se analizó la variable de la caída de la FEVI postestrés, obtenida del estudio de perfusión miocárdica y se relacionó con la evolución clínica al año del estudio, como lo demuestra la tabla 7. Se obtuvieron los siguientes resultados:

En el grupo de pacientes que no tuvo caída de la FEVI durante el estrés comparado con el reposo y no presentó eventos isquémicos durante un año representó el 92,4%. Registrándose estos eventos solo en el 7,6%, demostrando el valor pronóstico de esta esta variable.

 En el grupo de pacientes con una caída menor del 10% de la FEVI, el 87,5% presentaron algún evento isquémico durante este año como síndromes coronarios agudos y crónicos; además de requerir revascularizaciones coronarias el 35,9%. Un porcentaje mínimo, el 12,8%, no tuvo eventos isquémicos, por lo que se demostró en este grupo la presencia y ligera extensión de la isquemia miocárdica.

En el grupo de pacientes con caída mayor del 10% de la FEVI todos los pacientes presentaron eventos isquémicos como síndromes coronarios agudos, en el 36,4% y en la mayoría se necesitó revascularización coronaria en un 63,9%. Se evidenció en este estudio que la caída mayor del 10% de la FEVI postestrés es un marcador de severidad de la isquemia y factor pronóstico de desarrollo de eventos agudos isquémicos como manifestación de la progresión de la aterosclerosis coronaria (Tabla 7).

En el análisis estadístico se encontró una asociación significativa entre ambas variables con una p<0,001.

## 4.2- Discusión

 La enfermedad arterial coronaria sigue siendo la principal causa de morbilidad y mortalidad en el mundo. Su detección temprana permite la terapéutica óptima con el fin de mejorar la supervivencia. 31

Una vez iniciada la enfermedad coronaria y con ella el desarrollo de la cardiopatía isquémica existe una posibilidad considerable de desarrollar eventos cardiovasculares mayores (muerte súbita cardiaca, muerte por falla cardíaca o infarto agudo al miocardio) o menores (hospitalizaciones por falla cardíaca o angina inestable). El riesgo de tales eventos puede estimarse a través de diversas herramientas clínicas o técnicas diagnósticas no invasivas, entre estas la SPECT miocárdica sincronizado con electrocardiograma. 32

Actualmente es la más utilizada en el diagnóstico de la enfermedad coronaria. Sus avances computacionales y de nuevas técnicas han permitido mejorar la calidad de los estudios y su exactitud diagnóstica. El estado hemodinámico de la enfermedad coronaria se puede valorar durante el estrés inducido por el ejercicio o fármacos, aportando información de gran interés diagnóstico, pronóstico e importancia a las imágenes de perfusión miocárdica. 33-35

La EAC se asocia con factores de riesgo cardiometabólico, aparece más tempranamente y se observa con mucha mayor frecuencia en el hombre que en la mujer, y en ambos géneros su prevalencia aumenta consistentemente con la edad. 31

A partir del estudio Framingham se conoce que la incidencia de eventos coronarios aumenta en rápida progresión con la edad, en las mujeres tienen tasas correspondientes a 10 años menos que las de los varones (un retardo medio de 10 años en las tasas de incidencia). En los casos de infarto de miocardio y muerte súbita, el retardo de las tasas de incidencia en las mujeres es alrededor de 20 años, aunque el margen disminuye a edades avanzadas. La incidencia en edades entre 65 y 94 años se duplica en los varones y se triplica en las mujeres respecto a edades entre 35 y 64 años. En mujeres premenopaúsicas las manifestaciones más graves de la EC, como el infarto de miocardio y la muerte súbita, son relativamente raras. Después de la menopausia, la incidencia y la gravedad de la EC aumentan rápidamente y alcanzan tasas 3 veces mayores en posmenopaúsicas que en premenopaúsicas de la misma edad.1

Si bien los factores de riesgo cardiovascular tradicionales son útiles en la evaluación del riesgo individual de presentar eventos cardiovasculares, en los pacientes con EAC establecida tienen un riesgo permanente de eventos cardiovasculares pese al tratamiento médico.36

En este estudio se encontró resultados similares en cuanto a la prevalencia del sexo masculino y la influencia de la edad después de los 60 años en el diagnóstico de la cardiopatía isquémica. También concordamos que los factores de riesgo cardiovasculares no modificables perpetúan el hecho de padecer más tempranamente la enfermedad con su rápida progresión.

Además, existió una prevalencia significativa de la hipertensión arterial y la diabetes mellitus entre los pacientes. La suma de dos factores de riesgo o más son aspectos que perpetúan la progresión de la aterosclerosis coronaria, coincidiendo con la literatura del efecto aditivo en la enfermedad coronaria que tienen la presencia de varios factores de riesgo a la vez.

