

Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Hospital Clínicoquirúrgico  
"Hermanos Ameijeiras"

## COMPARACIÓN ENTRE EL GRADO DE REGURGITACIÓN MITRAL DETECTADA POR VENTRICULOGRAFÍA NUCLEAR Y POR ECOCARDIOGRAMA *DOPPLER*

### EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA HEMODINÁMICA A LA NISOLDIPINA

Amalia Peix González,<sup>1</sup> Felizardo Ponce Vicente,<sup>2</sup> Adlin López Díaz,<sup>3</sup> Juan Prohías Martínez,<sup>4</sup> José Abreu Cruz,<sup>5</sup> José D. Barrera Sarduy,<sup>6</sup> Reinaldo Cárdenas Castillo<sup>5</sup> y Ana Ma. Maltas Pineda<sup>7</sup>

### RESUMEN

Se estudiaron 18 pacientes con diagnóstico de insuficiencia mitral a quienes se les realizó una ventriculografía nuclear (basal y luego de 5 mg de nisoldipina oral) y un ecocardiograma *Doppler* con el propósito de validar un método radioisotópico para calcular el índice de regurgitación usando el análisis factorial. Mientras que la frecuencia cardíaca, el volumen telediastólico y el volumen sistólico no cambiaron significativamente posnisoldipina, la presión sanguínea, así como la fracción de eyección ventricular izquierda, el volumen telesistólico y el índice de regurgitación, disminuyeron significativamente ( $p < 0,05$ ). Hubo una buena concordancia (78 %; Kappa = 0,66) entre la valoración de la severidad de la insuficiencia mitral por ventriculografía nuclear y por eco *Doppler*, mientras que al comparar los resultados de la evaluación clínica con la ventriculografía nuclear, la concordancia fue moderada (67 %; kappa = 0,48). Se concluye que el cálculo del índice de regurgitación por análisis factorial en una ventriculografía nuclear, constituye un método no invasivo adecuado para la evaluación semicuantitativa de la severidad de la insuficiencia mitral.

*Descriptores DeCS:* INSUFICIENCIA DE LA VALVULA MITRAL;  
ECOCARDIOGRAFIA DE DOPPLER.

El diagnóstico de la insuficiencia mitral se basa en los datos del examen físico; pero el momento óptimo para la intervención

quirúrgica continúa siendo motivo de controversia.

Los resultados operatorios de la sustitución de la válvula mitral a causa de

<sup>1</sup> Especialista de II Grado en Cardiología. Investigadora Auxiliar.

<sup>2</sup> Licenciado en Física Nuclear. Investigador Agregado.

<sup>3</sup> Ingeniera en Física Nuclear. Aspirante a Investigadora.

<sup>4</sup> Especialista de II Grado en Cardiología.

<sup>5</sup> Especialista de I Grado en Cardiología.

<sup>6</sup> Especialista de II Grado en Cardiología. Investigador Agregado.

<sup>7</sup> Técnica en Bioquímica Clínica.

una insuficiencia valvular están directamente relacionados con el daño miocárdico irreversible que se desarrolla en el curso natural de la enfermedad; sin embargo, a causa de la «descarga» de la presión del ventrículo izquierdo (VI) en la aurícula izquierda durante la sístole temprana, la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) en reposo puede permanecer dentro de "límites normales" a pesar del daño miocárdico primario irreversible.<sup>1</sup> Por lo tanto, se acepta que la FEVI es un mal indicador de la función ventricular en pacientes con insuficiencia mitral<sup>2</sup> y que valores en los límites inferiores de la normalidad representan importantes alteraciones de la función contráctil.

La valoración evolutiva del comportamiento de los volúmenes telediastólico (VTD) y telesistólico (VTS), así como de la fracción de regurgitación (FR) puede ayudar a precisar el tiempo adecuado para la cirugía en estos pacientes.

