

11. *Little, J. M. et al.*: A survey of amputations for degenerative vascular disease. Med J Aust 1: 329-334, 1972.
12. *Lim, R. C., Jr. et al.*: Below-knee amputations for ischemic gangrene. Surg Gynecol Obstet 125: 493-501, 1967.

Recibido: 28 de abril de 1983.

Aprobado: 13 de mayo de 1983.

Dr. *J. Me Cook Martinez* Instituto de  
Angiología Calzada del Cerro No.  
155  
Cerro. Ciudad de La Habana.

HOSPITAL DOCENTE "GENERAL CALIXTO GARCIA

## **Análisis de los resultados de las pruebas ergométricas realizadas a 150 pacientes con infarto miocárdico**

Por los Dres.:

EDUARDO RIVAS ESTANY<sup>1</sup> y JOSE M. CALVIÑO FERNANDEZ<sup>2</sup>

Rivas Estany, E.; J. M. Calviño Fernández. *Análisis de los resultados de las pruebas ergométricas realizadas a 150 pacientes con infarto miocárdico*. Rev Cub Med 22: 6, 1983.

Se realizó prueba ergométrica evaluativa a 150 pacientes, todos del sexo masculino, con infarto miocárdico de hasta dos años de evolución, para cuyo diagnóstico se utilizaron los criterios establecidos por la OMS; se empleó una bicicleta ergométrica estática con resistencia eléctrica variable. El promedio de edad del grupo fue de 53 años; el 54,6% de los infartos fueron de localización inferior; el 36,6%, anterior; y el 8,6% no bien precisados. Durante o después del esfuerzo, el 42,7% presentó una respuesta isquémica del segmento ST; el 47,3% tuvo respuesta

---

Especialista de I grado en cardiología. Sección de ergometría y rehabilitación. Servicio de cardiología. Hospital docente "General Calixto García".  
Profesor titular de medicina interna. Jefe del servicio de cardiología. Hospital docente "General Calixto García".

hipertensiva; y el 44,7% mostro extrasistoles ventriculares que predominaron en la recuperación inicial; el 16,7% de los pacientes tuvo angina. En los primeros 6 meses de evolución del infarto la capacidad funcional fue normal o ligeramente disminuida en el 53,9% y muy disminuida en el 22,4%; cuando se evaluó entre 12 y 24 meses se incrementó notablemente. En los pacientes que presentaron disminución de la capacidad funcional predominó el entrenamiento deficiente (39,3%). El doble producto disminuyó evolutivamente en el 50% de los pacientes que se evaluaron en el primer semestre, y en el 88,5% de los estudiados después. Se concluyó que la prueba ergométrica ofrece una valiosa información en la evaluación y tratamiento de pacientes con infarto miocárdico.

#### INTRODUCCION

La prueba de esfuerzo con control electrocardiográfico fue introducida por *Goldhammer* y *Scherf* en 1932;<sup>1</sup> sin embargo, ha sido en las últimas décadas que ha ganado una amplia aceptación como proceder diagnóstico y evaluativo no invasivo en pacientes con cardiopatía isquémica sospechada o conocida.

El fundamento de esta prueba es aumentar, mediante el ejercicio, los requerimientos miocárdicos de oxígeno para poner de manifiesto un flujo sanguíneo coronario reducido no evidente en reposo, no obstante es necesaria una obstrucción de por lo menos el 50% de la luz arterial para que se produzca isquemia miocárdica, que se traduce generalmente en el electrocardiograma (ECG) en forma de alteraciones del segmento ST.

Las pruebas de esfuerzo fueron más utilizadas, inicialmente, en el diagnóstico de las enfermedades coronarias, pero su mayor utilidad quizá depende de que ofrecen un valioso conocimiento de la función cardíaca del paciente examinado.<sup>2</sup>

El propósito de este estudio fue determinar el valor diagnóstico y evaluativo de los múltiples parámetros observados durante el ejercicio en una serie de pacientes con infarto miocárdico (IM) diagnosticado.