Las presentaciones clínicas atípicas son más frecuentes en las mujeres que en los hombres. Las mujeres con isquemia tienen más probabilidad que los hombres para indicar un umbral de dolor variable, dolor inframamario, palpitaciones o dolor agudo y/o punzante. La presentación más tardía de CI en mujeres que en hombres y las limitaciones relacionadas con el sexo para la realización de la ergometría han generado interés en el beneficio potencial añadido de la imagen de perfusión de esfuerzo en mujeres. Diferentes estudios se han realizado para mejorar la sensibilidad y especificidad en el diagnóstico de la CI en la mujer 26, 37, 38. Perez-Iruela y cols. en un estudio con imágenes de perfusión miocárdica mediante estrés farmacológico con dipiridamol concluyó:" utilizando el protocolo de un día, tiene alta sensibilidad y especificidad para el diagnóstico en mujeres con sospecha de cardiopatía isquémica, obteniendo valores de sensibilidad y especificidad del 94% (93,47%-94,53%) y el 82% (80,94%-83,06%), respectivamente".37

El resultado de la presente investigación coincide con otros estudios 26, 37, 38. La tipicidad del dolor torácico es una alarma en la búsqueda de la isquemia miocárdica, pero en aquellos pacientes con atipicidad y PPT intermedia-alta se deben explorar de manera no invasiva fundamentalmente en las mujeres, buscando síntomas y signos sugestivos de CI. En el presente estudio se demostró como en 74 pacientes con defectos de perfusión miocárdica, 6 no tuvieron un dolor torácico típico. Por lo tanto, de no haberse realizado el examen de perfusión miocárdica no se hubiesen confirmado la isquemia para posterior conducta terapéutica.

La amplia experiencia acumulada sobre los estudios de perfusión miocárdica demuestra que su sensibilidad y especificidad para detectar EC es claramente superior a la de la prueba de esfuerzo convencional. En un metaanálisis de 33 publicaciones en las que se valoraron los resultados del estudio de perfusión miocárdica con esfuerzo físico en 4 480 pacientes, la mayoría con trazadores marcados con 99mTc, la sensibilidad media para detectar EC angiográficamente significativa (≥ 50%) fue del 87% y la especificidad del 73%, mientras en 17 estudios con sobrecarga farmacológica realizado en 2492 pacientes, fueron del 89 y el 75%, respectivamente. 32 En este estudio se encontró una buena relación de predictibilidad entre la presencia de alteraciones en el ECG de esfuerzo (prueba ergométrica) y la presencia de isquemia en la perfusión miocárdica por SPECT. Nuestros resultados coinciden con otros autores de realizar estudios de imágenes no invasivas cuando los datos del ECG de esfuerzo no son concluyentes. Se demostró en la tabla 4 que al 54,3% de los pacientes con resultados positivos en la PEP se le constató isquemia cardiaca en los estudios de perfusión, al igual que al 12% de los que tenían PEP negativas o dudosas

Existen trabajos que han evaluado las indicaciones de estudios de SPECT cardíaco según los criterios de apropiadas o “inapropiadas” o inciertas. 19 Se debe tener en cuenta la probabilidad pretest de presentar enfermedad coronaria significativa en pacientes sintomáticos según edad y sexo. A mayor edad y dependiendo de lo típico o atípico del dolor precordial y el sexo, la probabilidad varía en forma importante. Siendo apropiado para pacientes que presentan probabilidad intermedia de coronariopatía, según su edad, sexo, síntomas, factores de riesgo cardiovascular y resultados previos de la prueba de esfuerzo. En ocasiones hay discordancia entre los resultados de la prueba de esfuerzo y la clínica del paciente. Además, de tener en cuenta el score de calcio coronario (SCa). La GPM está indicada si SCa ≥ 400 ó si el paciente tiene SCa 100-400 y riesgo elevado. En estas circunstancias está demostrada la eficacia de la realización de la SPECT cardiaca. 8,26,34

Es particularmente apropiado su uso en subgrupos especiales (enfermedad renal crónica, diabéticos y mujeres) en los que la aparición de eventos cardiacos está estrechamente relacionada con la gravedad y la extensión de los defectos de perfusión. De ahí que se utilice para decidir un tratamiento agresivo en pacientes con riesgo elevado, evitándose intervenciones innecesarias en aquellos con resultados normales o ligeramente anormales. El empleo de la GPM en pacientes sin EC demostrada debe basarse en su riesgo de sufrir eventos cardiacos adversos. De esta forma, no está indicada para pacientes con bajo riesgo. 26,39

En este estudio se identificó al 58,9% de los pacientes con resultados normales de perfusión miocárdica. Este dato coincide con la bibliografía revisada del valor que tiene GPM en diferenciar a aquellos pacientes sin isquemia y que no se deben someter a exámenes invasivos, disminuyendo el riesgo para el paciente y abaratando costos en los sistemas de salud. De igual manera a los pacientes con perfusiones miocárdicas anormales se viabilizan mejor en su terapéutica posterior. 17, 18, 21, 26, 39

Los protocolos empleados en la cardiopatía isquémica según las normas internacionales de medicina nuclear se utilizan para confirmar el diagnóstico de enfermedad coronaria significativa, documentar la isquemia en pacientes con síntomas estables, estratificar el riesgo del paciente con angina estable y síndrome coronario agudo y en la elección de las opciones de tratamiento. 8,25,33

En el protocolo de estrés es preferible el ejercicio graduado en cinta ergométrica como agente de estrés, a lo que se asocia el valor agregado intrínseco del estudio de ergometría y parámetros de respuesta funcional importantes para el pronóstico posterior. 8

Numerosos estudios han demostrado el valor pronóstico adicional de las variables aportadas por los estudios de perfusión miocárdica sobre la clínica y el ECG de esfuerzo teniendo un alto valor predictivo negativo. 7,8,40

 Las variables ergométricas proporcionan importante información pronóstica cuando se combinan con la GPM. Lauer y colaboradores demostraron que la sobrevida libre de eventos cardíacos estaba relacionada tanto con la presencia de isquemia detectada en el GPM como con la capacidad de alcanzar al menos el 85% de la FCMT (frecuencia cardiaca máxima teórica). La tasa de sobrevida libre de eventos fue significativamente menor en pacientes incapaces de alcanzar dicho nivel de frecuencia cardíaca, comparada con aquellos que tuvieron isquemia inducible, pero con buena tolerancia al ejercicio. La mejor tasa de supervivencia en un período de cuatro años de seguimiento fue para el subgrupo de pacientes que logró alcanzar el 85% de la FCMT y no presentó isquemia. 40

