

## Archivos del Instituto de Cardiología de México

Volumen **70**  
Volume

Número **1**  
Number

Enero-Febrero **2000**  
January-February




*Artículo:*

**Análisis simultáneo de la perfusión miocárdica  
y función ventricular.**




**Valores de normalidad en la población  
mexicana**

Derechos reservados, Copyright © 2000:  
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez

**Otras secciones de  
este sitio:**

-  **Índice de este número**
-  **Más revistas**
-  **Búsqueda**

***Others sections in  
this web site:***

-  ***Contents of this number***
-  ***More journals***
-  ***Search***

## ANÁLISIS SIMULTÁNEO DE LA PERFUSIÓN MIOCÁRDICA Y LA FUNCIÓN VENTRICULAR. VALORES DE NORMALIDAD EN LA POBLACIÓN MEXICANA

Erick Alexánderson, \* Adriana Puente, \*\* Ana Lorenzo, \* Diana Victoria. \*

### RESUMEN

*El estudio de perfusión miocárdica es útil en la valoración de pacientes con enfermedad arterial coronaria. La técnica de SPECT sincronizado (Gated SPECT) permite valorar simultáneamente la perfusión y la función ventricular, la movilidad parietal y el engrosamiento sistólico, obtener en forma automática la FEVI, volúmenes ventriculares y la evaluación de la dilatación isquémica transitoria post-esfuerzo del ventrículo izquierdo. **Objetivo:** Determinar los valores de normalidad en la población mexicana de los volúmenes ventriculares y la FE del VI obtenidos en forma automática con el Gated SPECT. **Material y métodos:** Se estudiaron 100 pacientes con baja probabilidad para EAC. Se les realizó estudio de perfusión miocárdica con Gated SPECT, utilizando Tc99m sestamibi. Se determinó en forma automática la FEVI, el volumen diastólico y sistólico final del ventrículo izquierdo. **Resultados:** La perfusión miocárdica fue normal en toda la población, al igual que la movilidad regional y el engrosamiento sistólico. Se obtuvieron los valores promedio de fracción de expulsión y volúmenes ventriculares diastólico y sistólico final en la población estudiada. Estos valores fueron menores en el sexo femenino. **Conclusiones:** El estudio de perfusión miocárdica con técnica de Gated SPECT, constituye un método útil, eficaz y altamente reproducible para la valoración simultánea de la perfusión miocárdica y la función ventricular.*

### SUMMARY

SIMULTANEOUS EVALUATION OF MYOCARDIAL PERFUSION AND VENTRICULAR FUNCTION. NORMAL VALUES IN MEXICAN POPULATION

*Myocardial perfusion imaging is an useful procedure in the evaluation of patients with coronary artery disease. Gated SPECT technique evaluates simultaneously perfusion and ventricular function, left ventricular ejection fraction (LVEF), ventricular volumes and the transient ischemic dilatation of the left ventricle. **Objective:** To evaluate the normal ventricle volumes and the ejection fraction of the LV obtained automatically with the Gated SPECT in Mexican population. **Methods:** 100 patients were studied with low likelihood for CAD. All of them were studied with Tc-99m Sestamibi Gated SPECT. We obtained automatically the LVEF, and the end diastolic and systolic left ventricular volumes. **Results:** Myocardial perfusion, regional motion and systolic thickening were normal in all patients. We obtained the mean values of EF and end diastolic and systolic volumes. These values were lower in female. **Conclusion:** Tc-99m Sestamibi myocardial perfusion SPECT is an useful procedure, with high accuracy for the simultaneous evaluation of myocardial perfusion and ventricular function.*

### RESUME

ANALYSE SIMULTANÉE DE LA PERFUSION MYOCARDIQUE ET DE LA FONCTION VENTRICULAIRE. VALEURS NORMALES DE LA POPULATION MEXICAINE

*L'étude de la perfusion myocardique est utile pour l'évaluation des malades coronariens. La technique du SPECT synchronisé (GATED SPECT) permet d'évaluer en même temps la perfusion et la fonction ventriculaires, la mobilité pariétale et le grossissement systolique, aussi bien que d'obtenir de façon*

\* Departamento de Cardiología Nuclear. Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez". (INCICH. Juan Badiano No.1. 14080. México, D.F.).

\*\* Departamento de Cardiología Nuclear. Centro Médico 20 de Noviembre, ISSSTE. México, D.F.

Aceptado: 12 de diciembre de 1999.

