



## Artículo Original

# Predicción de lesiones coronarias significativas mediante perfusión miocárdica con SPECT. Resultados de un centro de referencia nacional en Lima-Perú

Luisa S. Talledo-Paredes<sup>1,2,a</sup>, Delia M.T. Guerrero-Ramírez<sup>1,b</sup>, Aurelio Mendoza-Paulini<sup>1,c</sup>, Zoila Rodríguez-Urteaga<sup>1,c</sup>, Daniel Angulo-Poblete<sup>1,d</sup>, Josías C. Ríos-Ortega<sup>1,3,d</sup>

Recibido: 7 de mayo 2022  
Aceptado: 30 de junio 2022

## Filiación de los autores

- <sup>1</sup> Servicio de Ayuda al Diagnóstico y Tratamiento, Instituto Nacional Cardiovascular, EsSalud, Lima, Perú.
- <sup>2</sup> Programa de Maestría de Investigación y Docencia en Salud, Universidad Nacional de San Marcos, Lima, Perú.
- <sup>3</sup> Servicio de cirugía cardiovascular, Instituto Nacional Cardiovascular, EsSalud, Lima, Perú.
- <sup>a</sup> Cardiólogo nuclear
- <sup>b</sup> Licenciado en Tecnología Médica – Radiología
- <sup>c</sup> Cardiólogo especialista en imágenes cardíacas
- <sup>d</sup> Cirujano cardiovascular

## Correspondencia

Luisa S. Talledo – Paredes  
Jirón Coronel Zegarra 417. Jesús María, Lima, Perú.  
+511 4111560

## Correo

luisasoraya@unmsm.edu.pe

## Financiamiento

Autofinanciado.

## Conflicto de intereses

Ninguno.

## Citar como

Talledo-Paredes LS, Guerrero-Ramírez DMT, Mendoza-Paulini A, Rodríguez-Urteaga Z, Angulo-Poblete D, Ríos-Ortega JC. Predicción de lesiones coronarias significativas mediante perfusión miocárdica con SPECT. Resultados de un centro de referencia nacional en Lima-Perú. Arch Peru Cardiol Cir Cardiovasc. 2022;3(2):74-81. doi: 10.47487/apccv.v3i2.222.



Esta obra tiene una licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

## RESUMEN

**Objetivo.** Determinar la capacidad discriminativa de la perfusión miocárdica con tomografía de emisión de fotón único (SPECT) para predecir obstrucciones coronarias por coronariografía. Determinar la mortalidad y eventos cardiovasculares mayores en el seguimiento. **Materiales y métodos.** Estudio observacional retrospectivo con seguimiento clínico en pacientes sometidos a SPECT y luego coronariografía. Excluimos pacientes con infarto de miocardio y revascularización percutánea y/o quirúrgica en los seis meses previos. **Resultados.** Se incluyeron 105 casos en el estudio. El protocolo de SPECT más usado fue el farmacológico (70%). Los pacientes que tenían defecto de perfusión mixto (isquemia e infarto)  $\geq 10\%$  de la masa ventricular total (MVT) presentaron en el 88% de los casos lesiones coronarias significativas (LAS) (sensibilidad 87,5% y especificidad 83%). Por otro lado, el tener isquemia  $\geq 10\%$  de la MVT se relacionó con 80% de LAS (sensibilidad: 72%, especificidad: 65%). El seguimiento clínico a 48 meses evidenció que un defecto de perfusión  $\geq 10\%$  fue predictor de eventos cardiovasculares mayores (ECM) tanto en el análisis univariado (HR=5,3; IC95% 1,2 - 22,2; p=0,022) como multivariado (HR= 6,1; IC95% 1,3 - 26,9; p= 0,017). **Conclusiones.** El tener un defecto de perfusión  $\geq 10\%$  de la MVT en el estudio SPECT predijo con alta probabilidad y sensibilidad la existencia de LAS (>80%); además, este grupo tuvo mayores ECM en el seguimiento.

**Palabras clave:** Perfusión Miocárdica; Infarto de Miocardio; Perú (fuente: DeCS BIREME).

## ABSTRACT

## Prediction of significant coronary lesions by SPECT myocardial perfusion. Results from a national reference hospital in Lima-Peru

**Objective.** To determine the discriminative capacity of myocardial perfusion with single photon emission tomography (SPECT) to predict coronary obstructions by coronary angiography. To determine mortality and major cardiovascular events at follow-up. **Materials and methods.** Retrospective observational study with clinical follow-up in patients undergoing SPECT and then coronary angiography. We excluded patients with myocardial infarction and percutaneous and/or surgical revascularization in the previous 6 months. **Results:** 105 cases were included in the study. The most commonly used SPECT protocol was pharmacological (70%). Patients with perfusion defect  $\geq 10\%$  of total ventricular mass (TVM) had significant coronary lesions (SCL) in 88% of cases (sensitivity 87.5% and specificity 83%). On the other hand, having ischemia  $\geq 10\%$  of the TVM was associated with 80% SCL (sensitivity: 72%, specificity: 65%). Clinical follow-up at 48 months evidenced that a perfusion defect  $\geq 10\%$  was predictive of major cardiovascular events (MACE) in both univariate (HR=5.3; 95%CI 1.2 - 22.2; p=0.022) and multivariate (HR= 6.1; 95%CI 1.3 - 26.9; p= 0.017) analyses. **Conclusions.** Having a perfusion defect  $\geq 10\%$  of the MVT in the SPECT study predicted with high probability and sensitivity the existence of SCL (>80%); moreover, this group had higher MACE at follow-up.

