



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

HOSPITAL CENTRO MÉDICO NACIONAL  
"20 DE NOVIEMBRE" ISSSTE  
SERVICIO DE CARDIOLOGÍA

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DEL  
POSGRADO EN CARDIOLOGÍA

**"VOLUMEN TELESISTÓLICO DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO, ISQUEMIA  
MIOCÁRDICA Y LESIONES CORONARIAS: ASOCIACIÓN Y VALOR PRONÓSTICO"**

NO. DE REGISTRO: 220/2010

**PRESENTA**

**DR. JUAN FRANCISCO GARCÍA GARCÍA**

**TUTOR**

**DRA. ADRIANA CECILIA PUENTE BARRAGÁN.**

**MÉXICO DF 2010**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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. Mauricio Di Silvio López**

Subdirector de Enseñanza e Investigación

**Dr. Enrique Gómez Álvarez**

Profesor Titular del Posgrado en Cardiología para médicos especialistas Cursos de Alta  
Especialidad

**Dra. Adriana Puente Barragán.**

Asesor de Tesis

**Dr. Juan Francisco García García**

Autor de Tesis

## INDICE

<b>Agradecimientos</b>	.....	<b>4</b>
<b>Resumen</b>	.....	<b>5</b>
<b>Abstract</b>	.....	<b>6</b>
<b>Antecedentes</b>	.....	<b>7</b>
<b>Problema</b>	.....	<b>12</b>
<b>Hipótesis</b>	.....	<b>12</b>
<b>Justificación</b>	.....	<b>12</b>
<b>Objetivos</b>	.....	<b>13</b>
<b>Población</b>	.....	<b>13</b>
<b>Criterios de selección</b>	.....	<b>13</b>
<b>Variables</b>	.....	<b>13</b>
<b>Método</b>	.....	<b>14</b>
<b>Resultados</b>	.....	<b>14</b>
<b>Discusión</b>	.....	<b>18</b>
<b>Conclusiones</b>	.....	<b>19</b>
<b>Bibliografía</b>	.....	<b>21</b>

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios quien guía y bendice mi camino día a día, que me fue testigo de cada una de mis derrotas, triunfos y que a pesar de todos mis errores sigue siendo mi compañero en todo momento.

A mis padres de quien gracias a su trabajo y esfuerzo, cuidándome y dando sus consejos supieron formar mi camino y hacerme un proyecto de vida del que son partícipes en todo momento, así como a mis hermanos, cuñados y sobrinos que fueron mi gran motivación.

Agradezco a todos mis amigos que estuvieron durante toda mi formación incluyendo aquellos con los que pasamos momentos difíciles pero que el día de hoy comparten mi alegría como si fuese de ellos, en especial a Verónica del Moral que más que mi amiga es mi aliada de todas las batallas, Carlos Rodas que considero es mi mejor amigo de esta residencia.

Especial agradecimiento al Dr. Enrique Gómez Álvarez quien me otorgo la oportunidad de estar en este gran centro para mi formación que además de ser mi maestro de cardiología me enseñó el humanismo y me hizo sentir como en casa.

A la Dra. Adriana Cecilia Puente Barragán quien confió en mí para hacerme partícipe de esta especialidad y pudiera seguir con este proyecto.

Especial agradecimiento al Dr. José Luis Aceves Chimal, partícipe y guía incondicional de este trabajo, gracias a su gran calidad humana.

Agradezco además a todos mis compañeros de especialidad a los residentes de primer y segundo año en especial a mi amigo Julio Zaballa por su apoyo incondicional.

Es difícil agradecer a todos mis maestros del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre por cada una de sus enseñanzas, tengo la certeza que nunca olvidare cada una de sus enseñanzas, especialmente al Dr. Oscar Sánchez, Dr. Juan Antonio Aguilar, Dra. Lilia Amezcua, Dr. Rogelio Robledo.

## **RESUMEN**

Ha sido ampliamente discutida la variabilidad del evaluador en el diagnóstico de anomalías de perfusión miocárdica en el estudio de medicina nuclear, por lo que es importante la búsqueda de mediciones objetivas no dependientes del evaluador con alta capacidad predictiva de anomalías de alto riesgo en la perfusión del miocardio.

**OBJETIVO:** Determinar la asociación y capacidad predictiva de la reducción de la FEVI en estrés, elevación del volumen Telesistólico y Telediastólico del ventrículo izquierdo con anomalías de alto riesgo en el estudio G-SPECT de perfusión miocárdica y presencia de lesiones coronarias significativas.

**MATERIAL Y MÉTODOS:** Revisamos los estudios G-SPECT de perfusión miocárdica y reportes de angiografía coronaria en los expedientes clínicos de los pacientes que reunieron los criterios de selección. Registramos la siguiente información: Edad, sexo, factores de riesgo cardiovascular, Clase funcional, volumen telesistólico, FEVI en reposo y estrés, reporte de los hallazgos de medicina nuclear y de angiografía coronaria. Utilizamos el programa estadístico SPSS 17.0 para Windows.

**RESULTADOS:** Analizamos 150 pacientes de  $62 \pm 10$  años de edad. El análisis bivariado mostró una asociación significativa de la reducción de la Fracción de Expulsión en estrés ( $8 \pm 1$ ), del incremento del Volumen Telesistólico ( $31 \pm 2$ ) y Telediastólico ( $19 \pm 2$ ) en estrés con la presencia de lesiones coronarias significativas ( $p < 0.001$ ) y con la presencia de anomalías de alto riesgo en el estudio de medicina nuclear ( $p < 0.001$ ). La reducción en la Fracción de Expulsión de  $8 \pm 1\%$ , la elevación del Volumen Telesistólico de  $31 \pm 2$  ml y Telediastólico de  $19 \pm 2$  ml mostraron alta sensibilidad (93-95%) y especificidad moderada (60-73%) para detectar la presencia de lesiones coronarias significativas y anomalías en el estudio SPECT de perfusión miocárdica.

**CONCLUSIONES:** La reducción de la Fracción de Expulsión, incremento del volumen Telesistólico y Telediastólico del ventrículo izquierdo tienen una importante y significativa asociación y alta capacidad predictiva de anomalías en el estudio G-SPECT de perfusión miocárdica y lesiones coronarias significativas.

## **ABSTRACT:**

### **SUMMARY**

Has been widely discussed the variability of the evaluator in the diagnosis of abnormalities of myocardial perfusion in the nuclear medicine study, by what is important the search for objective measures not dependent on the reviewer with high predictive ability of abnormalities of high-risk in the infusion of myocardial infarction.