*automatique la FEVG, les volumes ventriculaires et l'évaluation de la dilatation ischémique transitoire du ventricule gauche après l'effort. **Objet:** Déterminer, chez la population mexicaine, les valeurs normales des volumes ventriculaires et de la FE du ventricule gauche, obtenues de façon automatique par le Gated SPECT. **Matériel et méthodes:** On étudia 100 sujets montrant une faible probabilité d'EAC. Chez eux, on réalisa l'étude de perfusion myocardique par Gated SPECT en utilisant Tc-99m sestamibi. On détermina ainsi, de façon automatique, la FEVG, le volume diastolique et celui systolique final du ventricule gauche. **Résultats:** La perfusion myocardique fut normale dans tous les cas de même que la mobilité régionale et le grossissement systolique. On obtint les valeurs moyennes de la fraction d'éjection et des volumes ventriculaires diastolique et systolique final. Ces valeurs furent plus basses chez les femmes. **Conclusions:** L'étude de la perfusion myocardique, par la technique Gated SPECT, constitue une méthode utile, efficace et bien reproductible pour l'évaluation simultanée de la perfusion myocardique et de la fonction ventriculaire.*

**Palabras clave:** SPECT sincronizado. Parámetros normales. Población mexicana.

**Key words:** Gated SPECT. Normal values. Mexican people.

## INTRODUCCIÓN

La utilización del estudio de perfusión miocárdica con técnica tomográfica (SPECT) en la valoración de los pacientes con Enfermedad Arterial Coronaria (EAC), ha ido en aumento durante los últimos años. Su eficacia ha demostrado ser no sólo diagnóstica, sino también pronóstica. La introducción de nuevas técnicas que permiten la valoración simultánea de la perfusión y la función ventricular (SPECT Sincronizado con el electrocardiograma), agrega información muy útil que permite valorar en forma tridimensional la movilidad parietal y el engrosamiento sistólico; obtener el cálculo automático de la Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo (FEVI) y volúmenes ventriculares, así como la evaluación de la dilatación isquémica transitoria del ventrículo izquierdo.<sup>1,2,3,4</sup>

Esta nueva técnica incrementa la sensibilidad diagnóstica de la prueba y estratifica mejor al paciente. Además, el método ayuda a diferenciar un defecto de perfusión real de una atenuación por tejidos blandos, estos últimos tienen movilidad y engrosamiento sistólico conservados a diferencia de las zonas de necrosis. Así mismo, la movilidad y el engrosamiento sistólico conservados del VI, constituyen un indicador de viabilidad miocárdica.<sup>5,6,7</sup> La determinación de los volúmenes ventriculares, FEVI post-esfuerzo y la dilatación post-isquémica transitoria del VI, ha sido descrita previamente por Mazzanti et al.,<sup>8,9</sup> quienes refieren una alta sensibilidad y especificidad del método para la identificación de pacientes trivasculares con deterioro de la función ventricular en presencia de EAC severa y extensa. El cálculo rutinario de la FEVI post-esfuerzo en pacientes con EAC es de gran importancia, pues cons-

tituye actualmente un dato de alto valor pronóstico que permite predecir el riesgo existente en cada individuo para el desarrollo de eventos cardiacos y la identificación de pacientes que pueden ser beneficiados por algún procedimiento de revascularización miocárdica.

La información obtenida a partir de la perfusión miocárdica puede ser entonces potencializada con el uso de la técnica de SPECT sincronizado con lo que se evalúa la perfusión en reposo y esfuerzo y la función ventricular de reposo.

En nuestro laboratorio se ha implementado esta técnica en todos los casos desde hace aproximadamente 2 años.

## OBJETIVOS

1. Evaluar la utilidad de la técnica del SPECT sincronizado (Gated SPECT) en la valoración simultánea de la perfusión miocárdica y la función ventricular izquierda en una población mexicana, de sujetos sanos, sin antecedente de EAC.
2. Determinar los valores de normalidad de volúmenes ventriculares (volumen diastólico y sistólico final del VI) y la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo obtenidos con este método.
3. Evaluar el impacto en la utilización de esta técnica en la valoración funcional del VI.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se incluyeron 100 sujetos mexicanos de una población de baja probabilidad para EAC. A todos los pacientes se les realizó un estudio de perfusión miocárdica utilizando Tc-99m Sestamibi, con sincronización de las imágenes de esfuerzo (Gated SPECT). Se em-

pleó una gammacámara Orbiter 2000 Siemens, adquiriéndose imágenes tomográficas en 180 grados, iniciando en posición oblicua anterior derecha (-45 grados) a oblicua anterior izquierda (+ 45 grados) con toma de 32 imágenes tomográficas de 25 segundos de duración en reposo y esfuerzo. Sólo se sincronizaron con el ECG las imágenes de esfuerzo.

