



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO NACIONAL DE
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS
“ISMAEL COSÍO VILLEGAS”

CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS AL DIAGNÓSTICO DE ISQUEMIA O
NECROSIS MIOCÁRDICA EN PACIENTES SOMETIDOS A GAMMAGRAFÍA
DE PERFUSIÓN MIOCÁRDICA EN EL INSTITUTO NACIONAL DE
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALIDAD EN:
MEDICINA NUCLEAR E IMAGENOLÓGÍA MOLECULAR

PRESENTA:
DR. FRANCISCO RUBÉN ROMERO CASTELLANOS

ASESOR DE TESIS:
DR. RENE GARIBAY VIRUES
MÉDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR INER.



CIUDAD DE MÉXICO, OCTUBRE 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Dr. Juan Carlos Vázquez García
Director de Enseñanza

Dra. María del Carmen Cano Salas
Subdirectora de Enseñanza

Dra. Dayanna Lorelly Álvarez Monter
Jefa del Departamento de Formación de Posgrado

Dr. Manlio Gerardo Gama Moreno
Jefe del Servicio de Medicina Nuclear e Imagen Molecular y Asesor de Tesis

Dr. René Garibay Virués
Profesor Titular de la Especialidad de Medicina Nuclear e Imagen Molecular

Dr. Miguel Papadakis Solís
Vocal

Dr. Luis Alberto Villalvazo Gutiérrez
Vocal

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se lo dedico a mi familia entera que ha estado apoyándome en este largo camino desde que comencé la licenciatura en medicina, a mi mamá Tere que día a día ha dado el máximo para hacer posible mis estudios y mis objetivos. Esto no pudiera ser posible sin ti mamá.

A mi hermana Oriana que ha estado al pendiente a lo largo de estos años que he estado fuera de Veracruz.

A mi amiga y pareja Maricruz. Gracias por tus consejos, por escuchar, por tu incondicional compañía ante los momentos adversos que se han presentado en este camino, por tanto, cariño y amor.

Gracias a la Dra. Carla Paola Sánchez Ríos del servicio de oncología del INER que me ayudó intensamente para lograr la publicación del artículo en la revista respirar ALAT.

A todos mis profesores y maestros del INER, Dr. Manlio Gerardo Gama Moreno, Dr. René Garibay Virués, Dr. Miguel Papadakis Solís y Dr. Luis Alberto Villalvazo Gutiérrez, gracias por las críticas constructivas, los consejos y las enseñanzas que me ayudaron a seguir creciendo como residente y como persona.

Gracias a todos los doctores que me enseñaron durante mis diferentes rotaciones fuera del instituto, en cardiología de centro médico siglo XXI, en la radiofarmacia Accesofarm, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición, Hospital General de México, Hospital Ángeles del Pedregal, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, a la Unidad de PET/CT de la UNAM y al Hospital Infantil de México.

Gracias al departamento de enseñanza y a los trabajadores del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, noble Institución, que me permitió ser parte de su historia y poder formarme como especialista.

A ti que desde el 10 de febrero de 2021 dejaste un hueco en mi y que no podrá ser llenado pero que todos los días eres recordado y lo seguirás siendo, por tu amor incondicional hacia mi y a mi hermana a lo largo de tu vida, por tus abrazos, tus risas, y que donde sea que estés sigues estando pendiente de nosotros. Gracias por tanto papá.

I. ÍNDICE

II.	Marco teórico	5
2.1	Generalidades de la cardiopatía isquémica	5
2.2	Factores de riesgo	10
2.3	Fisiopatología	11
2.4	Biomarcadores	13
2.5	Estudios de imagen diagnósticos	14
2.6	Radiofármacos	17
2.7	Preparación del paciente	17
2.8	Protocolo de esfuerzo físico	18
2.9	Protocolo de esfuerzo en banda	19
2.10	Protocolo de adquisición	20
2.11	Interpretación	21
III.	Planteamiento del problema	22
IV.	Justificación	24
V.	Objetivos	24
VI.	Hipótesis	24
VII.	Material y métodos	25
7.1	Diseño	25
7.2	Universo del estudio	25
VIII.	Criterios de selección	25
8.1	Criterios de inclusión	25
8.2	Criterios de exclusión	25
IX.	Recursos materiales y financieros	26
X.	Descripción de procedimientos	26
XI.	Parámetros de adquisición de imágenes	26
XII.	Parámetros de procesamiento	27
XIII.	Interpretación de las imágenes	27
XIV.	Aspectos éticos y de bioseguridad.	29
XV.	Resultados y análisis	29
XVI.	Discusión	36
XVII.	Conclusión	37
XVIII.	Bibliografía	38
XIX.	Anexos	40
19.1	Variables	40
19.2	Abreviaturas	43
19.3	Galería de imágenes	44

II.MARCO TEORICO

2.1 CARDIOPATÍA ISQUÉMICA.

Las enfermedades cardiovasculares causan aproximadamente un tercio de las muertes en todo el mundo. (1)

Un número cada vez mayor de personas con cardiopatía isquémica (CI) viven con discapacidades crónicas y una calidad de vida deteriorada. El proceso patológico primario que conduce a la CI es la aterosclerosis, una enfermedad inflamatoria de las arterias asociada con el depósito de lípidos y las alteraciones metabólicas por múltiples factores de riesgo. Más del 70% de las personas en riesgo tienen múltiples factores de riesgo de CI, y solo del 2% al 7% de la población general no tienen factores de riesgo. (1)

Epidemiología.

En 2017 se observó que la CI afecta a alrededor de 126 millones de personas en todo el mundo (1.655 por 100.000), lo que se estima en el 1,72% de la población mundial. (1)

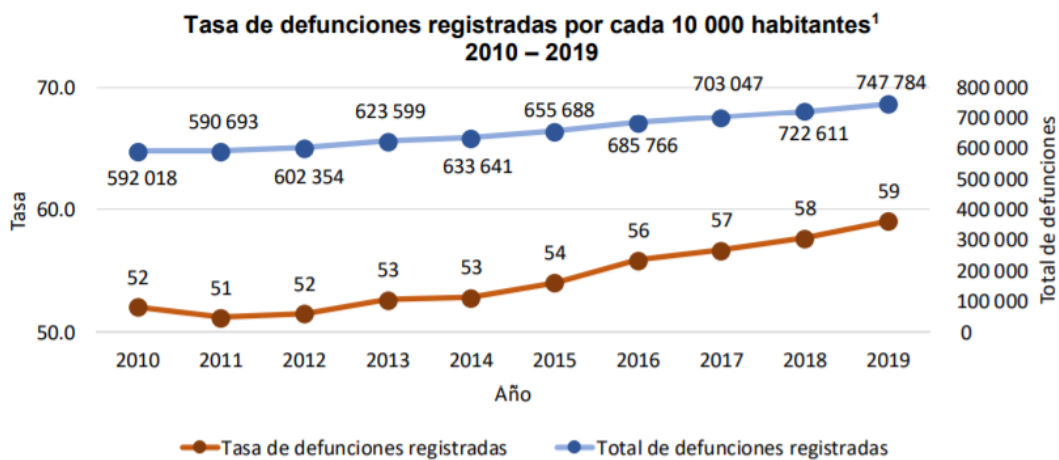
El sexo masculino es un factor de riesgo bien conocido y, en consecuencia, la prevalencia de CI fue mayor en hombres que en mujeres (1.786 frente a 1.522 casos por 100.000). Esta diferencia está presente en todos los grupos de edad. La edad de aparición también parece ser más temprana en los hombres. La incidencia aumenta a partir de la cuarta década de la vida y no disminuye después, lo que refleja el papel de la edad como factor de riesgo. (1)

La prevalencia sigue siendo mayor que la incidencia para todos los grupos de edad, indicando la naturaleza crónica de la CI. (1)

Los factores asociados a infarto agudo de miocardio (IAM) fueron analizados en América Latina y en todo el mundo por el INTERHEART (un estudio de factores de riesgo para el primer infarto de miocardio en 52 países y más de 27.000 sujetos) Este estudio analizó 15.152 casos de pacientes con primer IAM y 14.820 sujetos control de 52 países, de los cuales 1.237 casos y 1.888 sujetos control eran de 6 países de América Latina (Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Guatemala y México). Los factores asociados al IAM fueron dislipidemia, tabaquismo, factores psicosociales (como depresión y estrés), hipertensión, diabetes mellitus, obesidad abdominal y factores protectores como actividad física, dieta rica en frutas y verduras y consumo moderado de alcohol. (2)

La obesidad se ha convertido en un importante problema de salud en América Latina; ha alcanzado prevalencias superiores al 25% en México y Chile y cercanas al 15% en Argentina, Brasil y Colombia. La dislipidemia, tuvo una prevalencia en los sujetos control de 27.1%, que es similar a la del Sudeste Asiático y menor que a la de los países del Medio Oriente. (2)

En México durante el 2019. De las 747 784 defunciones registradas, 56.4% fueron hombres, 43.5% mujeres y en 473 casos el sexo no fue especificado. (3)



Del total de defunciones, 88.8% se debieron a enfermedades y problemas relacionados con la salud, mientras que 11.2% fueron por causas externas, principalmente accidentes, homicidios y suicidios. (3)

Principales causas de muerte por sexo

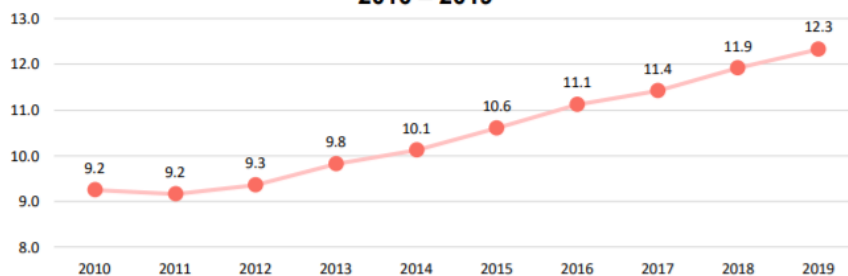
Rango	Total	Hombre	Mujer
1	Enfermedades del corazón 156 041	Enfermedades del corazón 83 258	Enfermedades del corazón 72 768
2	Diabetes mellitus 104 354	Diabetes mellitus 51 711	Diabetes mellitus 52 643
3	Tumores malignos 88 680	Tumores malignos 43 296	Tumores malignos 45 384
4	Enfermedades del hígado 40 578	Agresiones (homicidios) 32 530	Enfermedades cerebrovasculares 17 659
5	Agresiones (homicidios) 36 661	Enfermedades del hígado 29 692	Influenza y neumonía 14 046
6	Enfermedades cerebrovasculares 35 303	Accidentes 25 758	Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas 11 269
7	Accidentes 33 524	Enfermedades cerebrovasculares 17 644	Enfermedades del hígado 10 879
8	Influenza y neumonía 31 081	Influenza y neumonía 17 034	Accidentes 7730
9	Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas 23 768	Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas 12 499	Insuficiencia renal 6359
10	Insuficiencia renal 14 630	Insuficiencia renal 8 271	Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal 4 969

■ Enfermedades del corazón
 ■ Diabetes mellitus
 ■ Tumor maligno
 ■ Otras enfermedades no transmisibles
 ■ Accidentes
 ■ Agresiones (homicidios)
 ■ Enfermedades transmisibles

Por problemas de salud, las tres principales causas de muerte tanto para hombres como para mujeres son: enfermedades del corazón (156 041, 23.5%), diabetes mellitus (104 354, 15.7%) y tumores malignos (88 680, 13.4%). (3)

Las defunciones causadas por enfermedades del corazón han ocupado el primer lugar entre las principales causas durante varios años, entre ellas, destacan las enfermedades isquémicas del corazón que presentan una alta incidencia entre la población que fallece a partir de los 45 años. (3)

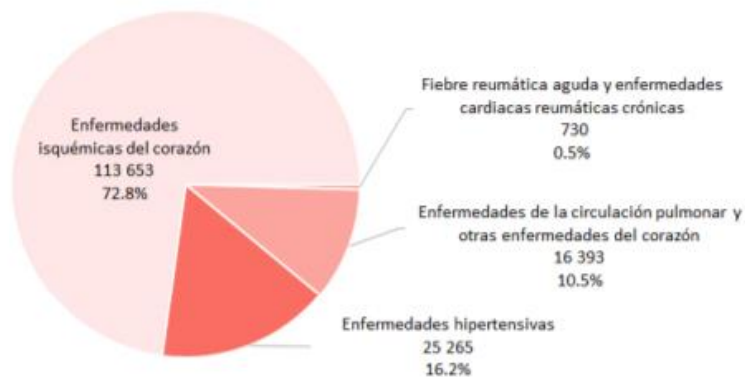
**Tasa de defunciones registradas por enfermedades del corazón por cada 10 000 habitantes⁹
2010 – 2019**



Las mayores tasas por entidad federativa de residencia habitual por cada 10 000

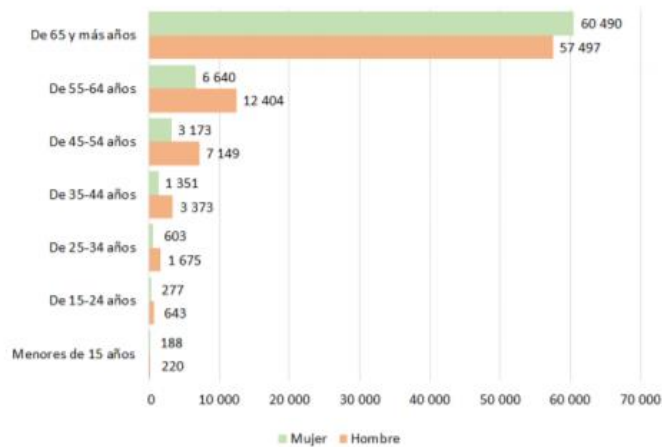
Del total de las muertes ocasionadas por enfermedades del corazón, que asciende a 156 041 casos, las isquémicas representaron el 72.8% con 113 653 casos, seguidas por las hipertensivas con 16.2% (25 265 casos) y las relacionadas con la circulación pulmonar y otras enfermedades del corazón con 10.5% (16 393 casos). A la fiebre reumática aguda y enfermedades cardíacas reumáticas crónicas les correspondió en conjunto, el 0.5% (730 casos) (3)