**OBJECTIVE:** To determine the association and predictive ability of the reduction of the ejection fraction stress, raising the end- systolic and end-diastolic volume in left ventricle abnormalities with high-risk in the study G-SPECT of myocardial perfusion and presence of coronary lesions significant.

**MATERIAL AND METHODS:** We reviewed the studies G-SPECT of myocardial perfusion and reports of coronary angiography in the files clinical symptoms of patients who met the criteria for selection. Registered the following information: age, sex, cardiovascular risk factors, functional Class, end-systolic volume, ejection fraction at rest and stress, reporting the findings of nuclear medicine and coronary angiography. Use the statistical program SPSS 17.0 for Windows.

**RESULTS:** We analyzed 150 patients was  $62 \pm 10$  years of age. The bivariate analysis showed a significant association between the reduction in stress ejection fraction ( $8 \pm 1$ ), the increase in end-systolic volume ( $31 \pm 2$ ) and end-diastolic ( $19 \pm 2$ ) to stress the presence of significant coronary lesions ( $p < 0.001$ ) and the presence of abnormally high risk in the nuclear medicine study ( $p < 0.001$ ). The reduction in ejection fraction  $8 \pm 1\%$ , the elevation of end-systolic volume  $31 \pm 2$  ml and end-diastolic  $19 \pm 2$  ml showed high sensitivity (93-95%) and moderate specificity (60-73%) to detect the presence of significant coronary lesions and abnormalities in myocardial perfusion SPECT study.

**CONCLUSIONS:** The reduction in ejection fraction, increased end-systolic and end-diastolic volume of the left ventricle have a strong and meaningful partnership and high predictive ability of abnormalities in the G-SPECT study of myocardial perfusion and significant coronary lesions.

## **ANTECEDENTES:**

Las enfermedades cardiovasculares son la primera causa de muerte, representando en la actualidad un fuerte problema de salud pública. (1) En países industrializados, se han implementado una serie de estrategias y avances tecnológicos enfocados a la prevención primaria y secundaria de la Cardiopatía Isquémica Crónica. (2)

Los eventos fisiopatológicos sucesivos de la isquemia miocárdica inician con un desequilibrio entre la oferta y la demanda de oxígeno, condicionando hipoxia tisular, lo que lleva a que se ponga en marcha la glucólisis anaeróbica, produciéndose acumulación de ácido láctico y disminución del pH intracelular dando lugar a una acidosis metabólica intracelular y tisular. Esta acidosis intracelular produce una alteración en el transporte de calcio, lo que significa, en principio, una disminución de la relajación ventricular (disfunción diastólica) y posteriormente disminución de la contractilidad ventricular (disfunción sistólica). Estas alteraciones en el metabolismo tisular y de la contractilidad tienen lugar en ausencia de sintomatología. (3) La alteración de la función ventricular produce dilatación y aumento de la presión telediastólica del ventrículo izquierdo, lo que hace que disminuya el flujo sanguíneo al subendocardio. Cuando esto ocurre se producen alteraciones electrocardiográficas y más tarde sobreviene angina. (3)

La Fracción de Expulsión del Ventrículo Izquierdo (FEVI) en la evaluación de la función ventricular es utilizada con mayor frecuencia en la práctica clínica. En años recientes, la Tomografía con Emisión de Positrones (SPECT) sincronizada con electrocardiograma (ECG) ha mostrado su eficacia para evaluar simultáneamente la perfusión miocárdica y la función ventricular, condición que supera significativamente al estudio ecocardiográfico. (4)

El estudio SPECT sincronizado con ECG puede evaluar la función regional del Ventrículo Izquierdo (VI) basándose en el efecto de física de imágenes y de volumen parcial, denominado efecto del coeficiente de recuperación. (5) Cuando los objetos se visualizan se encuentran por debajo de un umbral de espesor, la recuperación de fotones procedentes del objeto se relaciona con la concentración del marcador dentro del objeto, determinando además de su espesor. (5) La concentración de marcador dentro del miocardio es constante durante una adquisición de imágenes de SPECT, y con la recuperación de los fotones (Brillo del objeto). Durante la sincronización con ECG se puede determinar el espesor de la pared, de tal manera, que durante el engrosamiento sistólico la pared del VI se hace más brillante, traduciéndose como más gruesa, aunque la concentración del isótopo por gramo de tejido miocárdico no haya cambiado en realidad. (5)

Las técnicas con radioisótopos utilizadas habitualmente (Tecnecio 99, Talio 201) para evaluar la función ventricular, crean un ciclo cardíaco para el análisis que representa una media de varios cientos de latidos adquiridos a lo largo de 8-15 minutos, utilizando una



técnica conocida como sincronización con el electrocardiograma (EKG). Durante la adquisición de imágenes sincronizadas con el EKG, se monitoriza el EKG del paciente simultáneamente con la imagen, cuando se detecta el pico de la onda R, la puerta se abre y se almacenan varios milisegundos de información visual en un marco. Para una adquisición típica de SPECT sincronizada, cada intervalo RR se divide en 8 intervalos. Por ejemplo si la frecuencia cardiaca del paciente en reposo fuera de 60 latidos/min (1000 milisegundos por latido), una adquisición de ocho intervalos a través del ciclo cardiaco comprende 125 milisegundos por intervalos. Tras registrar los primeros 125milisegundos de imagen en el intervalos 1, la puerta se cierra y después se vuelve a abrir instantáneamente, lo que permite registrar los 125 milisegundos de información en el cuadro 2. Esta secuencia continúa a través de números especificados previamente de cuadros a través de un ciclo cardiaco. Cuando el sistema de registro sincronizado con el EKG detecta la onda R del siguiente latido la secuencia se repite en cada latido que aparece a través de la adquisición de la imagen. Cuando se registran cientos de latidos puede reconstruirse un ciclo cardiaco volviendo a mostrar los cuadros de forma secuencias en un formato de cine o película. Se rechazan ciclos cardiacos con longitudes de ciclo por encima o por debajo de sus límites. Esto se puede evaluar en reposo y posteriormente en esfuerzo. (5).