**Keywords:** Myocardial Perfusion; Myocardial Infarction; Peru (source: MeSH NLM).

## Introducción

Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en el mundo y, en nuestro país, ocupan el segundo lugar, representando el 16% de muertes prematuras en adultos entre 30-69 años<sup>(1,2)</sup>. Sin embargo, dicha tendencia se ha ido reduciendo debido al diagnóstico precoz de la enfermedad coronaria crónica (ECC) con el mayor uso de las imágenes cardiovasculares, las pruebas funcionales no invasivas; así como mayor disponibilidad de los métodos de revascularización<sup>(3,4)</sup>.

El *gold standard* para el diagnóstico de la ECC es la coronariografía; empero, este procedimiento tiene serias complicaciones, por ejemplo, aquellas derivadas de la administración de contraste (reacciones alérgicas, nefropatía), lesiones vasculares, hemorragia, alteraciones en el ritmo cardiaco e, inclusive, riesgo de muerte<sup>(4,5)</sup>. Por otro lado, en el Perú este procedimiento no es de fácil acceso porque existen pocos centros que cuentan con salas de coronariografía y, según el registro PERSTEMI, esa fue una de las causas de la intervención tardía en pacientes con infarto de miocardio ST elevado<sup>(6)</sup>.

Por lo anterior, es que los métodos funcionales no invasivos para la detección de la ECC son de gran utilidad. Los más comunes son la ecocardiografía de estrés, la resonancia magnética cardiaca de estrés, la tomografía de emisión de fotón único (SPECT, por sus siglas en inglés), la tomografía de emisión de positrones, entre otros. Estas pruebas han demostrado tener alta sensibilidad para determinar obstrucciones coronarias significativas comparadas con la coronariografía con reserva fraccional de flujo<sup>(4,7)</sup>.

En nuestro centro, el Instituto Nacional Cardiovascular de EsSalud de Lima, Perú, el cual es un centro de referencia nacional, especializado en cardiología y cirugía cardiovascular, solo contamos con la ecocardiografía de estrés y la SPECT como pruebas funcionales de imágenes para detectar la ECC. La SPECT tiene dos fases, de estrés y de reposo y lo que se busca son los cambios de la perfusión del músculo cardiaco al inyectar un radiofármaco (habitualmente Tc99m) luego de inducir estrés miocárdico con uso de vasodilatadores como la adenosina (protocolo farmacológico) o con una prueba de esfuerzo (protocolo ergométrico) o con ambos (mixto)<sup>(8)</sup>. Los defectos de la perfusión en la SPECT pueden ser interpretados como infarto si estos persisten en el reposo; sin embargo, traducen isquemia miocárdica si solo ocurren en la fase de estrés<sup>(8)</sup>.

A pesar de que la SPECT es uno de los métodos poco invasivos más utilizados en nuestro centro para la detección de la ECC, hasta la fecha no se ha evaluado la precisión de esta prueba en el diagnóstico de la enfermedad coronaria severa. Es por este motivo, que el objetivo principal del estudio es evaluar la capacidad discriminativa del SPECT con defectos de perfusión  $\geq 10\%$  de MVT de predecir lesiones coronarias significativas en la coronariografía. Como objetivo secundario se fijó el comparar en el seguimiento a 48 meses la mortalidad y los eventos adversos cardiovasculares mayores (MACE, por sus siglas en inglés) en pacientes con defecto total de perfusión (isquemia + infarto)  $\geq 10\%$  de la MVT versus aquellos con  $< 10\%$  de MVT.

## Materiales y métodos

### Diseño y población

Se realizó un estudio observacional, retrospectivo, en el Instituto Nacional Cardiovascular de EsSalud en Lima, Perú, en pacientes mayores de 18 años, con sospecha de enfermedad coronaria, a los que se les realizó SPECT miocárdico y que, además, posteriormente, fueron sometidos a coronariografía diagnóstica en el periodo comprendido entre enero del 2016 a diciembre del 2019. El muestreo fue no aleatorio por conveniencia. Se excluyó a los pacientes que en los últimos 6 meses tuvieron diagnóstico de infarto de miocardio y/o aquellos sometidos a procedimientos de revascularización quirúrgica o percutánea previos al SPECT. Además, se realizó seguimiento clínico, revisando la historia clínica física y electrónica de cada uno de ellos.

### Variables

**Defecto de perfusión:** presencia de disminución de la captación del radiofármaco (Tc99) durante la prueba de SPECT miocárdica, la cual puede ser solo durante la fase de estrés (isquemia) o en ambas fases (infarto). Esta variable fue dividida en forma categórica en  $< 10\%$  o  $\geq 10\%$  de la MVT.

**Lesiones coronarias significativas (LAS):** definidas en la coronariografía como una obstrucción mayor del 50% del tronco de la coronaria izquierda (TCI) o más del 70% en las arterias descendente anterior (DA), circunfleja (CX) y coronaria derecha (CD).

**Mortalidad:** consideramos la mortalidad por todas las causas.

**Eventos cardiovasculares mayores:** consideramos como indicadores el infarto de miocardio *de novo*, nueva revascularización coronaria, *stroke* y amputación de miembros inferiores.

