

## Indice de Regurgitación con cámara gamma. Su utilidad en las insuficiencias valvulares del ventrículo izquierdo

HECTOR G. KLURFAN\*  
ALBERTO E. PASCUAL  
CARLOS B. ALVAREZ  
Instituto de Cardiología y Cirugía  
Cardiovascular,  
Hospital Español de Buenos Aires.

\* Para optar a Miembro Titular.

*El Índice de Regurgitación es un nuevo parámetro que, basándose en la igualdad de las descargas sistólicas de los ventrículos izquierdo y derecho, posibilita separar las insuficiencias valvulares del ventrículo izquierdo en sus distintos grados. Ello se logra mediante el uso de una cámara gamma, que informa acerca de la actividad, expresada en cuentas, que se encuentra dentro de los ventrículos, obteniéndose la descarga sistólica cuyo cociente representa el Índice de Regurgitación. Los 35 pacientes que tomaron parte del presente trabajo se agruparon según criterios clínicos-hemodinámicos en normales, insuficiencias valvulares leves, moderadas y severas. Los valores obtenidos fueron, para los pacientes normales (10 pacientes),  $1,58 \pm 0,26$ ; para las insuficiencias valvulares leves (4 pacientes),  $2,06 \pm 0,47$ ; para las moderadas (7 pacientes),  $2,82 \pm 0,73$ ; y para las severas (15 pacientes),  $4,50 \pm 1,95$ . Estos valores permiten apreciar la sensibilidad del Índice de Regurgitación y su capacidad para separar entre sí ( $P < 0,01$ ) a las insuficiencias valvulares, presentándose como un parámetro a tener en cuenta en el momento de tomar una conducta terapéutica, siendo además un elemento útil a considerar para el seguimiento de estos pacientes.*

La igualdad de las descargas sistólicas de los ventrículos izquierdo y derecho es, en condiciones normales, una constante. Dicho parámetro puede alterarse por la presencia de cortocircuitos de izquierda a derecha (o viceversa), o con más frecuencia por la existencia de una insuficiencia valvular.

Este es el principio del Índice de Regurgitación, cuyo fundamento teórico es la desigualdad de las descargas sistólicas izquierda y derecha por la existencia de un volumen regurgitante a través de una insuficiencia valvular aórtica o mitral.<sup>1</sup>

### MATERIAL Y METODOS

Fueron incluidos en este trabajo 36 pacientes. Mediante la utilización de criterios clínicos, electrocardiográficos, ecocardiográficos y hemodinámicos se agruparon en normales (N) 10 pacientes, e insuficiencias valvulares aórticas o mitrales, sin otra valvulopatía asociada, 26 pacientes. Estos últimos fueron divididos en insuficiencias valvulares leves (IVL) 4 pacientes, insuficiencias valvulares moderadas (IVM) 7 pacientes, e insuficiencias valvulares severas (IVS) 15 pacientes, de acuerdo con las pautas comúnmente usadas en hemodinamia.<sup>2,3</sup>

Recibido para su publicación: 6/82.  
Aceptado: 10/82.

*Dirección postal:*  
Hospital Español de Buenos Aires  
Instituto de Cardiología y Cirugía  
Cardiovascular  
Avenida Belgrano 2975  
(1209) Buenos Aires  
Argentina

La edad varió para el grupo normal entre los 27 y los 75 años (promedio 53,2 años) y para las insuficiencias valvulares entre los 26 y los 75 años (promedio 46,5 años).

El intervalo transcurrido entre el cateterismo y el estudio radioisotópico fue no mayor de tres semanas, sin que haya ocurrido alteración en el estado clínico ni en la medicación instituida.

El método empleado fue el equilibrio multi-gatillado en cámara gamma,<sup>4</sup> consistente en la marcación de los hematíes *in vivo* con cloruro de estaño-Tecnecio 99m.<sup>5</sup>

Una vez marcado el *pool* sanguíneo se posiciona al paciente en oblicua anterior izquierda, buscando la óptima separación de ambas cámaras ventriculares, conectándose al paciente a un monitor de electrocardiograma y mediante el sensado de la computadora se divide el intervalo R-R del electrocardiograma en 32 partes iguales o *frames*. La cámara comienza a adquirir datos, hasta llegar a las 3.200.00 cuentas, los que son grabados para su ulterior análisis.