La Fracción de Expulsión ha sido utilizada para evaluar la función ventricular, estratificando la sobrevida y el riesgo de muerte súbita en pacientes con Enfermedad Coronaria, de tal manera que una FEVI del 45% se relaciona con una mortalidad del 1%, mientras que cuando es menor a 45% se eleva a 9.2%, aun con defectos de perfusión leve a moderados. (4)

Recientemente, la cardiología nuclear ha tomado un protagonismo fundamental dentro de las técnicas para la detección de Enfermedad Coronaria (EC). Desde hace algunos años, la posibilidad de obtener imágenes de perfusión sincronizadas con el electrocardiograma (ECG), o Gated-SPECT, nos permite estudiar en una misma exploración el estado de la perfusión miocárdica y la función ventricular, dos aspectos decisivos en el diagnóstico y el pronóstico de la EC.(6)

La amplia experiencia acumulada sobre los estudios de perfusión miocárdica demuestra que su sensibilidad y especificidad para detectar EC es claramente superior a la de la prueba de esfuerzo convencional. La exactitud diagnóstica es, además, superponible entre el clásico talio-201 y los radiotrazadores más utilizados en la actualidad marcados con 99mTc (MIBI y tetrofosmina). En un meta-análisis de 33 publicaciones en las que se valoraron los resultados del estudio de perfusión miocárdica con esfuerzo físico en 4.480 pacientes, la mayoría con trazadores marcados con 99mTc, la sensibilidad media para detectar EC angiográficamente significativa ( $\geq 50\%$ ) fue del 87% y la especificidad del 73%, mientras que en 17 estudios con sobrecarga farmacológica realizado en 2492 pacientes, fueron del 89 y el 75%, respectivamente (7)

Hay que tener en cuenta que lo esencial del estudio de perfusión miocárdica es que se trata de una valoración de carácter funcional, pues la fijación del radiotrazador al

miocardio depende del flujo sanguíneo regional y de la integridad celular, y ello permite detectar defectos de perfusión provocados por la disminución de aporte sanguíneo a un determinado territorio correspondiente a un vaso estenótico provocada por el esfuerzo o la sobrecarga farmacológica, así como la conservación en determinados casos de la perfusión en áreas de miocardio viable que, aunque correspondan a un vaso que puede estar totalmente ocluido, pueden haber estado recibiendo su perfusión y manteniendo su integridad celular a través de circulación colateral desarrollada en el transcurso del tiempo, lo que constituye parte del fundamento de los estudios de viabilidad. De ahí el carácter funcional y complementario de esta exploración en relación con la información anatómica proporcionada por la coronariografía de contraste o por la angiotomografía computarizada (angio-TC), por lo que deben ser considerados con cautela la sensibilidad y especificidad obtenidos al comparar estas dos técnicas.(7.8)

La detección de alteraciones reversibles en la movilidad parietal presenta un alto valor predictivo positivo para estenosis severas, superiores al 80%; siendo esta valoración de gran utilidad para la evaluación de la coronariopatía multivaso, sin olvidar que toda esta información nos permite identificar a los pacientes con alto riesgo de accidentes cardiacos graves y tiene, por tanto, un gran valor pronóstico, proporcionando datos fundamentales para la toma de decisiones terapéuticas.(6)

El estudio con isótopos radiactivos identifica a aquellos pacientes con miocardio viable que pueden ser beneficiados de un procedimiento de revascularización; con una mejoría posterior clínica, funcional y pronóstica. Así como a los enfermos sin miocardio viable, que no deben someterse al riesgo y costo de una revascularización, que en este caso será ineficaz y no cambiará su pronóstico; y deberá ser seguido con tratamiento médico o sometido a un trasplante, según las circunstancias de cada caso. El Gated-SPECT aporta simultáneamente, datos a cerca de la extensión de la isquemia, que es el mejor predictor del beneficio potencial de revascularizar a un paciente; así como el estado de la función ventricular, que va a condicionar su supervivencia. (6).

Desde los años 80s, se han realizado estudios donde se ha observado una variación de por lo menos 5 puntos porcentuales entre la evaluación de la fracción de expulsión ventricular izquierda dinámica y la evaluada en reposo. (9). La función sistólica del ventrículo izquierdo, expresión del tamaño de la necrosis, y la extensión e intensidad de la isquemia son los factores pronósticos fundamentales en los pacientes con enfermedad coronaria, de tal manera, que la mortalidad se incrementa progresivamente a medida que disminuye la FE. Una baja FE en reposo es el indicador más grave de alto riesgo de muerte, pero aun más si la isquemia miocárdica está presente. Es lógico deducir que el Gated-SPECT, al informar simultáneamente sobre ambos parámetros, incrementa el valor pronóstico, tanto de la prueba de esfuerzo convencional, en los pacientes aparentemente de menor riesgo, como de la coronariografía en los de mayor riesgo con o sin infarto de miocardio previo. (7)

La FE obtenida durante el ejercicio también refleja la gravedad de la enfermedad y ofrece información pronóstica adicional. Cuando la FE aumenta durante el esfuerzo, la

supervivencia a los 3 años es claramente mejor. Su valor absoluto en el ejercicio máximo se correlaciona con la supervivencia en los 5 años siguientes. En cualquier grupo de pacientes, aunque se encuentren poco sintomáticos e incluso con una FE normal en reposo, el pronóstico es peor si la FE es baja en el ejercicio máximo o disminuye durante el esfuerzo. Las variables combinadas son más efectivas en la estratificación de riesgo que las variables aisladas. En la predicción de muerte cardíaca e infarto, la FE y el volumen telesistólico (VTS) obtenidos en el post-esfuerzo aportan información añadida a la gravedad y la extensión del defecto total de perfusión en estrés y a la extensión e intensidad de la isquemia.(4,7)

La dilatación transitoria del VI habitualmente se debe a una disfunción isquémica grave, por estenosis de la descendente anterior proximal o enfermedad multivaso con estenosis críticas > 90%.. Se ha indicado que puede ser una «dilatación aparente» causada por una extensa isquemia subendocárdica transitoria, en ausencia de una verdadera dilatación física del VI. La dilatación transitoria puede observarse cualitativamente o cuando, al valorar el cociente área VI en esfuerzo/reposo, obtenido de modo automático, está aumentado. Un valor > 1.2 indica una estenosis crítica de 2-3 vasos con una sensibilidad del 60% y una especificidad del 95%. La dilatación transitoria se asocia con un incremento de complicaciones, incluso a pesar de que la imagen de perfusión sea normal. Posiblemente, en los pacientes en los que la dilatación transitoria se manifieste con alteraciones transitorias de la motilidad regional secundarias al aturdimiento posterior a la sobrecarga debería plantearse la posibilidad de una coronariografía.(8,9)

