

## INVESTIGACIÓN CLÍNICA

# *Correlación entre la fracción de expulsión obtenida con SPECT sincronizado y ventriculografía con radionúclidos en pacientes con cardiopatía isquémica*

Erick Alexánderson, \*/\*\* Diana Gómez-Martín, \*\* Salomón Fermon, \*\* Aloha Meave\*

### Resumen

**Antecedentes:** Recientemente se ha propuesto el empleo del SPECT sincronizado para la medición de fracción de expulsión, volúmenes y movilidad de la pared ventricular. El objetivo de este estudio es evaluar la fracción de expulsión (FE) obtenida con el programa de SPECT sincronizado (QGS, Cedars Sinai) en comparación con la ventriculografía en equilibrio en pacientes isquémicos. **Método:** Estudiamos 50 pacientes consecutivos con cardiopatía isquémica, a los cuales se les realizó ventriculografía radioisotópica con la técnica de equilibrio *in vitro* modificada y SPECT sincronizado con un protocolo dual (Talio 201reposo/Tc-99m SestaMIBI esfuerzo) utilizando el programa QGS (Cedars Sinai). **Resultados:** Se observó una correlación del 92% entre los dos métodos. En el análisis por subgrupos, la correlación más alta ( $r = 0.89$ ) se encontró en el grupo 2, que incluye a los pacientes con disfunción ventricular moderada (FE 30-50%), mientras que en los pacientes con disfunción ventricular severa (grupo 3, FE < 30%) se encontró una correlación menor ( $r = 0.76$ ) que en el grupo 2, pero mayor que en los pacientes con FE > 50% (grupo 1). **Conclusiones:** Existe una buena correlación entre la FE del ventrículo izquierdo obtenida con el método de SPECT sincronizado y la ventriculografía en equilibrio, independientemente de la cifra de FE.

### Summary

CORRELATION BETWEEN LEFT VENTRICULAR EJECTION FRACTION ASSESSED BY GATED SPECT AND RADIONUCLIDE VENTRICULOGRAPHY

**Background:** Recently, the use of Gated SPECT to assess ejection fraction, volumes and ventricular wall motion has been suggested. The aim of this study is to compare the ejection fraction (EF) obtained by Gated SPECT (QGS, Cedars Sinai) with the values obtained through equilibrium ventriculography in patients with ischemic heart disease. **Methods:** We studied 50 consecutive patients that were diagnosed by equilibrium radioisotopic ventriculography and Gated SPECT with a dual protocol (TI-201rest/Tc-99m SestaMIBI stress) using the QGS, Cedars Sinai software. **Results:** We found a 92% correlation between both tests. In the subgroup analysis, the higher correlation ( $r = 0.89$ ) was found in group 2, which included patients with moderate ventricular dysfunction (EF 30-50%), whereas, in patients with severe ventricular dysfunction (group 3, EF < 30%), the correlation was lower ( $r = 0.76$ ) than in group 2, but higher than in patients with EF > 50% (group 1). **Conclusions:** There is a good correlation between EF obtained with Gated SPECT and equilibrium ventriculography, regardless of the EF value.  
(Arch Cardiol Mex 2004; 74:25-30).

**Palabras clave:** Fracción de expulsión. SPECT sincronizado. Cardiopatía isquémica.

**Key words:** Gated SPECT. Ejection fraction. Ischemic heart disease.

\* Departamento de Medicina Nuclear y Resonancia Magnética, Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez", México D.F.  
\*\* Unidad PET-Ciclotrón, Facultad de Medicina, UNAM.

Correspondencia: Dr. Erick Alexánderson Rosas. Departamento de Medicina Nuclear. Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez". (INCICH, Juan Badiano No. 1 Col. Sección XVI, Tlalpan 14080 México, D.F.). Tel 5272-2886 Fax 5 272-2678. E-mail: alexanderick@yahoo.com

Recibido: 5 de junio de 2003

Aceptado: 11 de agosto de 2003

## Introducción

**D**entro de la evaluación integral del paciente cardiópata, uno de los parámetros con mayor importancia es la función ventricular.

La medición de la función ventricular tiene valor tanto diagnóstico como pronóstico en pacientes con enfermedad cardiovascular. La función ventricular izquierda ha sido extensamente estudiada y diversos métodos se encuentran disponibles para ofrecer una estimación precisa de la misma.