Este procedimiento consiste en sumar cada uno de los 32 momentos en que dividió al ciclo cardíaco, para crear una nueva imagen de mejor definición, sobre la cual se disponen regiones de interés que abarcan por separado a ambos ventrículos (Fig. 1). Dicho procedimiento se realiza rodeando mediante un cursor electrónico el perímetro de estas cavidades. Una vez realizadas las regiones de interés, la computadora las traslada en forma automática a cada una de las 32 imágenes que componen el ciclo cardíaco, informándonos acerca de la cantidad de radiactividad existente en ellas, generando una curva representativa de la variación de actividad (volumen) en función del tiempo<sup>6,7</sup> (Fig. 2). Sobre esta curva es posible determinar dos momentos importantes del ciclo cardíaco, tales como el fin de diástole y el fin de sístole, correspondientes a los instantes en los cuales las cámaras ventriculares se hallan con los volúmenes mayores y menores del ciclo.

Podemos considerar, desde un punto de vista práctico, que al marcarse el *pool* sanguíneo existe una distribución homogénea del radioisótopo que se halla unido al glóbulo rojo y que variaciones del volumen sanguíneo contenido en una cámara cardíaca se corresponden con una

variación proporcional de la radiactividad, cuya unidad de medida son las cuentas.<sup>6-8</sup>

Es conocido que la descarga sistólica es la diferencia entre los volúmenes de fin de diástole (VFD) y de fin de sístole (VFS)<sup>9</sup> y que dicha diferencia es homologable a la variación de la radiactividad (número de cuentas) contenida en los momentos de fin de diástole (CFD) y de fin de sístole (CFS).

Podemos entonces obtener la siguiente relación:

$$\text{VFD} - \text{VFS} \text{ es proporcional a } \text{CFD} - \text{CFS}$$

Trasladando estos términos al ventrículo izquierdo (VI) y derecho (VD) tendremos:

$$\frac{\text{VFD VI} - \text{VFS VI}}{\text{VFD VD} - \text{VFS VD}} \text{ es proporcional a } \frac{\text{CFD VI} - \text{CFS VI}}{\text{CFD VD} - \text{CFS VD}}$$

siendo esta última ecuación el Índice de Regurgitación.<sup>10-12</sup>

## RESULTADOS

Las fracciones de eyección del ventrículo izquierdo obtenidas por el método radioisotópico oscilaron entre 0,30 y 0,75 (media: 0,52), mientras que las del ventrículo derecho variaron entre 0,10 y 0,55 (media: 0,29).

Con referencia al Índice de Regurgitación, los valores hallados fueron, para los normales,  $1,58 \pm 0,26$ ; las insuficiencias valvulares leves presentaron  $2,06 \pm 0,47$ ; las moderadas,  $2,82 \pm 0,73$ , mientras que las severas fueron de  $4,50 \pm 1,95$ , siendo la diferencia significativa a nivel del 0,01 entre las insuficiencias valvulares moderadas y las severas con respecto a las leves y normales, las cuales no pudieron ser diferenciadas entre sí a nivel estadístico (Tabla 1).

En el Gráfico 1 puede apreciarse la correlación entre la severidad de la lesión valvular según hemodinamia y el Índice de Regurgitación. En el mismo se observa la distribución de cada grupo, con su media y el correspondiente desvío standard.

Tomando un desvío standard en más y en menos, se puede calcular la sensibilidad y especificidad del índice de regurgitación para todo el grupo, como también su valor predictivo, de acuerdo con las siguientes fórmulas:

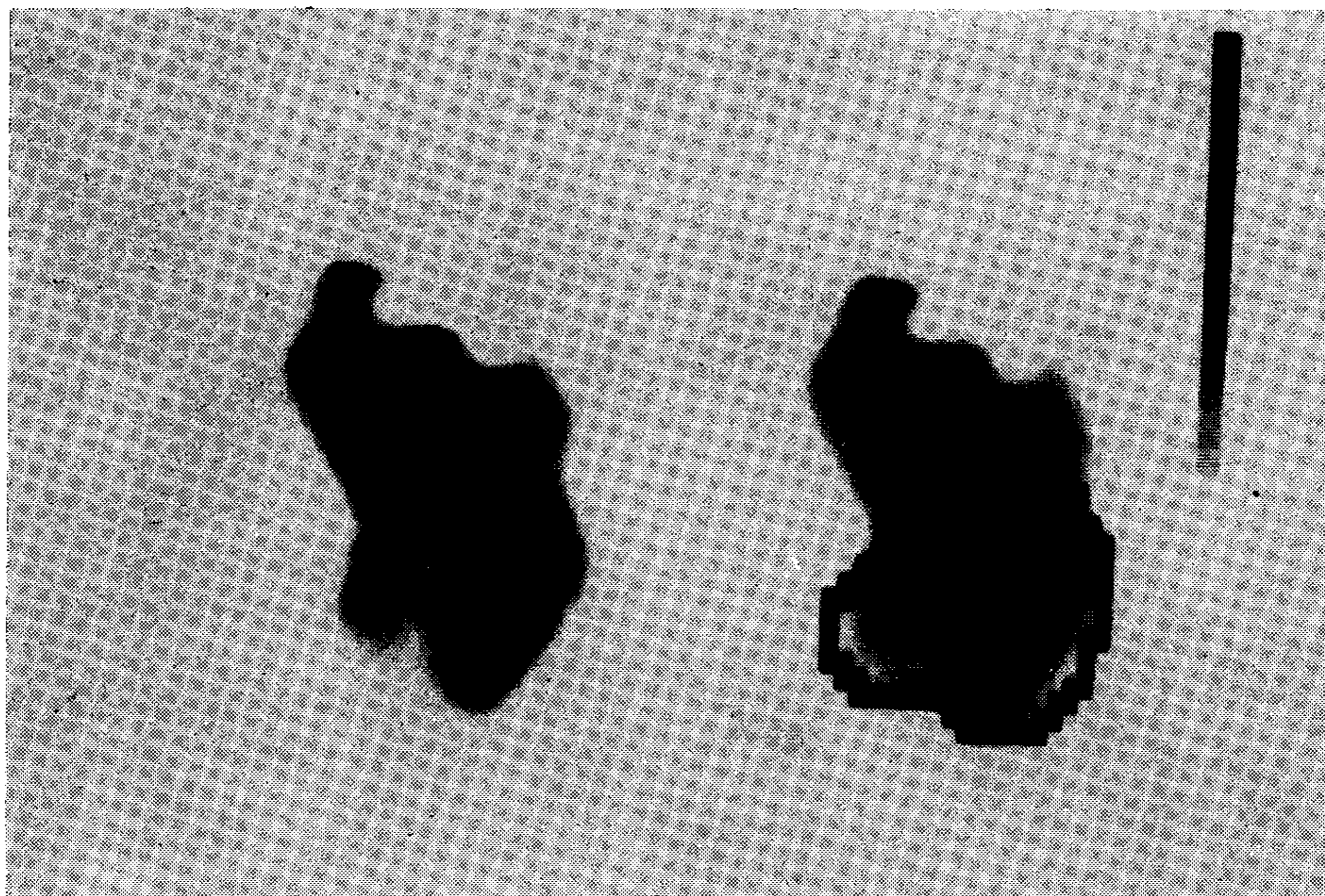


Fig. 1. A la izquierda: imagen resultante de la suma de los 32 cuadros que componen el estudio. A la derecha: ubicación de las regiones de interés, abarcando ambos ventrículos en la posición oblicua anterior izquierda.

$$\text{Sensibilidad} = \frac{\text{Verdaderos positivos}}{\text{Verdaderos positivos} + \text{falsos negativos}} = 0,890$$

$$\text{Especificidad} = \frac{\text{Verdaderos negativos}}{\text{Verdaderos negativos} + \text{falsos positivos}} = 0,830$$

$$\text{Valor predictivo} = \frac{\text{Verdaderos positivos}}{\text{Total positivos}} = 0,928$$

## DISCUSION

La necesidad de diagnosticar el grado de una insuficiencia valvular del ventrículo izquierdo es importante para el pronóstico y tratamiento de estas cardiopatías, siendo hasta el momento empíricos o subjetivos los criterios no invasivos empleados para tal fin usando metodología incruenta.<sup>13-15</sup>

La igualdad de la descarga sistólica de ambos ventrículos configura el fundamento teórico de este método y al ser posible obtener, mediante el uso de una cámara gamma un valor numérico que representa los volúmenes finales de diástole y de sístole, la diferencia equivale a la descarga sistólica y el cociente entre dichas descargas (VI/VD) debería ser, en condiciones normales, un valor cercano a la unidad.