Las imágenes de estrés farmacológico proporcionan información comparable a las del ejercicio, aunque la tasa de eventos cardíacos en pacientes con estudios normales es más alta que en aquellos que tienen un GPM normal sensibilizado con ergometría.41

Los estudios con resultados normales bajo estrés farmacológico se asocian con buen pronóstico en el lapso de un año, pero tienen mayor incidencia de “eventos duros” en tiempos de seguimiento mayores, independiente de las comorbilidades cardíacas de los pacientes. 40,42

En este estudio evidenciamos como el empleo del estrés físico mediante la estera rodante o cinta sinfín nos brindó un mejor resultado tanto en el diagnóstico de positividad de isquemia como en la valoración de la capacidad funcional, variables electrocardiográficas y hemodinámicas en cada paciente. El uso de fármacos estresores del corazón se dejó para aquellos pacientes con indicaciones precisas como alteraciones ortopédicas, insuficiencia arterial periférica o alteraciones en el electrocardiograma basal, señalando que su uso fue en una pequeña población correspondiendo al 23,9 %. Este tipo de metodología coincidió con diferentes autores de varios artículos que sugieren el uso del estrés físico como más fisiológico y beneficioso en las pruebas de perfusión miocárdica. 8, 9, 21, 27-29.

Aquellos con estudios catalogados como normales se asocian con buen pronóstico, libre de eventos “duros”, durante un período de tiempo variable, conocido como “período de garantía”, el cual fue definido por Hachamovitchen un artículo publicado en 2003 32 y ha servido de base para investigaciones posteriores sobre el tema. En su trabajo, Hachamovitch y colaboradores en una población de 7.376 pacientes con estudios de perfusión miocárdica normal realizada con estrés físico o farmacológico y un seguimiento de 665±200 días, encontraron que el riesgo para muerte cardíaca e infarto no fatal, era relativamente bajo en los pacientes sin enfermedad coronaria previa que tenían un estudio normal con ejercicio físico, y se acrecentaba en presencia de diabetes, disnea, mayor edad, así como en quienes se hacía el estudio bajo estrés farmacológico. 33, 42

En un estudio realizado por Romero-Farina y Candell-Riera et al, publicado en el 2015, demostraron el pronóstico favorable y el alto periodo de garantía de tener perfusiones miocárdicas por SPECT normales. Estudiaron a 2922 pacientes de manera consecutiva y concluyeron que si la GPM normal, se asociaba a un mínimo de variables clínicas (edad, sexo, diabetes mellitus, antecedentes de EAC), una buena función ventricular, y haberse sometido a un estrés físico en la perfusión miocárdica el periodo de garantía libre de eventos duros era muy alto. De estos pacientes menos del 34,8% presentaron eventos duros (muerte, IM no fatal) en un plazo de 5 ± 3.3 años. 43

Camilletti y col. en una serie de 782 pacientes con estudios de perfusión miocárdica normales y de bajo riesgo, de acuerdo al score de suma de estrés y score de diferencia (SSS <8 y SDS <4) presentó muy baja tasa de eventos duros en los primeros cuatro años de seguimiento, menor al 1%, lo que podría definirse como el período de garantía del método. Elhendy y col. en una serie de 218 pacientes referidos para realizarse un estudio de perfusión miocárdica de estrés, encontraron una tasa de eventos duros, muerte e infarto agudo de miocardio, de 0,7% durante los cinco años de seguimiento en pacientes con perfusiones miocárdicas normales. 7

En el estudio de Cavadid y col. en una serie de 154 pacientes que completaron el seguimiento, se presentaron 14 eventos. Los pacientes con estudios anormales tuvieron mayor cantidad de eventos (13 vs. 1 p = 0,019) respecto a aquellos con estudios normales. Los resultados de perfusión anormal se relacionaron con mayor incidencia de eventos isquémicos (15,19%). Un estudio SPECT miocárdico normal se asocia con incidencia reducida de eventos cardiovasculares mayores en el seguimiento a un año, aun en pacientes con características clínicas de alto riesgo. 32

En casi todos estos estudios de perfusión miocárdica normal presentan una baja tasa de eventos cardíacos mayores (muerte o IM no fatal) inferior al 1% por año y ésta se incrementa significativamente cuando se la relaciona con la extensión de los defectos reversibles, los puntajes de severidad y el número de segmentos anormales. 7,8,40

Entre tanto, como se indicó antes, a aquellos pacientes con estudios de perfusión miocárdica anormales, es decir con defectos de tipo reversible que denotan la presencia de isquemia, defectos fijos indicativos de áreas de necrosis miocárdica definida o la combinación de éstos, infarto y territorios isquémicos, se les asocia con mayor tasa de eventos isquémicos, pues, a medida que la extensión y la severidad de los defectos encontrados en la perfusión son mayores, también lo será la presencia de eventos isquémicos futuros. 42

En este estudio se demostró como en el 58,9% de los pacientes con perfusiones miocárdicas negativas no se evidenció eventos isquémicos en el 97,2% de ellos, siendo casi su totalidad y demostrando un alto margen de seguridad en un periodo libre de eventos isquémicos tras la confirmación de tener un estudio de imagen de perfusión miocárdica normal. En cambio, al 41,1% de los pacientes que se le demostró isquemia miocárdica en la PM presentaron durante ese período de tiempo síndromes coronarios agudos y crónicos, además por la severidad de la isquemia y lesiones coronarias se tuvieron la necesidad de revascularización miocárdica. coincidiendo con la literatura el valor pronóstico de la PM en la predicción de eventos isquémicos tras el resultado normal o no de la misma.