Dentro de los estudios utilizados para la determinación de la función ventricular se encuentran la telerradiografía de tórax, tomografía computada de tórax, ecocardiografía, imágenes de resonancia magnética y las técnicas con radionúclidos, entre las cuales se incluyen la ventriculografía de primer paso, así como la ventriculografía en equilibrio. Recientemente, se ha sugerido el empleo de la tomografía computada de emisión de fotón único (SPECT) sincronizado al electrocardiograma, que proporciona una estimación precisa de la función ventricular (fracción de expulsión ventricular, volúmenes y movilidad de la pared ventricular) y de la perfusión en un mismo estudio de manera rápida.

Desde la introducción de la cineangiografía con radionúclidos en 1976,<sup>1</sup> la ventriculografía con radionúclidos ha sido aceptada como el estándar de oro en la determinación de los volúmenes y función cardíacos.

La ventriculografía en equilibrio requiere que el isótopo permanezca en la sangre el tiempo necesario para minimizar la pérdida de su actividad. Para conseguir lo anterior se necesitan radiofármacos como el Tc<sup>99</sup> unidos a agentes con larga duración en la sangre como la albúmina humana o eritrocitos.

La ventriculografía con radionúclidos es el estándar de oro con la que se comparan otros métodos para la valoración de la función ventricular y es por medio de la fracción de expulsión (FE) que se tiene una medida de la función ventricular izquierda y derecha. Sin embargo, la necesidad de minimizar los costos y optimizar los recursos, así como la relativa complejidad en las técnicas utilizadas en la ventriculografía con radionúclidos limitan esta técnica a algunas situaciones tales como: estimación de la función ventricular en pacientes con cáncer que reciben drogas cardiotóxicas y valoración de la función ventricular en pacientes que reciben fármacos de investigación.<sup>2,3</sup>

La técnica de SPECT sincronizado (Gated-SPECT) con métodos automáticos (software QGS, Cedars-Sinai) permite la evaluación cuantitativa tanto de la perfusión como de la función ventricular izquierda mediante la determinación de la fracción de expulsión (FE), volúmenes telestólico y diastólico, así como la movilidad regional de la pared, empleando un algoritmo automático de detección de los bordes del ventrículo izquierdo en diástole y en sístole. Actualmente, existen diversos protocolos con la administración de Talio <sup>201</sup> o Tc<sup>99</sup> o ambos (técnica dual) que se emplean para esta técnica.<sup>4,5</sup>

Los resultados del estudio realizado por Germano G y cols. sugieren que no existe diferencia significativa entre las FE obtenidas con SPECT sincronizado mediante el uso de Talio <sup>201</sup> o Tc<sup>99</sup> ( $r = 0.918$ ).<sup>6</sup> Maounoury C y cols. también encontraron una buena correlación entre ambos trazadores ( $r = 0.93$ ).<sup>7</sup>

El SPECT sincronizado ha mostrado buena correlación con la ventriculografía con radionúclidos en pacientes con antecedente de infarto del miocardio y disfunción ventricular izquierda ( $r = 0.94$ ,  $p < 0.0001$ ).<sup>8-10</sup>

Diversos autores han demostrado que existe una buena correlación entre las FE obtenidas a través de SPECT sincronizado y ecocardiografía bidimensional.<sup>9,11</sup> Sin embargo, en el paciente con cardiopatía isquémica, el cálculo de la FE por medio de la ecocardiografía representa un reto, pues estos pacientes presentan alteraciones de la movilidad segmentaria que disminuyen la precisión de este método.

El objetivo de este estudio es evaluar la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo obtenida con el programa de SPECT sincronizado (QGS, Cedars Sinai) en comparación con la ventriculografía radioisotópica en equilibrio en pacientes con cardiopatía isquémica con diferentes valores de fracción de expulsión para evaluar su utilidad en el grupo de pacientes con disfunción ventricular moderada a severa, en los cuales existen resultados contradictorios.

## Material y métodos

Estudiamos 50 pacientes consecutivos con cardiopatía isquémica referidos al Servicio de Medicina Nuclear del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" durante el año 2002. En el estudio de la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo por medio de la ventriculografía radioisotópica se utilizó la técnica de equilibrio *in vitro* modi-

ficada, en la cual se extrajeron 3 mL de sangre del paciente, se mezclaron con pirofosfato de estaño y se depositaron en un recipiente que contenía 25 mCi de pernecato de tecnecio, la sangre se incubó por 10 minutos y posteriormente fue reinyectada al paciente.