### Protocolo de la SPECT miocárdica

Siguiendo las recomendaciones de las guías actuales<sup>(8)</sup> la obtención de imágenes de perfusión miocárdica se realizó en dos fases, de estrés y de reposo, con la inyección del radiofármaco tecnecio 99 m-sestamibi con un máximo de 30 milicurios (1110 megabequerelios) en total. En la fase de estrés se realizaron protocolos farmacológicos con infusión de adenosina (140  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ ), durante 6 min, inyectando al pico máximo de la infusión (entre el 3.<sup>er</sup> y 4.<sup>to</sup> minuto) o protocolo mixto, con ejercicio, en su mayoría protocolo Naughton modificado. En ambas fases la adquisición de las imágenes se realizó entre 60-90 min después de la inyección del radiofármaco asociado a una dieta rica en grasa. Se realizaron los exámenes en una cámara gamma de doble cabezal (SIEMENS-ECAM), que utiliza un colimador de baja energía y alta resolución, una matriz de 64 x 64; zoom de 1,45; detectores en configuración de 90°, sincronizados con el electrocardiograma y con una ventana de latidos de 50%, en una cobertura de 180°, órbita no circular, modo avance y toma de 20 s por imagen, ocho frames para cada ciclo R-R cardiaco. Las imágenes fueron interpretadas por un médico cardiólogo con entrenamiento en cardiología nuclear y fueron utilizados los *softwares* de procesamiento de imágenes CEDARS QGS (Cedars-Sinai Medical Center) y EMORY, los que permiten evaluaciones

tridimensionales dinámicas del ventrículo izquierdo, como valores numéricos de volúmenes y FEVI.

### Protocolo de la coronariografía

Este procedimiento fue realizado por un cardiólogo especialista en hemodinámica, siguiendo los protocolos establecidos en nuestro centro, con un equipo de cineangiografía ArtisZee de Siemens Medical System-Alemania. Posteriormente, se revisaron las imágenes en reunión clínica del Servicio de Hemodinámica, donde un grupo de cardiólogos hemodinamistas determinó la localización y el porcentaje de las lesiones coronarias. Se definió como lesiones angiográficas significativas (LAS) a la estenosis de más del 50% del tronco de la coronaria izquierda (TCI) y en las arterias descendente anterior (DA), circunfleja (Cx) y coronaria derecha (CD) más de 70%.

### Análisis estadístico

**Análisis descriptivo:** se emplearon métodos gráficos y numéricos para expresar las variables. Las numéricas que cumplían criterios de normalidad, según la prueba de Kolmogórov-Smirnov, fueron expresadas como media y desviación estándar, y aquellas que no cumplían criterios de normalidad se expresaron como mediana y rango intercuartil (RIC). Para las variables categóricas se emplearon porcentajes. Para mortalidad y MACE se estimó la incidencia acumulada en el periodo de seguimiento. Para la sobrevida se utilizó el análisis del hazard ratio con sus intervalos de confianza y sus respectivas curvas de Kaplan Meier.

**Análisis comparativo:** la prueba de chi cuadrado fue usada para la prueba de hipótesis entre los resultados de la perfusión y las lesiones angiográficas significativas (LAS) en la cineangiografía. Además, se determinó la sensibilidad y especificidad de la prueba de SPECT comparándola con los resultados de la coronariografía. Se realizó un análisis multivariable mediante regresión logística, en esta prueba la variable dependiente fue la mortalidad, mientras que las variables independientes fueron la FEVI<40%, diabetes *mellitus* en insulino terapia, presencia de más de 10% de defecto total en la perfusión, entre otras. Todo el análisis estadístico se realizó en el programa *Stata* versión 17.

### Ética

El comité de ética e investigación del Instituto Nacional Cardiovascular aprobó el protocolo de este estudio (Certificado de Aprobación 16/2021-CEI mayo 2021). El estudio no implicó riesgos para los pacientes por ser de tipo observacional.

## Resultados

Incluimos 105 pacientes en nuestro análisis. En la **Tabla 1** se muestran las características de base de la población de estudio, la media de edad fue de 67 años ( $\pm 11$ ), principalmente fueron varones (84%). La mayoría tenía hipertensión arterial (69%) como antecedente. Un 51% tenía diagnóstico previo de infarto de miocardio y 50% había sido sometido a angioplastia coronaria o revascularización quirúrgica. El 74% recibía betabloqueantes y antiagregantes en el momento del estudio.

El protocolo farmacológico fue el más usado (70% de los pacientes). Encontramos que 89% de los pacientes presentaron

**Tabla 1.** Características de la población (n=105)

Características	n (%)
Edad media $\pm$ DE	67 $\pm$ 11
Sexo n (%)	
Masculino	88 (84)
Femenino	17 (16)
Factores de riesgo cardiovascular	
HTA	72 (69)
DM	48 (46)
Dislipidemia	65 (62)
Tabaquismo	41 (39)
Enfermedad renal	8 (8)
Eventos cardiovasculares n (%)	
Stroke	6 (6)
Infarto	54 (51)
Angioplastia previa	34 (32)
Bypass coronario previo	29 (28)
Características del ECG n (%)	
Bloqueo de rama izquierda	8 (8)
Bloqueo de rama derecha	5 (5)
Fibrilación auricular	19 (18)
Marcapasos	4 (5)
Terapia recibida n (%)	
Betabloqueantes	78 (74)
Antiagregantes	78 (74)
IECAs	23 (22)
BRA II	53 (50)
Estatinas	65 (62)
Anticoagulantes	10 (10)
Diuréticos	13 (12)
Nitratos orales	30 (29)