#### *Protocolo con Tc-99m Sestamibi:*

Se administró de manera inicial en reposo una dosis intravenosa de Tc-99m Sestamibi (10mCi), realizándose la toma de imágenes una hora después de su administración. La fase de esfuerzo se inició inmediatamente después de completar la toma de imágenes, con la realización de esfuerzo físico en banda sin fin, o estimulación farmacológica, de acuerdo a las características clínicas de cada paciente. Ésta se concluyó al alcanzar la frecuencia cardíaca máxima o bien por la aparición de síntomas clínicos o electrocardiográficos sugestivos de isquemia miocárdica. La estimulación farmacológica se realizó con administración intravenosa de Dipiridamol a razón de 0.54 mg/kg. Después del esfuerzo máximo, se administró la segunda dosis de Tc-99m Sestamibi (20 mCi) con toma de imágenes una hora después de administrar el radiofármaco. Para la toma de SPECT sincronizado con el ECG, se sincronizó la adquisición de las imágenes de perfusión miocárdica pertenecientes al esfuerzo con los latidos cardíacos del paciente mediante el electrocardiograma; finalmente se promediaron un total de 8 ciclos cardíacos pertenecientes a cada uno de los 32 cortes tomográficos obtenidos a partir de la toma de imágenes tomográficas en un arco de 180 grados. Se le permitió a todos los pacientes la ingesta de alimentos con alto contenido de grasa tras cada administración del radiofármaco, para facilitar la depuración del mismo a partir de vías biliares, evitando así su captación por tejidos extracardiacos.

El análisis e interpretación de las imágenes de perfusión miocárdica se realizó en tres proyecciones principales: eje corto, eje largo horizontal y eje largo vertical. Se analizaron 18 segmentos en el eje corto, en sus porciones apicales, medias y basales respectivamente; localizándose los defectos de perfusión sobre las paredes anterior, anteroseptal, inferoseptal, inferior, inferolateral y anterolateral. El ápex se analizó en el eje largo vertical y horizontal. Se consideró como positivo aquel estudio de perfusión miocárdica en el que se demostró existencia de uno o varios defectos de perfusión. La perfusión miocárdica en los diferentes segmentos fue calificada con una escala de 5 puntos: 0 = perfusión normal, 1 =

hipoperfusión ligera, 2 = hipoperfusión moderada, 3 = hipoperfusión severa y 4 = ausencia de perfusión. Así mismo se realizó valoración de la función ventricular a partir de la adquisición de imágenes de esfuerzo sincronizadas con el electrocardiograma, valorándose la movilidad parietal y engrosamiento sistólico, para lo cual se dividió al miocardio ventricular en 29 segmentos que fueron evaluados con una escala de 4 puntos: 3 = movilidad normal, 2 = hipocinesia ligera, 1 = hipocinesia importante y 0 = acinesia. Se determinó el cálculo automático de la FEVI, volumen diastólico y volumen sistólico final del ventrículo izquierdo. Basados en el programa QGS SPECT, se calculó automáticamente la fracción de expulsión del VI, el volumen diastólico y el volumen sistólico final del ventrículo izquierdo.

## RESULTADOS

Se estudiaron 100 sujetos sanos o con muy baja probabilidad de cardiopatía isquémica, 50 del sexo femenino y 50 del sexo masculino, con rango de edad entre 45 y 63 años (promedio = 54 años), la talla y peso promedio fueron de  $1.55 \pm 6$  cm y  $60 \pm 4$  kg en las mujeres y de  $1.65 \pm 5$  cm y  $72 \pm 5$  kg en los hombres, respectivamente.

La perfusión miocárdica resultó normal en toda la población estudiada, sin observarse defectos de perfusión en los diferentes segmentos del corazón, tanto en las imágenes de reposo como en las de esfuerzo. Tampoco existieron alteraciones de la movilidad parietal ni del engrosamiento sistólico del ventrículo izquierdo.

Los promedios de la medición automática de los volúmenes ventriculares tanto diastólico y sistólico final del VI, así como la FE del VI se muestran en la *Tabla 1*. Existió diferencia significativa de los valores de los volúmenes ventriculares obtenidos en los sujetos del sexo masculino y femenino; siendo las mujeres quienes mostraron volúmenes ventriculares menores, no así en los valores de FE donde los valores fueron similares.