La FR está directamente relacionada con la severidad de la insuficiencia valvular. El grado de severidad de una lesión regurgitante se mide habitualmente en forma cualitativa a través de la ventriculografía de contraste, o cuantitativamente mediante el cálculo de la FR durante el cateterismo cardíaco. Actualmente, el ecocardiograma *Doppler* con mapeo a color incluido, permite también calcular la severidad de la regurgitación y la FR.<sup>3-5</sup>

La evaluación de la regurgitación valvular del lado izquierdo por ventriculografía nuclear (VN) se basa en la relación de conteos entre las regiones de interés delimitadas sobre los ventrículos izquierdo y derecho en la imagen paramétrica del volumen sistólico (VS) o en otra equivalente,<sup>6-9</sup> ya que, en ausencia de regurgitaciones o cortocircuitos, el VS de ambos ventrículos tiene que ser igual. Si existe una regurgitación valvular izquierda,

el VS del ventrículo izquierdo será superior al del ventrículo derecho (VD) y la relación entre ambos volúmenes será proporcional a la regurgitación. La principal limitación de este método es la superposición de estructuras cardíacas,<sup>6-8</sup> lo que puede mejorar con el análisis factorial de la VN,<sup>10</sup> el que permite separar en imágenes las diferentes estructuras anatómicas de acuerdo con su comportamiento dinámico, incluso cuando existe superposición espacial entre ellas.

Con la acción de un vasodilatador periférico que reduce la poscarga, la regurgitación mitral debe reducirse también. Esto puede lograrse con la administración de nisoldipina, un bloqueador de canales de calcio de segunda generación con acción vascular selectiva y sin efecto inotrópico negativo si se usa en dosis terapéuticas.<sup>11,12</sup>

El propósito de este estudio fue validar este método radioisotópico para calcular el índice de regurgitación (IR), comparándolo con los resultados del ecocardiograma *Doppler* y el análisis del comportamiento hemodinámico posnisoldipina.

## MÉTODOS

### POBLACIÓN ESTUDIADA

Se incluyeron 18 pacientes consecutivos entre los que acudieron a la consulta de valvulopatía reumática durante el primer semestre de 1996. A todos se les hizo una ventriculografía nuclear (basal y 1 h después de la administración oral de 5 mg de nisoldipina), así como un ecocardiograma *Doppler* en las 48 h siguientes.

En todos los casos se suspendieron los medicamentos 72 h antes de las pruebas.

Las características clínicas de los pacientes se presentan a continuación:

- *No. de pacientes*: 18
- *Sexo* (F/M): 15/3
- *Edad* (años): media: 36 mínima: 23 máxima: 60
- *Tiempo de evolución* (años) (media  $\pm$  DE):  $8 \pm 6$

Se tuvieron en cuenta los resultados del interrogatorio, examen físico, electrocardiograma y telecardiograma para considerar los criterios clínicos de severidad de la insuficiencia mitral.<sup>13</sup>

## VENTRICULOGRAFÍA NUCLEAR

Se realizó con una cámara gamma digital TOSHIBA GCA-501S según protocolo de trabajo habitual en nuestra sección.<sup>14,15</sup>

El VTD se calculó a partir de la imagen del ventrículo izquierdo en telediástole por el método de *Simpson*.<sup>16</sup> Previamente se había calculado este parámetro en un grupo control de 81 voluntarios sanos, obteniendo un valor normal de  $124 \pm 12$  mL en hombres y de  $100 \pm 13$  mL en mujeres (media  $\pm$  IDE).<sup>17</sup> El VTS y el VS se calcularon usando las fórmulas siguientes:

$$\begin{aligned} \text{VTS} &= (1 - \text{FEVI}) \times \text{VTD} \\ \text{VS} &= \text{VTD} - \text{VTS} \end{aligned}$$

En nuestro grupo control, los valores normales obtenidos fueron (para hombres y mujeres, respectivamente):<sup>17</sup> VTS:  $40 \pm 8$  mL y  $32 \pm 7$  mL; VS:  $85 \pm 16$  mL y  $68 \pm 11$  mL (media  $\pm$  IDE).

Se obtuvieron 2 imágenes factoriales empleando el algoritmo de *DiPaola*:<sup>10</sup> una correspondiente a los ventrículos y la otra a aurículas y grandes vasos. Se delimitaron 2 regiones de interés tomando como referencia la imagen factorial de los ventrículos: una sobre el VI y la otra sobre el VD. El IR se calculó entonces con la fórmula siguiente:

$$\text{IR} = \text{conteos en VI} / \text{conteos en VD}$$

El valor normal del IR:  $1,3 \pm 0,8$  se obtuvo de un grupo de control de 15 sujetos sin evidencia de valvulopatía por examen físico, ECG, telecardiograma y ecocardiograma.<sup>18</sup>

Se consideraron los siguientes grados de severidad de la regurgitación valvular:

- Ligera: de 1,3 a 1,7
- Moderada: de 1,8 a 2,2
- Severa:  $\leq 2,3$

En todos los casos se hizo un primer estudio en reposo y otro 1 h después de la administración oral de 5 mg de nisoldipina.