Todos los valores han sido redondeados a números enteros, \*valores expresados como media y desviación estándar, HTA=hipertensión arterial. DM= diabetes *mellitus*. ECC= electrocardiograma. IECA= inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina. BRA=bloqueadores de los receptores de angiotensina. DE= desviación estándar.

algún grado de defecto (isquemia y/o infarto). La mediana del defecto en estrés (isquemia y/o infarto) representó 15% de la masa ventricular total (MVT), mientras que la mediana del defecto en reposo (solo infarto) fue de 4% de la MVT. La mediana de la isquemia alcanzó el 10% de la MVT. La FEVI en reposo fue de 48 $\pm$ 15%, mientras que 28 pacientes (27%) tenían FEVI<40% (**Tabla 2**). En la coronariografía el 76% de los pacientes presentó LAS, la mayoría de ellos en la DA (60%).

### Relación entre el defecto de perfusión y LAS en la coronariografía (Tabla 3)

La población de estudio fue dividida en dos grupos, aquellos con menos de 10% de defecto total (incluimos defecto 0) y

**Tabla 2.** Características de la perfusión y de la coronariografía (n=105)

Protocolo de inducción de IM	
Farmacológico n (%)	73 (70)
Mixto n (%)	32 (30)
Defecto de perfusión (isquemia + infarto)	
Sin defecto n (%)	12 (11)
Con defecto n (%)	93 (89)
Defecto en estrés (%MVT) mediana (RIC)	15 (3,5-26,5)
Defecto en reposo (Infarto)(%MVT) mediana (RIC)	4 (0-14)
Isquemia (%MVT) mediana (RIC)	10 (3-17)
FEVI	
Reposo media ± DE	48±15
Estrés media ± DE	50±16
TID media ± DE	1,07±0,17
FEVI≤40% n (%)	28 (27)
Defecto total (% MVT)	
≥10% n (%)	80 (76)
<10% n (%)	25 (24)
Características de la coronariografía	
Sin lesiones n (%)	25 (24)
Con lesiones n (%)	80 (76)
TCI	12 (11)
ADA	63 (60)
ACX	46 (44)
ACD	56 (53)

Todos los valores han sido redondeados a números enteros, IM: isquemia miocárdica. FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo. TCI: tronco de coronaria izquierda. ADA: arteria descendente anterior. ACX: arteria circunfleja. ACD: arteria coronaria derecha. TID: dilatación isquémica transitoria. DE: desviación estándar. RIC: rango intercuartil.

aquellos con ≥10% de la MVT. Los pacientes que tenían defecto de perfusión ≥10% de la MVT presentaron en el 88% de los casos LAS en la coronariografía; mientras que en aquellos con defecto <10% de la MVT, solo 40% presentaban LAS (p<0,001). Cuando estudiamos la sensibilidad de la prueba para tener LAS, con un resultado positivo de más de 10% de defecto, esta resultó 87,5% y la especificidad 83%, mientras que el valor predictivo positivo (VPP) resultó en 88%, y valor predictivo negativo (VPN) en 60%.

Al excluir a los pacientes con defecto en reposo (es decir, con infarto previo), nos quedamos con aquellos que solo presentaban isquemia, en total 50 pacientes. Los sujetos que presentaban isquemia ≥10% de la MVT tuvieron LAS en el 80% de los casos (sensibilidad: 72%, especificidad: 65%, VPP 80%, VPN 55%) un porcentaje mucho mayor en relación a los que tenían isquemia <10% (p<0,01). La isquemia ≥10% en el territorio de la DA se relacionó con 72% de LAS en dicha arteria (p=0,005) y en la Cx se relacionó con 56% de LAS (p<0,001), mientras que en la CD solo con el 38%, lo cual no fue significativo (p=0,097). En la **Figura 1** se muestran los resultados de SPECT de un paciente aleatorio con

**Tabla 3.** Relación entre defecto de perfusión y LAS

	Sin LAS n (%)	Con LAS n (%)	P*
Defecto total (%MVT) (n=101)			
<10 (n=25)	15 (60)	10 (40)	<0,001
≥10 (n=80)	10 (12)	70 (88)	
Isquemia (%MVT) (n=50)			
<10 (n=20)	11 (55)	9 (45)	0,01
≥10 (n= 30)	6 (20)	24 (80)	
Isquemia DA (n=50)			
<10 (n=32)	22 (69)	10 (31)	0,005
≥10 (n=18)	5 (28)	13 (72)	
Isquemia Cx (n=50)			
<10 (n=34)	32 (94)	2 (6)	<0,001
≥10 (n=16)	7 (44)	9 (56)	
Isquemia CD (n=50)			
<10 (n=29)	24 (83)	5 (17)	0,097
≥10 (n=21)	13 (62)	8 (38)	

\*Chi cuadrado para variables categóricas. LAS: lesión angiográfica significativa. MVT: masa ventricular total. DA: descendente anterior. Cx: circunfleja. CD: coronaria derecha.

más de 10% de isquemia de la MVT, los defectos de la perfusión en la cara lateral se correlacionaron con una LAS en la arteria Cx.