La relación entre la dilatación transitoria del VI con anomalías de la motilidad regional y aturdimiento miocárdico Puede encubrir parcialmente la FE de reposo. Por este motivo, es de gran interés conocer la FE dinámica y así poder evidenciar un mayor grado de aturdimiento miocárdico. (8) El descenso evidente de la FE durante el esfuerzo ( $\geq 5\%$ ) se ha relacionado significativamente con una mayor probabilidad de enfermedad multivaso. La frecuencia de complicaciones después de una Gated-SPECT, en un grupo de 3.207 pacientes no revascularizados precozmente, aumentó del 5.1% anual al 7.4% cuando se asociaron alteraciones de la motilidad regional con perfusión anormal, y del 1.6 al 1.8% ( $p < 0,001$ ) cuando se asociaron con una perfusión normal. (8)

Una FE post-esfuerzo anormal ( $< 45\%$ ) o un volumen telesistólico (VTS) alto ( $> 70$  ml) se asocian con una tasa de mortalidad cardíaca anual de 9.2 y el 8.2%, respectivamente, incluso con isquemia leve o moderada en las imágenes de perfusión. Por el contrario, con FE y VTS normales ( $> 45\%$  y  $\leq 70$ ml), las tasas anuales son  $< 1\%$  y  $< 1.2\%$ , respectivamente, incluso coexistiendo con anomalías importantes de perfusión. Los portadores de bloqueo de rama izquierda presentan también un riesgo aumentado de complicaciones, pero con un volumen telediastólico (VTD)  $> 160$  ml, un VTS  $> 100$  ml o una FE  $< 35\%$ .(8,9)

Se cuenta con varias técnicas para definir el deterioro de la función cardíaca por afección de la contractilidad miocárdica secundaria a isquemia. El gasto cardíaco y volumen sistólico pueden disminuir en presencia de disfunción ventricular por isquemia, pero en

ocasiones tales variables están dentro de límites normales. Un índice más sensible es la fracción de expulsión, es decir, el cociente entre el volumen sistólico y el volumen telediastólico (valor normal =  $67 \pm 8\%$ ), que se puede calcular mediante angiografía con medios de contraste radiológicos convencionales o radioisótopos o bien por ecocardiografía, dicho volumen a menudo se reduce en la insuficiencia cardíaca sistólica, incluso cuando el volumen sistólico se encuentra preservado. Como otra posibilidad, el incremento anormal del volumen telediastólico ventricular (valor normal =  $75 \pm 20$  ml/m<sup>2</sup>) o el volumen telesistólico (valor normal =  $25 \pm 7$  ml/m<sup>2</sup>) denota disminución de la función sistólica del ventrículo izquierdo. Una limitación al medir el gasto cardíaco, fracción de expulsión y los volúmenes ventriculares, es que la “carga” ventricular influye de manera importante sobre las variables en cuestión. De este modo, cabe observar disminución de la fracción de expulsión y un menor gasto cardíaco en personas con función ventricular normal, pero disminución de la precarga como se observa en la hipovolemia, o una mayor postcarga, como se advierte en el incremento agudo de la presión arterial. ( 8,9 )

Las técnicas no cruentas y en particular la ecocardiografía y la medicina nuclear con radionúclidos en especial Gated-spect son muy útiles en la valoración clínica de la función del miocardio. Permiten medir los volúmenes telediastólico y telesistólico, la fracción global de expulsión y la velocidad de acortamiento sistólico, y también por ella se puede conocer el llenado ventricular y la contracción y relajación regionales. Las mediciones recién mencionadas son particularmente importantes en la cardiopatía isquémica que por lo regular causa daño regional del miocardio. (3,8)

La relación entre la presión y volumen telesistólico del ventrículo izquierdo constituye un índice muy valioso de la función ventricular, ya que no depende de la precarga ni de la postcarga. Para cualquier nivel de contractilidad miocárdica, el volumen telesistólico del ventrículo izquierdo varía de forma inversamente proporcional a la presión telesistólica; conforme disminuye la contractilidad, aumenta el volumen telesistólico (para cualquier nivel de presión telesistólica).  
( 3,8 )

Las respuestas del ventrículo izquierdo al aumento de la postcarga y de la precarga y al incremento y reducción de la contractilidad se muestran en el plano presión-volumen. ESPVR relación volumen-presión telesistólica (*end-systolic pressure-volume relation*), EES, recta de la relación volumen-presión telesistólica. *Izquierda:* efectos del aumento de la precarga y la postcarga sobre el ciclo presión-volumen. Al no variar la contractilidad, la ESPVR permanece sin cambios. Cuando aumenta la postcarga, disminuye el volumen sistólico; cuando se incrementa la precarga, se eleva el volumen sistólico. *Derecha:* al aumentar la contractilidad miocárdica, la ESPVR normal se desvía hacia la izquierda de la línea normal (volumen telesistólico reducido con cualquier presión telesistólica) y se eleva el volumen sistólico. Cuando la contractilidad miocárdica se reduce, la ESPVR se desplaza a la derecha; el volumen telesistólico aumenta y el sistólico disminuye. ( 8,9 )

**PROBLEMA:**

Cuál es la asociación de la elevación del volumen telesistólico del ventrículo izquierdo con los estratos de isquemia miocárdica mediante el estudio G- SPECT.

Cuál es la utilidad pronostica del volumen telesistólico del ventrículo izquierdo determinado por G-SPECT para detectar la presencia de lesiones coronarias significativas.

**HIPOTESIS:**

La elevación del volumen telesistólico del ventrículo izquierdo determinado por G-SPECT tiene una asociación  $\geq$  del 70% con los estratos de isquemia miocárdica.

La elevación del volumen telesistólico del ventrículo izquierdo determinado por G-SPECT tiene una utilidad pronostica mayor del 80% para predecir lesiones coronarias significativas.

**JUSTIFICACION:**

En diferentes estudios publicados en la literatura médica se ha informado que la diversidad y discrepancia en los resultados diagnósticos de enfermedad isquémica depende importantemente de la variabilidad del operador; de la tecnología utilizada para establecer diagnósticos, y del evaluador de los mismos estudios.

Considerando esto, es necesario buscar estrategias de medición objetiva del diagnóstico y lo conviertan en una medición precisa que pueda ser utilizada indistintamente por cualquier operador o evaluador para establecer el diagnóstico de isquemia miocárdica. En centros hospitalarios de alta especialidad, generalmente se realiza el diagnóstico y estratificación de isquemia miocárdica mediante la evaluación de imágenes cardiacas con radiotrazadores nucleares, que es altamente dependiente de la experiencia y capacidad técnica y académica del cardiólogo nuclear.