Defunciones por enfermedades del corazón



Del total de las muertes por enfermedades del corazón, 83 258 casos (53.36%) correspondieron a hombres y 72 768 casos (46.63%) a mujeres, en 15 casos no se especificó el sexo. El grupo de edad en el que se concentra el mayor número de fallecimientos es en el de 65 y más años (75.6%). (3)

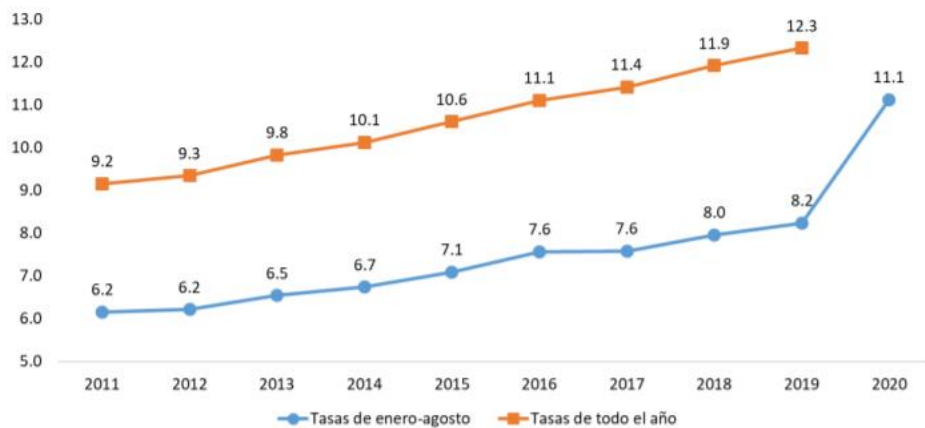
Defunciones por enfermedades del corazón según grupos de edad y sexo¹¹



En México de Enero-Agosto 2020. Por problemas de salud, las tres principales causas de muerte a nivel nacional son: enfermedades del corazón (141 873, 20.8%), COVID-195 (108 658, 15.9%) y diabetes mellitus (99 733, 14.6%). (4)

Defunciones por enfermedades cardiovasculares.

Tasas de defunciones por enfermedades del corazón por cada 10 000 habitantes Enero-Agosto (2011-2020) y cierre de año (2011-2019)



Las cifras definitivas serán resultado del proceso de confronta entre la Secretaría de Salud y el INEGI y serán publicadas en el mes de octubre de 2021. (4)

**Diez principales causas⁶ de muerte, por sexo
enero – agosto**

Rango	Total	Hombre	Mujer
1	Enfermedades del corazón 141 873	Enfermedades del corazón 78 929	Enfermedades del corazón 62 713
2	COVID-19 108 658	COVID-19 71 419	Diabetes mellitus 47 429
3	Diabetes mellitus 99 733	Diabetes mellitus 52 136	COVID-19 37 111
4	Tumores malignos 60 421	Tumores malignos 29 749	Tumores malignos 30 623
5	Influenza y neumonía 29 573	Enfermedades del hígado 20 263	Enfermedades cerebrovasculares 12 112
6	Enfermedades del hígado 27 842	Agresiones (homicidios) 20 165	Influenza y neumonía 11 473
7	Enfermedades cerebrovasculares 24 928	Influenza y neumonía 18 063	Enfermedades del hígado 7 544
8	Agresiones (homicidios) 22 798	Accidentes 16 460	Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas 7 375
9	Accidentes 21 049	Enfermedades cerebrovasculares 12 784	Accidentes 4 552
10	Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas 15 847	Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas 8 455	Insuficiencia renal 4 469

■ Enfermedades del corazón
 ■ Diabetes mellitus
 ■ Tumor maligno
 ■ Otras enfermedades no transmisibles
 ■ Accidentes
 ■ Agresiones (homicidios)
 ■ Enfermedades transmisibles
■ COVID-19

En las últimas décadas, México y otros países de América Latina han experimentado una profunda y rápida transición nutricional y por ende epidemiológica, lo que ha llevado a que la obesidad, las enfermedades cardiovasculares y otras enfermedades crónico degenerativas sean hoy en día las principales causas de morbilidad y mortalidad. (5)

En el estudio Lindavista que buscó describir los factores de riesgo presentes en la población mexicana, se incluyeron a 2602 pacientes donde el 75% de los sujetos (ambos sexos) tenían sobrepeso u obesidad. La frecuencia de tabaquismo era del 47% en mujeres y más de dos tercios de los hombres. La prevalencia fue mayor en hombres que en mujeres. Hipertensión arterial estaba presente en 841 participantes (32%) tenían hipertensión. Del total diagnosticados como hipertensos, 272 sujetos (32%) desconocían su condición. Ciento sesenta pacientes (6%) fueron diagnosticados con

diabetes mellitus. Además, 385 sujetos (14,7%) mostraron anomalías glucosa en ayuno. El 30% tenía niveles elevados de colesterol total en suero. El 62% tenía valores de c-HDL <40 mg/dl. (5)

2.2 Factores de riesgo.

- **Actividad física:** Las personas inactivas con múltiples factores de riesgo cardíaco tienen más probabilidades de desarrollar infarto agudo de miocardio (IAM). La actividad física puede contribuir a reducir hasta un 20% -30% en el riesgo de enfermedad coronaria. Los estudios han demostrado que diferentes tipos de actividades físicas pueden tener diferentes efectos sobre el riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV) y pueden interactuar entre sí. Por ejemplo, algunas actividades de ocio como caminar, subir escaleras y andar en bicicleta brindan protección contra las ECV, mientras que otras, como la actividad física doméstica intensiva, pueden no ofrecer protección contra las ECV. (6)
- **Tabaquismo:** es un fuerte factor de riesgo de infarto de miocardio, de aterosclerosis prematura y problemas relacionados con muerte súbita cardíaca. Con respecto a la aterogénesis, el tabaquismo aumenta las concentraciones séricas de colesterol lipoproteína de baja densidad (LDL) y triglicéridos y reduce el colesterol lipoproteína de alta densidad (HDL) sérico. Además, el humo del cigarrillo promueve el daño al LDL por los radicales libres, lo que lleva a la acumulación de colesterol LDL oxidado dentro de la pared arterial. (6)
- **Alcoholismo:** El consumo excesivo de alcohol se ha asociado con un mayor riesgo de trombosis, que se produce después del cese de un episodio de consumo excesivo de alcohol. Parece predisponer a los bebedores a cambios histológicos en el miocardio y el sistema de conducción, así como a una reducción del umbral de fibrilación ventricular. Sin embargo, existe controversia sobre el consumo de alcohol y el riesgo de IAM. La mayoría de las investigaciones mostraron que el consumo de alcohol puede aumentar el colesterol de lipoproteínas de alta densidad (HDL-C), la apolipoproteína-a1 y la adiponectina y reducir el nivel de fibrinógeno. (6)
- **Dislipidemia:** factor de riesgo importante de enfermedad cardiovascular, se define generalmente como los niveles de colesterol total, LDL, triglicéridos, apo B o Lp por encima del percentil 90 o niveles de HDL y apo A por debajo del percentil 10 de la población general. Existe una alta frecuencia de dislipidemia en pacientes jóvenes que presentan infarto agudo de miocardio, con hipertrigliceridemia seguida de hipercolesterolemia, LDL elevado y HDL bajo. (6)
- **Diabetes mellitus 2:** es un factor de riesgo bien establecido de enfermedad cardiovascular (ECV). Las personas con diabetes mellitus tipo 2 tienen una

mayor morbilidad y mortalidad cardiovascular. La diabetes aumenta el riesgo de enfermedad arterial coronaria (EAC) de dos a cuatro veces. Los pacientes con diabetes tienen un mayor riesgo de enfermedad vascular aterosclerótica en el corazón, así como en otras áreas vascularizadas. (6)

- Hipertensión: tanto la hipertensión sistólica como la diastólica aumentan el riesgo de un infarto de miocardio. Es un factor de riesgo importante de causar aterosclerosis en los vasos sanguíneos coronarios, lo que resulta en un infarto de miocardio. La hipertensión y el infarto de miocardio están estrechamente relacionados. (6)
- Obesidad: está directamente relacionado con la incidencia infarto de miocardio. Yusuf y cols en su estudio determinó que la obesidad abdominal aumentó el riesgo de IAM en ambas edades y sexos. (6)
- Antecedente familiar: los antecedentes familiares de infarto de miocardio son un factor de riesgo de IAM. Variantes genéticas están asociadas con mayor riesgo de IAM con antecedentes de familiares. En un familiar de primer grado duplica el riesgo de IAM. (6)
- Edad: la edad avanzada se asocia con un aumento de la mortalidad. El mecanismo por el cual esto ocurre cuando la edad incrementa y que contribuye tan drásticamente a la mortalidad es desconocido. Aproximadamente el 80% de las muertes por enfermedades cardíacas ocurren en personas de 65 años o más. (6)
- Estrés: el estrés crónico, el aislamiento social y la ansiedad aumentan el riesgo de infarto y accidente cerebrovascular. El estrés psicológico agudo también se asocia con un mayor riesgo de enfermedad coronaria. (6)

2.3 Fisiopatología.

La isquemia cardíaca es el resultado de un desequilibrio entre el suministro y la demanda de oxígeno del miocardio. La isquemia cardíaca se considera hipoxia miocelular o la afección que resulta cuando el oxígeno suministrado a una región del músculo cardíaco es insuficiente para satisfacer sus necesidades. El fenotipo clínico que acompaña a la isquemia cardíaca ha sido subdividido en síndrome coronario agudo (SCA) y síndrome coronario crónico (SCC). (7)

Una reducción repentina del flujo coronario y, por tanto, del suministro de oxígeno del miocardio, suele ser el mecanismo del SCA. Aquí, la lesión reciente de la placa (p. Ej., Rotura, erosión, hemorragia), a menudo superpuesta a la trombosis y / o microembolia, la disfunción endotelial y la reactividad elevada del músculo liso reducen abruptamente

el flujo sanguíneo coronario y dan lugar a una lesión isquémica aguda de los miocitos. Por el contrario, un aumento brusco de la demanda de oxígeno del miocardio, en el contexto de una capacidad limitada para aumentar el suministro de oxígeno del miocardio, suele ser el mecanismo de isquemia en el SCC. (7)

Los trastornos de la coagulación, la función endotelial y / o de las células musculares lisas, así como el miocardio también influyen. En pacientes con SCC, el episodio de isquemia es transitorio (p. Ej., reversible) y sin evidencia de lesión de miocitos. Si el episodio isquémico da como resultado una lesión de miocitos o mionecrosis o el patrón, la gravedad o los factores que incitan a la isquemia cambian abruptamente, un SCA ha evolucionado. (7)

En el SCC la isquemia cardíaca suele ser el resultado de un aumento en uno o más determinantes de la demanda de oxígeno del miocardio. Estos incluyen aumentos en la frecuencia cardíaca (FC), carga del ventrículo izquierdo (VI), poscarga (p. Ej., Tensión de la pared sistólica, rigidez arterial, presión arterial sistólica) o precarga (p. Ej., Tensión de la pared diastólica, presión diastólica final y volumen, y espesor de pared) y / o contractilidad que son necesarias por aumentos en los niveles de actividad física y / o emocional. (7)

El mecanismo exacto responsable de este aumento secundario en la demanda de oxígeno no se conoce completamente. Este aumento secundario ocurre tanto en episodios isquémicos dolorosos como asintomáticos y en los episodios dolorosos, aparece antes de la percepción real del dolor. Este aumento secundario de la demanda de oxígeno del miocardio aumenta la magnitud y / o prolonga la duración de un episodio isquémico determinado y, por lo tanto, tiene el potencial de empeorar las consecuencias miocárdicas de un episodio isquémico determinado. (7)

La limitación de los aumentos en el suministro de oxígeno al miocardio puede deberse a afecciones coronarias vasculares o no vasculares. Entre las condiciones vasculares que limitan los aumentos en el suministro de oxígeno se encuentra una reserva reducida en el flujo sanguíneo del miocardio debido a obstrucciones que limitan el flujo con una circulación colateral inadecuada. Las obstrucciones coronarias que limitan el flujo pueden ocurrir a nivel del vaso epicárdico y al nivel del microvaso. (8)

La rotura de una placa aterosclerótica y posterior trombosis constituye el sustrato fisiopatológico de la mayoría de los síndromes coronarios agudos. Existen diversas características que parecen definir la vulnerabilidad de las placas: factores directamente relacionados con las características físicas de las placas y su composición tisular y factores sistémicos que promueven su ruptura y facilitan la trombosis. La presencia de los siguientes fenómenos: acumulación subintimal de macrófagos, infiltración y diferenciación de células musculares lisas, responsables del aumento del tejido conectivo y daño endotelial, formación de trombos plaquetarios, dando lugar a una placa aterosclerótica, que como ya se ha descrito disminuye las propiedades antitrombogénicas, vasodilatadoras del endotelio y produce estenosis luminal con disminución de la reserva coronaria. (8)

Otras placas en cambio poseen un alto contenido de grasa y de macrófagos, su evolución suele caracterizarse por eventos agudos, con ruptura, hemorragias y trombosis sobre la placa y su traducción clínica son el infarto agudo y la angina inestable. (8)