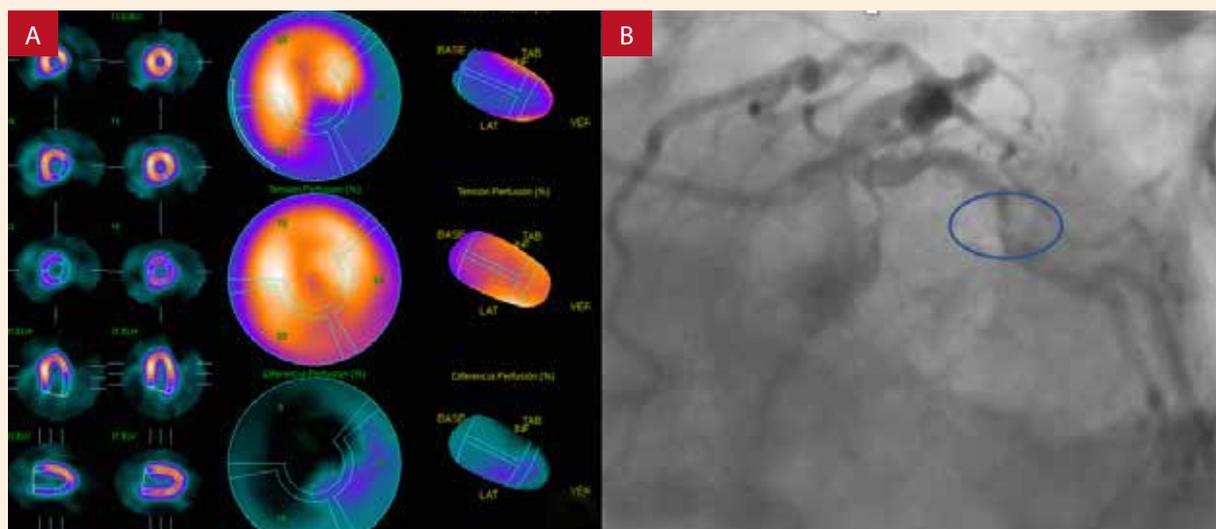
En cuanto a la lesión de tronco coronario se encontraron siete pacientes, de los cuales seis presentaron defecto de perfusión ≥10%. Mientras que los pacientes con LAS en tres vasos, fueron 19, de los cuales 17 presentaron defectos de perfusión mayor al 10%.

**Mortalidad y MACE**

El seguimiento clínico, luego de revisar la historia clínica física y electrónica de los sujetos del estudio, con el fin de determinar la mortalidad por todas las causas y la ocurrencia de MACE, fue de 48 meses. Se encontró que 25% de los pacientes que tuvieron defecto de perfusión ≥10% de la MVT fallecieron; empero, solo un paciente (4%) de los que tuvieron defecto <10% falleció en el mismo periodo; esta diferencia resultó estadísticamente significativa (p=0,022) en el análisis univariable; sin embargo, no hubo diferencia estadísticamente significativa en la ocurrencia de *stroke* o de infarto *de novo* en ambos grupos, a pesar de haber una mayor ocurrencia de estos en el grupo con defecto ≥10%. Al sumar los eventos de mortalidad y MACE (*stroke*, infarto *de novo*), estos se presentaron en 41% de los casos del grupo con defecto ≥10% y solo en 8% del otro grupo (p=0,002) (**Tabla 4**).

En la **Figura 2A** se muestra la curva de supervivencia de Kaplan Meier de los pacientes, según el porcentaje de defecto mixto, y en la **Figura 2B** se grafica la ocurrencia de MACE y mortalidad por todas las causas según el método de Kaplan Meier. En el seguimiento se revascularizaron 40 de los 58 pacientes (69%) con presencia de isquemia ≥10% en la perfusión.

En el análisis multivariado, tomando como variables independientes la FEVI<40% en reposo al momento de la



**Figura 1. A.** Hipocaptación severa del radiofármaco en el ápex del ventrículo izquierdo y en su pared inferolateral, reversibles en reposo, en relación a isquemia severa territorio arteria circunfleja. **B.** Imagen de lesión severa en la arteria circunfleja (círculo) en el mismo paciente.

prueba de perfusión, defecto total  $\geq 10\%$  de la MVT, diabetes *mellitus* en terapia con insulina, reducción  $\geq 10\%$  de la FEVI al estrés, presentar LAS en el cateterismo o tener más de 70 años al momento de la perfusión; no encontramos relación entre el defecto  $\geq 10\%$  de la MVT y la mortalidad (HR= 5,8; IC95%: 0,7-47,3;  $p= 0,098$ ). Sin embargo si se relacionó a mayor frecuencia eventos cardiovasculares mayores. (HR= 6,1; IC95% 1,3 - 26,9;  $p=0,017$ ) (Tabla 5).

