

Artículo Original de Investigación

Perfusión de miocardio SPECT-Gatillado con ^{99m}Tc -MIBI en pacientes con Infarto de Miocardio crónico estratificados por factores de riesgo**Gated ^{99m}Tc -MIBI Myocardial Perfusion SPECT in Patients with Chronic Myocardial Infarction Stratified by Risk Factors**

Noguera Eduardo, Kuschnir Emilio, Molina Daniel, Freytes Alberto, Castro Ricardo

Laboratorio de Radioisótopos. Córdoba. Argentina.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 23 de Junio de 2021

Aceptado después de revisión

el 25 de Agosto de 2021

www.revistafac.org.arLos autores declaran no tener
conflicto de intereses**Palabras clave:**

Infarto de Miocardio crónico.

Perfusión de miocardio.

SPECT.

Estratificación de riesgo.

Keywords:

Gated SPECT.

Risk stratification.

Chronic myocardial infarction.

RESUMEN

Objetivo: Investigar en pacientes ambulatorios con infarto de miocardio crónico la perfusión de miocardio con SPECT gatillado y estratificarlos en grupos de riesgo.**Material y métodos:** estudio unicéntrico, prospectivo de cohorte. Se incluyeron consecutivamente 110 pacientes (edad 65 ± 10 años), estudiados después del ejercicio ergométrico, o prueba con dipiridamol o combinando ambos apremios. En la perfusión normal y anormal con defectos fijos o reversibles de perfusión se cuantificaron la sumatoria del puntaje de perfusión en el pico de ejercicio (SSS), la sumatoria de hipoperfusión en reposo (SRS), la diferencia entre SSS y SRS (SDS), la fracción de eyección y los volúmenes diastólico y sistólico del ventrículo izquierdo. Con el puntaje SSS los pacientes se categorizaron en 4 grupos de riesgo (bajo, leve, moderado y severo).**Resultados:** 110 pacientes, con infarto de miocardio crónico 82 (74%), 28 sin antecedentes de revascularización coronaria percutánea. La perfusión de miocardio fue normal en el 45 % y anormal en el 55%. La localización más frecuente del IAM fue en el territorio de la descendente anterior. De estos, el 65% tenían defectos isquémicos con porcentaje de masa isquémica $> 13,5\%$, y en el 63%. $\text{FE} < 45\%$. Los pacientes fueron de bajo riesgo en el 54%, leve a moderado riesgo en el 10% y de severo riesgo en el 35%.**Conclusión:** En los pacientes con infarto de miocardio crónico, la perfusión / función del V.I evaluados mediante la SPECT-gatillado son útiles para estratificar el riesgo, determinar la extensión de la isquemia y evaluar la función del ventrículo izquierdo.**Gated ^{99m}Tc -MIBI Myocardial Perfusion SPECT in Patients with Chronic Myocardial Infarction Stratified by Risk Factors**

ABSTRACT

Quantitative electrocardiogram-gated single-photon emission computed tomography (SPECT) myocardial imaging (MI) provides useful information about the extent and severity of perfusion abnormalities (PA) and global left ventricular (LV) function in patients with coronary artery disease. The aim of this study was to evaluate by gated SPECT-MP, perfusion scores and LV function stress / rest in patients with chronic myocardial infarction (CMI).

Materials and methods: between 2019-2021 110 consecutive patients (age 65 ± 10) with CMI 82 with and 28 without percutaneous coronary intervention, undergoing one-day stress-rest gated-SPECT-MP with ^{99m}Tc -MIBI. A summed stress score (SSS), a rest score (SRS) and SDS (SSS-SRS), SMS and thickening (STS) score were calculated. $\text{SDS} > 3$ indicated myocardial ischemia.**Results:** Forty-nine (45%), of the patients showed normal, and 61 (55%) abnormal perfusion, with 21 (34%) with fixed defect and 40 (66%) with ischemic defect. There was significant post-stress increase of SSS, extent of myocardial hypoperfusion, STS, and diastolic and systolic volume of LV in patients with CMI with ischemia, in comparison with patients with fixed defect. Decrease of post-stress EF in rest was found in 5 (12%) of 40 patients with CMI with ischemia, indicating stunning. Normal and abnormal imaging were stratified into low-risk (54%), low to intermediate risk 10% and high risk 35%.**Conclusion:** Gated SPECT myocardial imaging has an important role in the evaluation of perfusion and LV function in patients with CMI especially in patients with additional ischemia.

