

Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Centro de Rehabilitación. La Habana, Cuba

Caracterización mediante pruebas no invasivas de pacientes infartados con disfunción ventricular izquierda incorporados a programas de rehabilitación

Dr. Eduardo Rivas Estany,¹ Dra. Maritza Castillo Alfonso,² Lic. Lydia Rodríguez Nande,³ Lic. Felizardo Ponce Vicente,⁴ Dra. Amalia Peix González,⁵ Dr. José E. Abreu Cruz² y Dr. David García Barreto⁶

1. Doctor en Ciencias Médicas. Especialista de I Grado en Cardiología.
2. Especialista de I Grado en Cardiología.
3. Licenciada en Matemática. Investigadora Agregada.
4. Licenciada en Física Nuclear. Investigador Agregado.
5. Especialista de II Grado en Cardiología. Investigadora Auxiliar.
6. Doctor en Ciencias Médicas. Investigador Titular.

RESUMEN

Las pruebas diagnósticas no invasivas son usualmente empleadas en la identificación de pacientes de alto riesgo. Para caracterizar mediante estas pruebas a casos con infarto miocárdico y disfunción ventricular izquierda, fueron estudiados 47 enfermos a los que se les realizó prueba de esfuerzo limitada por síntomas. Holter, ecocardiograma y ventriculografía isotópica en reposo y esfuerzo en los primeros 2 meses de evolución. La serie tuvo una edad media de 53,3⁸ años, predominó el infarto de cara anterior y la fracción de eyección media de ventrículo izquierdo (VI) fue de 45,8¹⁰ %, la que no varió con el ejercicio. La carga de trabajo máxima, capacidad funcional, potencia media, consumo máximo de oxígeno y otras variables ergométricas, estuvieron marcadamente disminuidas; 35 pacientes (74,5 %) tuvieron alteraciones del segmento ST en el ECG de esfuerzo, un 31,9 % presentó supradesnivel en la zona infartada y el 25,5 % tuvo infradesnivel en el miocardio residual. Mediante el Holter se detectaron arritmias cardíacas en el 68 % de los casos y en el 51 % por ergometría. El ecocardiograma y la ventriculografía detectaron trastornos de la motilidad de VI en la zona infartada en el 82,9 % de los pacientes, mientras que en el miocardio distante los detectó más frecuentemente el estudio isotópico (40,4 %). Los estudios no invasivos en estos pacientes demostraron muy baja capacidad funcional, una elevada frecuencia de arritmias cardíacas, de supradesniveles del segmento ST durante el esfuerzo y trastornos de la motilidad en la zona infartada, expresando el deterioro funcional del VI.

Descriptores DeCS: INFARTO DEL MIOCARDIO/rehabilitación; DISFUNCION VENTRICULAR IZQUIERDA; TEST DE ESFUERZO; ECOCARDIOGRAFIA; VENTRICULOGRAFIA CON RADIONUCLIDOS; ELECTROCARDIOGRAFIA AMBULATORIA; EVALUACION.

A pesar de que hace alrededor de una década, los pacientes con disfunción de ventrículo izquierdo (VI) eran excluidos de los programas de rehabilitación cardíaca (RC) con

ejercicios físicos, una considerable atención se le ha brindado a éstos en los últimos años; en estos momentos se prescriben con mayor frecuencia en casos con insuficiencia cardíaca,¹ basado en recientes estudios que confirman sus efectos fisiológicos satisfactorios²⁻⁶ y en una baja tasa de complicaciones.⁴⁻⁶

No obstante, estos pacientes por ser considerados de alto riesgo, deben ser adecuadamente identificados antes de su incorporación a la rehabilitación y supervisados durante las sesiones de entrenamiento físico, con el fin de alcanzar la intensidad de ejercicio necesaria y evitar complicaciones.

Los métodos diagnósticos no invasivos, generalmente disponibles en los lugares donde se llevan a cabo programas RC, desempeñan un importante papel en este sentido, pues son de utilidad en la identificación y estratificación del riesgo de este tipo de pacientes inmediatamente después del episodio agudo.^{7,8}

El propósito de nuestro trabajo ha sido precisar las características de las pruebas diagnósticas no invasivas realizadas tempranamente a una serie de enfermos con disfunción de VI después del infarto miocárdico agudo (IMA) y a los que se les prescribió la incorporación a un programa de RC.