Se procedió posteriormente a la adquisición de imágenes por medio de una gammacámara, sincronizada al QRS del electrocardiograma del paciente, para utilizar la onda R como indicador del ciclo cardíaco, analizándose en forma computarizada 200 ciclos cardíacos, para obtener imágenes de adecuada fotodensidad.

Para el cálculo de la fracción de expulsión, se utilizó la proyección oblicua anterior izquierda a 45 grados, utilizando una técnica de cuenta de áreas, ya que tiene una buena correlación con la fracción de expulsión calculada con la cine-ventriculografía con medio de contraste.<sup>12</sup>

Para la obtención de la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo por medio del SPECT sincronizado se utilizó un protocolo dual, con Talio 201reposo/Tc-99m SestaMIBI esfuerzo utilizando el programa QGS (Cedars Sinai). Se inyectaron 3 mCi de Talio-201 en reposo, 10 minutos después se realizó la adquisición de imágenes tomográficas.

Posteriormente se sometió a esfuerzo físico al paciente en banda ergométrica, inyectándose en el esfuerzo máximo 30 mCi de Tc-99m SestaMIBI, ejercitándose por un minuto más y posteriormente se procedió a la adquisición de imágenes correspondientes al esfuerzo, sincronizándolas con el electrocardiograma.

Para la obtención de imágenes tomográficas se utilizó una gammacámara Orbiter de Siemens equipada con colimador de baja energía y de alta resolución, realizándose la adquisición de imágenes en un arco de 180 grados, con 32 proyecciones, con 25-45 segundos por proyección en la posición oblicua izquierda anterior hasta la posición oblicua anterior derecha.

### Ética

Todos los pacientes incluidos en el estudio firmaron consentimiento informado.

### Análisis estadístico

Las variables cuantitativas se expresan en términos de media y desviación estándar, las cualitativas se expresan en proporciones. Las variables cuantitativas fueron comparadas a través de la prueba Z. La correlación entre ambos estudios

(SPECT sincronizado y ventriculografía en equilibrio) se obtuvo a partir del coeficiente de correlación de Pearson (r). Los datos se analizaron mediante el empleo del paquete SPSS v.10. La significancia estadística se estableció usando un valor de  $p < 0.05$  (dos colas) e índices de confianza del 95%.

### Resultados

Estudiamos a 50 pacientes consecutivos, con diagnóstico de enfermedad arterial coronaria, con una media de edad de 56 años, 68% fueron hombres y 32% mujeres, el resto de las características generales de la población se describen en la *Tabla I*.

Las características de presentación de la cardiopatía fueron las siguientes: 23 (46%) de los pacientes con diagnóstico de infarto agudo del miocardio, 6 pacientes (12%) angina estable sin antecedente de infarto del miocardio y 21 pacientes (42%) con antecedente de infarto del miocardio y angina al momento del estudio.

Todos los pacientes contaban con estudio angiográfico previo y se determinó que 48% de los pacientes eran portadores de enfermedad de 1 vaso, en 35% de ellos se encontró enfermedad de 2 vasos y el 17% presentaban enfermedad trivascular.

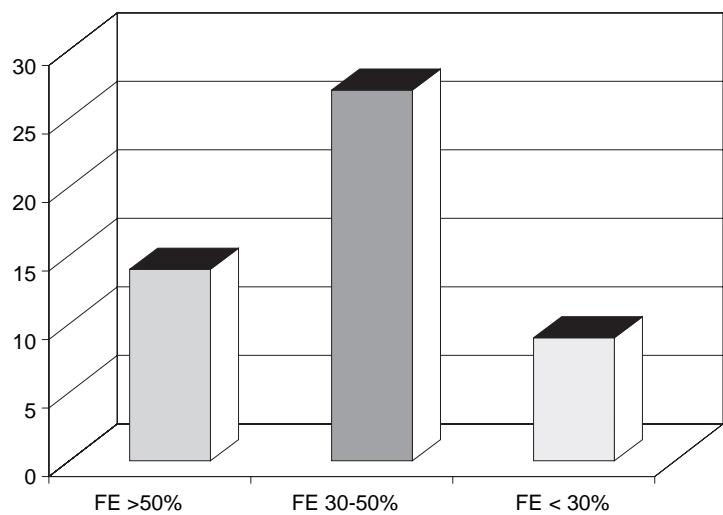
Con respecto a la localización del infarto, la cara anterior fue la más frecuentemente afectada (27%), seguida de la cara inferior (16%) y la lateral en un 10% de los pacientes.