 La coronariografía es un método exploratorio mínimamente invasivo que con la inyección de un contraste y la colocación de un catéter permite estudiar la luz de las arterias coronarias, y se considera positiva cuando se tienen imágenes de obstrucción en las arterias coronarias y negativo cuando no existe imágenes de obstrucción. 21, 23, 47

Actualmente la angiografía coronaria invasiva constituye el estándar dorado para el diagnóstico de la enfermedad arterial coronaria significativa (ECS); sin embargo, es un proceder invasivo asociado a riesgos y complicaciones. Se reporta que entre un 20% y un 40% de las coronariografías invasivas son realizadas para diagnóstico sin que se aplique un tratamiento. Por tanto, es importante realizar investigaciones menos invasivas para evitar o reducir el uso excesivo de la angiografía coronaria invasiva. 25, 31

También hay que tener en cuenta que los valores de sensibilidad y especificidad, considerando el cateterismo como patrón de referencia, resultan afectados por la decisión de realizar la coronariografía basada en los resultados del estudio con isótopos, ya que sólo se someten a ésta los que tienen resultados anormales, por lo que los pacientes con resultados normales no suelen ser comprobados mediante dicha técnica de referencia. 34,47

Hornez y col. realizó 12 estudios con un total de 721 pacientes con una baja probabilidad de coronariopatía. Entre los resultados obtenidos se evidenció que de los pacientes con prueba de perfusión miocárdica positiva el 68,2% tenían también un resultado positivo a la coronariografía, entre otros datos. Por lo tanto, la prueba de perfusión miocárdica puede considerarse un método de elección en el estudio y diagnóstico de cardiopatía isquémica ya que tiene concordancia en comparación al estándar dorado de su diagnóstico: la coronariografía. 47

Casáns-Torno y col. en un artículo de revisión exponen como el uso de los resultados de la SPECT de perfusión miocárdica en la selección de los pacientes con angina estable, que han de someterse a un cateterismo cardiaco, produce una considerable reducción de los costes. Se demostró una importante disminución de cateterismos innecesarios con resultados normales, con una reducción de costes del 31 al 50%, para todos los niveles de riesgo previo. Estos coincidieron con otros estudios en sus resultados, mencionándolos en su reporte como el de Shaw y col. en un estudio multicéntrico con 11.249 pacientes en Estados Unidos. 34

Con la finalidad de conocer la prevalencia de la asociación de una SPECT de perfusión miocárdica negativa junto con un ECG de esfuerzo positivo y su significación coronariográfica, Candell-Riera y col. revisaron todas las SPECT practicadas en su centro durante los últimos 8 años. En el mismo se evidenció que de una serie consecutiva de 7.350 estudios con SPECT de perfusión miocárdica, 66 pacientes (0,9%) con un electrocardiograma (ECG) de base normal y no revascularizados presentaron un estudio gammagráfico normal junto con un ECG positivo en la prueba de esfuerzo. 36

En este estudio que se presenta existió una asociación casi proporcional entre los resultados positivos de isquemia miocárdica en la GPM y los hallazgos en los estudios angiográficos de la anatomía coronaria. Se demostró en el 82,4% de los pacientes con PM positivas lesiones obstructivas coronarias mayores del 50% en uno o varios vasos coronarios. Estos datos coinciden con varios autores de como la presencia de isquemia miocárdica en las GPM guardan estrecha relación con obstrucciones coronarias significativas.6, 17, 18, 22, 25, 37, 45

 Además, se analizó que de los 74 pacientes con estudio de coronariografía, 13 pacientes (17,6%) no tenían lesiones significativas en las arterias coronarias y presentaron alteraciones electrocardiográficas sugestivas de isquémicas en la prueba ergométrica. A los mismos se les demostró la isquemia cardiaca en la GPM.

 Según Peix y colaboradores en la mujer posmenopáusica hay que tener en cuenta la angina microvascular como causa de gammagrafía positiva en presencia de coronarias normales, por lo que estos casos no pueden considerarse de forma absoluta como falsos positivos de isquemia miocárdica. El término “angina microvascular” se refiere a una alteración de la microcirculación coronaria en pacientes con arterias coronarias epicárdicas normales y sin evidencia de espasmo coronario. 25,38

Vale la pena mencionar, que además de la denominada “isquemia balanceada”, es decir, aquella imagen de perfusión miocárdica sin defectos, interpretada como normal, secundaria a enfermedad multivaso, existen otras causas de “falsos negativos”. Entre esas causas se incluye realizar el examen en presencia de xantinas (cafeína, teobromina, teofilina entre otras) que bloquean la respuesta al dipiridamol y sin indagar previamente si el paciente omitió los fármacos o bebidas que se restringen su uso para la prueba. 42, 44

Sumado a los defectos de perfusión, los cuales pueden reflejar la presencia de isquemia, necrosis o hibernación, existe en una serie de parámetros en los estudios de perfusión miocárdica que, de estar presentes, constituyen predictores independientes de riesgo. La presencia de hallazgos adicionales a la perfusión puede sugerir que se está en presencia de un estudio falso negativo y evitar así la toma de decisiones clínicas equivocadas. Debe tenerse en cuenta que estos hallazgos pueden representar consecuencias fisiopatológicas diferentes de la isquemia y constituyen parámetros independientes de alto riesgo, indicando la presencia de enfermedad coronaria severa aun a pesar de una perfusión considerada normal. 38,40