MÉTODOS

Fueron estudiados 47 pacientes de ambos sexos con el diagnóstico confirmado de IMA transmural, según los criterios de la Organización Mundial de la Salud,⁹ egresados vivos del Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular de La Habana durante un período de tres años y a los cuales se les detectaron signos clínicos¹⁰ y radioisotópicos⁴ de disfunción sistólica de VI durante su estadía hospitalaria y que se incorporaron al programa de RC de nuestro Centro.¹¹

El grupo de pacientes tuvo una edad media de 53,3 ± 8 años, con un rango de 34 a 68 años; sólo un caso fue mujer (2 %); 32 casos (68,1 %) tuvieron el IMA de cara anterior y en 15, fue inferior (31,9 %); 3 casos (6,4 %) tuvieron un infarto previo y a otros tres se les había realizado revascularización miocárdica mediante puente aortocoronario.

El 55 % de los casos recibían tratamiento con drogas antagonistas del calcio, 53 % con nitratos, un 30 % betabloqueadores y un 26 % digitálicos; recibían inhibidores de la enzima convertidora de la angiotensina un 17 %, diuréticos un 10 % y antiagregantes plaquetarios el 57 %.

En los primeros dos meses de evolución del IMA se les efectuó a los pacientes: prueba de esfuerzo (PE), ecocardiografía en reposo, electrocardiograma ambulatorio continuo de 24 horas (Holter), y ventriculografía isotópica en reposo y esfuerzo.

A todos los pacientes se les realizaron PE máximas o limitadas por síntomas en un cicloergómetro eléctrico vertical (Siemens-Elema 130); se aplicaron cargas de trabajo continuas, sin pausas de reposo intermedio, con incrementos de 25 watts cada 3 minutos hasta que se alcanzara la frecuencia cardíaca máxima predicha (220 latidos - edad) o se presentaran signos o síntomas que constituyeran criterio de interrupción de la prueba.¹² El esfuerzo se realizó bajo control osciloscópico continuo y se efectuó registro electrocardiográfico de doce derivaciones cada un minuto durante el ejercicio y hasta

diez minutos después de finalizado éste. No se interrumpió el tratamiento médico para la ejecución de la prueba.

Por ECG de esfuerzo se consideró "zona infartada" a aquellas derivaciones en que hubiera presencia de signos de necrosis miocárdica (onda Q patológica) y "miocardio residual" a las restantes derivaciones electrocardiográficas.

Para el Holter se emplearon grabadoras portátiles de dos canales FM Oxford Medilog y los electrodos fueron colocados en las derivaciones torácicas acercadas CM3 y CM5; las grabaciones fueron examinadas en un analizador de propósitos específicos por 2 observadores experimentados.

Se realizó ecocardiograma bidimensional y en Modo M con un equipo Sonolayer SAC-12A de la Toshiba, efectuándose cortes en los ejes longitudinal y transversal en las posiciones paraesternal izquierda, subcostal y supraesternal y cortes hemiaxiales o de cuatro cámaras, en posición apical.

Antes del alta hospitalaria se efectuó una ventriculografía isotópica en reposo y esfuerzo con el fin de precisar la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI); para ellos se utilizó una gammacámara digital Toshiba GCA-501 en proyección oblicua anterior izquierda y se empleó la metodología comúnmente utilizada en nuestro Centro.¹³ Se consideró disfunción sistólica de VI cuando la FEVI fue menor del 55 % en reposo y no aumentó en el 5 % o más con el ejercicio.⁴

Para el análisis de los datos cuantitativos se efectuó la prueba de la "t" de Student no pareada y la de Chi cuadrado para evaluar la frecuencia de las observaciones categóricas. Las cifras expresadas representan los valores medios " desviación estándar de la serie. Se consideró diferencia significativa a la correspondiente a un valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Se aprecia en la figura 1 que los valores medios de la carga de trabajo máxima alcanzada, la capacidad funcional y la potencia media, variables ergométricas que expresan capacidad de ejercicio físico, estuvieron marcadamente disminuidos (75,8 " 24 W, 64,3 " 18 % y 57,9 " 15 W respectivamente). La FEVI isotópica media de la serie, en reposo, fue de 45,8 " 10 % y en ejercicio de 44,8 " 10 %; 6 pacientes tuvieron una FEVI menor del 35 % en reposo, que no varió con el esfuerzo.

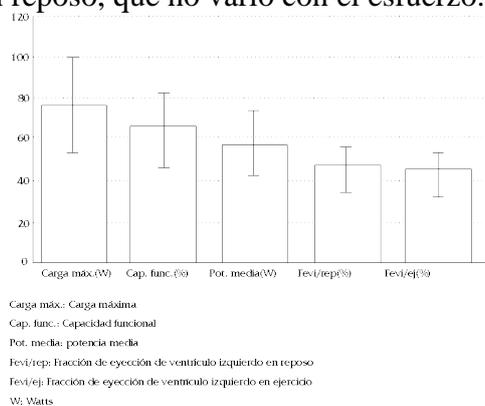


FIGURA 1. Variables funcionales ergométricas esotópicas.