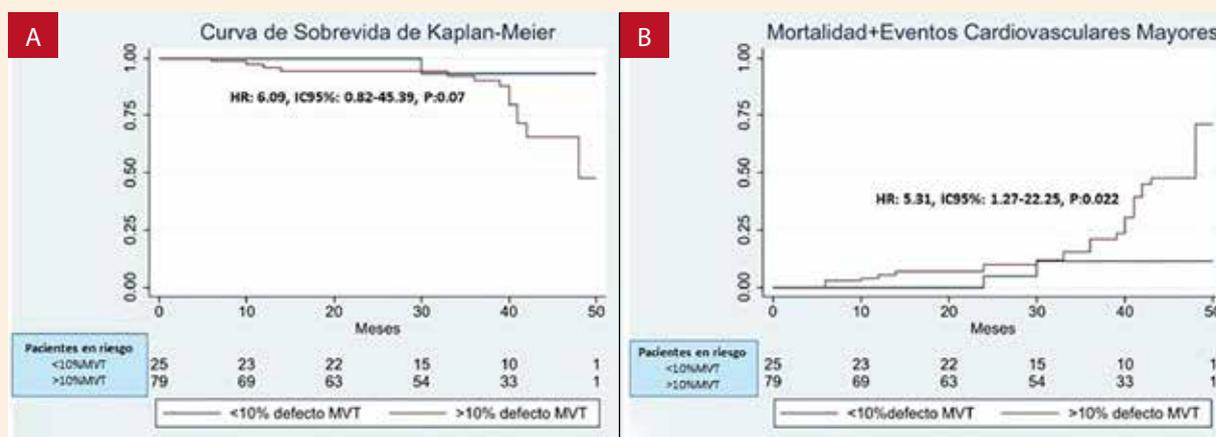
## Discusión

En el presente estudio se encontró que un defecto de perfusión (isquemia y/o infarto)  $\geq 10\%$  tuvo una sensibilidad de 87,5% y una

especificidad de 83% para detectar LAS. Al estudiar solamente la isquemia, la sensibilidad fue de 72% y la especificidad de 65%. Además, el hallazgo de un defecto total  $\geq 10\%$  se relacionó con mayor mortalidad en el seguimiento (25% vs. 4%,  $p=0,022$ ), y de MACE (41% vs. 8%,  $p=0,002$ ) comparado a un defecto menor.

Los primeros metanálisis que compararon la SPECT con la angiografía encontraron una sensibilidad de 87% y una especificidad del 73%, lo cual se condice con nuestros resultados. La especificidad del SPECT es más baja que la sensibilidad, dado que es un estudio funcional comparado con un estudio totalmente anatómico, que no hace referencia a la reserva fraccional de flujo<sup>(9-11)</sup>.

La prueba de perfusión miocárdica con SPECT es un método recomendado en pacientes con infarto previo, revascularización



**Figura 2. A.** Curva de sobrevivencia de Kaplan Meier según el porcentaje de defecto de perfusión. **B.** Función de riesgo acumulado para MACE y Mortalidad por todas las causas según el porcentaje de defecto de perfusión.

**Tabla 4.** Relación entre complicaciones y defecto de perfusión

	<10% MVT (n=25)	≥10%MVT (n=80)	p*
Mortalidad n (%)	1 (4)	20 (25)	0,022
Stroke n (%)	-	4 (5)	0,254
Infarto de novo n (%)	1 (4)	15 (19)	0,073
Mortalidad + stroke+ infarto n (%)	2 (8)	33 (41)	0,002

MVT: masa ventricular total. p=chi cuadrado

previa o FEVI baja antes del cateterismo, dado que su precisión es alta en el grupo de pacientes con enfermedad coronaria conocida, según la guía europea para el diagnóstico de síndrome coronario crónico 2019 (4).

Hay varias condiciones que influyen en los resultados de la perfusión miocárdica con SPECT, una de ellas es la lesión del tronco de la coronaria izquierda (TCI). Al producir un déficit de circulación uniforme (balanceada) en todo el miocardio del ventrículo izquierdo puede condicionar falsos negativos del SPECT. Ciertos estudios reportan solo alrededor de 50% de resultados positivos (≥10% de isquemia) en lesiones de TCI de más de 50% (12-14). En casos de alta sospecha de enfermedad coronaria, con resultados de SPECT negativos, se recomienda usar estrategias de multimodalidad de imágenes (angiotomografía) (12). En el presente estudio se tuvo 25 pacientes que resultaron con <10% de defecto total, de ellos, diez presentaron LAS en la angiografía, ninguno presentó lesión de TCI; evidentemente, tener menos de 10% de defecto no excluye tener LAS; empero, debido a que la gravedad de la enfermedad es menor, el pronóstico de la enfermedad no es tan sombrío (12,15).

En ocho pacientes de la muestra se encontró bloqueo de rama izquierda, esta condición, así como la obesidad y las miocardiopatías hipertróficas o infiltrativas, también alteran los resultados de la SPECT, produciendo, en algunos casos, falsos negativos o falsos positivos (12). En la presente serie, siete de estos pacientes presentaron defectos de perfusión y seis presentaron LAS.

Diez pacientes tuvieron ≥ 10% de defecto de perfusión total, de ellos, seis tuvieron solo isquemia ≥10%, no presentaron

LAS en la coronariografía; en estos casos se suele sospechar enfermedad microvascular. La disfunción coronaria microvascular no es condición benigna como se pensaba anteriormente. Se ha demostrado que esta patología incrementa el riesgo cardiovascular, altera la calidad de vida y se relaciona con hospitalizaciones frecuentes y con mayores eventos cardiovasculares (16,17).

Se ha demostrado una clara relación entre la extensión y severidad de la isquemia inducida en el SPECT y el pronóstico (mortalidad y eventos cardiovasculares) (12). En el análisis de supervivencia encontramos un HR=6.09 (IC 95: 0,82-45,39, p=0,07) para mortalidad en pacientes con mas del 10% de defecto de MVT. Probablemente la falta de significancia estadística se deba a la poca cantidad de pacientes en estudio, sin embargo, es evidente el riesgo incrementado de mortalidad en relación al defecto de más del 10%. Sin embargo, el análisis del HR para MACE indica un resultado de HR=5,31 (IC 95%: 1,27-22,25, p=0,02), lo que demuestra una mayor probabilidad de presentar eventos cardiovasculares mayores (infarto, stroke y muerte) en pacientes con más del 10% de defecto de la MVT.