Se ha demostrado que la FEVI postestrés asociada a la puntuación de perfusión proporcionan información diagnóstica y pronóstica independiente e incremental. 38,40

Mutt y Beretta iniciaron hace unos años estudios de variables pronósticas de los estudios de perfusión miocárdica con el fin de predecir eventos futuros. En su artículo publicaron datos de diferentes investigaciones que reflejan el mismo efecto predictor de la FEVI postestrés. En un estudio que involucró 1.680 pacientes, el mejor predictor de riesgo de muerte cardíaca fue la FEVI postestrés, y este parámetro incluso fue superior a la extensión de los defectos de perfusión. Otro estudio sobre 1.612 pacientes con 99mTc-MIBI y gated SPECT confirmó que la FEVI postestrés predice futuros eventos cardíacos, de modo que con cada punto de caída de la FEVI el riesgo se incrementa en 3%. Cuanto más severa la isquemia inducida por el estrés, mayor probabilidad de aturdimiento, lo que indica mayor severidad de la cardiopatía coronaria.40

Alarcón y cols, en un artículo publicado en el 2018, analizaron con SPECT mediante estrés farmacológico a un total de 1.000 estudios, al revisar los factores de riesgo de muerte por causa cardíaca, en el análisis bivariado, lo fueron el presentar un SPECT anormal [HR 3,74; IC: 2,15-6,51; p < 0,001], la FEVI, como variable continua, en reposo [HR: 0,95; IC: 0,94-0,96; p < 0,001] y en postestrés [HR: 0,95; IC: 0,94-0,96; p < 0,001] se asociaron positivamente a sobrevida. En el análisis multivariado, una mejor FEVI postestrés también se asoció a mayor sobrevida [HR: 0,95; IC: 0,92-0,99; p = 0,006]. 48

La presencia de anormalidades en el SPECT miocárdico como isquemia, infarto, dilatación o disfunción sistólica izquierda especialmente postestrés, fueron predictores independientes de mortalidad cardíaca en la población sometida a fármacos como agente estresor. 48

En nuestro estudio se evaluó el comportamiento de la variable caída de la FEVI postestrés como expresión del aturdimiento miocárdico y reflejo de la severidad de la isquemia miocárdica. Esta variable es considerada en varios artículos como un predictor de eventos isquémicos futuros. En el grupo de los pacientes que no hubo caída de la FEVI postestrés el mayor porciento no presentaron eventos isquémicos en el año de evolución, coincidiendo con lo publicado en la literatura revisada.

En cambio, en los restantes grupos donde hubo caída de la FEVI postestrés predominaron las revascularizaciones y los síndromes coronarios. En el grupo con caída mayor del 10 % de la función sistólica del ventrículo izquierdo con alto porcentaje de aturdimiento miocárdico e isquemia miocárdica todos presentaron eventos coronarios agudos y requirieron revascularización. Este comportamiento tuvo resultados similares a los planteados por diferentes autores que han investigado en las variables de los estudios de perfusión miocárdica que se han comportado como predictores de eventos futuros.

# CONCLUSIONES

La gammagrafía de perfusión miocárdica es una técnica no invasiva certera en el diagnóstico de la cardiopatía isquémica. Tuvo un alto valor pronóstico de predecir eventos isquémicos al año de la perfusión miocárdica con relación al resultado de la perfusión miocárdica. La caída de la FEVI postestrés se comportó como una variable predictiva de realizar futuros eventos cardiacos.

# RECOMENDACIONES

Recomendamos la búsqueda por parte de las instituciones de nuevos softwares de análisis de las imágenes adquiridas en los diferentes protocolos, aportándonos información de variables que ayudan al pronóstico de los pacientes. Sus resultados podrán estratificar el riesgo de tener eventos duros en una mayor cantidad de pacientes y tomar estrategias de revascularización en los pacientes que tendrán mayor beneficio en cuanto a su supervivencia.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

 1. Ferreira-Gonzalez I. Epidemiología de la enfermedad coronaria. Rev Esp Cardiol [Internet]. 2014 Feb [citado 9 Jul 2019]; 67(2):139-44. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300893213004855>.

2. Cuba. Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas. Biblioteca Médica Nacional. Cardiopatía isquémica. Estadísticas Mundiales. Factográfico salud [Internet]. 2019 Feb [citado 9 Jul 2019]; 5(2):[aprox. 11 p.]. Disponible en: <http://files.sld.cu/bmn/files/2019/02/factografico-de-salud-febrero-2019>.pdf.

3. Cadavid L, García C, et al. Resultados de SPECT miocárdico y eventos cardiovasculares en dos servicios de Medicina nuclear de Bogotá durante 2011 a 2012. Rev Colomb Cardiol [Internet]. 2014 Sep [citado 10 May 2019];21(2):86-94. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com>.

4. Dirección de registros médicos y estadísticos de salud. Anuario Estadístico de la Salud 2019 [Internet]. La Habana: MINSAP; 2019 [citado 10 Jul 2019]. 27-73 p. Disponible en: [https://files.sld.cu/bvscuba/files/2020/05/Anuario-Electrónico-Español-2019-ed-2020.pdf](https://files.sld.cu/bvscuba/files/2020/05/Anuario-Electr%C3%B3nico-Espa%C3%B1ol-2019-ed-2020.pdf).