INTRODUCCIÓN

La perfusión miocárdica sincronizada con el electrocardiograma, SPECT-Gatillado (PMGS), es clínicamente utilizada para estudiar en una misma exploración la perfusión del miocardio (PM), la función global del ventrículo izquierdo (VI), y estratificar el riesgo de eventos cardiovasculares mayores (ECM) en pacientes con enfermedad coronaria sospechada o conocida^{1,2}.

El objetivo de este estudio fue evaluar la PMGS en pacientes con infarto de miocardio crónico (IMC), y estratificarlos en grupos de riesgo³.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio observacional unicentrico realizado entre marzo 2019 y abril 2021, en 110 pacientes consecutivos con IMC referidos al laboratorio de Radioisótopos de Córdoba para estudio de PMGS con 99m-Tc-sestamibi.. Se excluyeron pacientes con revascularización quirúrgica (bypass).

Estudio de PMGS: para los protocolos de ejercicio ergo-

métrico, apremio farmacológico con Dipiridamol o su combinación con el ejercicio, dosis de 99mTc-MIBI, adquisición y procesamiento de las imágenes SPECT gatillado se utilizaron las guías recomendadas por la Asociación Europea de Medicina Nuclear (EANM) y Dórala y col^{4,5}.

Análisis de las Imágenes

Las imágenes post esfuerzo/reposo, se analizaron visualmente y semicuantitativamente con el programa QGS (Cedars-Sinai, Los Angeles, EE.UU), empleando el modelo de 17 segmentos, y se interpretaron 1a) normal de acuerdo a los criterios descritos por Dórala S y col; y 1b) normal con alteraciones regionales en la sumatoria de anormalidades regionales en la contractilidad (SMS) y score de engrosamiento sistólico (STS), 2) anormal cuando se observan en las imágenes post esfuerzo/reposo defectos de perfusión (DP) sin cambios (defectos fijos) (DF), que sugiere necrosis por previo IM, o DP en uno o más segmentos en las imágenes post esfuerzo, que revierten en las imágenes en

TABLA 1.

Resultados de la PMGS en pacientes con infarto tratado y con o sin revascularización coronaria percutánea.

Población	No revascularizados (n=28)			Revascularizados (n=82)		
	normal: (n= 16) 1b(11)	anormal (n= 12) DF (n=4)	1a (5) DRI (n=8)	normal (33) 1a(16).1b(17)	anormal (49) D.F (n=16)	DRI (n=33)
Edad (años)	64 ± 10 años			66±10		
Sexo.(f / m)	3 / 12		3 / 10	6 / 25		10/ 41
Hipertensión arterial	23			73		
Diabetes	8			18		
Apremio						
Ejercicio físico	8		2	19		25
Dipiridamol	8		10	13		24
Ejercicio/dipiridamol	6		9	11		18
Metz logrados	5,5±1,4		5±0,31	5±0,6		5,2±0,9
Apremio positivo	2		3	5		8
Localización IM						
Descendente anterior (DA)	7			30		
Coronaria derecha (CD)	4			18		
Circunfleja (AC)	1			1		
Parámetros perfusión						
SSS < 4	± 1,1			0,64 ± 0,95		-----
Leve hipoperfusión (4-7)	2 (20%)			6 (60%)		2 (12%)
Moderada hipoperfusión (8-12)	1			5(28%)		5 (12%)
Severa hipoperfusión (>12)	2 (5%)		7 (17%)	5 (12%)		26 (65%)
% de isquemia						
Leve;(5-9)	5 (62%)			22 (68%)		
Moderada.(10-14)	2 (25%)			7 (21%)		
Severa: (>15)	1 (13%)			3 (9%)		

1a=SMS -STS normal, 1b=SMS-STs anormal, DF=defectos fijo, DRI=defectos isquémicos.

reposito (DP reversible), isquémicos (DRI)^{5,6}. Basándose en los mapas polares y el modelo de 17 segmentos, el programa cuantifica los puntajes sumados SSS (que representa la perfusión en el pico del ejercicio), de reposo SRS (suma de la hipoperfusión en reposo), y SDS (la diferencia entre ambos), que reflejan la isquemia miocárdica. A cada segmento se aplica una puntuación, cuantificando de acuerdo a los valores del SSS en < de 4 normal (bajo riesgo), de 4-7 riesgo leve, de 8-12 moderado riesgo, y > de 13 riesgo severo^{7,8}. La isquemia se cuantifica de acuerdo a los valores de SDS en leve, entre 5-10, de 10-15 moderada, y > 15 severa⁷. El

software también calcula automáticamente la fracción de eyección (FE) del ventrículo izquierdo, el volumen diastólico (VD) y sistólico (VS), SMS y STS del VI.