La elevación del volumen del ventrículo izquierdo obedece a disfunción contráctil del miocardio isquémico y su determinación en el estudio G-SPECT representa una medición objetiva no dependiente del operador ni del evaluador. No hemos encontrado en la literatura médica información sobre la relación de esta medición con el grado de isquemia miocárdica, por lo que en este estudio, buscamos determinar la asociación de la elevación del VTSVI con los estratos de isquemia miocárdica y establecer el valor pronostico de este parámetro para la presencia de lesiones coronarias significativas.

Con la información obtenida en este estudio, esperamos basado en evidencias solidas, coadyuvar a un diagnóstico más preciso y toma de decisiones de los pacientes atendidos en el servicio de Cardiología del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre

**OBJETIVO:**

Determinar la asociación y capacidad predictiva de la reducción de la FEVI , elevación del volumen Telesistólico y Telediastólico del ventrículo izquierdo post estrés con anomalías de alto riesgo en el estudio G-SPECT de perfusión miocárdica y presencia de lesiones coronarias significativas.

**POBLACION:**

Pacientes con diagnóstico de cardiopatía isquémica sometidos a estudio G-SPECT de perfusión miocárdica y angiografía coronaria en los servicios de Medicina Nuclear y Hemodinámica del CMN 20 de Noviembre.

**CRITERIOS DE SELECCIÓN:*****Criterios de Inclusión:***

Pacientes adultos de cualquier sexo con estudio G-SPECT de perfusión miocárdica y cateterismo coronario.

***Criterios de exclusión:***

Pacientes con enfermedad valvular cardiaca  
Pacientes con miocardiopatía dilatada avanzada  
Pacientes con Co-morbilidades graves

***Criterios de eliminación:***

Pacientes con información incompleta en el expediente clínico.

**VARIABLES:****Criterios de severidad en la gammagrafía de perfusión miocárdica**

- Defecto extenso de perfusión que afecte más de una región Coronaria o a un amplio territorio correspondiente a la arteria Descendente anterior
  - Defecto muy importante de perfusión con una intensidad de la captación similar a la del fondo
  - Captación pulmonar anómala en el caso del talio-201
- Dilatación isquémica del ventrículo izquierdo

## **MATERIAL Y METODOS:**

Realizamos un estudio Transversal, retrolectivo y revisamos los estudios G-SPECT de perfusión miocárdica y reportes de angiografía coronaria en los expedientes clínicos de los pacientes que reunieron los criterios de selección. Registramos la siguiente información: Edad, sexo, factores de riesgo cardiovascular, Clase funcional, volumen telesistólico, FEVI en reposo y estrés, reporte de los hallazgos de medicina nuclear y de angiografía coronaria.

## **ANALISIS ESTADISTICO**

Utilizamos el programa estadístico SPSS 17.0 para Windows. Para el análisis descriptivo utilizamos porcentajes, medias y desviación estándar. La asociación fue determinada con correlación de Spearman. El impacto pronóstico fue determinado con curvas ROC. Consideramos significancia estadística con  $p < 0.05$ .

## **RESULTADOS**

Analizamos 150 pacientes de  $62 \pm 10$  años de edad. La mayor parte de los pacientes fueron del sexo femenino (97%). Todos presentaron algún factor de riesgo para enfermedad cardiovascular, predominando la Hipertensión Arterial Sistémica y estudio de medicina nuclear de alto riesgo caracterizado por isquemia moderada-severa. *Tabla 1 y gráfica 1* La cantidad de vasos afectados y coronarias con lesiones angiográficas significativas (>50%) mostraron una distribución equilibrada. *Tabla 2*

El análisis bivariado mostró una asociación significativa de la reducción de la Fracción de Expulsión en estrés ( $8 \pm 1$ ), del incremento del Volumen Telesistólico ( $31 \pm 2$ ) y Telediastólico ( $19 \pm 2$ ) en estrés con la presencia de lesiones coronarias significativas ( $p < 0.001$ ) y con la presencia de anormalidades de alto riesgo en el estudio de medicina nuclear ( $p < 0.001$ ). *Tabla 3y 4* La edad, sexo y factores de riesgo para enfermedad cardiovascular no mostraron una asociación significativa. *Tabla 5*

La reducción en la Fracción de Expulsión de  $8 \pm 1\%$ , la elevación del Volumen Telesistólico de  $31 \pm 2$  ml y Telediastólico de  $19 \pm 2$  ml mostraron alta sensibilidad (93-95%) y especificidad moderada (60-73%) para detectar la presencia de lesiones coronarias significativas y anormalidades en el estudio de Medicina Nuclear. *Tabla 6*

Tabla 1 Distribución de pacientes por sexo, factores de riesgo cardiovascular y hallazgos en estudio G-SPECT de perfusión miocárdica.

	%	N
<b>SEXO</b>		
Masculino	35	53
Femenino	65	97
<b>Diabetes Mellitus</b>	35	52
<b>Hipertensión Arterial Sistémica</b>	73	110
<b>Dislipidemia</b>	47	70
<b>Tabaquismo</b>	21	32
<b>Medicina Nuclear</b>		
Riesgo bajo	50	75
Riesgo moderado	20	13
Riesgo Alto	55	37
<b>Grado de Isquemia</b>		
Leve	50	76
Moderada	29	43
Severa	21	31

Gráfica 1 Representación gráfica de la distribución proporcional de sexo, factores de riesgo cardiovascular y anomalías del estudio G-SPECT de perfusión miocárdica.