## DISCUSIÓN

El estado funcional del VI en la actualidad puede ser estudiado de manera confiable con la técnica de SPECT sincronizado. Su eficacia en la valoración de la movilidad regional parietal ha sido comparada en estudios previos con el ecocardiograma bidimensional por Chua et al,<sup>11</sup> reportándose una correlación de 91.3% entre ambas técnicas, también se ha reportado la concordancia existente con la ecocardiografía bidimensional en la valoración del engrosamiento sistóli-

**Tabla I**  
**Valores promedio de los parámetros**  
**obtenidos en la población estudiada:**  
**Medición automática de los volúmenes**  
**ventriculares y fracción de expulsión del**  
**VI post esfuerzo**

Población	VDF (ml)	VSF (ml)	FEVI (%)
Mujeres n = 50	50.2 ± 3	14.8 ± 4	67.5 ± 2
Hombres n = 50	70.9 ± 2	25.6 ± 2	62.7 ± 4

VDF = Volumen diastólico final, VSF = Volumen sistólico final, FEVI = Fracción de expulsión del ventriculo izquierdo.

co mediante análisis semicuantitativo, siendo de 89.5%. Así mismo Germano et al<sup>12</sup> validó con anterioridad la medición automática de la FE del VI post-esfuerzo, comparando los valores obtenidos mediante SPECT sincronizado con el electrocardiograma y ventriculografía radioisotópica de primer paso, reportando un coeficiente de correlación de 0.91.

El SPECT sincronizado con determinación automática de la fracción de expulsión y reconstrucción tridimensional del corazón, es una técnica novedosa, de relativa reciente introducción en el mundo.<sup>12</sup> Todavía no existen estudios suficientes que determinen su valor en el diagnóstico, pronóstico y estratificación de riesgo del paciente cardiópata.

En nuestro país no existe hasta el momento estudio alguno que reporte los valores de normalidad en relación a los volúmenes ventriculares y FE del VI post-esfuerzo con este nuevo método en la población mexicana. Los valores obtenidos en el grupo estudiado, mostraron cifras relativamente bajas en los volúmenes ventriculares en relación a los obtenidos por otros métodos, incluyendo los de fisiología básica; lo cual puede estar relacionado con la estatura y peso corporal presente entre la población mexicana. La intención de nuestro estudio, fue el poder determinar los valores de normalidad en sujetos con respecto a dichas variables, con el fin de poder ser comparados en un futuro con las cifras obtenidas en pacientes enfermos con antecedente de enfermedad coronaria previa.

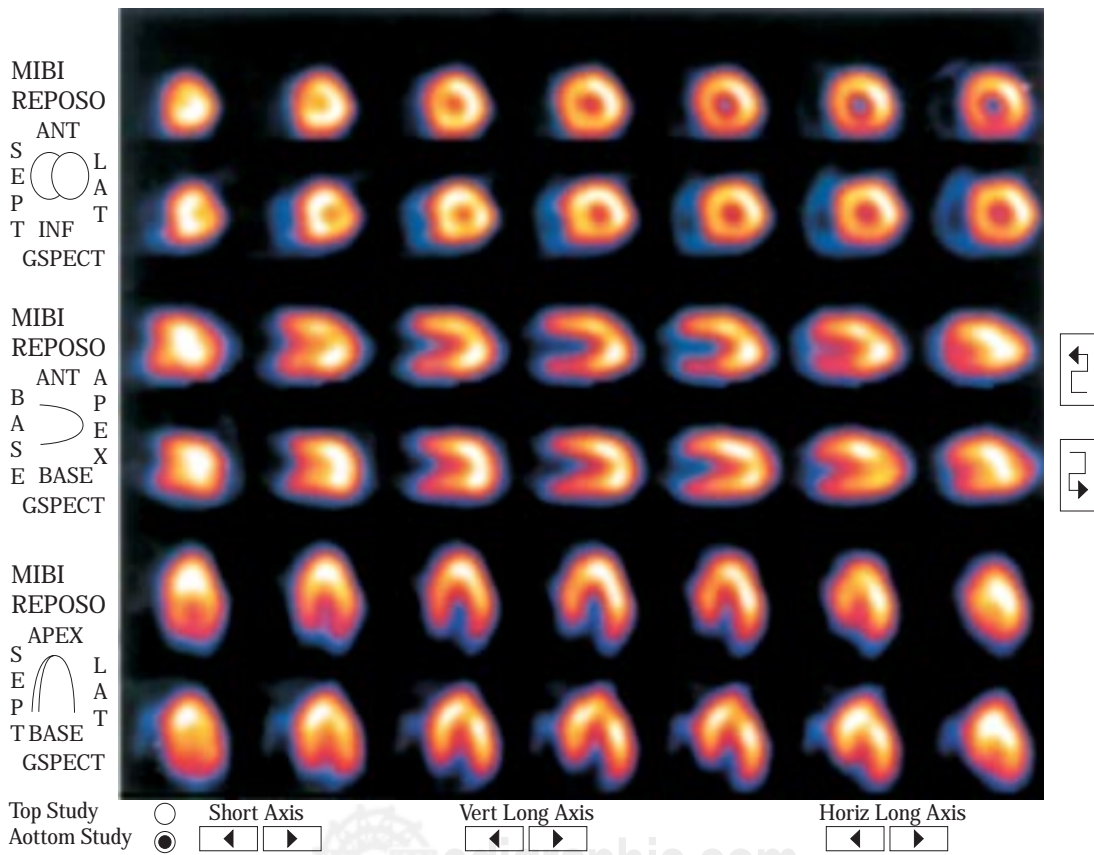


FIG. 1: Estudio de perfusión miocárdica. Se observa perfusión miocárdica normal en las diferentes paredes del ventriculo izquierdo con una captación homogénea del radiotrazador.