Análisis estadístico

Se realizó con Excel con el complemento real estadística. Las variables continuas se expresan como media ± desvió estándar (DS). Las comparaciones se realizaron con el test t de Students, considerándose estadísticamente significativo una p < 0.05.

Consideraciones éticas: por tratarse de un análisis retrospectivo de una base de datos, no fue considerado necesario un consentimiento informado de los pacientes.

RESULTADOS

La población de pacientes se conformó con 110 sujetos, con una edad promedio de 65±10 años, los antecedentes de RCP, HTA, DBT, apremio físico y/o farmacológico, localización del infarto en los mapas polares del Cedars-Sinai (MPCS), y parámetros de perfusión y % de isquemia puede observarse en la *Tabla 1* ⁹.

En lo que respecta a los IM en la arterias DA y CD, no se observaron diferencias estadísticas en el puntaje del SSS (18,3 ± 9 vs 18 ± 9), SRS (13,5 ± 8,4 vs 11,4 ± 6) y FE (40 ± 13,7 vs 44,2 ± 15).

En los 110 pacientes con IMC la PMGS fue normal en 49 (44%), 21 (43%) con SMS y STS normal, y 28 (57%) anormal, con diferencias significativas entre estos 2 grupos con respecto a la FE (65 ± 8 % vs 54 ± 9 %) (p=0,001) y VS (21±8 ml vs 31± 14 ml) (p= 0,0036) (*Figura 1*).

Combinando los pacientes con y sin RCP, la PMGS fue anormal en 61 (55%), en 21 (34%) con DF y en 40 (65%) con DR. Los SSS fueron leves en 11 (18%) moderados en 11 (18%), y severos en 39 (54%) (*Tabla 1*).

Las perfusiones de miocardio con DRI vs DF tienen significativas diferencias en los puntaje SSS y SRS, que son de tamaño > de 13, y comprometen más del 20% del total del VI, con aumento STS y de los volúmenes del VI (*Tabla 2 y Figura 2*). De las PMGS anormal, 38 (62%) tenían FE < al 45%, 7 (18%) tenían DF, 31 (81%) DRI leves, en 13 (42%) moderados en 8 (26%), y severos en 10 (32%). (*Figura 3*).

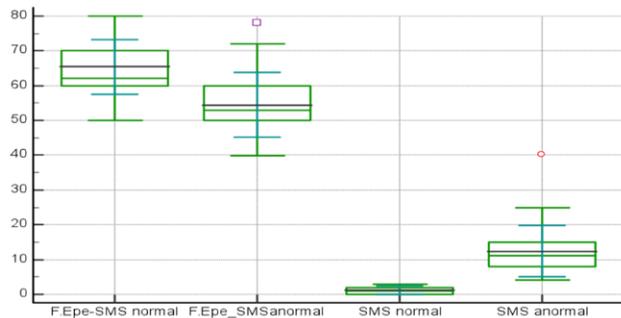


FIGURA 2. Fracción de eyección post estrés con SMS normal vs anormal en pacientes con IAM y perfusión de miocardio gatillada normal

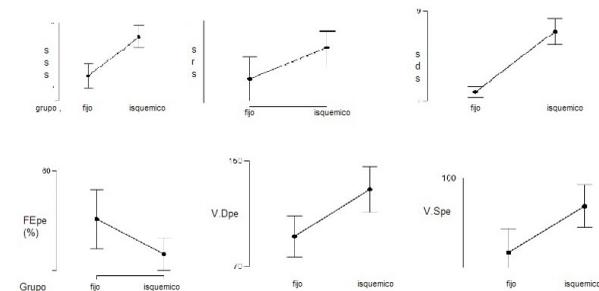


FIGURA 2. Cambios en los puntajes de SSS, SRS, SDS, FE, VD y VS en pacientes con IMC con defectos fijos vs isquémicos.