#### MATERIAL Y METODO

Se analizaron los resultados de las pruebas ergométricas realizadas a 150 pacientes, todos del sexo masculino, con IM diagnosticado mediante cuadro clínico, enzimático y electrocardiográfico.<sup>3</sup>

Para la realización de las pruebas se utilizó una bicicleta ergométrica de resistencia eléctrica variable (Elema-Schönder) con cargas continuas en aumento, que oscilaron entre 25 y 200 vatios, de 3 a 5 minutos de duración y sin pausas de reposo intermedio hasta alcanzar el 85% de la frecuencia cardíaca máxima predicha o hasta que cambios marcados del segmento ST u otros síntomas determinaran el fin del ejercicio (angina, disnea, agotamiento o arritmias).

Se realizaron sistemáticamente mediciones de: presión arterial; frecuencias cardíaca y respiratoria; carga de trabajo expresada en vatios; así como del ECG observado continuamente en un osciloscopio y recogido en papel para su estudio

posterior. Para el registro electrocardiográfico se empleó una derivación bipolar acercada (CM5) que fue registrada como control, durante el ejercicio, y hasta 10 minutos después de su fin. El consumo de oxígeno se obtuvo a partir de tablas de carga tolerada para el peso corporal del paciente y el gasto metabólico por su valor en kilocalorías. Se mantuvo una temperatura ambiental estable que osciló entre 19° y 23°C.

*Criterio de positividad.* Solamente se consideró positiva a la prueba que mostrara depresión isquémica (horizontal o ascendente lenta) del segmento ST de por lo menos 0,1 mV. y 0,08 seg. después del punto J en 3 latidos consecutivos. La presencia de cambios de onda T, trastornos de conducción, cambios de voltaje del ECG, arritmias u otros síntomas no se tuvieron en cuenta para la interpretación de positividad de la prueba.

Siempre que fue posible se realizó la ergometria a los 3 meses de evolución del IM, y se repitió 6 meses después y luego anualmente.

#### RESULTADOS

Según la distribución por edad de nuestra serie, el grupo predominante fue el de 50 a 59 años (48,6%), oscilando entre 34 y 72 años con un promedio de 53.

En el 54,6% de los pacientes el IM fue de cara inferior; en el 36,6% fue anterior; y en el 8,6% no se pudo localizar. El 15,3% recibía tratamiento con diuréticos; el 9,3%, betabloqueadores; y sólo el 2%, digitálicos.

Durante o después del ejercicio, el 42,7% de los pacientes mostró respuesta isquémica del segmento ST; el 48,7% no presentó esta alteración; y en el 8,6% el ECG no fue concluyente en este sentido (gráfico 1). En la fase de recuperación, tuvo alteraciones del segmento ST solamente el 7,3% de los pacientes, y de la onda T, el 24,6%; el resto no las mostró.

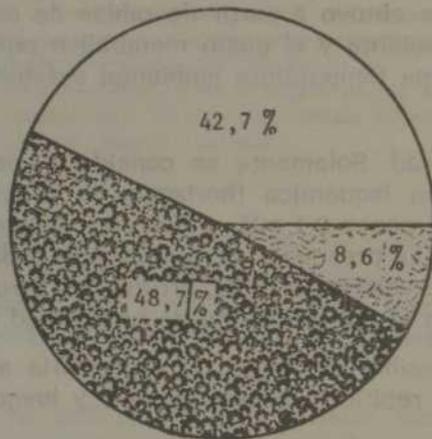
Sesenta y siete pacientes (44,6%) tuvieron extrasístoles ventriculares (EV) en algún momento de la prueba ergométrica; de ellos, en 24 (35,8%) se presentaron durante el ejercicio; y uno presentó crisis corta de taquicardia ventricular que desapareció espontáneamente al interrumpir el esfuerzo. En 43 pacientes (64,2%) los EV se detectaron después de finalizado el ejercicio; en 30 (44,9%), en la recuperación inmediata (1 a 5 minutos); y en 1, en la tardía (1.5%); en 12 pacientes (17,9%) se observaron en ambos períodos (gráfico 2).

El 51,3% de los pacientes presentó cansancio en miembros inferiores; el 16,6% tuvo dolor precordial; y el 10% otros síntomas; el 30,6% estuvo asintomático durante toda la prueba. El 47,3% de los pacientes presentó respuesta hipertensiva durante el ejercicio.