Sin embargo, las cifras obtenidas en los pacientes normales presentaron un valor superior a la unidad. Ello es debido a la presencia de varios factores, entre los que se destacan:

1) La metodología empleada, en la cual es necesario colocar el detector de la cámara en la posición oblicua anterior izquierda de 45 grados para lograr una adecuada separación de los ventrículos. En tal situación, el ventrículo izquierdo queda mucho más cerca de la pared del tórax y del detector que el derecho, y como es sabido que la radiactividad decae con el cuadrado de la distancia, es aceptable entender que iguales volúmenes sanguíneos, al ser detectados desde el exterior, presentarán distintas actividades.

2) A lo anteriormente expuesto se suma la relativa dificultad para la delimitación del plano valvular tricuspídeo, que en la posición oblicua anterior izquierda se proyecta detrás del ventrículo derecho durante la sístole ventricular, produciendo de esta manera un aplanamiento de la curva actividad-tiempo del ventrículo derecho y un aumento del volumen de fin de sístole, debido a la contaminación auricular.<sup>11</sup>

Es por ello que el índice de regurgitación en

CURVA#1 10392 - 5639  
 CURVA#2 7273 - 4492

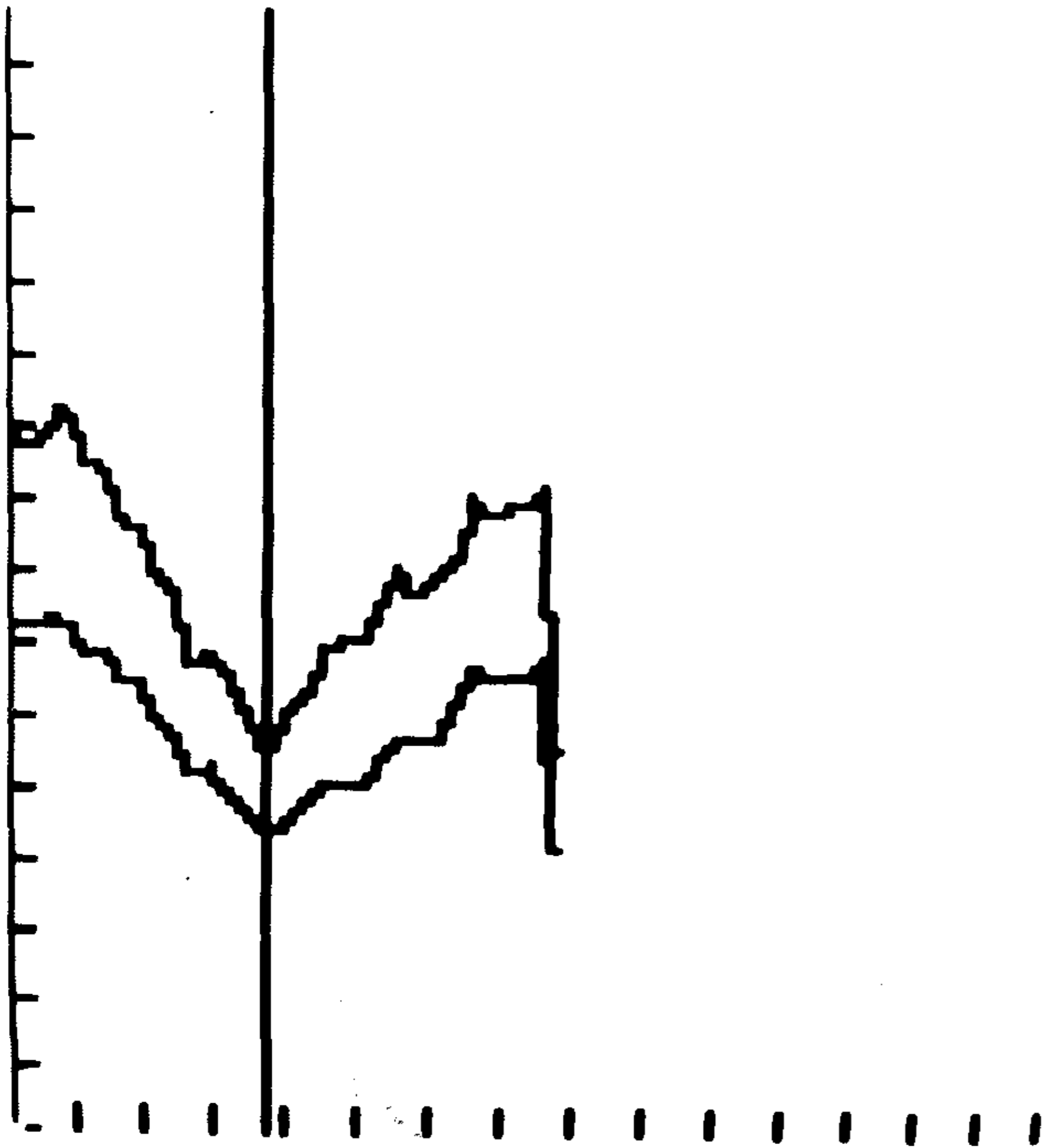


Fig. 2. En la curva superior (1) cuentas de fin de diástole y fin de sístole de ventrículo izquierdo. Curva inferior: (2) cuentas de fin de diástole y fin de sístole de ventrículo derecho, tal como aparece en computadora.