A medida que la placa se forma, el tamaño del lumen del vaso se mantiene intacto, debido a que la arteria crece hacia el interior de la pared, modificando el área de sección del vaso, de circunferencial a ovoidal, cuando la placa alcanza la mitad del área luminal, ésta crece hacia la luz, retomando el vaso su aspecto circunferencial; en esta fase se trata de una placa madura en estructura y composición y la mayor o menor disfunción endotelial determina 2 tipos de placa, una placa estable que se caracteriza por el núcleo lipídico pequeño y casquete fibromuscular grueso, cubierto por una capa de células endoteliales que impiden el contacto de la sangre con la íntima arterial y otra placa complicada que está compuesta por un casquete fibroso delgado, núcleo lipídico rico en ésteres de colesterol, además de infiltración linfocitaria, que puede llevar a la ruptura de la placa, exponiendo al torrente sanguíneo el núcleo lipídico que es altamente trombogénico. Por ello a esta placa inestable también se le conoce como placa vulnerable. (8)

Hallazgos físicos y clínicos:

Los síntomas a menudo, pero no siempre, incluyen malestar en el precordio, descrito como una presión que puede irradiarse a los hombros, el cuello, la mandíbula o espalda. La angina típica es de localización subesternal, provocada por estrés emocional o físico, y se alivia con reposo y / o nitroglicerina. El dolor y la incomodidad asociados con un episodio de SCA suelen ser difusos en lugar de localizados. A menudo se asocia con diaforesis. (9)

Las mujeres, los diabéticos, los ancianos y los pacientes posoperatorios suelen tener una presentación atípica de SCA. (9)

Los equivalentes de angina pueden incluir disnea, náuseas, vómitos y fatiga. (9)

El paciente puede estar diaforético y taquicárdico. Pueden estar presentes signos de insuficiencia cardíaca, que incluyen presión venosa yugular elevada, presencia de un galope y edema periférico. (9)

2.4 Biomarcadores para la detección de infarto y lesión miocárdica.

Las troponinas cardíacas I (cTnI) y T (cTnT) son componentes del aparato contráctil de las células miocárdicas y se expresan casi exclusivamente en el corazón. (10)

No se ha informado que se produzcan aumentos en los valores de cTnI después de una lesión de tejidos no cardíacos. La situación es más compleja para cTnT, los datos bioquímicos indican que el músculo esquelético lesionado expresa proteínas que son detectadas por el ensayo de cTnT, lo que lleva a algunas situaciones en las que las elevaciones de cTnT podrían provenir del tejido esquelético. (10)

Datos recientes sugieren que la frecuencia de tales elevaciones en ausencia de cardiopatía isquémica puede ser más alta de lo que se pensaba originalmente, cTnI y

cTnT son los biomarcadores preferidos para la evaluación de la lesión miocárdica y se recomiendan para uso clínico de rutina. (10)

Otros biomarcadores, por ejemplo, la isoforma de la creatina quinasa, son menos sensibles y menos específicos. La lesión miocárdica se define como la presencia cuando los niveles sanguíneos de cTn aumentan por encima del límite superior de referencia del percentil 99. La lesión puede ser aguda, como lo demuestra un aumento dinámico y / o patrón de caída de los valores de cTn por encima del percentil 99 del límite de referencia, o crónico, en el contexto de niveles de cTn elevados persistentemente. (10)

Aunque los valores elevados de cTn reflejan lesión de las células miocárdicas, no indican los mecanismos fisiopatológicos subyacentes y pueden surgir después de un estiramiento mecánico inducido por la precarga o tensiones fisiológicas en corazones normales. Se han sugerido varias causas para la liberación de proteínas estructurales del miocardio, incluida la renovación normal de las células del miocardio, apoptosis, liberación celular de productos de degradación de cTn, aumento de la permeabilidad de la pared celular, formación y liberación de ampollas membranosas y necrosis de miocitos. Sin embargo, no es clínicamente posible distinguir qué aumentos de los niveles de cTn se deben a qué mecanismos. Sin embargo, independientemente del mecanismo, la lesión miocárdica aguda, cuando se asocia con un patrón ascendente y / o descendente de los valores de cTn con al menos un valor por encima del percentil 99 del límite de referencia y causada por isquemia miocárdica, se denomina infarto agudo de miocardio. (10)

2.5 Estudios de imagen diagnósticos.

A los pacientes con mortalidad anual > 3% se los define como pacientes de alto riesgo de eventos. Los pacientes con bajo riesgo de eventos son los que tienen una mortalidad anual < 1%. El grupo de riesgo intermedio de eventos tiene una mortalidad anual $\geq 1\%$ pero $\leq 3\%$. (11)

La angiografía coronaria invasiva ha sido y sigue siendo el estándar de oro aceptado para la detección de la enfermedad arterial coronaria obstructiva, típicamente definido como un estrechamiento luminal focal de la luz arterial mayor del 50% o 70% del diámetro. Se ha demostrado en varios estudios que la reducción relativa en la captación del radiotrazador en el SPECT de estrés tiene muy buena utilidad para la identificación de enfermedad arterial coronaria obstructiva. (12)

Las pruebas de esfuerzo cardíaco (electrocardiograma con banda, estudios de esfuerzo por imágenes mediante ecocardiografía o modalidades de medicina nuclear) pueden ayudar aún más a diagnosticar y estratificar el riesgo de estos pacientes. (12)

- Estratificación del riesgo de eventos basado en la función ventricular.

El predictor más poderoso de la supervivencia a largo plazo es la función del VI. En pacientes con cardiopatía isquémica estable, al tiempo que disminuye la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) aumenta la mortalidad. En el registro CASS, las tasas de supervivencia a 12 años de los pacientes con FEVI $\geq 50\%$, 35-49% y < 35% fueron del 73, el 54 y el 21% respectivamente ($p < 0,0001$). De ahí que un paciente con

FEVI < 50% tenga ya un alto riesgo de muerte CV (mortalidad anual < 3%), incluso sin contar con otros factores de riesgo de eventos adicionales, como el alcance de la isquemia. Dado que una FEVI < 50% confiere un aumento tan significativo del riesgo de eventos, en estos pacientes es importante detectar los vasos obstruidos que causen la isquemia. Por ello, se debe emplear técnicas de imagen con estrés en lugar del ECG de esfuerzo. Aunque la probabilidad de tener la función ventricular conservada es alta en pacientes con electrocardiograma (ECG) y radiografía de tórax normales, sin antecedentes de IAM, la disfunción ventricular asintomática no es infrecuente¹⁸. Por lo tanto, como ya se ha mencionado, se recomienda la ecocardiografía en reposo para todos los pacientes con sospecha de CI (13)

- Coronariografía invasiva

La angiografía coronaria / coronariografía invasiva revelará irregularidades lumbales de la arteria coronaria / lesiones estenóticas. En pacientes con SCA que se someten a una angiografía coronaria, aproximadamente el 25% tendrá una enfermedad de un vaso, el 25% tendrá una enfermedad de dos vasos, el 25% tendrá enfermedad de tres vasos, el 10% tendrá enfermedad principal izquierda y el 15% tendrá estenosis coronaria del <50% o coronarias normales. (14)

La tasa de supervivencia a 12 años de los pacientes con arterias coronarias normales fue del 91%, comparado con el 74% de los pacientes con enfermedad de 1 vaso, el 59% de los de 2 vasos y el 50% de los de 3 vasos ($p < 0,001$)¹⁸³. Los pacientes con estenosis grave en el tronco común izquierdo tienen un mal pronóstico cuando reciben solamente tratamiento farmacológico. La presencia de estenosis proximal grave en la arteria descendente anterior (ADA) también reduce significativamente la tasa de supervivencia. Se ha publicado que la tasa de supervivencia a 5 años de la enfermedad de 3 vasos más una estenosis proximal >95% en la ADA fue del 59%, comparada con el 79% de los pacientes con enfermedad de 3 vasos sin estenosis en la ADA. (11)

- Imagen de perfusión miocárdica con tomografía por emisión de fotón único (SPECT/CT).

Es el método no invasivo más comúnmente utilizado y bien documentado para el diagnóstico y la estratificación del riesgo de enfermedad arterial coronaria (EAC). La ubicación y la extensión de la isquemia se pueden obtener de forma fiable y semicuantitativa utilizando este método diagnóstico, que desempeña un papel importante en el tratamiento del paciente. (15)

Los últimos avances en tomografía computarizada (TC), como un gantry más rápido, matriz de detectores múltiples e incluso detectores de fuente dual, permiten obtener de forma no invasiva e intuitiva la morfología anatómica de las arterias coronarias, contribuyendo especialmente a identificar la magnitud, distribución y composición de la aterosclerosis coronaria. (15)

Tiene la capacidad de mostrar la extensión y la gravedad de la isquemia mediante un método visual o semicuantitativo, pero no puede mostrar la morfología y las placas de las arterias coronarias. (15)

La imagen de perfusión miocárdica mediante SPECT es un método útil para la estratificación no invasiva del riesgo que permite identificar rápidamente a los pacientes con riesgo de muerte o IAM. En grandes estudios se ha observado que un test de perfusión normal se asocia a una tasa de muerte cardiaca e IAM < 1% por año, que es casi tan baja como en la población general. Por el contrario, los defectos de perfusión inducidos por el estrés, los defectos en múltiples territorios coronarios, la dilatación del VI isquémica transitoria tras estrés y el aumento de la retención de los radiotrazadores en los pulmones en las imágenes tras estrés son todos indicadores de pronóstico adverso. Los pacientes con déficit de perfusión reversibles inducidos por estrés en más del 10% del total del miocardio del VI (al menos dos de los 17 segmentos) representan un subgrupo de alto riesgo. Para estos pacientes hay que considerar una arteriografía coronaria temprana. (11)

La angiografía coronaria se ha utilizado como el estándar de oro para establecer la precisión de la gammagrafía de perfusión miocárdica. (16)

El porcentaje de estenosis coronarias estimado angiográfico a menudo no se correlaciona bien con su gravedad funcional determinada por la reserva de flujo coronario. La angiografía suele subestimar la cantidad y el grado de enfermedad coronaria. En ocasiones, puede observarse una verdadera disminución fisiológica del flujo sanguíneo en ausencia de una estenosis coronaria fija debido a una enfermedad de vasos pequeños o anomalías metabólicas. (16)

La sensibilidad informada de las imágenes de perfusión miocárdica de estrés ha variado del 70% al 95% y la especificidad del 50% al 90%. Esta amplia gama se debe en parte a las diferencias en las poblaciones de estudio. Los resultados de los estudios a lo largo de los años sugieren que la gammagrafía de perfusión miocárdica tiene una sensibilidad aproximada del 87% y una especificidad del 80%. (16)

La angiotomografía coronaria (CTCA) puede representar directamente el sitio y la gravedad de las lesiones coronarias. Además, la longitud de la estenosis, la distribución, magnitud e incluso la composición de la placa se pueden revelar y clasificar con precisión. Pero la CTCA no proporciona directamente el significado hemodinámico relacionado con las anomalías de las arterias coronarias, lo cual es muy importante en el desarrollo de estrategias terapéuticas para la EAC. Las estenosis coronales encontradas en CTCA no siempre conducen a una disminución de la perfusión al miocardio. (17)

Salm y col. informó que el SPECT/CT perfusión miocárdico era normal en el 50% de las lesiones angiográficamente significativas. En particular, las lesiones con una gravedad de estenosis intermedia pueden tener una gran variabilidad en la importancia hemodinámica. (17)

En el estudio publicado por Jian-ming Li y cols, la perfusión miocárdica con SPECT/CT fue negativo en el 59,8% entre los pacientes con CTCA positivo, más del 50% de los pacientes con estenosis ($\geq 50\%$) en CTCA no tenía significado hemodinámico de perfusión miocárdica. (17)

2.6 Radiofármacos

El tecnecio $99m$ ($99mTc$) sestamibi y la tetrofosmina $99mTc$ son los radiotrazadores más comúnmente utilizados en la obtención de imágenes de perfusión miocárdica. (18)

Estos complejos catiónicos lipofílicos atraviesan la membrana celular por difusión pasiva y se localizan en las mitocondrias, uniéndose a proteínas intramitocondriales. Como resultado, no experimentan una redistribución sustancial como la de los compuestos marcados con talio 201. Por lo tanto, el uso de $99mTc$ sestamibi o $99mTc$ tetrofosmin permite una mayor flexibilidad en el momento y la duración de las adquisiciones de imágenes, y las imágenes retrasadas o repetidas pueden ser realizado según sea necesario. (18)

Una diferencia importante entre $99mTc$ sestamibi y $99mTc$ tetrofosmina es que esta última se elimina más rápidamente del hígado, especialmente si se administra mientras el paciente está en reposo o en una inducción de estrés farmacológico. El aclaramiento hepático más temprano permite obtener imágenes más temprano y disminuye la probabilidad de artefactos relacionados con la captación hepática. (17)

La dosis recomendada para sestamibi/tetrofosmina:

- Protocolo de 1 día: 250-400 megabequerels (MBq) para la primera inyección y tres veces más para la segunda adquisición.
- Protocolo de 2 días: 350-700 MBq para el estudio (19)

2.7 Preparación del paciente

Se les indica a los pacientes un ayuno durante 4 horas antes de la obtención de imágenes de perfusión, para disminuir el flujo sanguíneo esplácnico y la actividad del radiotrazador en el hígado y el intestino. Se pueden consumir bebidas sin lácteos y sin cafeína hasta el momento de la obtención de imágenes, pero se les indica a los pacientes que no ingieran cafeína durante 12 a 24 horas antes del examen de imágenes, porque la cafeína puede mitigar el efecto de los agentes farmacológicos inductores de estrés de uso común. Idealmente, los pacientes sin enfermedad arterial coronaria previamente documentada también suspender el consumo de bloqueadores beta y bloqueantes de los canales de calcio durante 24 horas antes del inicio de las imágenes porque se sabe que estos medicamentos reducen la sensibilidad de las imágenes de perfusión por estrés, en el estrés inducido por el ejercicio o inducido farmacológicamente. Los nitratos de acción prolongada se deben suspender el día del examen, si es posible. Sin embargo, es mejor dejarlo al referente médico para determinar si el paciente puede tolerar la suspensión de estos medicamentos. (19)