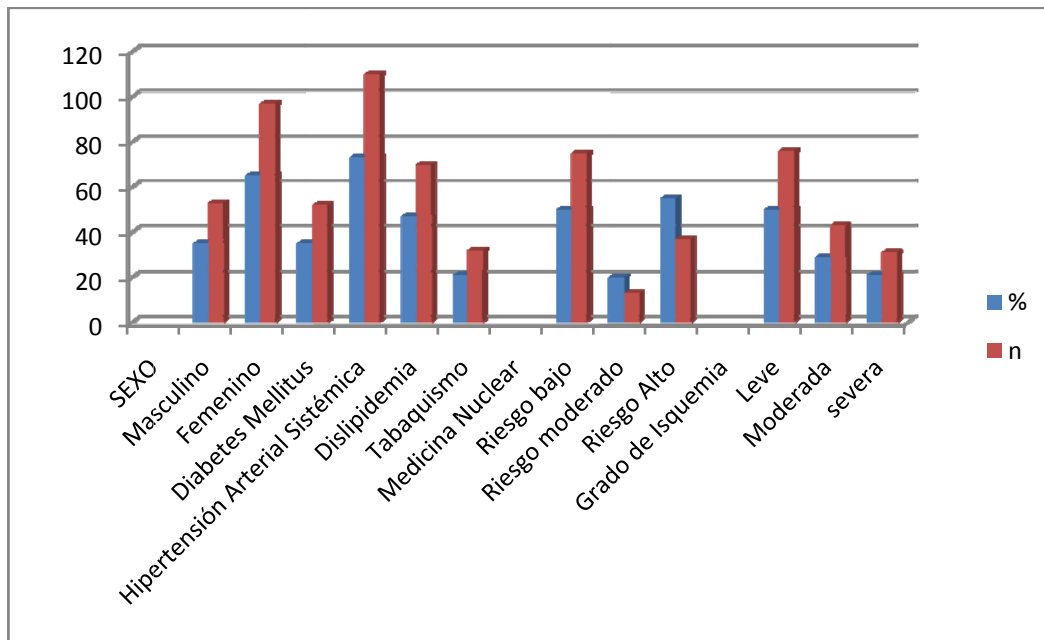




Tabla 2 Distribución del número de vasos afectados y coronarias con lesión angiográfica significativa (>50%).

Número de coronarias afectadas	%	N
1	37	55
2	20	30
3	43	65
Descendente Anterior	36	54
Circunfleja	27	41
Coronaria Derecha	37	55

Tabla 2 Representación gráfica de la distribución del número de vasos afectados y coronarias con lesión angiográfica significativa (>50%).

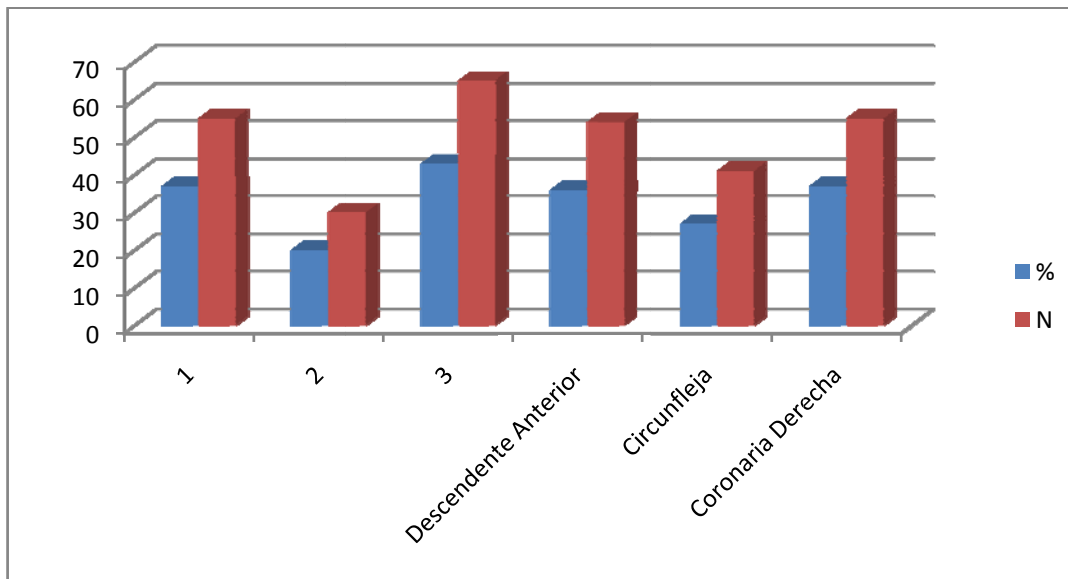


Tabla 3 Asociación de la función ventricular y volumétricos post estrés con la presencia de lesiones coronarias significativas.

	Asociación	P
<b>Fracción de Expulsión</b>	0.41	0.001
Descendente Anterior	0.39	0.001
Circunfleja	0.29	0.001
Coronaria Derecha	0.36	0.001
<b>Volumen Telesistólico</b>	0.51	0.001
Descendente Anterior	0.45	0.001
Circunfleja	0.33	0.001
Coronaria Derecha	0.40	0.001
<b>Volumen Telediastólico</b>	0.44	0.001
Descendente Anterior	0.39	0.001
Circunfleja	0.32	0.001
Coronaria Derecha	0.31	0.001

Tabla 4 Asociación de la función ventricular y volumétricos post estrés con los hallazgos de alto riesgo en el estudio de Medicina Nuclear.

	Asociación	P
<b>Fracción de Expulsión</b>		
Medicina Nuclear de alto riesgo	0.60	0.001
Isquemia moderada-severa	0.49	0.001
<b>Volumen Telesistólico</b>		
Medicina Nuclear alto riesgo	0.78	0.001
Isquemia moderada-severa	0.56	0.001
<b>Volumen Telediastólico</b>		
Medicina Nuclear alto riesgo	0.48	0.001
Isquemia moderada-severa	0.41	0.001

r = Correlación de Spearman

Tabla 5 Asociación de la edad, sexo y factores de riesgo para enfermedad cardiovascular con la presencia de lesiones coronarias y anormalidades de alto riesgo en el estudio de medicina nuclear.

	Asociación	P
EDAD	0.05	0.47
SEXO	0.07	0.34
Diabetes Mellitus	0.04	0.57
Hipertensión Arterial Sistémica	0.08	0.64
Dislipidemia	0.03	0.68
Tabaquismo	0.08	0.28

Tabla 6 Cambios en la Fracción de Expulsión, Volumen Telesistólico y Telediastólico del ventrículo izquierdo antes y después de la fase de estrés del estudio de Medicina Nuclear.

	Reposo	Estrés	Diferencia	MN Alto Riesgo		Isquemia Mod-Sev	
				S	E	S	E
Fracción de Expulsión %	54±16	47±15	8±1	95	60	94	80
Volumen Telesistólico MI	63±4	94±6	31±2	95	77	70	94
Volumen Telediastólico ml	125±62	141±72	19±2	93	82	95	82

MN= Medicina Nuclear; Mod-Sev = Moderada a Severa; S = Sensibilidad; E = Especificidad.

## DISCUSION:

El estudio de perfusión del miocardio representa en la actualidad la mejor herramienta diagnóstica para establecer el riesgo de eventos cardiacos adversos graves. La evolución y mejoramiento de dispositivos y fármacos utilizados en el estudio del riego sanguíneo en el tejido cardiaco permite determinar con precisión fina los factores causales de las alteraciones en la perfusión del miocardio, de tal manera que se puede establecer con gran eficacia el pronóstico del deterioro en la función ventricular y sobrevida de los pacientes.