5. Casáns-Tormoa I, Jurado-López JA. Diagnóstico de la enfermedad coronaria mediante gated-SPECT de perfusión miocárdica. [Internet]. 2008 Feb [citado 10 Jul 2019];8(B):15b-24b. Disponible en: <https://www.revespcardiol.org>.

6. González P, Dussaillant G, Gutiérrez D, Berrocal I, Alay R, Otárola S. Perfusión y función ventricular en SPECT cardiaco y coronariografía del mismo día según localización en enfermedad de un vaso. Rev Med Chile. [Internet]. 2013 Jun [citado 10 Jul 2019];141(9):1136-42. Disponible en: <http://www.scielo.conicyt.cl>

7. Camilletti J, Erriest J. Los estudios de perfusión miocárdica SPECT Gatillado como herramienta pronóstica en la enfermedad coronaria siguen sorprendiendo. Rev Fed Arg Cardiol [Internet]. 2015 Ene-Mar [citado 12 Jul 2019];44(1):4-6. Disponible en: <https://www.fac.org.ar>.

8. Massardo T, Berrocal I. Cardiología Nuclear: Actualización en diagnóstico y evaluación de enfermedad coronaria. Alasbimn Journal [Internet]. 2011 Oct [citado 6 Abr 2019];29(2):250-62. Disponible en: [http://www.alasbimnjournal.net/a/24.ISSN:0717-4055](http://www.alasbimnjournal.net/a/24.ISSN%3A0717-4055).

9. Hussain N, Parker MW, Henzlova MJ, Lane-Duvall W. Stress-first myocardial perfusion imaging. Cardiol Clin [Internet]. 2016 Feb [citado 11 Jul 2019];34(1):59-67. Disponible en: <https://www.ncbi.nih.gou>.

10. De León G, Aguadé-Bruix S. Recomendaciones sobre las maniobras de provocación de isquemia, protocolos de adquisición, interpretación de las imágenes y elaboración de los informes. Rev Esp Cardiol [Internet]. 2008 [citado 10 Abr 2019];8(2):2B-14B. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1131358708735428>.

11. Bialostozky D, Alcaraz M, Altamirano-Bustamante M, Altamirano N, Altamirano J, Ángel V, et al. Imagenología cardiovascular clínica. México: Permanyer; 2008. 13-162

12. Sociedad Andaluza de Medicina Nuclear [Internet]. España: SAMN; c2010. García-Gómez F, Guzmán-Caro G, Moreno-Caballero M. Historia de la Medicina Nuclear; 2010 Ene [actualizado 27 Ene 2010; citado 01 Abr 2019]; [aprox. 4 pantallas]. Disponible en: <https://www.samn.es>.

13. Sociedad Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular [Internet]. España: SEMNIM; c2015 [actualizado 16Mar2015; citado 4 Feb 2019]. Disponible en: <https://www.semnim.es>›pages›historia›medicina›nuclear.

14. Jaimovich R. Cardiología Nuclear: Nuevos desarrollos y perspectivas futuras. Rev Med Clin Las Condes [Internet]. 2018 Ene [citado 4 May 2018];29(1):54-60. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com>.

15. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular [Infomed]. Cuba: Medicina Nuclear. Disponible en: <https://instituciones.sld.cu>.

16. Peix-Gonzalez A. La cardiología nuclear en Cuba. Nucleus [Internet]. 2014 Dic [citado 31 May 2019]; (56): [aprox. 6p.]. Disponible en: https://scielo.sld.cu>nuc035614.

17.Montalescot G, Sechtem U, Achenbach S, Andreotti F, Arden C, Budaj A, et al. Guía de Práctica Clínica sobre diagnóstico y tratamiento de la cardiopatía isquémica estable. Rev Esp Cardiol [Internet]. 2014 Feb [citado 10 Abr 2019];67(2):135-81. Disponible en: <https://www.revespcardiol.org/es-guia-practica-clinica-esc-2013-articulo-S030089321400030X?referer=guias>.

18.Neumann F, Sousa-Uva M, Ahlsson A, Alfonso F, Banning A, Byrne R, et al. Guía ESC/EACTS 2018 sobre revascularización miocárdica. Rev Esp Cardiol [Internet]. 2019 Ene [citado 17Ago2019];72(1): [aprox. 76p.]. Disponible en: <https://www.revespcardiol.org/es-pdf-S0300893218306377>.

19. Hendel R, Berman D, Di Carli M, Heidenreich P, et al. Appropriate use criteria for cardiac radionuclide imaging. JACC [Internet]. 2009 Jun [cited 2019 May 11];53(23):2201-29. Available from: <http://www.onlinejacc.org/content/69/5/570.abstract>.

20. Hermosín A, Pereira E, Núñez A, et al. Factores de riesgo de la cardiopatía isquémica. Rev Portales Médicos [Internet]. 2017 Sep [citado 11 Mar 2019];12(17): [aprox. 8p.]. Disponible en: <http://www.revista-portalesmedicos.com>.

21. Bonow R, Mann D, et al. Braunwald -Tratado de cardiología. 10ma ed. Vol. 1. E.U.A: ELSEVIER; 2016 [citado 26 Oct 2018]. 273-319 p

22. American Heart Association. New York: AHA; c2003. Heart and Stroke Facts; [updated2004 Jul; cited 2017 Feb 21]; [2 p.]. Available from: <http://www.americanheart.org>

23. Delcán J.L, et al. Cardiopatía Isquémica.1999. España: Servicio de cardiología del Hospital General Universitario Gregorio Marañón; 1999 [citado 16 may 2017]. 15-241 p.