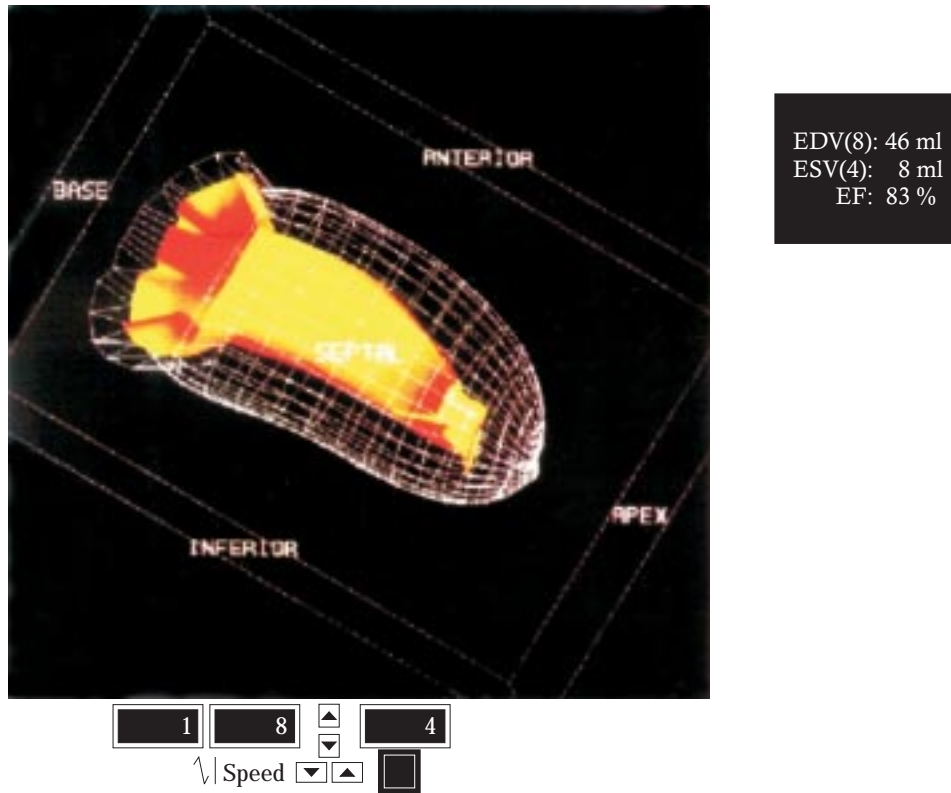


FIG. 2: Reconstrucción tridimensional del corazón en proyección oblicua derecha anterior del mismo caso de la fig. 1. Se observa un movimiento normal de la pared anterior, inferior y ápex del ventrículo izquierdo, con acortamiento adecuado en sístole (en amarillo) respecto a la diástole (borde en blanco).