En años recientes se ha informado la asociación de la caída de la Fracción de Expulsión (>5%) con la presencia de isquemia del miocardio, pero poco se ha explorado la utilidad de los parámetros que también se pueden determinar con el estudio SPECT en su modalidad de gatillado. En este estudio, encontramos una alta sensibilidad de la FE gatillada, elevación del volumen sistólico y diastólico para detectar anomalías de alto riesgo en la perfusión del miocardio relacionadas significativamente con la presencia de lesiones coronarias significativas. *Tabla 4 y 6*

La fracción de expulsión ha sido utilizada como una determinante de la función cardíaca, por lo que su evaluación rápida y precisa es de gran relevancia dentro de la práctica clínica. Nosotros encontramos que el uso del volumen de fin de sístole y diástole como marcadores pronósticos también tienen elevada sensibilidad incluso sobre la FE post estrés. *Tabla 6*

El SPECT sincronizado es una técnica novedosa para determinar en forma automática la perfusión y función miocárdica. Nuestro estudio mostró una asociación significativa entre la reducción de fracción de expulsión de  $8\pm 1\%$ , incremento del volumen telesistólico de  $31\pm 2$  ml y volumen Telediastólico de  $19\pm 2$  ml durante el estrés con las anomalías de alto riesgo en el estudio de medicina nuclear. El conocimiento de estos puntos de corte para cada parámetro podrían ser utilizados como marcadores pronósticos de lesiones coronarias significativas en pacientes con patología cardíaca de origen no isquémico, pues nuestros hallazgos mostraron una asociación significativa con la presencia de lesiones coronarias. *Tabla 3*

La hipoxia tisular del miocardio producida por una reducción en la oferta de oxígeno en forma crónica condiciona acidosis celular, la cual propicia inicialmente disfunción diastólica y posteriormente sistólica incluso antes de que sean evidentes cambios electrocardiográficos. De esta manera la determinación de anomalías del volumen Telesistólico y Telediastólico del ventrículo izquierdo representan una herramienta muy importante en el diagnóstico oportuno de anomalías en la perfusión miocárdica. En este sentido, nuestros hallazgos respaldan significativamente esta posibilidad con alta sensibilidad e importante especificidad.

Es conocido que diversas patologías cardíacas de origen no isquémico, también pueden coexistir y condicionar anomalías en la perfusión sanguínea del tejido miocárdico, por lo que es importante contar con herramientas que discriminen la presencia de anomalías en la perfusión del miocardio en estos pacientes. En este sentido, encontramos una especificidad importante de los parámetros estudiados (FE, VTS y VTD), por lo que consideramos que pueden ser utilizados en la discriminación de enfermedad isquémica en pacientes con patología cardíaca de origen no isquémico o con duda diagnóstica.

Diversos estudios epidemiológicos han informado que existe asociación significativa de los factores de riesgo para enfermedad coronaria con la enfermedad coronaria, sin embargo, nosotros no encontramos una asociación significativa posiblemente porque los

pacientes incluidos en este estudio fueron atendidos por un cuadro clínico compatible con cardiopatía isquémica, condición que impidió determinar con precisión la asociación.

En suma, Los hallazgos de este estudio muestran que la determinación sincronizada de la Fracción de Expulsión, del Volumen Telesistólico y Telediastólico tienen alto valor pronóstico para diagnosticar anomalías de alto riesgo en el estudio de medicina nuclear asociado a la presencia de lesiones coronarias significativas, por lo que consideramos que esta modalidad de gatillado del estudio de perfusión del miocardio debería ser realizada en forma permanente en los pacientes sometidos a estudio de medicina nuclear.

### **Limitaciones del estudio**

Es necesario tener en cuenta que existen factores que disminuyen la precisión del estudio SPECT sincronizado. La actividad extra cardíaca elevada, densidad de cuentas baja, un ventrículo izquierdo pequeño, atenuación mamaria y captación de órganos abdominales disminuyen en mayor o menor proporción la relación que entre el SPECT sincronizado y la presencia de isquemia. Este estudio no fue diseñado para evaluar el papel de dichos factores, por lo cual no podemos descartar su influencia y deberán realizarse estudios subsecuentes para elucidar esta situación. Considerando que se trata de un estudio retrospectivo, es posible que parte de la información registrada en el expediente clínico se encuentre afectada por el sesgo de evaluación y clasificación de cada variable por diferentes evaluadores, sin embargo, no pierden validez pues en diferentes estudios de variabilidad inter e intra evaluadores en los médicos especialistas de los servicios de Hemodinamia y Medicina nuclear han mostrado consistencia mayor del 90%.

### **Conclusiones:**

Las anomalías de alto riesgo en el estudio G-SPECT de perfusión miocárdica tienen una asociación importante y significativa con la reducción de la Fracción de Expulsión, incremento del volumen Telesistólico y Telediastólico del ventrículo izquierdo.

La Fracción de Expulsión, Volumen Telesistólico y Telediastólico tienen Sensibilidad > 90% y Especificidad > 80% para predecir anomalías de alto riesgo en la perfusión del miocardio y presencia de lesiones coronarias significativas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