24. Arós F, Boraita A, Alegría E, Alonso A, Bardají A, et al. Guías de Practica Clínica en la prueba de esfuerzo. Rev Esp Cardiol [Internet]. 2000 Ago [citado 16 Oct 2018];53(8):1063.94. Disponible en: <http://www.revespcardiol.org/es-guias-practica-clinica-sociedad-articulo-x03000893200108041>.

25. Padrón K, Peix A, Cabrera L, et al. Gammagrafía de perfusión miocárdica versus otras técnicas en el diagnóstico de enfermedad arterial coronaria. Rev Cub Cardiol [Internet]. 2016 Mar [citado 10 Abr 2019];22(1):25-34. Disponible en: <http://www.medigrafic.com>.

26. Llerena-Rojas L, Peix-González A, Valiente-Mustelier J. Técnicas de imagen no invasivas en la valoración y la prevención de la enfermedad coronaria. Rev Esp Cardiol [Internet]. 2011 [citado 24 Ene 2019];22 Supl E:S36-44. Disponible en: <http://www.revespcardiol.org>.

27. Henzlova M, Lane-Duvall W, Einstein A, Travin M, Verberne H. ASNC imaging guidelines for SPECT nuclear cardiology procedures: Stress, protocols, and tracers. J Nucl Cardiol [Internet]. 2016 Jun [cited 2019 May16];23(3):606-39. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12350-015-0387-x>.

28. Dorbala S, Ananthasubramaniam K, Armstrong I, Chareonthaitawee P, Gordon-DePuey E, et al. ASNC SPECT Imaging Guidelines. J Nucl Cardiol [Internet]. 2018 May [cited 2018 Oct16];25(5):1784-1846. Available from: http://doi:10.1007/s12350-018-1283-y.

29. Candell Riera J, Castell J, Jurado J, López E, et al. Guías de actuación clínica de la Sociedad Española de Cardiología. Cardiología nuclear: bases técnicas y aplicaciones clínicas. Rev Esp Cardiol [Internet]. 1999 Nov [citado 12 Feb 2019];52(11):957-89. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300893299750256>.

30. Falconi M, Masoli O, et al. Consenso de Imágenes Cardiovasculares no Invasivas en Adultos. XXIV Congreso Interamericano de Cardiología [Internet]. Argentina. 2013 Oct 20 [citado 16 May 2019]. p. 70-93. Disponible en: <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rac/article/view/10252>.

31. Posadas-Romero C, López-Bautista F, Rodas-Díaz M, et al. Prevalencia y extensión de la calciﬁcación arterial coronaria en población mexicana asintomática cardiovascular: estudio Genética de la Enfermedad Aterosclerosa. Arch Cardiol Mex [Internet]. 2016 Dic [citado 12 Feb 2019];87(4):292-301. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S140599402017000400292&script=sci_arttext&tlng=en>.

32. Hachamovitch R, Hayes SW, Friedman JD, Cohen I, Shaw LJ, Germano G, et al. Determinants of risk and its temporal variation in patients with normal stress myocardial perfusion scans. J Am Coll Cardiol [Internet]. 2003 [cited 2019 Feb12];41:1329-40. Available from: <http://www.semanticscholar.org>.

33. Jaimovich R. Cardiología Nuclear: Nuevos desarrollos y perspectivas futuras. Rev Med Clin Condes [Internet]. 2018 Ene [citado 18 Jul 2019];29(1): 54-60. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.rmclc.2017.12.004>.

34. Casáns-Tormo I, Jurado-López J. Diagnóstico de la enfermedad coronaria mediante gated-SPECT de perfusión miocárdica. Rev Esp Cardiol Supl [Internet]. 2008 [citado 11 Dic 2018];8 Supl B:S15-24. Disponible en: <http://www.revespcardiol.org>.

35. Delgado C, Vázquez M, Oca R, Vilar M, Trinidad C. Evaluación de la isquemia miocárdica con tomografía computarizada de doble fuente. Rev Esp Cardiol. [Internet]. 2013 Sep [citado 15 Oct 2018];66(11): 864-70. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2013.05.026>.

36. Shavelle.D. Enfermedad arterial coronaria. Rev Urug Cardiol [Internet]. 2016 Ago [citado 13 Abr 2019];31(2):355-67. Disponible en: <http://www.scielo.edu.uy>.

37. Pérez-Iruela J, Pastor P, Lumbreras L, Martín A, Ruiz F, Posadas A, et al. Valor diagnóstico de la perfusión miocárdica SPECT con dipiridamol en una población femenina. Rev Argent Cardiol [Internet]. 2009 Oct [citado 12 Nov 2018];77(5):373-79. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3053/305326928007.pdf>.

38. Peix AT, Chacón D, Llerena L, et al. Gammagrafía de perfusión miocárdica con tecnecio 99mTc-MIBI en el diagnóstico de la enfermedad coronaria en mujeres. Rev Cub Med [Internet]. 2006 Jun [citado 16 Abr 2019];45(2). Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.Php?Script=sci_arttext&pid=S003475232006000200004&lng=es&nrm=iso>.

39. Candell-Riera J, Fernández C. Prevalencia y significado angiográfico de la SPECT de perfusión miocárdica normal con electrocardiograma de esfuerzo positivo. Rev Esp Cardiol [Internet]. 2004 Feb [citado 11 Dic 2018];57(9):894-7. Disponible en: <http://www.revespcardiol.org>.

40. Beller G. Valor clínico de los estudios de perfusión miocárdica en la enfermedad coronaria. Rev Urug Cardiol [Internet]. 2004 Nov [citado 11 Dic 2019];19(2-3):135-51. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/237705688>.