Cuando se realizan imágenes de perfusión para la estratificación del riesgo de pacientes que se someten a tratamiento médico por una enfermedad conocida de las arterias coronarias, generalmente no se suspenden los medicamentos. (19)

2.8 Protocolos de esfuerzo físico/farmacológico.

Las imágenes de perfusión miocárdica se han realizado tradicionalmente con protocolos de imágenes de reposo-estrés basados en un examen de 2 días, con la dosis máxima de radiotrazador administrada para los estudios de perfusión en reposo y estrés realizados en diferentes días, o un examen de 1 día, con una dosis baja del radiotrazador administrado para imágenes de reposo y una dosis más alta administrada para imágenes de estrés. Los protocolos de imágenes de perfusión de reposo-estrés y estrés-reposo han sido validados por la experiencia acumulada de muchos años. Sin embargo, una ventaja de utilizar un protocolo de estrés primero es que, si las imágenes de estrés son completamente normales, no es necesario realizar una imagen de reposo. (19)

En los últimos años, en grandes grupos de pacientes se ha confirmado que las tasas de mortalidad después de los hallazgos normales en las imágenes de perfusión solo con estrés son similares a las de las imágenes de perfusión combinadas en reposo y estrés. (19)

Esfuerzo en banda:

El metaanálisis de 147 publicaciones, que incluyen a 24,074 pacientes, proporciona una sensibilidad 67% y una especificidad 72%. (20)

La prueba se denomina como máxima si el paciente alcanza la frecuencia cardíaca máxima esperada o como submáxima si no alcanza el 85% de la frecuencia cardíaca esperada o menos de 5 (índice metabólico) METS. (20)

Existen dos tipos de protocolos, Bruce quien se utiliza preferentemente en pacientes con angina de esfuerzo estable y Bruce modificado en pacientes con infarto de miocardio reciente o que no pueden tolerar completamente el esfuerzo físico. Las principales diferencias entre cada protocolo es la velocidad e inclinación de la banda y que la primera consta de 6 etapas y la última de 7. (20)

Se determina la clasificación funcional de acuerdo a los MET alcanzado, clase I > 7 METS, clase II 5-6 METS, clase III 2-4 METS, clase IV < 2 METS. (20)

La frecuencia cardíaca y la presión arterial se debe registrar cada 3 min durante el esfuerzo, en el máximo esfuerzo y durante al menos 4 min en la fase de recuperación. El radiofármaco debe inyectarse lo más cerca posible al máximo esfuerzo. Alentar al paciente a hacer ejercicio durante al menos 1-2 minuto más después de inyectar el radiofármaco. (20)

En pacientes que presentan durante la prueba angina de pecho moderada-severa, disnea, fatiga, cianosis, palidez, depresión >2mm del segmento ST, elevación >1mm del segmento ST, taquicardia ventricular o supraventricular, desarrollo de bloqueo completo de rama izquierda, caída de la presión arterial sistólica >10mmHg con

respecto a la basal, aumento de la presión arterial sistólica >230mmHg o diastólica >115mmHg, se deberá suspender de forma temprana. (20)

2.9 Protocolo de esfuerzo farmacológico

Dentro de las principales indicaciones para realizar este tipo de pruebas están, incapacidad de realizar el esfuerzo físico debido a limitaciones no cardíacas, alteraciones electrocardiográficas: bloqueo completo de rama izquierda, ritmo ventricular permanente, estratificación de riesgo en pacientes clínicamente estables después de un infarto agudo al miocardio, diagnóstico/estratificación de riesgo posterior a presentar un presunto síndrome coronario agudo que ha sido descartado por electrocardiograma y marcadores séricos. (21)

Sus principales contraindicaciones son, pacientes con enfermedad pulmonar broncoespástica, bloqueo auriculoventricular (AV) 2° o 3r grado sin marcapaso, bradicardia sintomática, presión arterial sistólica < 90mmHg, presión arterial sistólica > 200mmHg o diastólica > 110mmHg, angina inestable, síndrome coronario agudo e infarto agudo al miocardio reciente. (21)

La adenosina endógena es normalmente producida en el músculo liso vascular del miocardio y en las células endoteliales, estando presente en el espacio extracelular donde se une a los receptores ubicados en la membrana celular del músculo liso. La adenosina también es producida por la desfosforilación extracelular del adenosinatrifosfato (ATP) y el adenosinadifosfato (ADP), que son liberados de los nervios, plaquetas, mastocitos y otros tipos de células. La adenosina puede reingresar a las células endoteliales, músculo liso o eritrocitos donde es fosforilada por la adenosina-quinasa a adenosina-monofosfato, o inactivada por desaminación, o bien incorporada a otras moléculas. Cuando la adenosina extracelular se une a la proteína ligante G acoplada a los receptores de membrana, produce vasodilatación coronaria por activación de la adenilciclase que provoca la apertura de los canales de potasio. La apertura de estos canales en el músculo liso vascular hiperpolariza la célula e inhibe el potencial de los canales de calcio, liberando el calcio intracelular y produciendo relajación. (21)

Todos los efectos electrofisiológicos celulares de la adenosina son inhibidos de forma competitiva por las metilxantinas (pero no por la atropina) y se piensa están mediados por la estimulación de los subreceptores A1 adenosínicos. Dicha activación de los receptores de la superficie celular es responsable, al parecer tanto de los efectos sobre los canales de potasio sensibles a la adenosina como sobre la formación de adenosinmonofosfato cíclico (AMPC), a través de una proteína inhibidora fijadora de nucleótidos de guanina. (21)

Tiene una vida media de 10 segundos, la dosis para realizar la prueba es 140mcg/kg/min durante 3 minutos, seguido de la inyección del radiofármaco y por último se agregan otros 3 minutos de infusión de adenosina. (21)

El dipiridamol exógeno actúa inhibiendo la recaptación celular de adenosina endógena, incrementando así la disponibilidad extracelular de ésta para unirse a los receptores y, por tanto, indirectamente produciendo relajación del músculo liso vascular. Su vasodilatación máxima ocurre a los 6.5 minutos de su infusión, tiene una vida media de 30 a 45 minutos. Para realizar la prueba se calcula a una dosis de 0.56mg/kg durante 4 minutos en infusión y al minuto 7 se inyecta el radiofármaco. (21)

Estos dos medicamento tienen efectos secundarios que pueden ser molestos o incluso peligrosos para el paciente por ejemplo, presión arterial sistólica < 80mmHg, desarrollo de bloqueo AV completo, dolor torácico asociado con depresión del segmento ST > 2mm, cianosis, disnea, náusea, etc. Por lo que se deben revertir estos efectos secundarios, el medicamento utilizado es la aminofilina, una metilxantina que se caracteriza por inhibir la fosfodiesterasa. Puesto que la fosfodiesterasa hidroliza nucleótidos cíclicos, esta inhibición aumenta las concentraciones de adenosín-monofosfato y guanósín-monofosfato cíclicos, nucleótidos que regulan la actividad celular influyendo sobre el tono del músculo liso y la secreción de mediadores. (21)

2.10 Protocolo de adquisición.

Después de un tiempo de espera, cuya duración depende del protocolo de inducción de estrés (15 minutos con ejercicio, 45-60 minutos con el uso de un agente farmacológico), el paciente se somete a imágenes de perfusión miocárdica controladas por ECG con un sistema SPECT/CT. (19)

El paciente se coloca en decúbito supino sobre la mesa con los brazos levantados por encima de la cabeza. En primer lugar, se realiza una TC en dosis baja (0,2-0,4 mSv) (110 kVp, 15 mAs) para obtener un mapa de atenuación. El SPECT se sincroniza con el electrocardiograma realiza con una frecuencia de 8 a 16 cuadros por ciclo cardíaco, que permite el rechazo de los latidos cardíacos prematuros y mediante el uso de una ventana de aceptación de 20% a 30% de variación R-R (es decir, latido a latido) en la duración del ciclo en el trazado del ECG. (19)

Una ventana de energía simétrica del 15% se centra en 140 keV, la energía de pico de ^{99m}Tc sestamibi o tetrofosmin. Se utilizan colimadores de orificios paralelos de alta resolución y baja energía. (19)

Los parámetros de adquisición incluyen una rotación de 90 ° (con el uso de dos cabezales de cámara) y una órbita no circular con adquisiciones de paso a paso. Las imágenes SPECT se reconstruyen luego para ajustarse a una matriz digital de 128 × 128 píxeles. Las imágenes sin corrección de atenuación se reconstruyen utilizando el método de retroproyección filtrada, y las imágenes con corrección de atenuación se reconstruyen utilizando un algoritmo y filtrado de expectativa máxima de subconjunto ordenado iterativo. (22)

El conjunto de datos de imágenes de perfusión miocárdica se registra cuidadosamente con el mapa de atenuación de TC para producir las imágenes con corrección de atenuación. (22)

2.11 Interpretación.

Las imágenes de estrés y reposo mostradas en los planos cardíacos tradicionales pueden revisarse por separado o simultáneamente con el mapa polar normalizado y el mapa de comparación de la base de datos. (23)

El hallazgo en las imágenes de estrés de un defecto de perfusión en una región que parece normal en las imágenes de reposo (es decir, un defecto reversible) sugiere isquemia miocárdica. El hallazgo en las imágenes de estrés de un defecto de perfusión que parece idéntico en las imágenes de reposo (es decir, un defecto fijo) podría ser un artefacto de atenuación o un área de infarto de miocardio. (23)

Las imágenes de esfuerzo controladas por ECG a menudo son útiles para diferenciar entre los dos: Un área de infarto exhibe un movimiento anormal de la pared y un engrosamiento de la pared, mientras que un artefacto de atenuación muestra un movimiento de la pared normal y un espesor de pared normal. Sin embargo, la distinción entre los dos puede ser menos visible en presencia de disfunción sistólica difusa producida por un proceso miopático subyacente. (19)

Las imágenes de estrés y reposo con atenuación corregida son de gran valor en tales casos porque no muestran un defecto que sea un artefacto de atenuación. (19)

Las visualizaciones de mapas polares y la puntuación segmentada semicuantitativa han mejorado enormemente la detección y caracterización de los defectos de perfusión en las imágenes de perfusión miocárdica. (19)

En los mapas polares, cualquier ubicación que muestra el mapa polar normalizado del paciente que tenga valores de perfusión por debajo de un umbral designado que define la anomalía se muestra en negro, mientras que las áreas con valores de perfusión por encima de este umbral conservan su intensidad de color normal. (19)

Un umbral designado de 2.5 desviaciones estándar por debajo de la media normal de la base de datos se usa comúnmente para identificar defectos de perfusión. Las áreas de perfusión anormal en las imágenes de estrés que no alcanzan el umbral de perfusión anormal en las imágenes de reposo indica la naturaleza reversible del defecto de perfusión. (19)

Por último, se puede generar un mapa de puntuación segmentaria a partir del cual se puede calcular una puntuación de estrés sumada, una puntuación de reposo sumada y una puntuación de diferencia. Para la puntuación segmentaria, el ventrículo izquierdo en una pantalla de mapa polar se divide en 17 segmentos de igual volumen, a cada uno de los cuales se le asigna una puntuación de perfusión entre 0 y 4. (19)

Una puntuación de 0 no representa una diferencia significativa entre los datos de perfusión de estrés del paciente y la norma de la base de datos. Una puntuación de 1 representa una reducción leve o equívoca de la perfusión, 2 representa una perfusión moderadamente reducida, 3 representa una perfusión gravemente reducida y 4 indica una perfusión ausente. La puntuación de estrés sumada para el ventrículo izquierdo se utiliza para determinar el riesgo de evento cardíaco duro futuro. (19)

Hay que enfatizar que los mapas polares no reemplazan las imágenes de perfusión en los planos cardíacos tradicionales, sino que son complementarios, promoviendo una mayor precisión e informes más consistentes de los estudios de perfusión miocárdica. (19)

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas es un hospital académico y un centro de referencia para pacientes con enfermedades específicamente de tipo pulmonares, que a su vez presentan múltiples comorbilidades, entre ellas la cardiopatía isquémica.

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son las principales causas de mortalidad a nivel mundial. En los Estados Unidos, la prevalencia de ECV en personas mayores de 30 años o más fue del 6,3% en la población general. La Organización Mundial de la Salud informó un aumento de las enfermedades cardiovasculares en los países en desarrollo, principalmente atribuible a enfermedades no transmisibles como la diabetes tipo 2 (DM2), la obesidad, la dislipidemia y la hipertensión sistémica. Estos factores de riesgo han aumentado en todo el mundo, lo que ha dado lugar a un cambio transitorio en la carga de enfermedades no transmisibles. En México, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de 2016 (ENSANUT) informó un aumento en la prevalencia de enfermedades no transmisibles en México, incluida la diabetes tipo 2, la hipertensión sistémica y la obesidad.

En México las principales causas de muerte por problemas de salud en el 2019 fueron tanto para hombres como para mujeres: enfermedades del corazón (156 041, 23.5%) y diabetes mellitus (104 354, 15.7%). Del total de las muertes ocasionadas por enfermedades del corazón, que asciende a 156 041 casos, las isquémicas representaron el 72.8% con 113 653 casos, seguidas por las hipertensivas con 16.2% (25 265 casos) y las relacionadas con la circulación pulmonar y otras enfermedades del corazón con 10.5% (16 393 casos).

La tasa de defunciones registradas por enfermedades del corazón por cada 10,000 habitantes ha ido incrementando, en el 2010 la tasa era del 9.2 para el 2019 fue de 12.3.