## ECOCARDIOGRAMA DOPPLER

Los ecocardiogramas se realizaron con un equipo SIM 7 000 CFM con un transductor de 2,5 MHz y registro de la derivación DIII del ECG para sincronizar las fases del ciclo cardíaco.

Los criterios ecocardiográficos de severidad de la insuficiencia mitral fueron los siguientes:<sup>19-21</sup>

### *Ligera:*

- Profundidad de detección de la señal de insuficiencia mitral de 1,5 cm medida desde el plano del anillo mitral.
- Área de turbulencia de hasta 1 cm<sup>2</sup> calculada en el plano de 4-cámaras de acuerdo con la fórmula: base x altura del jet/2 (cm<sup>2</sup>).

### *Moderada:*

- Profundidad de la señal entre 1,5-3 cm desde el plano valvular.
- Área de turbulencia de 1-3 cm<sup>2</sup>.

### *Severa:*

- Profundidad de la señal mayor de 3 cm desde el plano valvular.

- Área de turbulencia mayor de 3 cm<sup>2</sup>.

Todos los criterios anteriores se evaluaron también de acuerdo con la teoría del *momentum* de la segunda *Ley de Newton*, siguiendo las recomendaciones del panel de expertos de la Sociedad Americana de Ecocardiografía.<sup>19</sup>

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los valores se expresaron como la media  $\pm$  desviación estándar. Las variables continuas se analizaron usando la prueba de suma de rangos con signo de *Wilcoxon*.<sup>22</sup> Se consideró significativa una  $p < 0,05$ .

Para evaluar la concordancia entre la severidad de la insuficiencia mitral calculada por VN vs. ecocardiograma *Doppler* y vs. la evaluación clínica se aplicó la prueba estadística de kappa. Un valor de kappa  $< 0,20$  representó una pobre concordancia; de 0,21 - 0,40, ligera; de 0,41-0,60, moderada; de 0,61-0,80, buena y de 0,81-1,00, excelente.<sup>23</sup>

## RESULTADOS

La tabla muestra la respuesta hemodinámica a la nisoldipina. Mientras que la frecuencia cardíaca, el VTD y el VS no cambiaron significativamente, la presión arterial, así como la FEVI y el VTS, disminuyeron significativamente. El IR también disminuyó ( $p < 0,05$ ).

La concordancia entre el grado de severidad de la insuficiencia mitral determinada por VN y por ecocardiograma *Doppler* en total fue del 78 % (14/18 pacientes), para un valor de kappa de 0,66 (buena concordancia, con un intervalo de confianza del 95 % de 0,38-0,94) (Fig. 1).

TABLA. Comportamiento hemodinámico antes y después de la nisoldipina

Variable	Basal	Posnisoldipina	p
Frecuencia cardíaca (latidos/min)	72 $\pm$ 14	72 $\pm$ 13	NS
PA sistólica (mm Hg)	126 $\pm$ 14	120 $\pm$ 16	< 0,05
PA diastólica (mm Hg)	81 $\pm$ 12	77 $\pm$ 12	< 0,05
FEVI (%)	63 $\pm$ 13	66 $\pm$ 13	< 0,05
VTD (mL)	377 $\pm$ 159	364 $\pm$ 121	NS
VTS (mL)	147 $\pm$ 111	131 $\pm$ 89	< 0,05
VS (mL)	231 $\pm$ 86	234 $\pm$ 77	NS
Índice de regurgitación	1,97 $\pm$ 0,69	1,75 $\pm$ 0,42	< 0,05

PA: presión arterial; FEVI: fracción de eyección de ventrículo izquierdo; VTD: volumen telediastólico; VTS: volumen telesistólico; VS: volumen sistólico.

La figura 2 muestra que la concordancia observada entre el IR por VN y por evaluación clínica fue del 67 % (12/18 pacientes), para un valor de kappa de 0,48 (concordancia moderada, con un intervalo de confianza del 95 % de 0,14-0,82). Como en la figura 1, la concordancia fue mayor en los grados moderado y severo de insuficiencia mitral.