La frecuencia cardíaca (FC) máxima media alcanzada durante la PE fue de 140 " 23 latidos/minuto, que significó un 82,1 " 12 % de la FC máxima relativa según la edad y el doble producto en carga máxima fue de 23540 " 5900. El consumo de oxígeno máximo asumido fue de 17,7 " 5 mL/kg/min, el índice de eficiencia miocárdica¹⁴ de 1,08 " 0,3, y la duración media de la PE fue de 6,8 " 2 minutos.

Treinta y cinco pacientes (74,5 %) presentaron alteraciones del segmento ST en el ECG de esfuerzo; en las derivaciones que reflejan la zona miocárdica infartada predominó el supradesnivel de este segmento (31,9 %), mientras que en el miocardio residual fue más frecuente el infradesnivel (25,5 %) (p < 0,01) (figura 2). La PE evidenció más frecuentemente los desniveles del segmento ST (74 %) que el Holter, que los detectó sólo en un 43 % (p < 0,01) (figura 3). Por el contrario, el Holter detectó con mayor frecuencia, aunque no significativamente, las arritmias cardíacas (68 %), particularmente las ventriculares (62 %); un caso presentó taquicardia ventricular autolimitada. La PE detectó arritmias en el 51 % de los casos (p: N.S.).

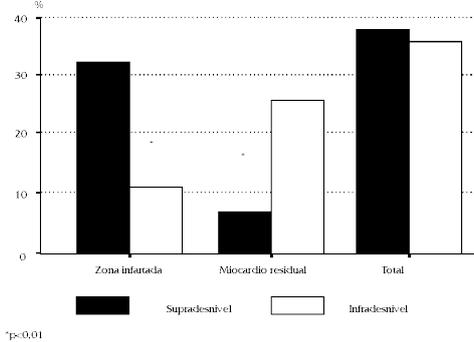


FIGURA 2. Alteraciones del segmento ST durante la prueba de esfuerzo. Tanto el ecocardiograma como la ventriculografía isotópica detectaron un elevado e igual porcentaje de trastornos de la motilidad de la pared del VI en la zona miocárdica infartada (82,9 %), sin embargo el estudio isotópico detectó mayor frecuencia de estos trastornos en el miocardio residual (40,4 vs 12,8 %) (p < 0,01); en muy pocos casos no se observaron ninguna de estas alteraciones del movimiento de la pared ventricular mediante estos estudios (figura 4).

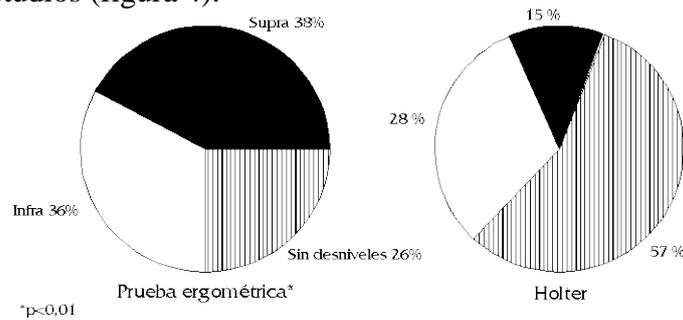


FIGURA 3. Frecuencia de desniveles del segmento ST.

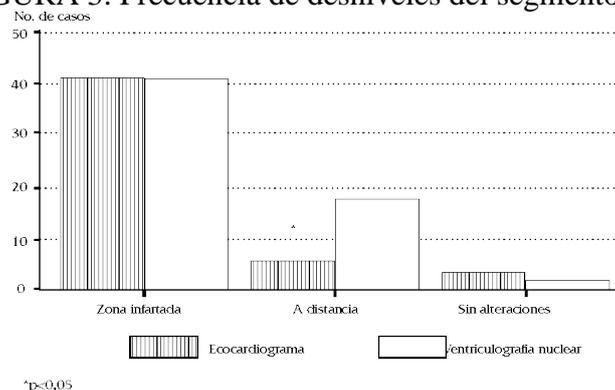


FIGURA 4. Trastornos de la motilidad del ventrículo izquierdo.