La distribución de los pacientes con respecto a la fracción de expulsión se muestra en la *Figura 1*, el mayor número de pacientes tenía una  $FE < 50\%$ . Se observó una correlación directa entre los dos métodos (SPECT sincronizado y ventriculografía en equilibrio), con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.92 (*Fig. 2*).

Se realizó un análisis por subgrupos en relación a los valores de FE. En el grupo 1 ( $FE >$

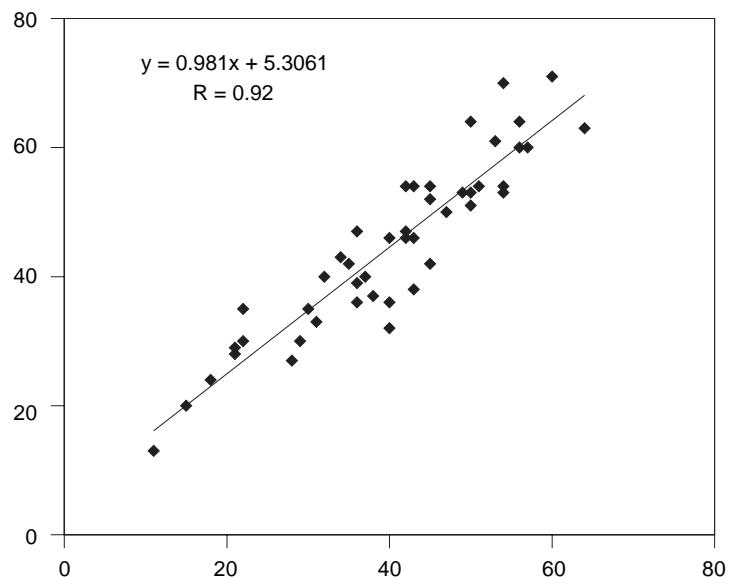
**Tabla I.** Características de la población estudiada.

Variable	Población N = 50
Edad (años)	56 (30-85)
Sexo	
• Masculino	34 (68%)
• Femenino	16 (32%)
Hipertensión arterial sistémica	16 (32%)
Diabetes mellitus 2	10 (20%)
Tabaquismo	20 (40%)



**Fig. 1.** Distribución de los pacientes con respecto a la fracción de expulsión.

Se muestra que 14 pacientes (28%) tenían una fracción de expulsión superior al 50%, 27 (54%) entre 30-50% y 9 (18%) con fracción de expulsión menor del 30% según el SPECT sincronizado. FE: fracción de expulsión.



**Fig. 2.** Relación de las cifras de fracción de expulsión comparando ambos métodos.

Cuando se compararon los diferentes valores obtenidos de la fracción de expulsión por medio del SPECT sincronizado y la ventriculografía en equilibrio, se observó que hubo una correlación directa entre los 2 métodos, con un valor de  $r$  de 0.92. FE: fracción de expulsión en porcentaje (%).

50%,  $n = 14$ ) se encontró una correlación de 72%, en el grupo 2 (FE 30-50%,  $n = 27$ ) se reportó una correlación de 89% y en el grupo 3 (FE > 30%,  $n = 9$ ) una correlación de 76%.

## Discusión

La determinación de la función cardíaca es uno de los mayores retos dentro de la cardiología, su medición precisa tiene un impacto notable en el pronóstico funcional y en la sobrevida de los pacientes. El establecimiento de diversas estrategias terapéuticas se encuentra guiado por los resultados de la evaluación de la función ventricular.

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. La ventriculografía con radioisótopos ha mostrado ser un método muy eficaz y preciso para la determinación de la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo, sin embargo las complejidades técnicas asociadas a su uso limitan su aplicación en la actualidad.