## DISCUSIÓN

Aunque el ecocardiograma *Doppler* es menos costoso, más fácilmente aplicable al paciente y ampliamente utilizado en la detección de insuficiencia mitral y en la semicuantificación de su severidad durante estos últimos años,<sup>24</sup> es menos reproducible que la VN.<sup>25</sup> Además de esto, la VN puede ser útil en aquellos pacientes con ventana acústica deficiente.

El análisis factorial<sup>10</sup> permite una adecuada separación de las estructuras cardíacas, de forma tal que puede calcularse

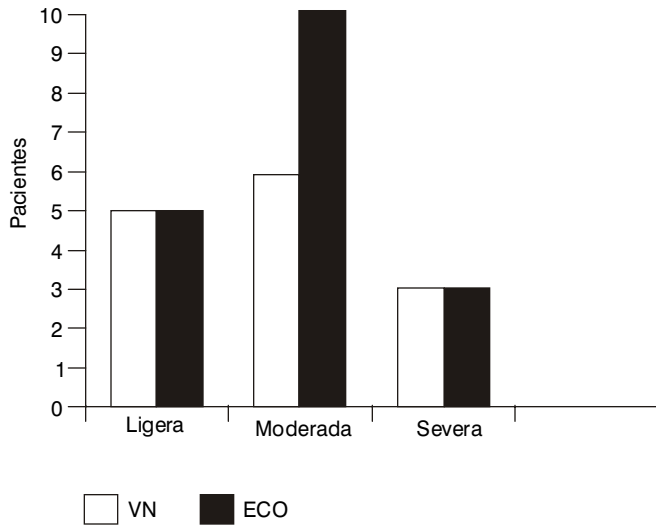


FIG. 1. Regurgitación valvular: Ventriculografía nuclear vs. ecocardiograma Doppler. La concordancia entre ambos métodos fue del 78% ( $k = 0,66$ ). VN: ventriculografía nuclear.

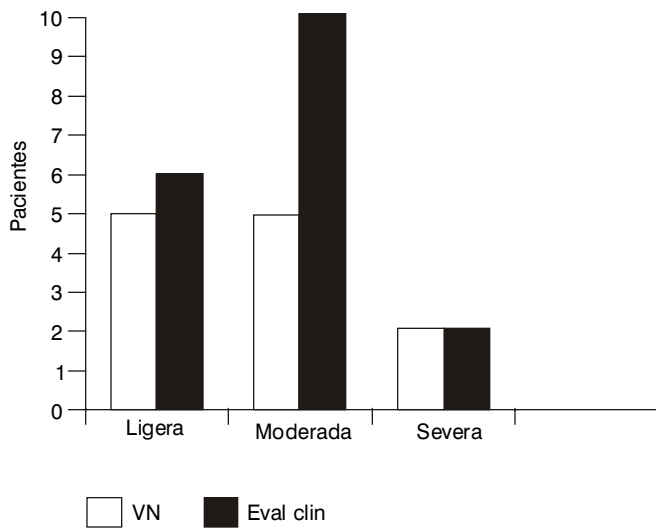


FIG. 2. Regurgitación valvular: Ventriculografía nuclear vs. evaluación clínica. La concordancia entre ambos métodos fue del 67% ( $k = 0,48$ ). EVAL CLIN: evaluación clínica.

el IR considerando únicamente los ventrículos.

La nisoldipina, al igual que otras dihidropiridinas, produce una vasodilatación arterial periférica con disminución consecuente de la poscarga y de la presión telediastólica del VI,<sup>12</sup> así como una reducción de la presión arterial. El aumento de la FEVI y la tendencia a la disminución del VTD pueden explicarse por la reducción de la poscarga.<sup>26</sup>

A pesar de que la FEVI no es un indicador real de función en pacientes con insuficiencia mitral, la FEVI en reposo tiene algún valor, ya que si comienza a caer en estudios evolutivos (incluso dentro de límites normales), podría indicar la progresión de la disfunción miocárdica.<sup>1</sup> *Phillips* y otros<sup>27</sup> demostraron que la FEVI preoperatoria en reposo estaba relacionada con el pronóstico, luego de la sustitución valvular por insuficiencia mitral.

La nisoldipina causa también una disminución del VTS.<sup>26</sup> *Rousseau* y otros<sup>26</sup> plantean que reduce la presión arterial sistólica, pero que no modifica significativamente el estrés sistólico de pared, por lo que la reducción del VTS podría estar relacionado con otros factores, como la mejoría del funcionamiento cardíaco.