Analizando la capacidad de ejercicio de cada paciente, según el tiempo de evolución del IM, observamos que en los primeros 6 meses la misma estuvo normal o ligeramente disminuida (80-100%) en el 53,9% de los pacientes; cuando se evaluó

Gráfico 1

MODIFICACIONES DEL SEGMENTO ST-T

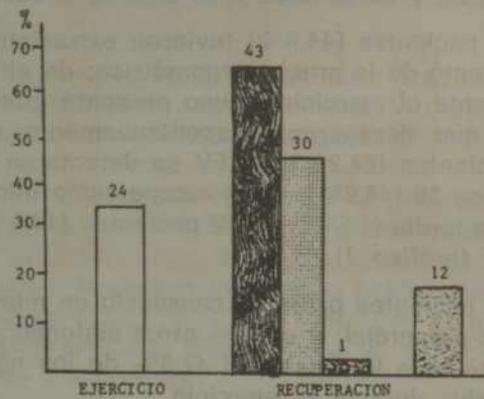


TOTAL DE PACIENTES (150)

- RESPUESTA ISOUÉMICA
- NO RESPUESTA ISQUEMICA
- NO CONCLUYENTE

Gráfico 2

EXTRASISTOLES VENTRICULARES.  
COMPORTAMIENTO DURANTE  
LA PRUEBA ERGOMETRICA



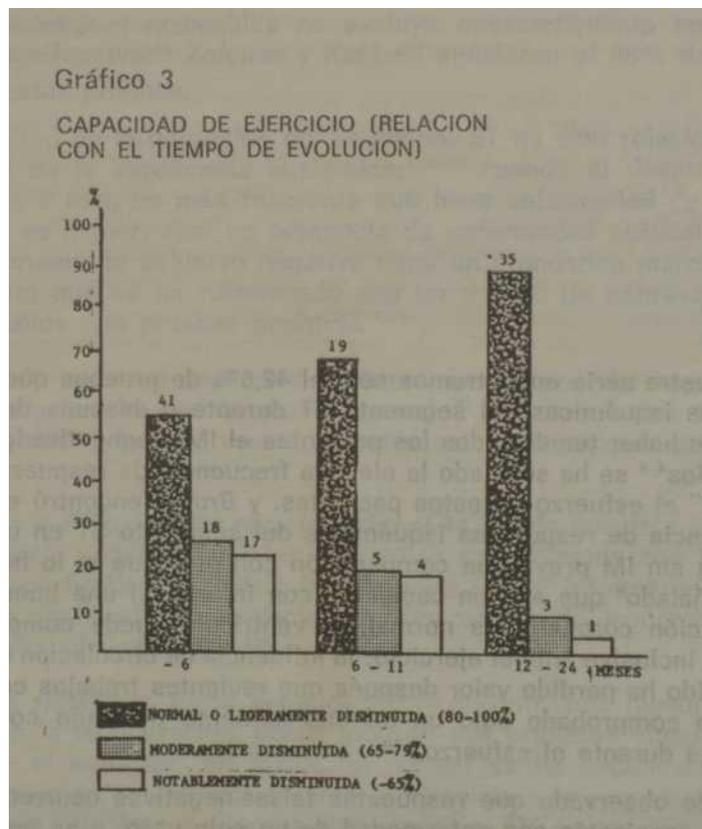
- RECUPERACION INMEDIATA
- RECUPERACION TARDIA
- AMBAS
- TOTAL

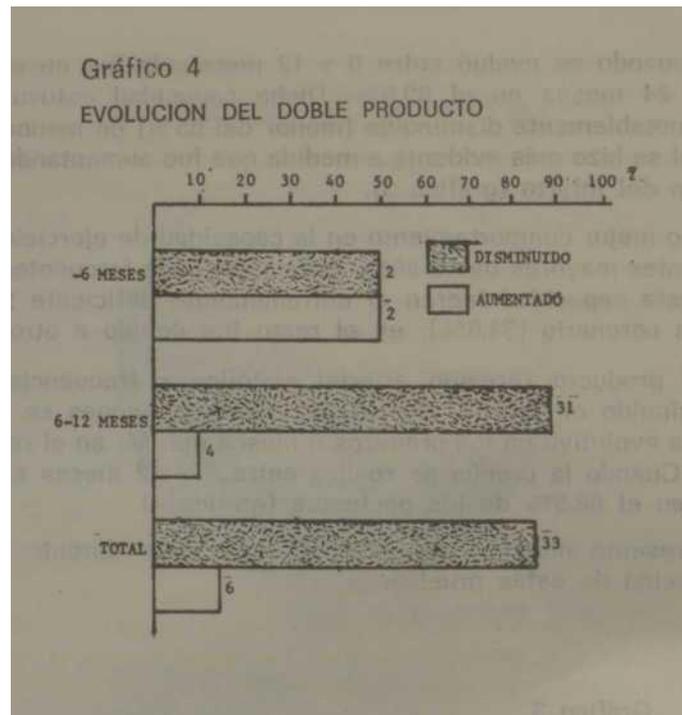
entre 6 y 12 meses, lo fue en el 67,9%; y entre 12 y 24 meses en el 89,8%. Dicha capacidad estuvo moderada (65-79%) o notablemente disminuida (menor del 65%) en menores porcentajes, lo cual se hizo más evidente a medida que fue aumentando el tiempo de evolución del infarto (gráfico 3).