Piccini et al. demostraron en una cohorte de 6383 pacientes con enfermedad coronaria documentada con coronariografía sometidos a SPECT, que tener un defecto significativo en la perfusión se asoció con un incremento del riesgo de muerte por todas las causas, muerte cardiovascular, y muerte súbita, esta asociación fue independiente de la FEVI (18). Navare et al., en un metanálisis de casi 15 000 pacientes en 24 estudios, demostraron que la ocurrencia de muerte cardiaca y de infarto de miocardio fueron significativamente mayores en pacientes con alteraciones de la perfusión tanto con protocolo

**Tabla 5.** Predictores de eventos cardiovasculares mayores - análisis multivariable (regresión de Cox)

Variable	Hazard Ratio	Error estándar	p	IC 95%
FEVI<40%	1,65	0,60	0,167	0,81 - 3,40
Defecto total ≥10% MVT	6,11	4,6	0,017	1,38 - 26,95
DM insulinoterapia	1,41	0,50	0,346	0,69 - 2,83
Reducción 10% FEVI	1,26	0,98	0,767	0,27 - 5,82
Lesiones en cateterismo	3,03	1,75	0,056	0,97 - 9,45
Edad ≥70 años	1,15	0,41	0,680	0,57 - 2,31

DM: diabetes mellitus; MVT: masa ventricular total. FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; IC: intervalo de confianza.

farmacológico o con ejercicio. Las tasas de eventos cardíacos fueron significativamente mayores con resultados de prueba normales y anormales con estrés farmacológico que con ejercicio (1,78 % frente a 0,65 % [ $p < 0,001$ ] para resultados normales, y 9,98 % frente a 4,3 % [ $p < 0,001$ ] para resultados anormales). Este estudio demostró que los resultados de la SPECT con estrés por ejercicio y farmacológico son comparables en su capacidad para estratificar el riesgo de los pacientes; sin embargo, los pacientes sometidos a los estudios de estrés farmacológico tienen un mayor riesgo de eventos cardíacos posteriores. Esto fue cierto incluso para aquellos con resultados de imágenes de perfusión normales<sup>(15)</sup>. Resultados similares se han encontrado en otro metanálisis<sup>(19)</sup> y es por esto que las guías de manejo de revascularización de miocardio recomiendan realizar estrategias percutáneas o quirúrgicas para aumentar la sobrevida cuando el defecto de perfusión por isquemia es mayor de 10%<sup>(20)</sup>.

Nuestro estudio tiene algunas limitaciones, la principal es que refleja los resultados de un solo centro, además, es un estudio retrospectivo en el que los datos fueron extraídos de la historia clínica, de tal manera que la calidad del registro de los datos podría tener fallas; asimismo, la muestra es relativamente

pequeña por lo que genera un bajo poder estadístico. El seguimiento de los pacientes no es uniforme y no evaluamos el efecto de la revascularización en aquellos pacientes que fueron sometidos a estos procedimientos luego de tener un resultado de SPECT positivo y LAS.

Por otro lado, este es el primer estudio a nivel nacional que compara los resultados obtenidos en la SPECT para predecir LAS en la coronariografía. Debido a que es el primer estudio es aún exploratorio y marca el inicio para realizar un estudio con mayor población. Empero, a pesar de las limitaciones nos muestra data nacional en la evolución de los pacientes que tienen un grado de isquemia/infarto significativo en la perfusión miocárdica. La fiabilidad de los datos obtenidos en la SPECT y en la angiografía coronaria se fundamenta en que ambos procedimientos fueron realizados e interpretados por cardiólogos entrenados y certificados tanto en Medicina Nuclear y Hemodinámica, respectivamente.

En conclusión, la presencia de un defecto de perfusión  $\geq 10\%$  de la MVT por SPECT en nuestro centro, tiene alta sensibilidad para predecir el hallazgo de LAS en el estudio de coronariografía; además, este grupo de pacientes tuvo más eventos cardiovasculares mayores en el seguimiento.