Del total de las muertes por enfermedades del corazón, 83 258 casos (53.36%) correspondieron a hombres y 72 768 casos (46.63%) a mujeres.

El grupo de edad en el que se concentra el mayor número de fallecimientos es en el de 65 y más años (75.6%).

Las estimaciones indican que el 4% del gasto sanitario total en 2006 se dedicó a abordar las enfermedades cardiovasculares. Además, la inversión en estrategias de prevención es mucho menor que en acciones de tratamiento y control. El 73% de los gastos en diabetes, obesidad y enfermedades cardiovasculares son absorbidos por tres instituciones de salud pública mexicanas: la Secretaría de Salud, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE).

Los pronósticos de prevalencia basados en modelos predictivos indican que para 2030, la prevalencia de CI podría aumentar a más de 1.845 por 1.000.000, con una estimación de confianza superior de 1.917 por 100.000.

La imagenología de perfusión miocárdica con tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) es una prueba de imagen no invasiva importante y ampliamente utilizada para el diagnóstico y semicuantificación de la isquemia miocárdica. Se ha demostrado que los pacientes con un área isquémica de <10% del ventrículo izquierdo identificado por SPECT se benefician de permanecer con la terapia médica óptima, mientras que los pacientes con más isquemia en SPECT se benefician de la revascularización.

IV. JUSTIFICACIÓN

Las principales enfermedades crónico-degenerativas en la población mexicana a partir de los 50 años tanto en hombres como mujeres son la hipertensión arterial, diabetes mellitus, obesidad, las cuales han ido en incrementando su prevalencia con respecto a años pasados. Las cuales desencadenan otras patologías, entre ellas la enfermedad arterial coronaria.

Un método de imagen como la tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) es una excelente herramienta para el diagnóstico y estratificación de pacientes con cardiopatía isquémica (CI). Un análisis de las principales comorbilidades en pacientes que buscan valoración por CI utilizando el SPECT puede ayudar a comprender la creciente carga de comorbilidades en estos pacientes, especialmente en la población mexicana.

El SPECT cardíaco también es valiosa después de la intervención coronaria percutánea (ICP) o cirugía de revascularización coronaria (CABG) en pacientes con síntomas recurrentes.

También se recomiendan las imágenes de SPECT para la estratificación de riesgo de pacientes sintomáticos con enfermedad arterial coronaria conocida si el sitio y la extensión de la isquemia pueden influir en la toma de decisiones clínicas.

V. OBJETIVOS GENERAL

Describir las características demográficas al diagnóstico de isquemia o necrosis miocárdica en pacientes sometidos a gammagrafía de perfusión miocárdica en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias durante el período comprendido 1ro de enero de 2015 y 31 de diciembre de 2020.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Reportar la asociación entre las comorbilidades previas en pacientes sometidos a gammagrafía de perfusión miocárdica en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias durante los años 2015-2020.
- Determinar el territorio vascular afectado más frecuentemente de los pacientes positivos a isquemia o necrosis por gammagrafía miocárdica.
- Definir la relación de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo de los pacientes positivos a isquemia o necrosis por gammagrafía miocárdica.

VI. HIPÓTESIS

- La dislipidemia es la comorbilidad mayormente asociada en los pacientes con necrosis o isquemia por gammagrafía miocárdica.

HIPÓTESIS NULA

- La dislipidemia no es la comorbilidad mayormente asociada en los pacientes con necrosis o isquemia por gammagrafía miocárdica.

VII. MATERIAL Y MÉTODOS

7.1 Diseño

Es un estudio transversal, descriptivo y retrospectivo.

7.2 Universo del estudio

Pacientes con gammagrama cardíaco y técnica híbrida de SPECT/CT, solicitados por los servicios clínicos de neumología, y realizados en el servicio de Medicina Nuclear del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias “Ismael Cosío Villegas” (INER), en un período del 1ro de enero de 2015 y 31 de diciembre de 2020.

VIII. CRITERIOS DE SELECCIÓN

8.1 Criterios de inclusión

- Pacientes mayores de 18 años que cuenten con expediente clínico en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias.
- Pacientes mayores de 18 años que cuenten con gammagrafía de perfusión miocárdica en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias.
- Ambos sexos.
- Gammagrama de perfusión miocárdica realizados entre el 1 de enero de 2015 y 31 de diciembre de 2020.

8.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Pacientes en los cuales se haya realizado una gammagrafía de perfusión miocárdica de mala calidad o no interpretable.
- Pacientes que se haya hecho una gammagrafía de perfusión miocárdica que adquirido con 201 Talio.
- Menores de 18 años.

IX. RECURSOS MATERIALES

- Equipo de computo
- Paquete estadístico SPSS versión 22.0
- Paquete informático: Microsoft Office (Word y Excel)
- Papelería en general

RECURSOS FINANCIEROS

Beca otorgada al investigador por parte del programa de residencia médica.

X. DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS

Se realizó la selección de pacientes con expediente clínico y estudio gammagráfico de perfusión miocárdica.

Se realizó la revisión completa del expediente clínico, así como el reporte de interpretación del estudio para poder recabar los datos necesarios para el estudio.

Se lleva a cabo dicho estudio llevando una base de datos en Excel con las variables clínicas necesarias para el análisis como edad, diagnóstico de envío, antecedentes personales patológicos, hallazgos por gammagrafía de perfusión miocárdica y porcentaje de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

XI. PARÁMETROS DE ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

Se deberá corroborar que el paciente cumpla con un ayuno preferentemente de 8 horas y que haya suspendido fármacos que puedan alterar la prueba de estrés. Se coloca al paciente en decúbito supino sobre la camilla de adquisición con los brazos levantados y se colocan electrodos para la toma de electrocardiograma durante el estudio. El radiofármaco que se utiliza es ^{99m}Tc-Sestamibi ó ^{99m}Tc-Tetrofosmina a una actividad para la fase de reposo en 10 mCi y para la fase de estrés físico ó farmacológico en 25 mCi. La vía de administración es endovenosa a un volumen de 2 ml, para la fase de reposo se esperan 60 minutos en promedio y se adquiere el estudio y para la fase de estrés se esperan 30 minutos en promedio y se adquiere nuevamente el estudio.

Se adquieren las imágenes con los detectores colocados a un ángulo de 90° y el campo de visión abarque la silueta del miocardio. Al finalizar la primera adquisición de imágenes (reposo) se procede a realizar la fase de estrés pudiendo ser física la prueba o farmacológica. Sí se decide realizar la prueba física, se hace en una banda donde al paciente irá aumentando paulatinamente su esfuerzo de acuerdo a la velocidad e inclinación de la misma, hasta alcanzar su frecuencia cardíaca máxima. Durante este proceso el paciente está siendo monitorizado de sus signos vitales y él mismo puede solicitar la terminación del estudio de forma prematura.

En caso de llevarse a cabo el estrés farmacológico se utilizará adenosina/dipiridamole, el paciente se coloca en decúbito supino mientras se le administra vía endovenosa alguno de estos medicamentos. Se espera que se cumplan los tiempos para la adquisición de la siguiente fase (estrés) y se vuelve a colocar al paciente en la camilla como ya fue descrito previamente.

XII. PARÁMETROS DE PROCESAMIENTO

En primer lugar, los conjuntos de datos sin procesar deben revisarse en una pantalla cinemática para determinar si hay algún artefacto debido al movimiento del paciente o al movimiento respiratorio o cualquier captación extracardíaca. La actividad del radiotrazador extracardíaco puede degradar la calidad de las imágenes de perfusión miocárdica; sin embargo, también puede permitir la detección de procesos patológicos insospechados.

El sinograma también puede revisarse en busca de captación extracardiaca (pulmones o el esófago) y artefactos relacionados con el movimiento, que se manifiestan como discontinuidades o roturas en la curvatura del sinograma.

A continuación, las imágenes de esfuerzo sincronizadas por ECG y las imágenes de estrés-reposo obtenidas con y sin corrección de atenuación se muestran tanto en planos cardíacos tradicionales como en mapas polares. Los mapas polares son representaciones bidimensionales de la distribución tridimensional de la actividad del radiotrazador en el ventrículo izquierdo. Un solo mapa polar muestra datos de perfusión cuantificados para todo el ventrículo izquierdo.

A cada punto de datos en el mapa polar se le asigna un número y color correspondiente a la actividad del radiotrazador en ese punto, y la actividad se calcula como un porcentaje de la captación máxima del ventrículo izquierdo.

El mapa normalizado así obtenido se compara luego con una base de datos de mapas polares normalizados obtenidos previamente en sujetos con perfusión ventricular izquierda normal verificada, a partir de la cual se han calculado las medias y desviaciones estándar de la actividad del radiotrazador

XIII. INTERPRETACIÓN DE LAS IMÁGENES

Las imágenes de estrés y reposo mostradas en los planos cardíacos tradicionales pueden revisarse por separado o simultáneamente con el mapa polar normalizado y el mapa de comparación de la base de datos.

El hallazgo en las imágenes de estrés de un defecto de perfusión en una región que parece normal en las imágenes de reposo (es decir, un defecto reversible) sugiere isquemia miocárdica. El hallazgo en las imágenes de estrés de un defecto de perfusión que parece idéntico en las imágenes de reposo (es decir, un defecto fijo) podría ser un artefacto de atenuación o un área de infarto de miocardio.

Las imágenes de esfuerzo controladas por ECG a menudo son útiles para diferenciar entre los dos: Un área de infarto exhibe un movimiento anormal de la pared y un engrosamiento de la pared, mientras que un artefacto de atenuación muestra un movimiento de la pared normal y un espesor de pared normal.

En los mapas polares, cualquier ubicación que muestra el mapa polar normalizado del paciente que tenga valores de perfusión por debajo de un umbral designado que define la anomalía se muestra en negro, mientras que las áreas con valores de perfusión por encima de este umbral conservan su intensidad de color normal.

Un umbral designado de 2.5 desviaciones estándar por debajo de la media normal de la base de datos se usa comúnmente para identificar defectos de perfusión. Las áreas de perfusión anormal en las imágenes de estrés que no alcanzan el umbral de perfusión anormal en las imágenes de reposo indica la naturaleza reversible del defecto de perfusión.

Por último, se puede generar un mapa de puntuación segmentaria a partir del cual se puede calcular una puntuación de estrés sumada, una puntuación de reposo sumada y una puntuación de diferencia. Para la puntuación segmentaria, el ventrículo izquierdo en una pantalla de mapa polar se divide en 17 segmentos de igual volumen, a cada uno de los cuales se le asigna una puntuación de perfusión entre 0 y 4.

Una puntuación de 0 no representa una diferencia significativa entre los datos de perfusión de estrés del paciente y la norma de la base de datos. Una puntuación de 1 representa una reducción leve o equívoca de la perfusión, 2 representa una perfusión moderadamente reducida, 3 representa una perfusión gravemente reducida y 4 indica una perfusión ausente. La puntuación de estrés sumada para el ventrículo izquierdo se utiliza para determinar el riesgo de evento cardíaco duro futuro.

XIV. ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD

"Todos los procedimientos estarán de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de la ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.

Título segundo, capítulo I, Artículo 17, Sección I, investigación sin riesgo, no requiere consentimiento informado

Toda la información manejada en esta investigación es de carácter retrospectivo por lo que se cumplen con los aspectos éticos de privacidad y confidencialidad. La información se utilizará exclusivamente para fines académicos y de investigación.

XV. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se obtuvo una muestra total de 97 pacientes con una mediana de edad de 64 años con un rango intercuartílico de 14 años. El 52.6% (51) de los pacientes eran hombres y, complementariamente, el 47.4% (46) eran mujeres (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Características generales		
Variable		Global 100% (97)
Edad [mediana(P25-P75)]		<i>64 (56-70)</i>
Enfermedad coronaria diagnosticada posterior a la gammagrafía	<i>Sí</i>	29.90% (29)
	<i>No</i>	70.10% (68)
Sexo	<i>Hombre</i>	52.58% (51)
	<i>Mujer</i>	47.42% (46)
Dislipidemia	<i>Sí</i>	38.14% (37)
	<i>No</i>	61.86% (60)
Tabaquismo	<i>Sí</i>	43.30% (42)
	<i>No</i>	56.70% (55)
Presencia de DM2	<i>Sí</i>	37.11% (36)
	<i>No</i>	62.89% (61)
Presencia de HAS	<i>Sí</i>	39.74% (31)
	<i>No</i>	60.26% (47)
Presencia de neumopatía	<i>Sí</i>	78.35% (76)
	<i>No</i>	21.65% (21)

Enfermedad coronaria previa	<i>Sí</i>	19.59% (19)
	<i>No</i>	80.41% (78)

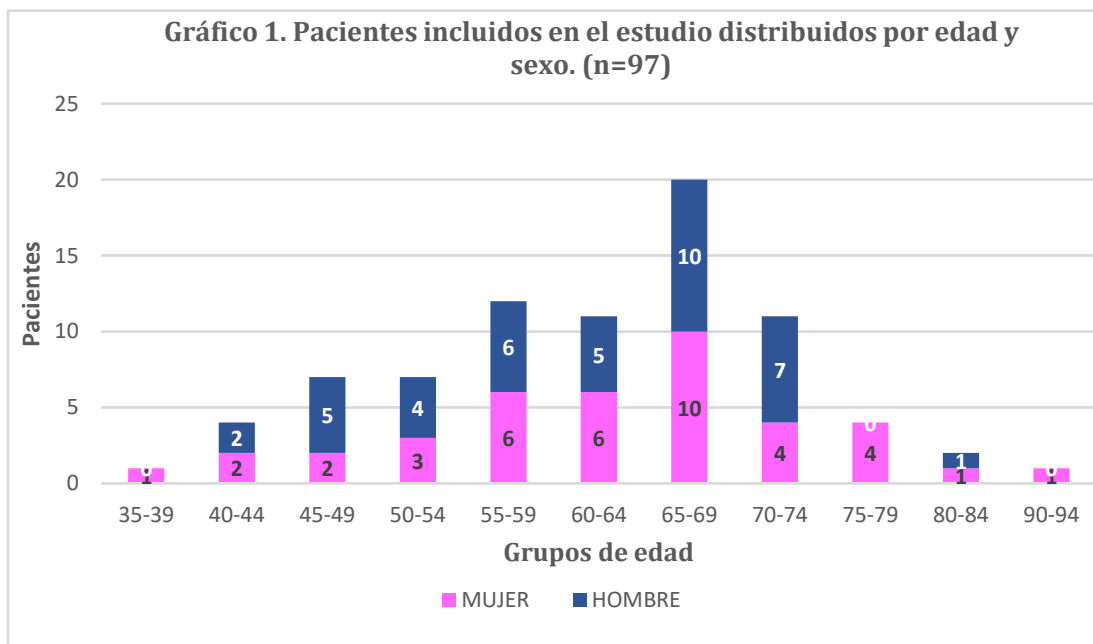
Fuente: Archivo Clínico Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias

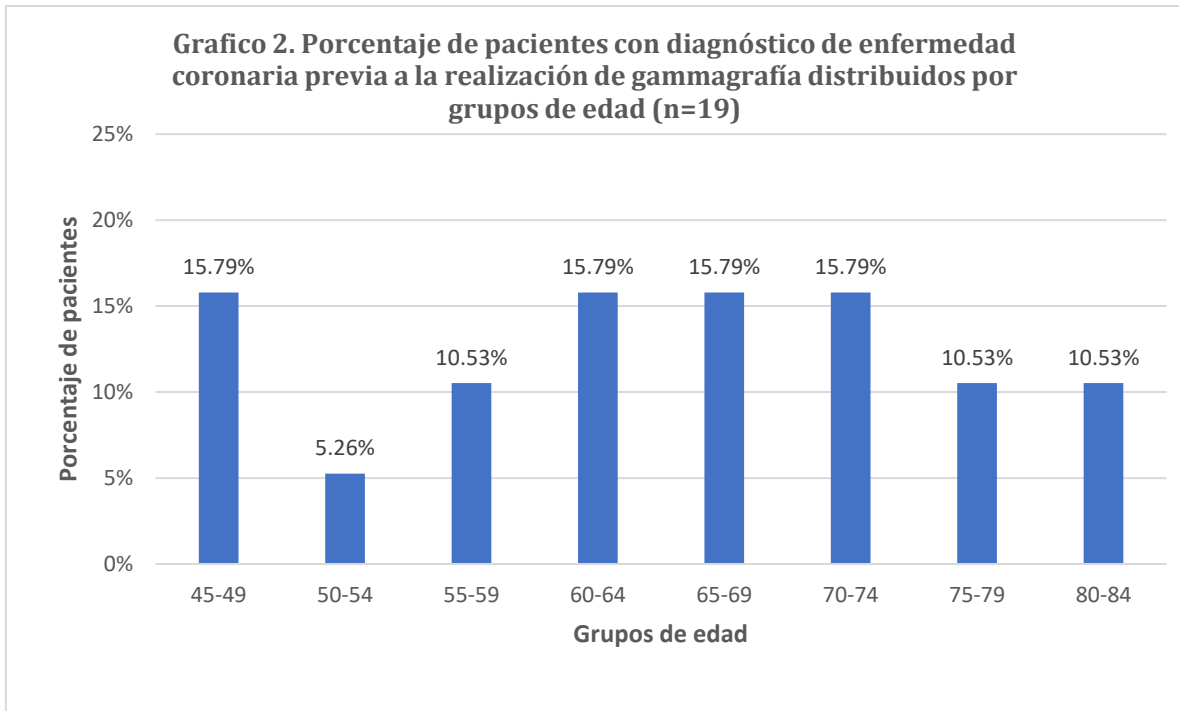
Respecto a la variable Enfermedad coronaria diagnosticada por gammagrafía encontramos una prevalencia de 29.9%.

En cuanto a comorbilidades de los pacientes, tenemos una prevalencia en la categoría de antecedente de presentar dislipidemia de 38.14%; tabaquismo positivo de 43.30%; presencia de Diabetes Mellitus tipo 2 de 37.11%; presencia de Hipertensión Arterial Sistémica de 39.7%; presencia de neumopatía de 78.4% y presencia de enfermedades coronarias previas de 19.6%.

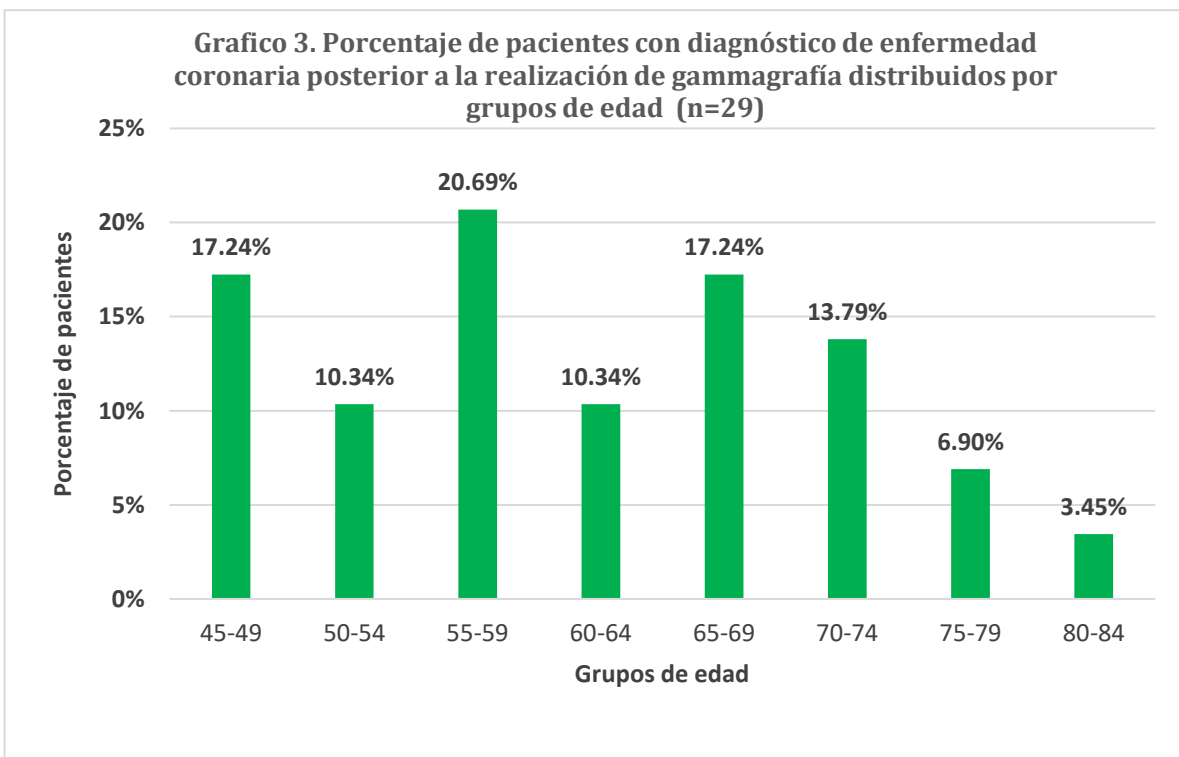
En el Gráfico 1 se observa la distribución por edad en quinquenios y sexo de la población incluida dentro del estudio, observando que el mayor porcentaje se encuentra en la categoría de 65 a 69 años con un 20.6% (20), seguido de las categorías de 55 a 59 años y 70 a 74 años con un 12.4% (12) cada uno.

En el gráfico 2 se observa que la presencia de enfermedad coronaria previa a la gammagrafía es igual entre los grupos de edad de 45-49, 60-64, 65-69 y 70-74 con 15.79% (3) cada uno, seguido con el 10.53% (2) en el grupo de 55-59 años y 5.26% (1) en el de 50-54.



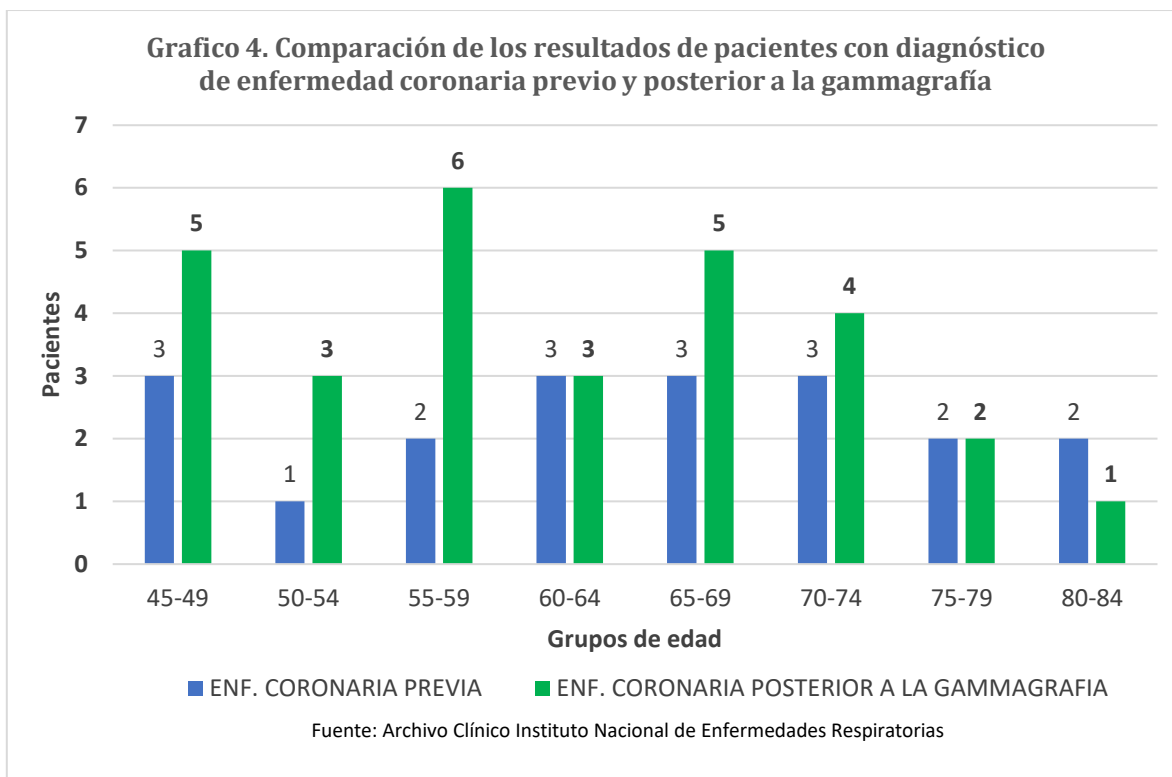


En el grafico 3 este comportamiento cambia siendo el grupo de los 55-59 años el que presentó cerca del 20.7% (6) seguido del de 45-49 y 65-69 años con el 17.2% (5) cada uno, el de 70-74 con el 13.79% (4), 50-54 y 60-64 con el 10.34% (3) cada uno.



Fuente: Archivo Clínico Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias

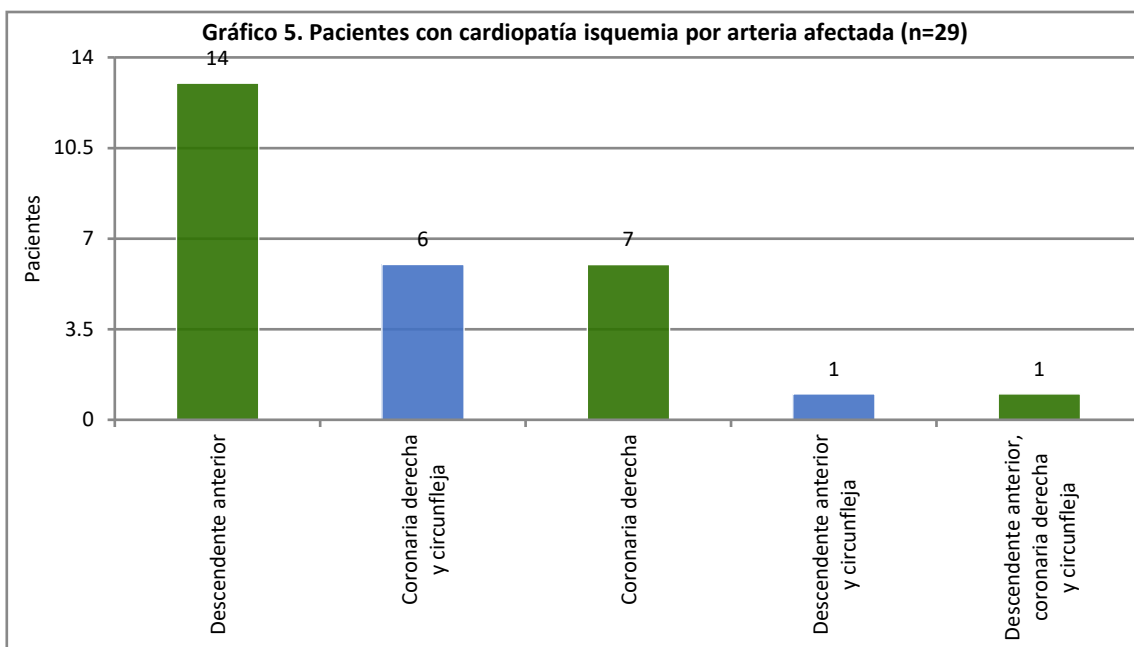
En el gráfico 4 se puede observar una comparación entre ambos resultados.