El SPECT sincronizado es una técnica novedosa para determinar en forma automática la perfusión y función miocárdica.<sup>6-8</sup>

Nuestro estudio mostró una buena correlación entre la fracción de expulsión determinada por medio del SPECT sincronizado y la ventriculografía con radioisótopos, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.92 cuando la determinación se llevó a cabo en todos los pacientes independientemente de su fracción de expulsión. Esta correlación del 92% concuerda con la reportada previamente por diversos autores en poblaciones similares a la nuestra.<sup>6-10</sup>

En el análisis por subgrupos, la correlación más alta ( $r = 0.89$ ) se encontró en el grupo 2, que incluye a los pacientes con disfunción ventricular moderada (FE 30-50%), mientras que en los pacientes con disfunción ventricular severa (grupo 3, FE < 30%) se encontró una correlación menor ( $r = 0.76$ ) que en el grupo 2, pero mayor que en los pacientes con FE > 50% (grupo 1).

Manrique A y cols. reportan una buena correlación entre la FE obtenida por SPECT sincronizado y la ventriculografía radioisotópica, sin embargo mencionan que el SPECT sincronizado subestima la FE en pacientes con disfunción ventricular severa y grandes defectos de perfusión.<sup>13</sup> Sin embargo, el estudio realizado por He ZX y cols. en pacientes con una amplia variedad de cifras de FE y defectos de perfusión sugiere que el SPECT sincronizado tiene una buena correlación con la ventriculografía radioisotópica, independientemente de los valores de FE, por lo cual puede emplearse con precisión tanto en pacientes con función ventricular normal como en

aquellos con disfunción ventricular severa.<sup>14</sup> Nuestros resultados concuerdan con los previamente citados, apoyando el uso de esta técnica en pacientes con disfunción ventricular severa. Sin embargo, el escaso número de pacientes con depresión severa de la función cardíaca incluidos en este estudio es una limitante, y habrá que esperar a que se reporte un mayor número de estudios con muestras más grandes, para determinar el papel real del SPECT sincronizado en este grupo particular de pacientes.

Gayed I y cols. demostraron que el tamaño de los defectos de perfusión no afecta la precisión del SPECT sincronizado, por lo cual posee gran valor diagnóstico aun en pacientes con grandes defectos de perfusión.<sup>15</sup>

Así mismo, se ha reportado que existe una mayor correlación en pacientes con FE anormales (FE < 50%) en comparación con aquellos que tienen FE > 50%, lo cual concuerda con nuestros resultados, pues la correlación más baja ( $r = 0.72$ ) se presentó en el grupo 1 (FE > 50%).<sup>16</sup>

Recientemente, se ha sugerido la existencia de factores que disminuyen la precisión del SPECT sincronizado en la determinación de la FE, tales como actividad extracardíaca elevada, densidad de cuentas baja y un ventrículo izquierdo pequeño, los cuales disminuyen en mayor o menor pro-

porción la correlación que existe entre el SPECT sincronizado y la ventriculografía radioisotópica. Sin embargo, nuestro estudio no fue diseñado para evaluar el papel de dichos factores, por lo cual no podemos descartar su influencia.

En los pacientes con cardiopatía isquémica, se presenta una elevada incidencia de alteraciones en la movilidad segmentaria, sin embargo en nuestro estudio ambos métodos fueron confiables, independientemente de la presencia de estas alteraciones.

Por lo anterior podemos concluir que el SPECT sincronizado es una técnica rápida y precisa para determinar la FE del ventrículo izquierdo en pacientes con cardiopatía isquémica, dicha técnica tiene una buena correlación con la ventriculografía con radionúclidos, y otros estudios como resonancia magnética.<sup>6,7,9,11,14,17</sup>

## Conclusiones

Existe una buena correlación entre la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo obtenida con el programa de SPECT sincronizado y la ventriculografía en equilibrio, independientemente de la cifra de FE en pacientes con cardiopatía isquémica, por lo cual puede emplearse aun en pacientes con disfunción ventricular severa.