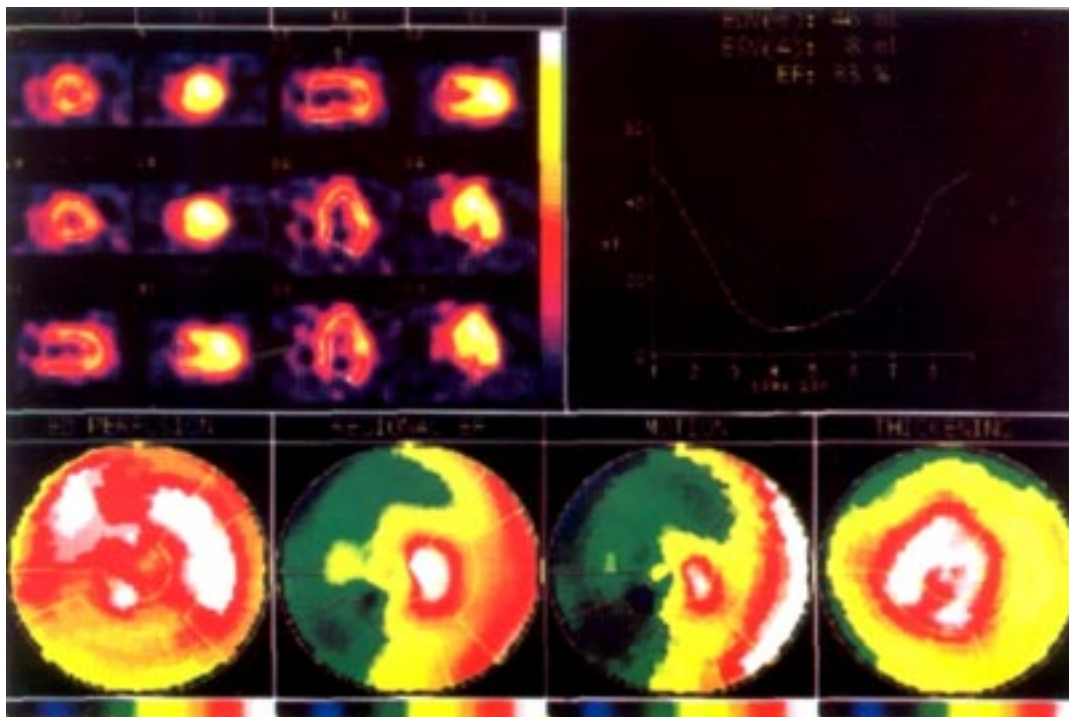


FIG. 3: Engrosamiento sistólico normal del ventrículo izquierdo (extremo superior izquierdo con imágenes al final de diástole y sístole); curva de volumen ventricular normal (extremo superior derecho) y cuantificación de los parámetros de perfusión y función mediante mapas polares (porción inferior), mismo caso de la fig. 1.

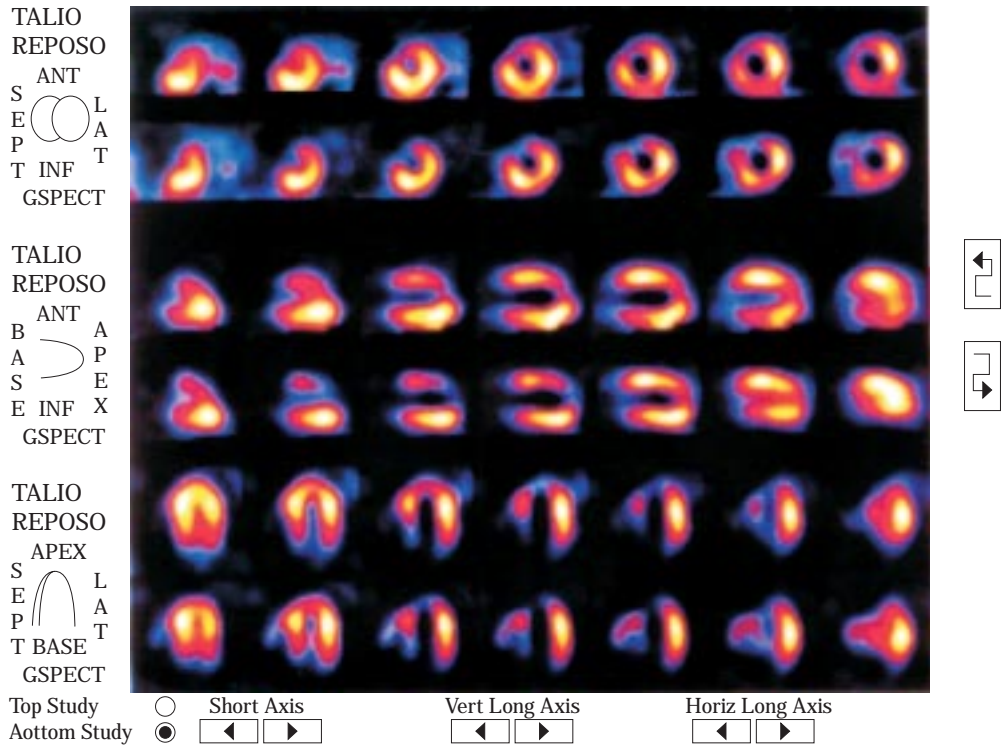


FIG. 4: Estudio de perfusión miocárdica con técnica de 2 isótopos: Se observa un infarto del miocardio anteroseptal y del ápex con importante isquemia del tejido residual.