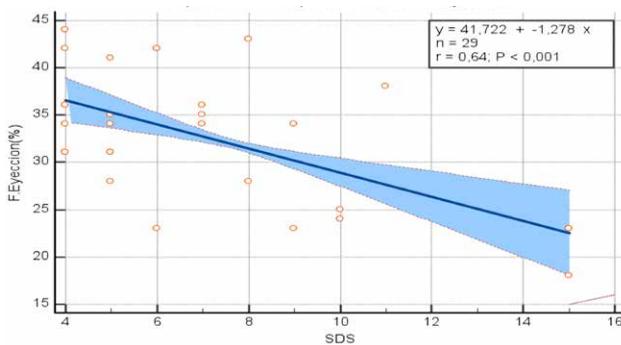


FIGURA 3. Relación entre FE post estrés y SDS en pacientes con isquemia leve, moderada y severa

TABLA 2.

Perfusión / Función de miocardio en pacientes con IMC isquémicos vs no isquémicos.

Parámetros	Defectos Isquémicos	Defectos fijos	p
SSS	21 ± 8	11 ± 6	0,003
SRS	14 ± 7,5	9,3 ± 7	0,04
SDS	7 ± 3	1,8 ± 1	0,04
Extensión	35 ± 13	16,5 ± 10	< 0.01
STS	21 ± 10	15 ± 12	0.03
VD	128 ± 53	92 ± 34	0,04
VS	82 ± 42	52 ± 33	0,04

STS; engrosamiento regional sumado post esfuerzo, VD: Volumen Diastólico post esfuerzo, VS: Volumen Sistólico post esfuerzo,

TABLA 3.
Grupos de riesgo en pacientes con infarto de miocardio tratados estratificados mediante PMGS.

Variables PMGS	Bajo riesgo (n=49)	Leve riesgo (n=11)	Moderado riesgo (n=11)	Severo riesgo (n=39)
SSS	0,93±1(*)	6,18 ± 1,2	10 ± 1,2(*)	23,2 ± 7(*)
SRS	0,14 ± 0,35(*)	3,7 ± 1,5	6,4 ± 2,5(*)	16,5 ± 6,2(*)
SDS	0,26 ± 0,67(*)	2,4 ± 1,6	3,6 ± 2(*)	6,5 ± 4(*)
Extensión hipo perfusión (%)	1,3 ± 1,7(+)	9 ± 1,8(*)	14 ± 1,7(*)	34 ± 10(*)
FEpe	61±9 (*)	54 ± 13,7	51,6 ± 12	36 ± 11
VSpe	28 ± 11(*)	39 ± 21,4	42 ± 21,4(*)	91 ± 40(*)

SSS: puntaje de perfusión sumado, SRS: puntaje sumado de reposo; SDS: puntaje entre SSS y SRS, FEpe: Fracción de eyección post esfuerzo, VSpe: Volumen Sistólico post esfuerzo, (*) p=<0,05

Combinando la severidad del SSS con la extensión de la isquemia expresada de acuerdo al modelo de 17 segmentos como el máximo valor posible de SDS, el porcentaje de la masa de miocardio isquémico del VI fue de 13,5±10,2, valor elevado, con implicaciones terapéuticas de acuerdo a Hachamovich y col^{2,6}.

Los pacientes IMC, independiente del antecedente de RCP, se estratificaron de acuerdo a los valores de SSS en riesgo bajo < de 4, leve entre 4–7, moderado entre 8–12, y severo > de 13 (Tabla 3)¹⁰. Puede también observarse que la FE, disminuye, el VS y la extensión de la hipoperfusión aumentan la re estratificación de riesgo.

DISCUSIÓN

La PMGS es una técnica no invasiva utilizada para detectar la isquemia y cicatriz en el miocardio, evaluar la función del VI, estratificar el riesgo, de importancia en el seguimiento de los pacientes con infarto de miocardio^{11,12,13}.