La disminución del IR posnisoldipina puede explicarse por la reducción de la poscarga a causa de la acción vasodilatadora arterial de la droga.

Aunque ambas fueron adecuadas, la concordancia entre la severidad de la insuficiencia mitral determinada por VN vs.

ecocardiograma fue mejor que vs. la evaluación clínica (78 % vs. 67 %, respectivamente). Esto podría estar influido por el hecho de que tanto la VN como el ecocardiograma *Doppler* son métodos que permiten una valoración semicuantitativa de la regurgitación; mientras que la evaluación clínica está dada por la combinación de varios factores, algunos de ellos con componentes subjetivos, como la sintomatología del paciente.

De todas formas, a pesar de que exista una concordancia estadísticamente adecuada entre los diferentes enfoques del grado de severidad de la insuficiencia mitral, el análisis de todo paciente en particular presenta un problema diagnóstico, pues el hecho de que 4 casos no coincidan entre la VN y el ecocardiograma, o 6 entre la VN y la evaluación clínica, nos hace preguntarnos cuál es realmente la opción más adecuada. En este sentido nos quedaría acudir a otro método que pudiera considerarse el patrón dorado para el análisis de la regurgitación valvular, el cual podría ser el estudio angiográfico de contraste, pero esto no fue el objetivo de este estudio.

Concluimos que el cálculo del índice de regurgitación por análisis factorial en una ventriculografía nuclear, constituye un método no invasivo adecuado para la valoración semicuantitativa de la severidad de la insuficiencia mitral. Esto no significa en modo alguno que sustituya al ecocardiograma, pero representa una segunda opción en aquellos casos con ventana acústica inadecuada o en los que se requiera de una segunda opinión.

## SUMMARY

---

18 patients with diagnosis of mitral insufficiency that underwent nuclear ventriculography (basal and after 5 mg of oral nisoldipina) and a Doppler echocardiogram aimed at validating a radioisotopic method to calculate the regurgitation index by using the multifactorial analysis were studied. Heart rate, the telediastolic volume and the systolic volume did not change significantly

after the administration of nisoldipine, However, blood pressure, the left ventricular ejection fraction, the telesystolic volume and the regurgitation index decreased notably ( $p < 0.05$ ), There was a good concordances (78 %; Kappa = 0.66) between the assessment of the severity of mitral insufficiency by nuclear ventriculography and by *Doppler* echocardiogram. On comparing the results of the clinical evaluation with nuclear ventriculography it was observed a moderate concordance (67 %, Kappa = 0.48). It was concluded that the calculation of the regurgitation index by factorial analysis in a nuclear ventriculography is a noninvasive method suitable for the semiquantitative evaluation of mitral insufficiency severity.