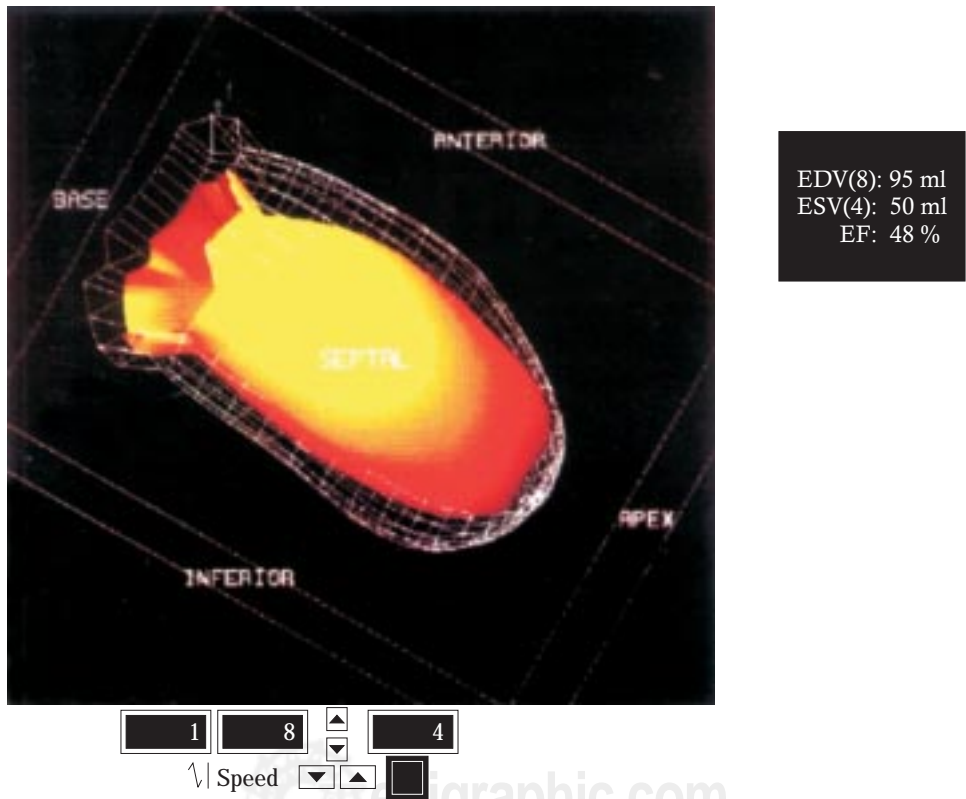


FIG. 5: Reconstrucción tridimensional del corazón en proyección oblicua derecha anterior del mismo caso de la fig. 4. Se observa hipocinesia anteroapical, con fracción de expulsión del ventrículo izquierdo por debajo de su valor normal.

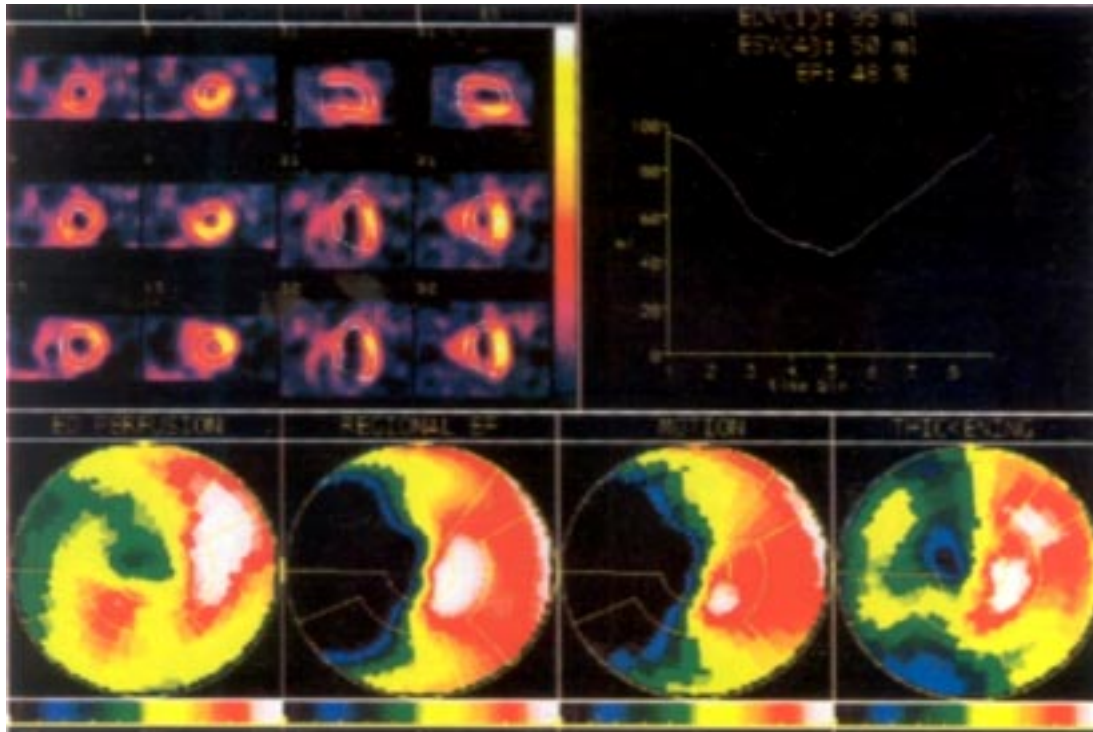


FIG. 6: Disminución del engrosamiento sistólico en la región anteroseptal y apical (extremo superior izquierdo); curva de volumen ventricular anormal (extremo superior derecho) y cuantificación de los parámetros de perfusión y función mediante mapas polares (porción inferior), mismo caso de fig. 4.