Se obtuvo mejor comportamiento en la capacidad de ejercicio calculada en los pacientes mayores de 45 años. Las causas más frecuentes de disminución de esta capacidad fueron el entrenamiento deficiente (38%) y la insuficiencia coronaria (34,6%); en el resto fue debido a otros motivos.

El doble producto (presión arterial sistòlica x frecuencia cardíaca) estuvo disminuido en el 50% de los pacientes, a quienes se les realizó la ergometria evolutiva en los primeros 6 meses del IM; en el resto estuvo aumentado. Cuando la prueba se realizó entre 6 y 12 meses se encontró disminuido en el 88,5% de los pacientes (gráfico 4).

No se presentó ninguna complicación importante durante o después de la realización de estas pruebas.





#### DISCUSION

En nuestra serie encontramos sólo el 42,6% de pruebas que mostraron respuestas isquémicas del segmento ST durante o después del ejercicio, a pesar de haber tenido todos los pacientes el IM diagnosticado. En distintos estudios<sup>4,8</sup> se ha señalado la elevada frecuencia de respuestas "falsas- negativas" al esfuerzo en estos pacientes, y Bruce<sup>5</sup> encontró el 20% más de frecuencia de respuestas isquémicas del segmento ST en un grupo de anginosos sin IM previo, en comparación con otro que sí lo había tenido. Se ha señalado<sup>8</sup> que aun en pacientes con infarto, si una buena parte de la circulación coronaria es normal, el ventrículo puede comportarse sin isquemia, inclusive ante el ejercicio; la influencia de circulación colateral en este sentido ha perdido valor después que recientes trabajos con radioisótopos han comprobado sólo un mínimo aumento del flujo coronario por colaterales durante el esfuerzo.<sup>9,10</sup>

Ha sido observado que respuestas falsas-negativas ocurren frecuentemente en asociación con enfermedad de un solo vaso, y se indica que en éstos casos existe un grado ligero de isquemia, quizá no detectable.<sup>11-13</sup> También se ha informado que pueden encontrarse pruebas de ejercicios negativas en pacientes con disfunción del

ventrículo izquierdo, generalmente resultante del IM previo;<sup>4,6</sup> así, *Bruce*<sup>7</sup> y *Kramer*<sup>7</sup> postularon que los trastornos de la motilidad resultantes de un infarto extenso podían cancelar la depresión isquémica esperada del segmento ST; no obstante, esta misma respuesta puede observarse en pacientes con cardiopatía isquémica severa sin infarto.

La probabilidad de una prueba de esfuerzo positiva está influida por el protocolo de ejercicios y criterios de positividad utilizados, cantidad de derivaciones registradas<sup>1,1</sup> y de coronarias enfermas, pues a mayor número de éstas, más frecuencia de respuestas isquémicas serán detectadas.<sup>12</sup> Según *Cumming*<sup>16</sup> con pruebas submáximas, como las realizadas por nosotros en este trabajo, se puede perder el 50% de las respuestas positivas que se detectarían haciendo ejercicio máximo.