## Referencias bibliográficas

- Ministerio Salud del Perú, Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades. Análisis de la situación de salud en el Perú 2019 [Internet]. Lima: MINSA; 2019 [citado el 11 de enero del 2022]. Disponible en: [https://www.dge.gob.pe/portal/docs/asis/Asis\\_peru19.pdf](https://www.dge.gob.pe/portal/docs/asis/Asis_peru19.pdf).
- Pan American Health Organization. Perú: Cardiovascular diseases profile Perú: PAHO; 2014 [citado el 15 de junio del 2022] Disponible en: [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&Itemid=270&gid=27864&lang=en](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_download&Itemid=270&gid=27864&lang=en).
- Carrillo-Larco RM, Bennett JE, Di Cesare M, Gregg EW, Bernabe-Ortiz A. The contribution of specific non-communicable diseases to the achievement of the Sustainable Development Goal 3.4 in Peru. *PLoS One*. 2020;15(10):e0240494. doi: 10.1371/journal.pone.0240494.
- Knuuti J, Wijns W, Saraste A, Capodanno D, Barbato E, Funck-Brentano C, et al. ESC Scientific Document Group. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2020;41(3):407-477. doi: 10.1093/eurheartj/ehz425. Erratum in: *Eur Heart J*. 2020;41(44):4242.
- Tavakoli M, Ashraf S, Brener SJ. Risks and complications of coronary angiography: a comprehensive review. *Glob J Health Sci*. 2012;4(1):65-93. doi: 10.5539/gjhs.v4n1p65.
- Chacón-Díaz Manuel, Vega Alejandro, Aráoz Ofelia, Ríos Patricia, Baltodano Roberto, Villanueva Fernando et al. Características epidemiológicas del infarto de miocardio con elevación del segmento ST en Perú: resultados del PERuvian Registry of ST-segment Elevation Myocardial Infarction (PERSTEMI). *Arch Cardiol Méx*. 2018;88(5):403-412. doi: 10.1016/j.acmx.2017.11.009
- Knuuti J, Ballo H, Juárez-Orozco LE, Saraste A, Kolh P, Rutjes AWS, et al. The performance of non-invasive tests to rule-in and rule-out significant coronary artery stenosis in patients with stable angina: a meta-analysis focused on post-test disease probability. *Eur Heart J*. 2018;39(35):3322-3330. doi: 10.1093/eurheartj/ehy267.
- Dorbala S, Ananthasubramaniam K, Armstrong IS, Chareonthaitawee P, DePuey EG, Einstein AJ, et al. Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) Myocardial Perfusion Imaging Guidelines: Instrumentation, Acquisition, Processing, and Interpretation. *J Nucl Cardiol*. 2018;25(5):1784-1846. doi: 10.1007/s12350-018-1283-y.
- Underwood SR, Anagnostopoulos C, Cerqueira M, Ell PJ, Flint EJ, Harbinson M, et al. British Cardiac Society; British Nuclear Cardiology Society; British Nuclear Medicine Society; Royal College of Physicians of London; Royal College of Radiologists. Myocardial perfusion scintigraphy: the evidence. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2004;31(2):261-91. doi: 10.1007/s00259-003-1344-5.
- Shaw L, Iskandrian A. Prognostic value of gated myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Cardiol*. 2004;11:171-85. doi: 10.1016/j.nuclcard.2003.12.004.
- Marcassa C, Bax JJ, Bengel F, Hesse B, Petersen CL, Reyes E, et al. Clinical value, cost-effectiveness, and safety of myocardial perfusion scintigraphy: a position statement. *Eur Heart J*. 2008 Feb;29(4):557-63. doi: 10.1093/eurheartj/ehm607.
- Muscogiuri G, Guglielmo M, Serra A, Gatti M, Volpato V, Schoepf UJ, et al. Multimodality Imaging in Ischemic Chronic Cardiomyopathy. *J Imaging*. 2022;8(2):35. doi: 10.3390/jimaging8020035.
- Berman DS, Kang X, Slomka PJ, Gerlach J, de Yang L, Hayes SW, et al. Underestimation of extent of ischemia by gated SPECT myocardial perfusion imaging in patients with left main coronary artery disease. *J Nucl Cardiol*. 2007;14(4):521-8. doi: 10.1016/j.nuclcard.2007.05.008.
- Kim HL, Oh SW, Lee H, Kim HJ, Kim YN, Lim WH, et al. Findings of Single-Photon Emission Computed Tomography and Its Relation with Quantitative Coronary Angiography in Patients with Significant Stenosis of the Left Main Coronary Artery. *Korean J Radiol*. 2018;19(1):101-110. doi: 10.3348/kjr.2018.19.1.101.
- Navare SM, Mather JF, Shaw LJ, Fowler MS, Heller GV. Comparison of risk stratification with pharmacologic and exercise stress myocardial perfusion imaging: a meta-analysis. *J Nucl Cardiol*. 2004;11(5):551-61. doi: 10.1016/j.nuclcard.2004.06.128.

16. Sharaf B, Wood T, Shaw L, Johnson BD, Kelsey S, Anderson RD, *et al.* Adverse outcomes among women presenting with signs and symptoms of ischemia and no obstructive coronary artery disease: findings from the National Heart, Lung, and Blood Institute-sponsored Women's Ischemia Syndrome Evaluation (WISE) angiographic core laboratory. *Am Heart J.* 2013 Jul;166(1):134-41. doi: 10.1016/j.ahj.2013.04.002.
17. Bekendam MT, Vermeltfoort IAC, Kop WJ, Widdershoven JW, Mommersteeg PMC. Psychological factors of suspect coronary microvascular dysfunction in patients undergoing SPECT imaging. *J Nucl Cardiol.* 2022;29(2):768-778. doi: 10.1007/s12350-020-02360-5.
18. Piccini JP, Horton JR, Shaw LK, Al-Khatib SM, Lee KL, Iskandrian AE, Borges-Neto S. Single-photon emission computed tomography myocardial perfusion defects are associated with an increased risk of all-cause death, cardiovascular death, and sudden cardiac death. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2008;1(3):180-8. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.108.776484.
19. Metz LD, Beattie M, Hom R, Redberg RF, Grady D, Fleischmann KE. The prognostic value of normal exercise myocardial perfusion imaging and exercise echocardiography: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2007;49(2):227-37. doi: 10.1016/j.jacc.2006.08.048.
20. Lawton JS, Tamis-Holland JE, Bangalore S, Bates ER, Beckie TM, Bischoff JM, *et al.* 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for Coronary Artery Revascularization: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation.* 2022;145(3):e4-e17. doi: 10.1161/CIR.0000000000001039. Epub 2021 Dec 9. Erratum in: *Circulation.* 2022;145(11):e771.