## Referencias

1. FOLSE R, BRAUNWALD E: *Determination of fraction of left ventricular volume ejected per beat and of ventricular end diastolic and residual volumes*. Circulation 1962; 25: 674-84.
2. BERMAN DS, SALEL AF, DE NARDO GL: *Clinical assessment of left ventricular regional contraction patterns and ejection fraction by high resolution gated scintigraphy*. J Nucl Med 1975; 16: 865-74.
3. SHAH PK, PICHLER M, BERMAN DS: *Left ventricular ejection fraction determined by radionuclide ventriculography in early stages of first transmural infarction: relation of short term prognosis*. Am J Cardiol 1980; 45: 542-6.
4. BARAT J, BRENDL J: *Quantitative analysis of left ventricular function using gated single photon emission tomography*. J Nucl Med 1984; 25: 1167-74.
5. SCHELBERT H, HENZE E: *Emission tomography of the heart*. Semin Nucl Med 1980; 10: 355-73.
6. GERMANO G, EREL J, KIAT H, KAVANAGH PB, BERMAN DS: *Quantitative LVEF and qualitative regional function from gated thallium-201 perfusion SPECT*. J Nucl Med 1997; 38: 749-54.
7. MAOUNOURY C, CHEN CC, CHUA KB, THOMPSON CJ: *Quantification of left ventricular function with thallium-201 and technetium-99m-sestamibi myocardial gated SPECT*. J Nucl Med 1997; 38: 958-61.
8. WILLIAMS KA, TAILLON LA: *Left ventricular function in patients with coronary artery disease assessed by gated tomographic myocardial perfusion images. Comparison with assessment by contrast ventriculography and first-pass radionuclide angiography*. J Am Coll Cardiol 1996; 27: 173-81.
9. CHUA T, YIN LC, THIANG TH, CHOO TB, PING DZ, LENG LY: *Accuracy of automated assessment of left ventricular function with gated perfusion SPECT in the presence of perfusion defects and left ventricular dysfunction: correlation with equilibrium radionuclide ventriculography and echocardiography*. J Nucl Cardiol 2000; 7: 301-11.
10. ATSMA DE, BAVELAAR-CROON CD, GERMANO G, DIBBETS-SCHNEIDER P, VAN ECK-SMIT BL, PAUWELS

- EK, VAN DEL WALL EE: *Good correlation between gated single photon emission computed myocardial tomography and contrast ventriculography in the assessment of global and regional left ventricular function.* Int J Card Imaging 2000; 16: 447-53.
11. VOURVOURI EC, POLDERMANS D, BAX JJ, SIANOS G, SOZZI FB, SCHINKEL AF, ET AL: *Evaluation of left ventricular function and volumes in patients with ischaemic cardiomyopathy: gated single-photon emission computed tomography versus two-dimensional echocardiography.* Eur J Nucl Med 2001; 28: 1610-5.
12. TODINO V, RUBINI G, CUOCOLO A: *Assessment of left ventricular function by ECG-gated myocardial perfusion scintigraphy with image inversion technique: comparison with equilibrium radionuclide angiography.* J Nucl Cardiol 1999; 6: 605-11.
13. MANRIQUE A, FARAGGI M, VERA P, VILAIN D, LEBTAHI R, CRIBIER A, ET AL: *201 Thallium and 99mTc-MIBI gated SPECT in patients with large perfusion defects and left ventricular dysfunction comparison with equilibrium radionuclide angiography.* J Nucl Cardiol 1999; 6: 805-9.
14. HE ZX, CWAJG E, PRESLAR JS, MAHMARIAN JJ, VERNANI MS: *Accuracy of left ventricular ejection fraction determined by gated myocardial perfusion SPECT with Tl-201 and Tc-99m Sestamibi: comparison with first pass radionuclide angiography.* J Nucl Cardiol 1999; 6: 412-417.
15. GAYED I, CID E, BOCCALANDERO F, PODOLOFF D: *Factors affecting left ventricular ejection fraction using automated quantitative gated SPECT.* Clin Nucl Med 2003; 28: 290-5.
16. VALLEJO E, DIONE DP, SINUSAS AJ, WACKERS FJ: *Assessment of left ventricular ejection fraction with quantitative gated SPECT: accuracy and correlation with first-pass radionuclide angiography.* J Nucl Cardiol 2000; 7: 461-70.
17. BAVELAAR-CRONN CD, KAYSER HW, VAN DER WALL EE, DE ROOS A, DIBBETS-SCHNEIDER P, PAUWELS EK, ET AL: *Left ventricular function: correlation of quantitative gated SPECT and MR imaging over a wide range of values.* Radiology 2000; 217: 572-5.