De los 110 pacientes con IMC la PMGSpe fue normal en 49 (44%), en 21 (43%) con SMS y STS normal, y en 28 (57%) con STS y STS anormal, con diferencias significativas entre estos 2 grupos con respecto a la FE y VS (p=0,001 y 0,003, respectivamente) (Figura 1). Los autores consideran que el mecanismo fisiopatológico de estas diferencias es la disfunción transitoria del VI por aturdimiento miocárdico. La disminución global de la motilidad parietal puede también indicar EC de múltiples vasos de acuerdo a lo sugerido por Lima y col¹⁴. En estos pacientes, con la finalidad de detectar este fenómeno, se realizó una nueva adquisición 2 horas después de la inicial, comprobándose que la FE aumenta y mejoran los valores de SMS y STS (observaciones no publicadas). Obeidat y col, con adenosina, sugieren que la disminución de la FEpe no confiere pronóstico adverso comparado con los pacientes sin tal reducción¹⁵. Estos hallazgos revelan la importancia de integrar los resultados de perfusión con la función del VI. La PMGS normal en pacientes con EAC conocida, actualmente se explica por las significativas mejoras en la terapia médica, y procedimientos de RCP, o por permeabilidad del stent o del puente coronario, o que el síndrome coronario agudo (SCA), que por definición tuvo el paciente fue de pequeño tamaño (probablemente subendocárdico), o sucedió en una arteria coronaria patente (MINOCA), o por desarrollo de circula-

ción colateral^{16,17}. Desde el punto de vista clínico un estudio de PMGS normal es indicativo de bajo riesgo¹⁸. Por el contrario, Zaman y Miller y col, con los mismos parámetros anteriores, pero adicionando factores de riesgo (DBT, dislipidemia, tabaquismo) consideran a estos pacientes de alto riesgo^{17,18,19}. Coincidente con sus conclusiones, los presentes resultados muestran que el 57% de las PMGS normales tienen aturdimiento de miocardio, indicando mayor riesgo de futuros EMC.

Sesenta y uno (55%) de los 110 pacientes tenían PMGS anormales, 20 (33%), con DF y 40 (65%) con DRI, de estos 31 (77%) tenían FEpe <45%. Los SSSpe/reposo, con DRI comparados las perfusiones con DF, fueron de mayor severidad y extensión, con anomalías en la contractilidad y engrosamiento sistólico, y aumento de los volúmenes del VI (Tabla 2). La disminución de la FE, con VS mayor de 70 ml, y mayor tamaño y extensión de la isquemia son factores pronóstico graves. El aumento del VSpe probablemente es secundario a la reversibilidad de los defectos de perfusión, al tener mayores alteraciones en la contractilidad del VI, lo que coincide con estos resultados²⁰.

Con base en el modelo de segmentación de 17, con el puntaje SSS, se clasificaron a los 110 pacientes con IMC en 4 categorías de riesgo: bajo riesgo (44%), leve riesgo (11%), moderado riesgo (10%), y severo riesgo (35%) (Tabla 3)⁵. Como puede observarse en la Tabla los pacientes de bajo riesgo tienen mayor FE y menor VS que las otras categorías de riesgo. Del mismo modo, a mayor puntaje del SSS y del SRS, que expresan la severidad de las hipoperfusiones post esfuerzo/reposo, y se los combina con el porcentaje de miocardio isquémico mayor al 8-10%, el riesgo de futuros ECM aumenta más que en los pacientes sin ellos. Gutiérrez y col también observaron que la incidencia de ECM es menor con puntaje de SSS y SDS < de 4, y si ambos aumentan la tasa anual de eventos adversos, es 3 a 7 veces mayor⁸. Las mismas conclusiones se aplican para las anomalías en la FE y VSpe. Adecuada estratificación del riesgo es importante en las decisiones clínicas del paciente por el cardiólogo.

Limitaciones:

Los estudios de PMGS se realizaron según el criterio del médico y no por protocolo, pudiendo haber existido sesgos de referencia al seleccionar los pacientes a ser estudiados. Un

centro de derivación ambulatoria, a diferencia de instituciones hospitalarias, presenta características particulares para conocer las decisiones posteriores al estudio de PMGS. Tampoco se contó con información sobre la evolución clínica y terapéutica médica que recibieron los pacientes con estudios de perfusión / función del VI normales vs anormales.

Conclusión

Los principales objetivos de la PMGS son establecer la presencia y magnitud de la isquemia de miocardio, cuantificar la perfusión de miocardio, la función del VI, y estratificar el riesgo del paciente. De acuerdo a sus resultados, el cardiólogo clínico decidirá el mejor manejo terapéutico de su paciente. La PMGS avalada por amplia evidencia bibliográfica por la objetividad y reproducibilidad de los datos que aporta, debería ser rutinariamente realizada en el seguimiento de los pacientes con EAC conocida. Los factores de riesgo del paciente (DBT, HTA, entre otros), agregan valor adicional a los estudios pronóstico de la PMGS.