*Subject headings:* MITRAL VALVE INSUFICINCY; ECHOCARDIOGRAPHY, DOPPLER.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Beller GA. Radionuclide imaging in valvular heart disease. En: Clinical nuclear cardiology. Philadelphia: W.B. Saunders, 1995:378-9.
2. Corin WJ, Monrad ES, Murakami T, Nonogi H, Hess OM, Krayenbuhl H. The relationship of afterload to ejection performance in chronic mitral regurgitation. *Circulation* 1987;76:59-67.
3. Rokey R, Sterling L, Zoghbi WA. Determination of regurgitation fraction in isolated mitral or aortic regurgitation by pulsed Doppler two-dimensional echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1986;7:1273-80.
4. Miyatake K, Izumi S, Okamoto M. Semiquantitative grading of severity of mitral regurgitation by real-time two-dimensional Doppler flow imaging technique. *J Am Coll Cardiol* 1986;7:82-90.
5. Wilcox I, Fletcher PJ, Bailey BP. Color Doppler echocardiographic assessment of regurgitation flow in mitral valve prolapse. *Eur Heart J* 1989;10:872-88.
6. Baxter RH, Becker LC, Alderson PO, Rigo P, Wagner HN Jr, Weisfeldt ML. Quantification of aortic valvular regurgitation in dogs by nuclear imaging. *Circulation* 1980;61:404-10.
7. Rigo P, Alderson PO, Robertson RM, Becker LC, Wagner HN Jr. Measurement of aortic and mitral regurgitation by gated cardiac blood pool scans. *Circulation* 1979;60:306-12.
8. Berthout P, Cardot JC, Baud M. Factors influencing the quantification of valvular regurgitation by gated equilibrium radionuclide angiography. *Eur J Nucl Med* 1984;9:112-4.
9. Todd-Makler P Jr, McCarthy DM, Velchik MG, Goldstein HA, Alavi A. Fourier amplitude ratio: a new way to assess valvular regurgitation. *J Nucl Med* 1983;24:204-7.
10. Cavaiolles F, Bazin JP, DiPaola R. Factor analysis in gated cardiac studies. *J Nucl Med* 1984;25:1067-71.
11. Knorr A. The pharmacology of nisoldipine. *Cardiovasc Drugs Ther* 1987;1:393-402.
12. Zimlichman R. Nisoldipine - Is there a positive isotropic effect? *Isr J Med Sci* 1994;30:158-9.
13. Braunwald E. Cardiopatías valvulares. En su: Tratado de Cardiología. La Habana: Editorial Científico-Técnica, 1985;t3,vol 1: 1231-42.
14. Peix A, García-Barreto D, Ponce F, López A, Maltas AM. Empleo del captropil en la determinación de la viabilidad miocárdica en una ventriculografía nuclear. *Rev Cubana Cardiol Cir Cardiovasc* 1997;11:12-9.
15. Maddox DE, Wynne J, Uren R. Regional ejection fraction: a quantitative radionuclide index of regional left ventricular performance. *Circulation* 1979;59:1001-9.
16. Lackner K, Klotz E, Kalender W. Evaluación asistida por ordenadores de imágenes cardiológicas de tecnecio sincronizadas por ECG. *Rev Electroméd* 1986;2:113-8.
17. Fránquiz JM, Álvarez A, Fernández R, Sánchez C, Maltas AM. Ventriculografía nuclear en reposo y esfuerzo. Resultados en sujetos con el corazón presumiblemente sano. *Rev Cubana Cardiol Cir Cardiovasc* 1991;5:16-24.
18. Fránquiz JM, Cabrera C, Dórticos F, Maltas AM. Assessment of left ventricular function by equilibrium-gated angiography before and following latissimus dorsi cardiomyoplasty in dilated cardiomyopathy. *Am J Noninvas Cardiol* 1992;6:197-200.

19. Appleton C, Hattel L, Nellesen U. Flow velocity acceleration in the left ventricle. A useful sign of hemodynamically significant mitral regurgitation. *J Am Soc Echocardiogr* 1990;3:35-45.
20. Jenni R, Ritter M, Eberli F. Quantification of mitral regurgitation with amplitude-weighted velocity. *Circulation* 1989;79:1294-9.
21. Thomas J. Theory of regurgitant jets and the imaging by Doppler. Is there hope for quantification? *Learning Centers Highlights* 1992;7:15-9.
22. Wilcoxon F. Probability tables for individual comparisons by ranking methods. *Biometrics* 1947;3:119-22.
23. Altman DG. Inter-rater agreement. En: *Practical statistics for medical research*. London: Chapman and Hall, 1992:403-9.
24. Abassi AS, Allen MW, DeCristofaro D, Ungar I. Detection and estimation of the degree of mitral regurgitation by range-gated pulsed Doppler echocardiography. *Circulation* 1980;61:143-7.
25. Tornos MP. Valvulopatías. En: Candell J, Ortega D, eds. *Cardiología nuclear*. Barcelona. Ediciones Doyma, 1992:274.
26. Rousseau MF, Gurne O, Nebedict CR, Eyll C van. Effects of nisoldipine on the time-dependent changes in left ventricular function and neurohumoral status in patients with ischemic heart disease. En: Lichtlen PR, Krayenbuhl HP, eds. *New aspects on nisoldipine*. Stuttgart: Schattauer Verlag, 1990:69-83.
27. Phillips HR, Levine FH, Carter JE, Boucher CA, Osbakken MD, Okada RD. Mitral valve replacement for isolated mitral regurgitation: analysis of clinical course and late postoperative left ventricular ejection fraction. *Am J Cardiol* 1981;48:647-54.

Recibido: 7 de abril de 1999. Aprobado: 20 de mayo de 1999.

*Dra. Amalia Peix González*. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. 17 # 702, esquina A, El Vedado, Ciudad de La Habana, Cuba.