Es importante señalar que una respuesta anormal del segmento ST al ejercicio es expresión de isquemia miocárdica y no de estenosis coronaria, pues en ocasiones en grados avanzados de ésta no hay isquemia inducida por el esfuerzo manifiesto por ECG, de aquí que una adecuada prueba de ejercicio negativa, aun en pacientes que hayan alcanzado una carga y frecuencia cardíacas razonables no excluye necesariamente enfermedad coronaria significativa;<sup>17</sup> *Zohman* y *Kattus*<sup>18</sup> señalaron el 88% de sensibilidad para estas pruebas.

La magnitud de la depresión del segmento ST ha sido relacionada con la gravedad de la cardiopatía isquémica;<sup>7,12,10</sup> cuando el desplazamiento es mayor de 2 mm, es más frecuente que haya enfermedad de 3 vasos, que cuando es menor. Aun en presencia de enfermedad coronaria confirmada, una prueba de esfuerzo negativa tiene un pronóstico marcadamente mejor, puesto que se ha relacionado con un tiempo de sobrevivencia mayor que en aquellos con pruebas positivas.<sup>8,18</sup>

El 7,3% de nuestros pacientes tuvieron alteraciones del segmento ST en la recuperación, lo cual ha sido informado<sup>20</sup> como un índice de sospecha de enfermedad de 2 ó 3 vasos o de estenosis del tronco de la coronaria izquierda.

Presentaron EV inducidos por ejercicio, el 44,6% de nuestros pacientes; igual frecuencia encontramos<sup>21</sup> en otra serie de pacientes con IM agudo complicado con fibrilación ventricular. *Jelinek* y *Lowr*<sup>22</sup> informaron el 36,3% de arritmias ventriculares en pacientes con cardiopatía isquémica; otros autores han citado cifras de 50 a 60%.<sup>23</sup>

Como se señala en varios estudios,<sup>22,B4\_2C</sup> encontramos mayor frecuencia de EV en la recuperación, sobre todo en sus primeros cinco minutos, que durante el esfuerzo; en población normal se ha encontrado con la misma distribución de arritmia durante el ejercicio y la recuperación.<sup>22</sup> En la mayoría de nuestros pacientes que tuvieron EV en reposo o en las cargas iniciales, éstos desaparecieron con el aumento de la frecuencia cardíaca inducida por el esfuerzo de cargas mayores, lo cual puede deberse al fenómeno de supresión por sobreestimulación del foco ectópico;<sup>24</sup>

dichos EV reaparecieron, casi siempre, cuando la frecuencia cardíaca disminuyó durante la recuperación. *Blackburn* y *colaboradores* encontraron la mayor frecuencia de latidos ventriculares prematuros cuando alcanzaron una frecuencia mayor de 170 latidos por minuto.

El ejercicio puede provocar arritmias por producir aumento del consumo de oxígeno miocárdico en pacientes ya isquémicos y, además, por acarrear incremento de la estimulación simpática con aumento del automatismo ventricular.<sup>23,24</sup> Las arritmias ventriculares inducidas por ejercicio no se deben estrictamente a enfermedad coronaria severa, aunque sí sugieren notablemente su presencia, y su determinación es importante en la evaluación de un paciente con cardiopatía isquémica conocida, puesto que lo identificaría como un enfermo con alto riesgo de ocurrirle muerte súbita.<sup>24</sup>

Observamos en nuestros resultados que la capacidad funcional en los primeros seis meses de evolución del IM fue menor que cuando se analizó después, y se encontraron las mejores respuestas después de los doce meses. Estos pacientes fueron sometidos a un régimen de rehabilitación domiciliaria, y se encontró que el entrenamiento deficiente fue la causa que más se observó entre los pacientes con limitación en la capacidad de ejercicio.

En pacientes con cardiopatía isquémica conocida, la determinación de su capacidad funcional, puesta de manifiesto por las cargas de trabajo toleradas, la duración del ejercicio y la frecuencia cardíaca máxima alcanzada, son elementos de mayor valor en su evaluación que la respuesta del segmento ST. La capacidad funcional marcadamente limitada puede ser expresión de un consumo máximo de oxígeno disminuido, debido a una función ventricular izquierda empobrecida o a una isquemia severa según *McNeer* y *colaboradores*,<sup>17</sup> más del 60% de pacientes como éstos que mostraron pruebas positivas, tuvieron enfermedad de 3 arterias comprobadas por coronariografía.