nuestros pacientes es algo superior a la unidad.

En presencia de una insuficiencia valvular, el volumen de fin de diástole del ventrículo izquierdo se verá incrementado por el volumen regurgitante proveniente de la válvula mitral o aórtica. En esa circunstancia, aumenta la descarga sistólica del ventrículo izquierdo, creciendo el numerador del Índice de Regurgitación, siendo este crecimiento correlacionable con la magnitud de la insuficiencia valvular.<sup>16-19</sup>

El Índice de Regurgitación presta utilidad en distintas circunstancias, entre las que cabe mencionar la insuficiencia aórtica o mitral secundaria a una endocarditis aguda, la insuficiencia mitral subsecuente a un infarto agudo de miocardio, en la evaluación de una insuficiencia valvular periprotésica, en la insuficiencia cardíaca aguda con insuficiencia mitral silente, como así tam-

Tabla 1  
 Resultados del Índice de Regurgitación

Pacientes normales	1,58 ± 0,26
Insuficiencias valvulares leves	2,06 ± 0,47
Insuficiencias valvulares moderadas	2,82 ± 0,73*
Insuficiencias valvulares severas	4,50 ± 1,95*

\* Diferencias significativas a nivel del 0,01.

bién en el seguimiento de la evolución natural de la enfermedad o para valorar la respuesta terapéutica.<sup>20</sup>

Es importante destacar que para el cálculo del Índice de Regurgitación no es necesaria la presencia de programas de computación adicionales a los que posee cualquier modelo comercial.