En la Tabla 2 se detallan los factores asociados de ser diagnosticado con una enfermedad coronaria por gammagrafía, siendo consideradas como asociados estadísticamente las categorías de antecedente de presentar dislipidemias [OR 14.79 (I.C.95% 4.57-51.56), $p < 0.05$], presentar una FEVI menor a 45% [OR 8.89 (I.D.95% 2.44-35.9), $p < 0.05$], antecedente de isquemia previo a la realización de la gammagrafía [OR 3.45 (I.C.95% 1.07-11.08), $p < 0.05$] y antecedente de tabaquismo positivo [OR 3.00 (I.C.95% 1.12-8.20), $p < 0.05$]. Las demás categorías analizadas no presentaron resultados significativos.

Tabla 2. Riesgo de tener un diagnóstico de enfermedad coronaria por gammagrafía (n=97)						
Variable		Enfermedad coronaria identificada posterior a la gammagrafía (n=29) (%)	Sin evidencia de enfermedad coronaria posterior a la gammagrafía (n=68) (%)		Odds Ratio (I.C. 95%)	p
Edad	≥50	24 (82.8)	60 (88.2)	84	0.64 (0.16-2.76)	0.4685
	≤49	5 (17.2)	8 (11.8)	13		
Sexo	<i>Hombre</i>	19 (65.5)	32 (47.1)	51	2.14 (0.80-5.92)	0.0956
	<i>Mujer</i>	10 (34.5)	36 (52.9)	46		
Dislipidemia	<i>Sí</i>	23 (79.3)	14 (20.6)	37	14.79 (4.57-51.56)	0.0000 *
	<i>No</i>	6 (20.7)	54 (79.4)	60		
Tabaquismo	<i>Sí</i>	18 (62.1)	24 (35.3)	42	3.00 (1.12-8.20)	0.0148 *
	<i>No</i>	11 (37.9)	44 (64.7)	55		
DM2	<i>Sí</i>	13 (44.8)	23 (33.8)	36	1.59 (0.59-4.22)	0.3044
	<i>No</i>	16 (55.2)	45 (66.2)	61		
HAS	<i>Sí</i>	13 (44.8)	28 (41.2)	41	1.16 (0.44-3.04)	0.7389
	<i>No</i>	16 (55.2)	40 (58.8)	56		
Neumopatía	<i>Sí</i>	21 (72.4)	55 (80.9)	76	0.62 (0.20-2.00)	0.3539
	<i>No</i>	8 (27.6)	13 (19.1)	21		
Enfermedad coronaria previa	<i>Sí</i>	10 (34.5)	9 (13.2)	19	3.45 (1.07-11.08)	0.0158 *
	<i>No</i>	19 (65.5)	59 (86.8)	78		
FEVI <45%	<i>Sí</i>	12 (41.4)	5 (7.4)	17	8.89 (2.44-35.87)	0.0001 *
	<i>No</i>	17 (58.6)	63 (92.6)	80		

En el gráfico 5 se detalla el territorio vascular afectado de los pacientes positivos a isquemia o necrosis por gammagrafía dentro del estudio, donde se observa que la arteria más afectada fue la Arteria Descendente Anterior con un 48.27% (14) de los pacientes, seguida de la Arteria Coronaria Derecha con un 24.13% (7) y la Arteria Coronaria Derecha junto con la Arteria Circunfleja con un 22.22% (6).



Fuente: Archivo Clínico Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias

Tabla. Tipo de Protocolo		
Tipo	Frecuencia	%
Bruce	24	24.7
Bruce Modificado	18	18.6
Farmacológico	46	47.4
Farmacológico A	9	9.3
Total	97	100

De acuerdo con el tipo de protocolo se observa que el tipo que tuvo la frecuencia más alta fue el farmacológico con el 47.4%, seguido del tipo Bruce con el 24.7%, en tercer lugar, de frecuencia se encuentra el bruce modificado con el 18.6%.

XVI. DISCUSIÓN

En este estudio los factores de riesgo asociados que resultaron ser estadísticamente significativo de ser diagnosticado con una enfermedad arterial coronaria por gammagrafía, fueron las categoría de antecedente de dislipidemia [OR 14.79 (I.C.95% 4.57-51.56), $p < 0.05$], presentar una FEVI menor a 45% [OR 8.89 (I.D.95% 2.44-35.9), $p < 0.05$], antecedente de isquemia previo a la realización de este estudio, el cual presenta mayor riesgo [OR 3.45(I.C.95% 1.07-11.08)] y con una $p < 0.05$ y antecedente de tabaquismo positivo [OR 3.00 (I.C.95% 1.12-8.20), $p < 0.05$]. A pesar de que algunas de las demás categorías presentan OR más altos, no son significativas, como por ejemplo diabetes mellitus 2, hipertensión arterial sistémica que son factores de riesgo mencionados por la literatura.

Mungrue y cols. Identificaron que el antecedente de tabaquismo está asociado a 1.6 veces de mayor de riesgo a tener un infarto agudo de miocardio. En este estudio el antecedente de dislipidemia fue estadísticamente significativo, la cual sigue siendo motivo de preocupación ya que esta relacionado con los patrones dietéticos y el tipo de consumo de los alimentos y que por consiguiente nos lleva a la presencia de enfermedades crónico-degenerativas.

Sharir y cols. Realizaron una relación entre la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) y la tasa de mortalidad por año. FEVI $< 45\%$ con anomalías leves a moderadas y severas de la perfusión miocárdica tenían altas tasas de mortalidad cardíaca de 9.2% / año. Así como una FEVI $\geq 45\%$ tenían una tasa de mortalidad cardíaca de $< 1\%$ / año. Siendo este un factor asociado importante en nuestro estudio de investigación.

Antonio-Villa y cols. Incluyeron a 1998 pacientes en un estudio transversal determinando que la principal comorbilidad era la diabetes mellitus 2 en 772 casos (38,6%) seguida de la hipertensión arterial sistémica en 737 casos (36,9%), el tabaquismo en 518 casos (25,9%) y la dislipidemia en 517 casos (25,9%). A diferencia de nuestro estudio que nuestro factor asociado más prevalente fue la dislipidemia.

Existe un aumento en la población joven quien padece esta enfermedad. En este estudio, los adultos menores de 50 años representaron el 17.24% de los pacientes diagnosticados con enfermedad coronaria posterior a la realización de la gammagrafía de perfusión miocárdica. Lo cual indica una posible pérdida de años de vida productiva, además la carga psicológica y física que experimentan los pacientes y a su vez los familiares cercanos a ellos, así como la carga económica para los pacientes como para las instituciones hospitalarias públicas.

Mencionar que los pacientes con enfermedad arterial coronaria identificados por nuestro método diagnóstico, el 72.4% contaban con algún tipo de enfermedad pulmonar ya que es un centro nacional de referencia altamente especializado en el manejo de estas entidades patológicas.

Una ventaja de nuestro método diagnóstico es que es un estudio poco invasivo, fisiológico y con exposición a niveles de radiactividad bajos.

XVII. CONCLUSIÓN

La hipertensión arterial sistémica, la diabetes mellitus, los antecedentes de enfermedad coronaria, el sexo, la edad, tabaquismo y dislipidemia se asocian con enfermedad arterial coronaria.

Sin embargo, los predictores de enfermedad arterial coronaria diagnosticada por gammagrafía de perfusión miocárdica identificados fueron únicamente los antecedentes de enfermedad coronaria previo, tabaquismo, dislipidemia, así como tener una fracción de expulsión del ventrículo izquierdo postestrés menor del 45%.

No hubo diferencias significativas en los factores de riesgo entre el sexo, el antecedente de algún tipo de neumopatía, hipertensión y diabetes.

El esfuerzo debe estar dirigido a disminuir los riesgos del estilo de vida (fumar) y los riesgos de enfermedades crónicas (diabetes, dislipidemia e hipertensión) tanto a nivel de salud pública como de atención primaria para frenar esta epidemia. La identificación temprana de factores de riesgo modificables es vital para establecer la estrategia de prevención.

A pesar de que los resultados aquí expresados en su mayoría no han mostrado ser estadísticamente significativos por nuestro número de muestra, estos últimos son congruentes con la literatura internacional y nacional.

Estos hallazgos pueden ser útiles para orientar una vigilancia más estrecha con los pacientes con riesgo de cardiopatía isquémica, así como evaluar la respuesta a diferente tipo de intervenciones médicas y/o quirúrgicas.

Se recomienda dar continuidad al desarrollo de este estudio de investigación con la finalidad de generar una mayor muestra y sea reflejo de la población que es atendida en el instituto.

XVIII. BIBLIOGRAFIA

1. Khan M, Hashim M, Mustafa H, et al. (July 23, 2020) Global Epidemiology of Ischemic Heart Disease: Results from the Global Burden of Disease Study. *Cureus*, 12, 1-12.
2. INEGI (Oct 29, 2020) Características de las defunciones resgitradas en México durante el 2019. 480, 1-62.
3. Lanas F, et al. (December, 2013). Coronary Heart Disease and Risk Factors in Latin America. *GLOBAL HEART*, 8, 341-348.
4. INEGI (Jan 27, 2021) Características de las defunciones registradas en México durante el 2020. 61, 1-45.
5. Meaney A, et al. (May 2013). Cardiovascular risk factors in a Mexican middle-class urban population. The Lindavista Study. Baseline data. *Arch Cardiol Mex*, 83, 249-256.
6. Rathore V et al. (January 28, 2018). Risk Factors for Acute Myocardial Infarction: A Review. *Eurasian Journal of Medical Investigation*, 1, 1-7.
7. C. J. Pepine and W. W. Nichols. (2007). The Pathophysiology of Chronic Ischemic Heart Disease. *Clin. Cardiol*, 30, 1-6
8. Thygesen K et al. (2018). Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction (2018). *Journal of the American College of Cardiology*, 72, 2231-2264.
9. Hernández S et al. (2007). Fisiopatología de los síndromes coronarios agudos. *Archivos de Cardiología de México*, 77, 219-224
10. Armstrong P et al. (2013). Fibrinolysis or primary PCI in ST-segment elevation myocardial infarction. *New England Journal of Medicine*, 368, 1379-1387.
11. Knuuti J et al. (2019). ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *European Heart Journal*, 00, 1-71.
12. Montalescot G et al. (2014). Guía de Práctica Clínica de la ESC 2013 sobre diagnóstico y tratamiento de la cardiopatía isquémica estable. *Revista Española de Cardiología*, 67, 1-81
13. Trâgârdh E, et al. (2018). Myocardial perfusion SPECT and SPECT/CT in interventional cardiology. *Continuing Cardiology Education*, 4, 45-50

14. Ford T, et al. (2020). Angina: contemporary diagnosis and management. *C. Heart*, 106, 387-398.
15. Zadeh A, et al. (2015). Accuracy of CT angiography and SPECT myocardial perfusion imaging for the diagnosis of coronary artery disease. *Circ Cardiovasc Imaging*, 8, 1-21.
16. Ziessman H, et al. (1995). *The requisites: Nuclear medicine*. Philadelphia: Elsevier.
17. Li J, et al. (2012). Comparative Analysis between SPECT Myocardial Perfusion Imaging and CT Coronary Angiography for Diagnosis of Coronary Artery Disease. *International Journal of Molecular Imaging*, 2012, 1-7.
18. Travin M. (2015). Pitfalls and Limitations of Radionuclide and Hybrid Cardiac Imaging. *Seminars in Nuclear Medicine*, 45, 392-410.
19. Dvorak, et al. (2011). Interpretation of SPECT/ CT Myocardial Perfusion Images: Common Artifacts and Quality Control Techniques. *RadioGraphics*, 31, 2041-2057
20. Arósa F, et al. (2000). Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en pruebas de esfuerzo. *Rev Esp Cardiol*, 53, 1063-1094.
21. Henzlova M, et al. (2016). ASNC imaging guidelines for SPECT nuclear cardiology procedures: Stress, protocols, and tracers. *Journal of Nuclear Cardiology*, 00, 1-34
22. Sabharwal N. (2017). State of the art in nuclear cardiology. *Heart*, 103, 790-799.
23. Russell R. (2006). Nuclear Cardiology: Present and Future. *Current Problems in Cardiology*, 31, 557-629.