 41. Daly P, Kayse R, et al. Feasibility and safety of exercise stress testing using an anti-gravity treadmill with Tc-99m tetrofosmin single-photon emission computed tomography (SPECT) myocardial perfusion imaging: A pilot non-randomized controlled study. J Nucl Cardiol [Internet]. 2018 Aug [cited 2019 Aug23];25(4):1092-97. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12350-017-1045-2>.

42. Murgueitio R, Merlano S, Rodriguez E, et al. Consideraciones sobre el valor pronóstico de los estudios de perfusión miocárdica. Rev Colomb Cardiol [Internet]. 2014 Abr [citado 16 Abr 2019];21(2): 95-7. Disponible en: www.elsevier.es/revcolcar.

43. Romero-Farina G, Candell-Riera J. Warranty periods for normal myocardial perfusion stress SPECT. [J](https://link.springer.com/journal/12350) Nucl Cardiol [Internet]. 2015 Feb [citado 2019 Apr 16];22(1): 44-54. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12350-014-9957-6>.

44. Zapata G, Lopez J, Hominal M, Candell-Riera J. Valor pronóstico del tamaño del infarto de miocardio cuantificado mediante SPECT gatillada. Rev Argent Cardiol [Internet]. 2015 Sep [citado 14 Nov 2018];83(6):543-48. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5329672>.

 45. Partington S, Kwong R, Dorbala S. Multimodality imaging in the assessment of myocardial viability. Heart Fail Rev [Internet]. 2011 Nov [cited 2018 Dec11];16:381-95. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10741-010-9201-7>.

 46. Romero-Farina G, Candell-Riera J, Aguadé-Bruix S, Castell-Conesa J, García-Dorado D, et al. Impacto de la gated-SPECT de perfusión miocárdica en la indicación de una coronariografía en pacientes con disfunción ventricular izquierda de origen isquémico. Rev Esp Med Nucl [Internet]. 2011 Abr [citado 12 Feb 2019];30(3):141-46. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0212698211000036>.

47. Hornez E, Carvajal E, Carvajal N. Prueba de perfusión miocárdica versus coronariografía en el diagnóstico de cardiopatía isquémica. Caja Petrolera de Salud Santa Cruz- Bolivia. Rev Cient Cienc Med [Internet]. 2015 Jun [citado 11 Dic 2018];18(1):22-26. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426041256005>.

48. Alarcón L, Rau M, Prat H, Fernández R, Carmona J, ZHindon JP, et al. Estratificación de riesgo de muerte a mediano plazo de pacientes evaluados por enfermedad coronaria con SPECT de perfusión miocárdica bajo efecto de dipiridamol. Rev Med Chile [Internet]. 2018 [citado 18 Feb 2021]; (146):831-39. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872018000800831>.

# ANEXOS

 **Anexo 1. Planilla de recolección de datos de la GPM por SPECT**.

Servicio de Cardiología. Hospital CIMEQ. Fecha: ­­­­\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Datos generales del paciente:

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Antecedentes de salud:

HTA: \_\_\_\_\_\_ DM: \_\_\_\_\_\_ Tabaquismo: \_\_\_\_\_\_ Dislipidemia: \_\_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_\_\_ Talla: \_\_\_\_\_\_\_ IMC: \_\_\_\_\_

Dolor torácico:

Típico: \_\_\_\_\_\_\_ Atípico: \_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prueba ergométrica previa a la GPM:

Si: \_\_\_\_\_ No\_\_\_\_ Causas de no realizada: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Resultado:

Positivo: Negativo: Dudoso (no concluyente):

Tipo de protocolo:

Detección de isquemia: \_\_\_\_

Tipo de estrés:

Físico: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Farmacológico\_\_\_\_

PM:

Isquemia:­­­­­­­­­­­­­­­\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

FEVI estrés: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ FEVI reposo:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Caída FEVI:

 Evolución clínica al año:

 No eventos isquémicos:

Revascularización:

SCA:

SCC:

Muerte cardiaca:

**Anexo 2.**

**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Con el objetivo de lograr la adecuada satisfacción de los pacientes participantes en el estudio se pone en cumplimiento de la Ley de Salud Pública de la República de Cuba, se expide el siguiente documento:

Yo---------------------------------------------------- con carnet de identidad--------------------------------------------- en pleno uso de mis facultades físicas y mentales, hago constar que he sido debidamente informado(a) en entrevista individual y colectiva sobre el estudio llevado a cabo por parte de los especialistas y residentes de la especialidad de Cardiología perteneciente al Centro de Investigaciones Médico-Quirúrgicas.

He recibido explicaciones verbales y escritas, sobre la naturaleza de los exámenes de los que serán analizados sus resultados, por tanto planteo que he entendido y acepto todo lo anteriormente expuesto, otorgando mi consentimiento para la participación de dicho estudio, sabiendo que el mismo(consentimiento informado) puede ser revocado por mi persona cuando sienta que represente peligro para mi vida o que los resultados de dichos exámenes sean revelados fuera de un ambiente propiamente científico.

Para dejar constancia de todo lo anteriormente expuesto, firmo el presente documento a los ----------- del mes-------------------------------------

Firma del paciente------------------------------------------------------

Firma del médico--------------------------------------------------------

En representación del paciente:

Nombre y Apellidos-----------------------------------------------------

Carnet de identidad-----------------------------------------------------

Firma del representante----------------------------------------------

**Anexo 3.** **Criterios de positividad de la prueba ergométrica aceptados por la Task Force 24**