En general el SPECT sincronizado con el electrocardiograma, constituye un método útil y eficaz para el estudio de la función ventricular; éste es altamente reproducible ya que sus valores se obtienen en forma automática y realizado de manera rutinaria en los pacientes, permite añadir información adicional a la obtenida con la sola valoración de la perfusión miocárdica.

### CONCLUSIONES

1. El estudio de perfusión miocárdica obtenido con la técnica de SPECT, constituye un método muy útil, eficaz y altamente reproducible para la valo-

ración simultánea de la perfusión miocárdica y función ventricular izquierda.

2. El SPECT sincronizado con el electrocardiograma, permite el estudio de la función ventricular izquierda mediante la valoración de la movilidad parietal regional y el engrosamiento sistólico, así como el cálculo automático de los volúmenes ventriculares y la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo.
3. El SPECT sincronizado realizado de manera rutinaria en los pacientes, permite añadir información adicional a la obtenida con la valoración de la perfusión miocárdica.

### REFERENCIAS

1. GERMANO G, KIAT H, KAVANAGH P, MORIEL M, MAZZANTI M, HSIAO-TE SU: *Automatic Quantification of ejection fraction from gated myocardial perfusion SPECT*. J Nucl Med 1995; 36:2138-2147.
2. GERMANO G, KAVANAGH P, BERMAN D: *Effect of the number of projections collected on quantitative perfusion and left ventricular ejection fraction measurements from gated myocardial perfusion single-photon emission computed tomographic images*. J Nucl Cardiol 1996; 3:395-402.
3. GERMANO G, KAVANAGH P, SU H, MAZZANTI M, KIAT H, HACHAMOVIT R, ET AL: *Automatic reorientation of three-dimensional transaxial myocardial perfusion SPECT images*. J Nucl Med 1995; 36:1107-14.
4. GERMANO G, KIAT H, MAZZANTI M, FRIEDMAN J, BERMAN D: *Stress perfusion-stress wall motion with fast (6.7 min)*



- Tc99m Sestamibi gated myocardial SPECT (abstract). Circulation 1994; 90:1-11.*
5. DE PUEY E, BERMAN D, GARCIA E: *Cardiac SPECT imaging*. Raven Press, New York 1995; 169-200.
  6. BERMAN D, GERMANO G: *Evaluation of ventricular ejection fraction, wall motion, wall thickening, and other parameters with gated myocardial perfusion single photon emission computed tomography*. J Nucl Cardiol 1997; 4:S169-71.
  7. BERMAN D, GERMANO G, KIAT H, FRIEDMAN J: *Simultaneous perfusion/function imaging (editorial)*. J Nucl Cardiol 1995; 2:271-3.
  8. MAZZANTI M, KIAT H, GERMANO G, FRIEDMAN J, BERMAN D: *Fast-Tc-99m Sestamibi gated SPECT for the evaluation of myocardial function (abstract)*. Circulation 1994; 90:1-11.
  9. MAZZANTI M, GERMANO G, KIAT H, KAVANAGH P, AL-EXÁNDERSON E, FRIEDMAN J, ET AL: *Identification of severe and extensive coronary artery disease by automatic measurement of transient ischemic dilatation of the left ventricle in dual-isotope myocardial perfusion SPECT*. J Am Coll Cardiol 1996; 27:1612-20.
  10. BERMAN D, KIAT H, VAN TRAIN K, GARCIA E, FRIEDMAN J, MADDAHI J: *Technetium-99m Sestamibi in assessment of chronic coronary artery disease*. Semin Nucl Med 1991; 21:190-212.
  11. CHUA T KIAT H, GERMANO G, MAURER G, VAN TRAIN K, FRIEDMAN J, ET AL: *Gated technetium-99m Sestamibi for simultaneous assessment of stress myocardial perfusion, post-exercise regional ventricular function and myocardial viability: correlation with echocardiography and rest thallium-201 scintigraphy*. J Am Coll Cardiol 1994; 23:1107-14.
  12. GERMANO G, KIAT H, KAVANAGH P, MORIEL M, MAZZANTI M, SU H, ET AL: *Quantitative LVEF and qualitative regional function from gated 201-tl perfusion SPECT: validation with gated 99m Sestamibi*. J Nucl Med In press, 1997.