XIX. ANEXOS

19.1 DEFINICIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	UNIDAD DE MEDICIÓN	TIPO DE VARIABLE	CODIFICACIÓN
EDAD	Tiempo de vida de un individuo transcurrido a partir de su nacimiento	Años	Cuantitativa continua	Abierta
GÉNERO	Indicador que diferencia entre hombre y mujer	KILOGRAMO POR METRO CUADRADO (KG/M2)	Cualitativa dicotómica	1. Hombre 2. Mujer
DIAGNÓSTICO	Condición patológica del paciente que se diagnostica durante la revisión médica		Cualitativa dicotómica	1. Neumopatía 2. No neumopatía
RADIOFÁRMACO	Compuesto radiactivo utilizado para diagnósticos y tratamientos en diferentes enfermedades	Milicurie (MCI)	Cualitativa dicotómica	1. Sestamibi 2. Tetrofosmin
FRACCIÓN DE EYECCIÓN VENTRICULAR IZQUIERDA	Medición expresada en porcentaje de la cantidad de sangre que el ventrículo izquierdo expulsa en cada contracción del mismo	Porcentaje (%)	Cuantitativa continua	Abierta

PERFUSIÓN MIOCÁRDICA	Evaluación cualitativa de la irrigación del ventrículo izquierdo		Cualitativa politómica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Normal 2. Isquemia 3. Necrosis
MOVILIDAD DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO	Expresa la contractilidad de las paredes del ventrículo izquierdo	Escala de puntuación: 0 al 5	Cualitativa politómica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Normocinesia 2. Hipocinesia leve 3. Hipocinesia moderada 4. Hipocinesia severa 5. Acinesia 6. Discinesia
PRUEBA DE ESFUERZO FÍSICA	Test al cual se somete al paciente sobre una banda sin fin	Frecuencia cardíaca máxima	Cualitativa dicotómica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bruce 2. Bruce modificado
PRUEBA DE ESFUERZO FARMACOLÓGICO	Test durante el cual el paciente se mantiene acostado o sentado mientras se le administra un fármaco vasodilatador	MILIGRAMO POR KILO(MG/KG)	Cualitativa dicotómica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dipyridamole 2. Adenosina
ARTERIA INVOLUCRADA	Ramas de la arteria aorta ascendente que irrigan las paredes del miocardio		Cualitativa politómica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Descendente anterior izquierda 2. Coronaria derecha 3. Circunfleja izquierda
DISLIPIDEMIA	Elevada concentración de lípidos en la sangre.	MILIGRAMO SOBRE MILILITRO (MG/ML)	Cuantitativa continua	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si 2. No
DIABETES MELLITUS	Es una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no secreta suficiente insulina o cuando	MILIGRAMO SOBRE MILILITRO (MG/ML)	Cuantitativa continua	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si 2. No

	el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce.			
HIPERTENSIÓN ARTERIAL SISTÉMICA	Elevación sostenida de las cifras de presión arterial por arriba de los niveles considerados como normales.	MILIMETROS DE MERCURIO (MMHG)	Cuantitativa discreta	1. Si 2. No
TABAQUISMO	Es una enfermedad adictiva, crónica y recurrente que se mantiene merced a la dependencia que produce la nicotina		Cualitativa dicotómica	1. Si 2. No

19.2 ABREVIATURAS.

^{99m}Tc: Tecnecio 99 metestable

ADA: Arteria descendente anterior

ADP: Adenosindifosfato

AMPc: Adenosinmonofosfato cíclico

ATP: Adenosintrifosfato

AV: auriculoventricular

CI: Cardiopatía isquémica

CTCA: Angiotomografía coronaria

cTnI: Troponina

EAC: Enfermedad arterial coronaria

ECG: Electrocardiograma

ECV: Enfermedad cardiovascular

FC: Frecuencia cardíaca

FEVI: Fracción de eyección ventricular izquierda

HDL: Lipoproteína de alta densidad

IAM: Infarto agudo de miocardio

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

keV: Kiloelectronvolt

LDL: Lipoproteína de baja densidad

MET: Índice metabólico

MBq: Mega Bequerel

mCi: mili Curie

SCA: Síndrome coronario agudo

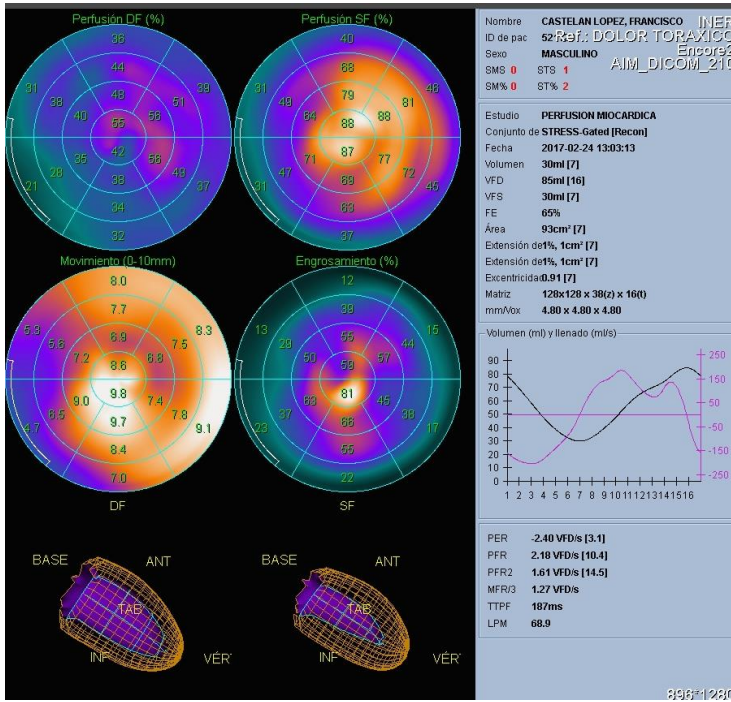
SCC: Síndrome coronario crónico

SPECT: Tomografía por emisión de fotón único

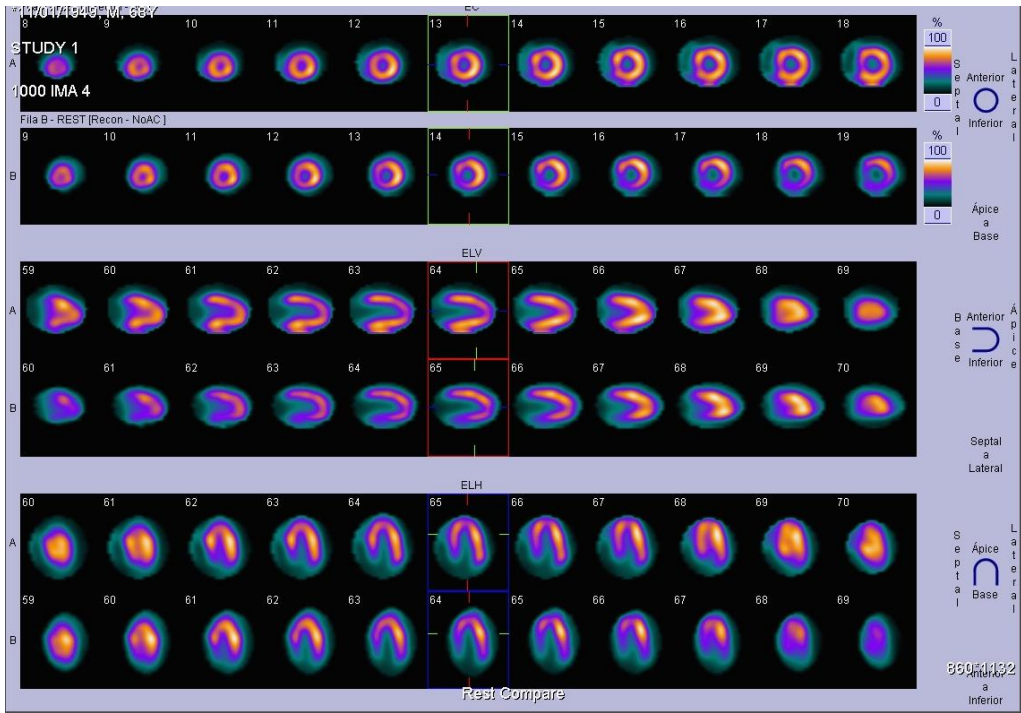
TC: Tomografía computada

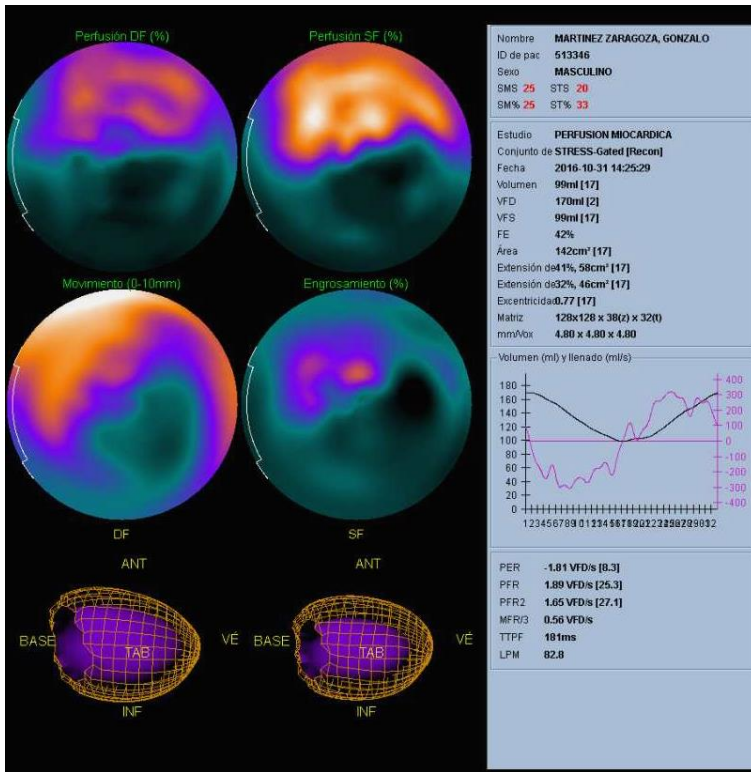
VI: Ventrículo izquierdo

19.3 GALERIA DE IMÁGENES



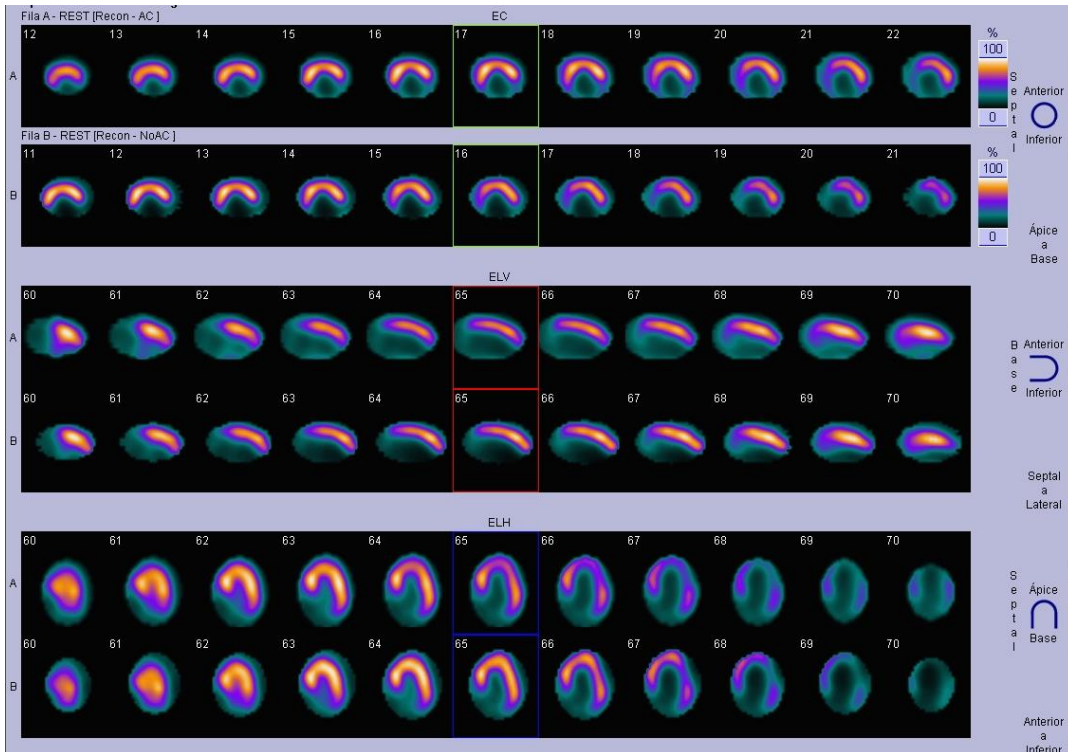
1. Gammagrama de perfusión miocárdica normal. Hombre de 59 años con diagnóstico de hipertensión arterial y enfermedad pulmonar obstructiva crónica. FEVI 65%

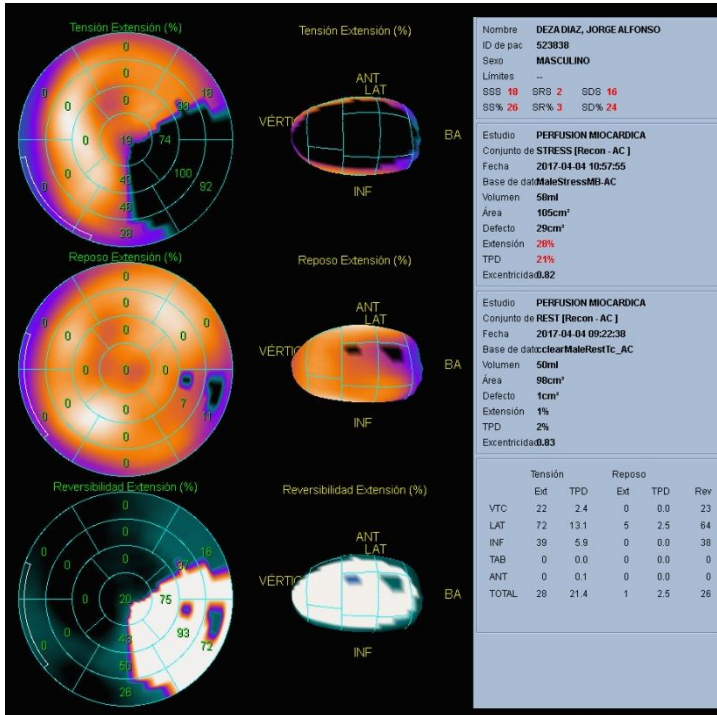




2. Gammagrama de perfusión miocárdica anormal. Hombre de 56 años con diagnóstico de hipertensión arterial y cardiopatía isquémica y dislipidemia. FEVI 42%

En los cortes (eje corto, eje largo vertical y eje largo horizontal) se observa un defecto de perfusión en el segmento inferior del ventrículo izquierdo en fase de estrés y de reposo. Concluyéndolo como una zona de necrosis en el segmento inferior.





3. Gammagrama de perfusión miocárdica anormal. Hombre de 64 años con diagnóstico de diabetes mellitus, hipertensión arterial, antecedente de infarto de miocardio y dislipidemia. FEVI 37%

En los cortes (eje corto, eje largo vertical y eje largo horizontal) se identifica un defecto de perfusión en fase de estrés en el segmento lateral, el cual presenta reversibilidad en la fase de reposo. Concluyéndolo como una zona de isquemia severa en el segmento lateral.