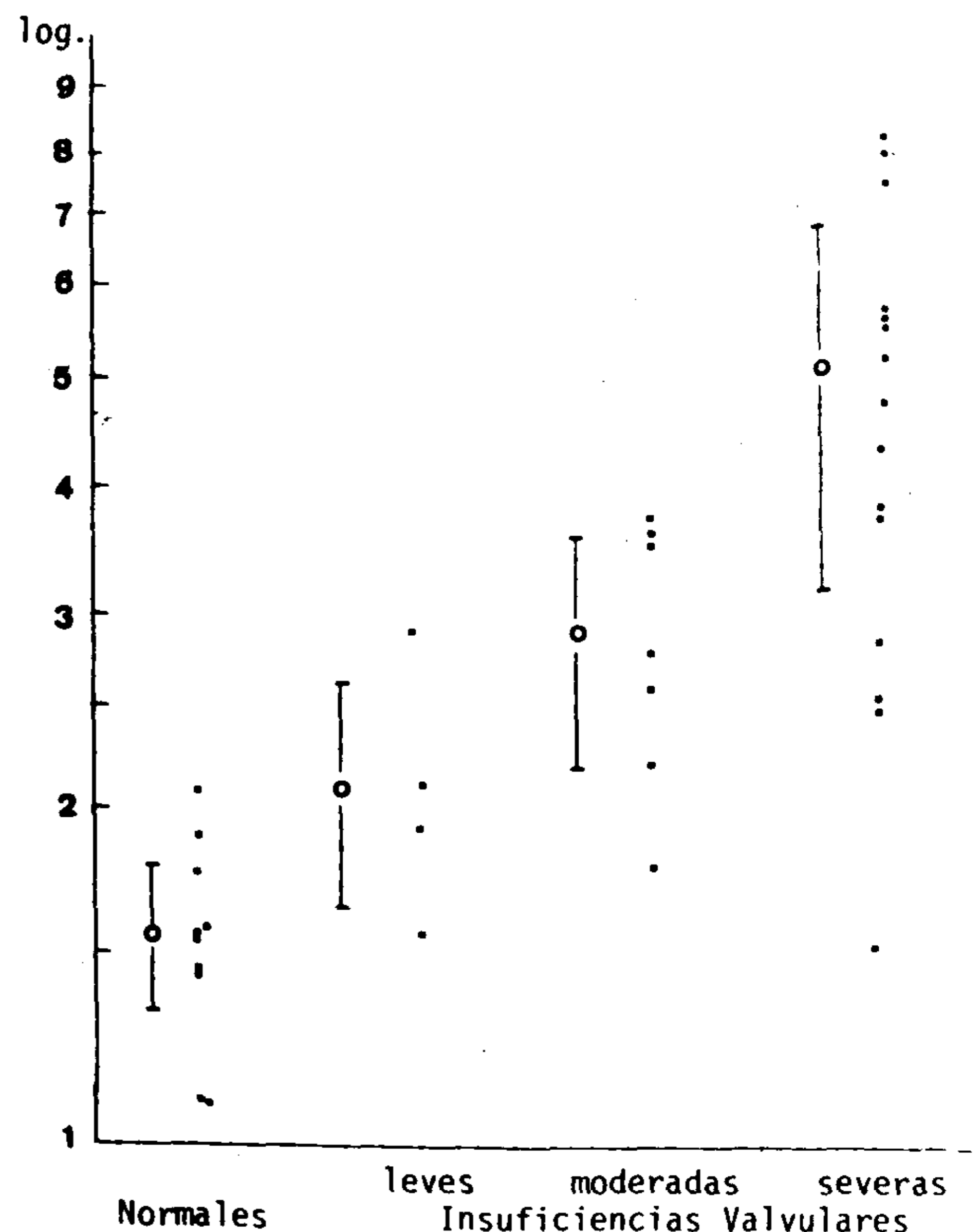


Gráfico 1. Distribución logarítmica del Índice de Regurgitación en función de la severidad de la insuficiencia valvular.

## LIMITACIONES

Como es entendible, este método carece de utilidad cuando la valvulopatía se halla asociada a un cortocircuito (izquierda-derecha o viceversa) o en las insuficiencias valvulares del ventrículo derecho. En el primer caso se debe a que existe una cámara que recibe una sobrecarga de volumen por la sangre que es cortocircuitada a nivel del shunt, rompiéndose el equilibrio entre ambas descargas sistólicas. En el segundo caso, la ocurrencia de un trastorno hemodinámico en las cámaras derechas, al modificar el denominador, varía el cociente, invalidando de esa forma el Índice de Regurgitación.

Su uso está también condicionado por la presencia de intervalos R-R regulares necesarios para que la computadora pueda "sensar" y dividir el ciclo cardíaco de forma adecuada, y en el caso de insuficiencias asociadas (insuficiencia aórtica más insuficiencia mitral) no será posible determinar la contribución de cada patología valvular al volumen regurgitante.

Cuando la fracción de eyección del ventrículo izquierdo es inferior a 0,30, se ha postulado cierto grado de discordancia con la magnitud de la insuficiencia valvular.<sup>11</sup>

Ello podría ser debido a la existencia de hipertensión del pequeño circuito que condiciona una dilatación del ventrículo derecho con insuficiencia tricuspídea asociada clínicamente silente.

## CONCLUSIONES

La potencialidad diagnóstica y su implicancia terapéutica hacen del Índice de Regurgitación un elemento de real utilidad que posibilita cuantificar objetivamente y en forma no invasiva la magnitud de una insuficiencia valvular del ventrículo izquierdo, permitiendo diferenciar grupos con distintos pronósticos y terapéuticos, como así también caracterizar el momento evolutivo de la valvulopatía.