La prueba de ejercicio no define la anatomía exacta de las coronarias como lo hace la angiografía, sino que ofrece una medición indirecta del estado de irrigación miocárdica durante el esfuerzo físico; ambas pruebas se complementan una a la otra. Esta prueba ergométrica ofrece una valiosa información que puede ser obtenida sin morbilidad y mortalidad significativas, y puede ser utilizada junto con otros métodos no invasivos en la evaluación y tratamiento de pacientes con infarto miocárdico.

#### SUMMARY

Rivas Estany. E.; J. M. Calviño Fernández. *Analysis from results of ergometrie tests performed to 150 patients with myocardial infarction*. Rev Cub Med 22: 6, 1983.

An evaluative ergometrie test was performed to 150 male patients with myocardial infarction evolving up to two years, for which diagnosis criteria established by WHO were used, a static ergometrie bicycle with variable electric resistance was employed. Mean age of the group was 53 years; 54,6% of infarctions were inferior infarctions.

n e M

NOVIEMBRE-DICIEMBRE. 1983

36,6% anterior infarctions, and 8,6% had not been well determined. During or after strong endeavour, 42,7% showed ischemic response of ST segment; 47,3% showed hypertensive response; and 44,7% showed ventricular extrasystoles which prevailed at initial recovery; 16,7% of the patients suffered angina. During the first six months of infarction evolution, functional capacity was normal or slightly diminished in 53,9% and too much diminished in 22,4%; when it was evaluated, within 12 and 24 months, it was remarkably increased. In patients presenting decreased functional capacity, deficient training prevailed (39,3%). Systolic arterial tension x heart rate evolutionally decreased in 50% of patients evaluated during first semester; and in 88,5% of those later studied. It was concluded that ergometric test offers a valuable information for the evaluation and treatment of patients with myocardial infarction.

#### RÉSUMÉ

Rivas Estany, E.; J. M. Calviño Fernández. *Analyse des résultats des épreuves ergométriques réalisées sur 150 patients atteints d'infarctus du myocarde*. Rev Cub Med 22: 6, 1983.

Un groupe de 150 patients, du sexe masculin, atteints d'infarctus du myocarde jusqu'à deux ans d'évolution, diagnostiqués suivant les critères établis par l'OMS, ont été soumis à une épreuve ergométrique évaluative au moyen de l'emploi d'une bicyclette ergométrique statique à résistance électrique variable. L'âge moyen du groupe était de 53 ans; 54,6% des infarctus siégeaient dans la région inférieure et 36,6% dans la partie antérieure; 8,6% n'étaient pas bien précisés. Pendant ou après l'effort, 42,7% des malades a présenté une réponse ischémique du segment ST; 47,3% a montré une réponse hypertensive; 44,7% a montré des extrasystoles ventriculaires qui ont prédominé pendant la récupération initiale; et 16,7% des patients ont présenté angine. Au cours des six premiers mois de l'évolution de l'infarctus, la capacité fonctionnelle a été normale ou légèrement diminuée dans 53,9% des cas, et très diminuée dans 22,4%; lorsqu'elle a été évaluée entre le 12<sup>e</sup> et le 24<sup>e</sup> mois, il a été constaté un accroissement remarquable. Chez les patients qui ont présenté une diminution de la capacité fonctionnelle, il y a eu une prédominance de l'entraînement déficient (39,3%). Le double produit (pression artérielle systolique x fréquence cardiaque) a diminué évolutivement chez 50% des patients qui ont été évalués pendant le premier semestre et chez 88,5% des patients étudiés ultérieurement. En conclusion, l'épreuve ergométrique offre des renseignements très importants pour l'évaluation et traitement des patients atteints d'infarctus du myocarde.

#### BIBLIOGRAFIA

1. *Goldhammer, S.; D. Scherf*: Citado por Braunwald, E. en *Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine*. I éd., W. B. Saunders Company, Philadelphia, 1980. P. 253
2. *Calviño, J. M.; E. Rivas Estany*: Evaluación de la función cardíaca por las pruebas de ejercicio en la rehabilitación cardiovascular. Resúmenes II Jornada Nacional de Medicina Física y Rehabilitación. P. 55, La Habana, febrero, 1981.
3. Nomenclature and criteria for diagnosis of ischemic heart disease. (Special report). *Circulation* 59: 607, 1979.
4. *Kattus, A. A.*: Exercise electrocardiography: Recognition of the ischemic response, false positive and negative patterns. *Am J Cardiol* 33: 721, 1974.
5. *Bruce, R. A. et al.*: Seattle heart watch: Initial clinical, circulatory and electrocardiographic responses to maximal exercise. *Am J Cardiol* 33: 459, 1974.
6. *Fitzgibbon, G. M. et al.*: A double master's two-step: clinical, angiographic and hemodynamic correlations. *Ann Intern Med* 74: 509, 1971.
7. *Kramer, N. et al.*: The false negative treadmill exercise test and left ventricular dysfunction. *Circulation* 57: 763, 1978.