1. American Heart Association: Heart Disease and Stroke Statistics- 2009 Update. At a Glance. American Heart Association, 2009.
2. E. Alegría, A. Velasco, P. Azcárate Avances en la cardiopatía isquémica aguda y crónica. Rev Med Univ navarra/vol 49, nº 3, 2005, 16-30.
3. Castellano C., Pérez de Juan M.A., Attie F. Electrocardiografía Clínica, 2da edición. Cap. 10 Pág. 159-196. .
4. RJ Gibbons, KL Lee, FR Cobb, RE Coleman, RH Jones Ejection fraction response to exercise in patients with chest pain, coronary artery disease and normal resting ventricular function *Circulation* 1982;66:643-648.
5. Ronaldo S.L. Lima, Andrea De Lorenzo, Adriana J. Soares. Relation Between Postexercise Abnormal Heart Rate Recovery and Myocardial Damage Evidenced by Gated Single-Photon Emission Computed Tomography *Int J Cardiol* vol. 110, 393 - 400, 2006.
6. Zipes Douglas P., Libby Peter, Bonow Robert O., Braunwald Eugene. Tratado en Cardiología. 7ma edición. Cap. 7- 13. Págs. 63-353
7. Erick Alexánderson, Adriana Puente, Ana Lorenzo, Diana Victoria. Análisis simultáneo de la perfusión miocárdica y la función ventricular. valores de normalidad en la población mexicana. Arch Inst Cardiol Méx vol. 70: 30-37, 2000.
8. Adriana Puente Barragán. Liliana Mendoza Barragán. Lizbeth Jiménez Mejía. José Luis Aceves Chimal. Función Ventricular Izquierda en pacientes con Cardiopatía Isquémica: Fracción de expulsión de ventrículo izquierdo determinada por Gated – Spect. Tania Hernández Trejo. Revista de Especialidades Medico Quirúrgicas. Vol 13 Abril – junio 2008.
9. Irene Casáns-Tormoa, José Alfonso Jurado-López. Diagnóstico de la enfermedad coronaria mediante Gated-SPECT de perfusión miocárdica Rev. Esp Cardiol Supl. 2008;8:15B-24B.
10. Tali Sharir, Guido Germano, Paul B. Kavanagh, Shenhan Lai, Ishac Cohen, Howard C. Lewin John D. Friedman, Michael J. Zellweger, Daniel S. Berman. Incremental Prognostic Value of Post-Stress Left Ventricular Ejection Fraction and Volume by Gated Myocardial Perfusion Single Photon Emission Computed Tomography *Circulation*. 1999;100:1035-1042

11. Carlos Parés útil la determinación de daño miocárdico en la ecocardiografía de estrés con dobutamina para el diagnóstico y pronóstico de la cardiopatía isquémica. Instituto de Enfermedades Cardiovasculares. Hospital Clínic. Universidad de Barcelona. *Rev Esp Cardiol* 2002;55(5):463-5.
12. Axel Bauer, MD,\* Julinda Mehilli, MD,\* Petra Barthel, MD, Alexander Müller, DIPL ING (FH), Adnan Kastrati, MD, Kurt Ulm, PHD,† Albert Schömig, MD, Marek Malik, MD, PHD,‡ Georg Schmidt, MD *München, Germany; and London, England. J. Am. Coll. Cardiol. Img.* 2009;2;449-457.
13. Daniel S. Berman, Xingping Kang, Balaji Tamarappoo, Arik Wolak, Sean W. Hayes, Ryo Nakazato, Louise E.J. Thomson, Faith Kite, Ishac Cohen, Piotr J. Slomka, Andrew J. Einstein, and John D. Friedman. Stress Thallium-201/Rest Technetium-99m Sequential Dual Isotope High-Speed Myocardial Perfusion Imaging. *J. Am. Coll. Cardiol. Img.*, March 2009; 2: 273 - 282.
14. Mazzanti M, Germano G, Kiat H, et al: Identification of severe and extensive coronary artery disease by automatic measurement of transient ischemic dilation of the left ventricle in dual isotope myocardial perfusion SPECT. *J Am Col Cardiol* 27:1612, 1996.
15. Mc Laughlin MG, Danias: Transient ischemic dilation: A powerful diagnostic and prognostic finding of stress myocardial perfusion imaging. *J Nucl Cardiol* 9:663, 2002.
16. ACC/AHA/ASNC Guidelines for the Clinical Use of Cardiac Radionuclide Imaging. A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASNC Committee to Revise the 1995 Guidelines for the Clinical Use of Cardiac Radionuclide Imaging) , Committee Members Francis J. Klocke, MD, MACC, FAHA, Chair; Michael G. Baird, MD, FACC, FAHA; Beverly H. Lorell, MD, FACC, FAHA; Timothy M. Bateman, MD, FACC, FAHA; Joseph V. Messer, MD, MACC, FAHA; Daniel S. Berman, MD, FACC, FAHA; Patrick T. O’Gara, MD, FACC; Blase A. Carabello, MD, FACC, FAHA; Richard O. Russell, Jr, MD, FACC; Manuel D. Cerqueira, MD, FACC, FAHA; Martin G. St. John Sutton, MBBS, FACC; Anthony N. DeMaria, MD, MACC, FAHA; James E. Udelson, MD, FACC; J. Ward Kennedy, MD, MACC, FAHA; Mario S. Verani, MD, FACC; Kim Allan Williams, MD, FACC, FAHA, Task Force Members; Elliott M. Antman, MD, FACC, FAHA, Chair; Sidney C. Smith, Jr, MD, FACC, FAHA, Vice-Chair; Joseph S. Alpert, MD, FACC; Gabriel Gregoratos, MD, FACC, FAHA; Jeffrey L. Anderson, MD, FACC; Loren F. Hiratzka, MD, FACC, FAHA; David P. Faxon, MD, FACC, FAHA; Sharon Ann Hunt, MD, FACC, FAHA; Valentin Fuster, MD, PhD, FACC, FAHA; Alice K. Jacobs, MD, FACC,

FAHA; Raymond J. Gibbons, MD, FACC, FAHA†‡; Richard O. Russell, MD, FACC  
† Disponible [www.acc.org/clinical/guidelines](http://www.acc.org/clinical/guidelines).

17. Gated SPECT assessment of left ventricular function is sensitive to small patient motions and to low rates of triggering errors: A comparison with equilibrium radionuclide angiography Wassila Djaballah MD, Marc A. Muller MD, Anne C. Bertrand MD, Pierre Y. Marie MD, Bernard Chalon MSc, Karim Djaballah MD, Pierre Olivier MD, Andrei Codreanu MD, Gilles Karcher MD and Alain Bertrand MD  
J Nucl Cardiol 12: 78-85
  
18. Clark A. N., Beller G. A. The present role of nuclear cardiology in clinical practice Q  
J Nucl Med Mol Imaging 2005; 49:43-58.
  
19. Eser KAYA, Emre ENTOK, Yüksel ÇAVUSOGLU, Erkan VARDAREL Tc-99m MIBI Gated Spect in Assessment of Left Ventricular Function by Cavity Dilatation Index in Coronary Artery Disease Turk J Nucl Med 2007, 16:57-63.
  
20. Salvador Borges-Neto, MD Aamir Javaid, MD Linda K. Shaw, BS David F. Kong, MD Michael W. Hanson, MD Robert A. Pagnanelli, CNMT Gregory Ravizzini, MD R. E. Coleman, MD Poststress Measurements of Left Ventricular Function with Gated Perfusion SPECT: Comparison with testing Measurements by Using a Same-Day Perfusion-Function Protocol. Radiology 2000.