## THE REGURGITATION INDEX TO EVALUATE DIFFERENT DEGREES OF VALVULAR INSUFFICIENCIES OF THE LEFT VENTRICLE

*The Regurgitation Index is a new method of evaluating different degrees of valvular insuffi-*

*ciencies of the left ventricle, based on the equal stroke volumes of both left and right ventricles. With the help of a gamma camera we are able to measure in counts the radioactivity of both ventricles avoid to determine their stroke volumes, the quotient between both is the Regurgitation Index. Thirty five patients, classified by clinical and angiographic criteria as having none, mild, moderate and severe insufficiency, were studied with this method. We obtained the following indexes: for normal valves (10 patients),  $1.58 \pm 0.26$ ; mild insufficiency (4 patients),  $2.06 \pm 0.47$ ; moderate insufficiency (7 patients),  $2.82 \pm 0.73$ , and for the group with severe insufficiency (15 patients),  $4.50 \pm 1.95$ . The differences between these groups are significant ( $p < 0.01$ ), making the Regurgitation Index an important factor to determine the appropriate therapy as well for the follow-up of valvular patients.*

## BIBLIOGRAFIA

1. Baxter R, Becker L, Anderson P, Rigo P, Wagner H, Weisfeldt M: Quantification of aortic valvular regurgitation in dogs by nuclear imaging. *Circulation* 61: 404, 1980.
2. Sandler H, Dodge HT, Hay RE, Rackley CE: Quantification of valvular insufficiency in man by angiocardiology. *Am Heart J* 65: 501, 1963.
3. Grossman W: Cardiac catheterization and angiography (2nd ed), p 312. Lea & Febiger, Philadelphia, 1980.
4. Sprengelmeyer J, Weisberger CL: Practical Nuclear Cardiology, p 11. Harper y Row Publishers, New York, 1979.
5. Pavel DG, Zimmer AM, Patterson VN: In vivo labeling of red blood cells with  $^{99m}\text{Tc}$ : A new approach to blood pool visualization. *J Nucl Med* 18: 305, 1977.
6. Strauss HW, Pitt B: Cardiovascular Nuclear Medicine (2nd ed), p 76. The CV Mosby Company, Missouri, 1979.
7. Strauss HW, Pitt B, Rouleau J, Bailey IK, Wagner HN: Atlas of Cardiovascular Nuclear Medicine, p 23. The CV Mosby Company, Saint Louis, 1977.
8. Klurfan HG, Pascual AE, Alvarez CB: Cardiología Nuclear Computada. *Cardiología Intern* 2: 1, 1981.
9. Hurst JW, Logue RB, Schlant RC, Wagner NK: The Heart (4th ed), p 87. Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1978.
10. Rigo P, Alderson P, Robertson R, Becker L, Wagner H: Measurement of aortic and mitral regurgitation by gated cardiac blood pool scans. *Circulation* 60: 306, 1979.
11. Law W, Pavel D, Byrom E, Sheik A, Best D, Rosen K: Radionuclide regurgitant index: Valve and limitations. *Am J Cardiol* 47: 292, 1981.
12. Soin JS, Brooks HL: Nuclear Cardiology for Clinicians, p 238. Futura Publishing Company, New York, 1980.
13. Feigenbaum H: Echocardiography (third ed), pp 253-277. Lea & Febiger, Philadelphia, 1981.
14. Popp RL: M mode echocardiographic assessment of left ventricular function. *Am J Cardiol* 49: 1312, 1982.

15. Henry WL: Evaluation of ventricular function using two dimensional echocardiography. *Am J Cardiol* 49: 1318, 1982.
16. Bough EW, Gandsman EJ, North DL, Shulman RS: Gated radionuclide angiographic evaluation of valve regurgitation. *Am J Cardiol* 46: 423, 1980.
17. Soin JS, Brooks HL: *Nuclear Cardiology for Clinicians* (first ed), p 238. Futura Publishing Company, New York, 1980.
18. Jonowitz WR, Fenster A: Left ventricular regurgitation fraction by first pass radionuclide angiography. *Am J Cardiol* 49: 85, 1982.
19. Klurfan HG, Pascual AE, Goral JL, Alvarez CB: Índice de regurgitación. Implicancia práctica de un nuevo parámetro. Presentado en el XVIII Congreso de la Cardiología Argentina. Buenos Aires, 11 al 17 de octubre de 1981.
20. Urquhart J, Patterson RE, Packer M, Goldsmith SJ, Horowitz SF, Litwak R, Gorlin R: Quantification of valve regurgitation by radionuclide angiography before and after valve replacement surgery. *Am J Cardiol* 47: 287, 1981.