BIBLIOGRAFIA

- Underwood SR, Goodman B, Salyani S, et al. Economics of myocardial perfusion imaging in Europe—the EMPIRE Study. *Eur Heart J* **1999**; 20: 157 – 166.
- Hachamovich R, Hayes SW, Friedman JD, et al. Comparison of shorter survival benefit associated with revascularization compared with medical therapy in patients with no prior coronary artery disease undergoing stress myocardial perfusion single photon emission computed tomography. *Circulation* **2003**; 107: 2900 - 2906.
- Thygesen K, Alpert JS, White HD. Universal Definition of Myocardial Infarction. *Circulation* **2007**; 116: 2634 - 2653.
- Verberne HJ, Acampa W, Anagnostopoulos C, et al. EANM procedural guidelines for radionuclide myocardial perfusion imaging with SPECT and SPECT/CT: 2015 revision. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* **2015**; 12: 1929 - 1940.
- Dorbala S, Ananthasubramanian K, Armstrong IS, et al. Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) myocardial perfusion imaging guidelines: Instrumentation, acquisition, processing, and interpretation. *J Nucl Cardiol* **2018**; 25: 1784 - 1846.
- Dilsizian V. Interpretation and clinical management of patients with “Fixed” myocardial perfusion defects. *J Nucl Cardiol* **2021**; 28: 723 - 728
- Piccini JP, Horton JR, Shaw LK, et al. 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: 180 - 188.
- Gutiérrez L, Peñafort F, Secotaro CR, et al. Trascendencia de asociar semicuantificación de perfusión e indicadores de función ventricular en la interpretación del test de perfusión miocárdica. *Rev Fed Arg Cardiol* **2015**; 44: 25 - 37.
- Maddahi J, Van Train K, Prigent F et al. Quantitative Single Photon Emission Computed Thallium-201 Tomography for Detection and Localization of Coronary Artery Disease: Optimization and Prospective Validation of a new Technique. *JACC* **1989**; 14: 1689 – 1699.
- Zellweger MJ, Dubois EA, Lai S, et al. Risk stratification in patients with remote prior myocardial infarction using rest-stress myocardial perfusion SPECT: prognostic value and impact on referral to early catheterization. *J Nucl Cardiol* **2002**; 9: 23 - 32.
- Hachamovitch R, Rozanski A, Shaw LJ, et al. Impact of ischaemia and scar on the therapeutic benefit derived from myocardial revascularization vs. medical therapy among patients undergoing stress-rest myocardial perfusion scintigraphy. *Eur Heart J* **2011**; 32: 1012 – 1024.
- Grozdic I, Sobic-Saranovic D, Pavlovic S, et al. Usefulness of gated SPECT myocardial imaging in evaluation of patients with inferior myocardial infarction. *Ann Nucl Med* **2011**; 25: 494 – 500.
- Shaw LJ, Iskandrian AE. Prognostic value of gated myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Cardiol* **2004**; 11: 171 – 185.
- Lima RSL, Watson DD, Goode AR et al. Incremental value of combined perfusion and function over perfusion alone by Gated SPECT Myocardial perfusion imaging for detection of severe three-vessel coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* **2003**; 42: 64 – 70.
- Obeidat OS, Alhourri A, Baniissa B, et al. Prognostic significance of post-stress reduction in left ventricular ejection fraction with adenosine stress in Jordanian patients with normal myocardial perfusion. *J Nucl Cardiol* **2020**; 27: 1596 – 1606.
- Lefkowitz RJ, Willerson JT. Prospects for cardiovascular research. *JAMA* **2001**; 285: 581 –587.
- Zaman M, Nosheen F, Zaman U et al .Higher event rate in patients with known CAD despite a normal perfusion .*Cardiovasc Diagn Ther* **2014**; 4: 232 - 237.
- Domínguez MD, Muxi-Pradas MA. Pronóstico de la enfermedad coronaria crónica mediante gated-SPECT de perfusión miocárdica. *Rev Esp Cardiol (Supl.)* **2008**; 8: 25B - 34B.
- Miller RJ, Klein E, Gransar H, et al. Prognostic significance of previous myocardial infarction and previous revascularization in patients undergoing SPECT MPI. *J Cardiol* **2020**; 313: 9 – 15.
- Ladenhelm ML, Pollock BH, Rozanski A et al. Extent and severity of myocardial hypoperfusion as predictor of prognosis in patients with suspected coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* **1986**; 7: 464 – 471.