8. *Bartel, A. G.*: Exercise stress testing – Current status *Cardiology* 64: 170, 1979.
9. *Berman, D. S. et al.*: Comparison of Rubidium-81 and Thallium-201 rest and myocardial scintigraphy in the noninvasive detection of regional myocardial ischemia. Abstract
10. *Smith, S. C. et al.*: Myocardial blood flow in man: effects of coronary collateral circulation and coronary artery bypass surgery. *J Clin Invest* 51: 2556, 1972.
11. *Tonkon, M. J. et al.*: Multifactor evaluation of the determinants of ischemic electrocardiographic response of maximal treadmill testing in coronary disease. *Am J Med* 62: 339, 1977.
12. *Bartel, A. G. et al.*: Graded exercise stress tests in angiographically documented coronary artery disease. *Circulation* 49: 348, 1974.
13. *Kaplan, M. A. et al.*: Inability of the submaximal treadmill stress test to predict the location of coronary disease. *Circulation* 47: 250, 1973.
14. *Bruce, R. A. et al.*: Variations in responses to maximal exercise in health and in cardiovascular disease: Initial findings of Seattle heart watch. *Angiology* 24: 691, 1973.
15. *Chaitman, B. R. et al.*: Improved efficiency of treadmill exercise testing using a multiple lead ECG system and basic hemodynamic exercise response. *Circulation* 57: 71, 1978.
16. *Cumming, G. R.*: Yield of ischemic exercise electrocardiograms in relation to exercise intensity In a normal population. *Br Heart J* 34: 919, 1972.
17. *McNeer, J. F. et al.*: The role of the exercise test in the evaluation of patients for ischemic heart disease. *Circulation* 57: 64, 1978.
18. *Zohman, L. R.; A. A. Kattus*: Exercise testing in the diagnosis of coronary heart disease: A Perspective. *Am J Cardiol* 40: 243, 1977.
19. *Martin, C. M.; D. R. McConahay*: Maximal treadmill exercise electrocardiography: correlations with coronary arteriography and cardiac hemodynamics. *Circulation* 46: 956, 1972.
20. *Goldschlager, N. et al.*: Treadmill stress tests as indicators of presence and severity of coronary artery disease. *Ann Intern Med* 85: 277, 1976.
21. *Rivas Estany, E. et al.*: Fibrilación ventricular primaria en el infarto agudo del miocardio. Evolución y pronóstico después de la resucitación. *Rev Cub Med* 16: 531, 1977.
22. *Jelinek, M. V.; B. Lown*: Exercise stress testing for exposure of caHiac arrhythmia. *Prog Cardiovasc Dis* 16: 497, 1974.
23. *Paris, J. V. et al.*: Concepts and applications of treadmill exercise testing and the exercise electrocardiogram. *Am Heart J* 95: 102, 1978.
24. *Goldschlager, N. et al.*: Exercise-induced ventricular arrhythmias in patients with coronary artery disease. Their relation to angiographic findings. *Am J Cardiol* 31: 434, 1973.
25. *Blackburn, II. et al.*: Premature ventricular complexes induced by stress testing. Their frequency and response to physical conditioning. *Am J Cardiol* 31: 441, 1973.
26. *Gooch, A. S.; D. McConnel*: Analysis of transient arrhythmias and conduction disturbances occurring during submaximal treadmill exercise testing *Prog Cardiovasc Dis* 13: 293, 1970.

Recibido. 18 de enero de 1982.

Aprobado: 15 de febrero de 1983.

Dr. *Eduardo Rivas Estany*

Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular  
Calle 17 No. 702, Vedado  
Ciudad de La Habana, Zona 4.