DISCUSIÓN

En el estudio ergométrico, todas las variables que expresan capacidad de ejercicio físico estuvieron muy por debajo de los valores encontrados en estudios previos^{15,16} en pacientes infartados con función conservada del VI. Esta disminución de la capacidad física pudiera relacionarse con la FEVI, también reducida tanto en reposo como en ejercicio, aunque *Sullivan et al*^{17,18} han confirmado que la limitación física de estos pacientes está más relacionada con alteraciones en el metabolismo del músculo esquelético, resultando en una disminución del umbral anaeróbico,¹⁹ que a la severidad de la disfunción ventricular o a otras anomalías hemodinámicas. La capacidad física de estos pacientes mejoró significativamente después de su incorporación a un programa de rehabilitación con entrenamiento físico supervisado.⁴

Mediante el análisis de otras variables ergométricas también se precisó un deterioro del estado funcional de estos pacientes, por ejemplo una FC relativamente alta en presencia de cargas de trabajo bajas, así como índice de eficiencia miocárdica, tiempo de ejercicios y doble producto disminuidos: éste estuvo por debajo de 25 000, cifra límite inferior considerada para indicar una buena función del VI^{7,20} y que puede atribuirse a un gasto cardíaco insuficiente durante el esfuerzo máximo con la consiguiente ausencia de la elevación fisiológica de la presión arterial sistólica. El consumo de oxígeno máximo de nuestra serie (17,7 " 5 mL/kg/min) reflejó que la mayor parte de nuestros casos estaban en la clase funcional II de la New York Heart Association¹⁹ teniendo en cuenta que dicha determinación por métodos indirectos no es exacta.²¹

La frecuencia de alteraciones del segmento ST en el ECG de esfuerzo de estos pacientes con IMA y disfunción de VI fue mayor que en otras series publicadas de pacientes infartados con función conservada del VI.^{7,16,22,23} Predominó la elevación del segmento ST en las derivaciones de la zona infartada del corazón, lo que se ha correlacionado desde hace muchos años con trastornos de la motilidad del área necrótica.^{24,25} Por el contrario, el infradesnivel del segmento ST fue más frecuente en la zona no infartada, expresando isquemia del miocardio residual de VI. Es importante la detección temprana de estas alteraciones del ECG de esfuerzo, por cuanto pueden tener implicaciones pronósticas y por consiguiente pueden determinar la prescripción de conductas terapéuticas o quirúrgicas inmediatas.^{7,26,27}

Informes previos de pacientes con función cardíaca conservada,^{23,28} en el presente estudio, la PE puso de manifiesto más alteraciones del segmento ST que el monitoreo ambulatorio de 24 horas. Sin embargo, la frecuencia de detección de arritmias cardíacas por éste, aunque fue mayor, no fue significativa. Particularmente las arritmias ventriculares se presentan con mayor frecuencia durante el esfuerzo físico en casos con disfunción de VI; esto se evidenció al comparar los resultados de este estudio con otros dos anteriores en pacientes infartados sin disfunción ventricular (51 % vs 24 y 17 %).^{15,22} *Bayés de Luna et al*²⁷ asocian el bajo gasto cardíaco con disfunción de VI con una mayor frecuencia de arritmias ventriculares, a través de una exacerbación del sistema nervioso simpático, más aún durante el ejercicio y el consecuente incremento de las catecolaminas circulantes en sangre. Habría que precisar con una serie más numerosa si la PE es tan eficaz como el Holter para detectar arritmias ventriculares en presencia de disfunción de VI.

Tanto el ecocardiograma como la ventriculografía isotópica son métodos no invasivos de gran utilidad en la evaluación de pacientes con IMA y disfunción de VI, pues son capaces de detectar un porcentaje elevado de casos con trastornos de la motilidad de la pared ventricular y en consecuencia, determinar la severidad del compromiso hemodinámico del paciente. En nuestro estudio ambos métodos fueron de igual valor para la detección de trastornos de la zona infartada, aunque la ventriculografía precisó mayor cantidad de alteraciones en el miocardio distante a la necrosis; dicha diferencia puede obedecer principalmente al tamaño y a la localización del infarto y de la isquemia residual, así como a la posición aplicada al paciente durante el estudio. Esta relativa desventaja del ecocardiograma puede ser salvada con el empleo de nuevas técnicas y equipos muy empleados actualmente, entre otras cosas, para determinar los efectos del entrenamiento físico sobre la remodelación ventricular en este tipo de pacientes adheridos a programas de rehabilitación cardíaca.²⁹

Se puede concluir que los pacientes con disfunción de VI después del IMA se caracterizan por presentar, además de una FEVI baja, una capacidad física disminuida, una elevada frecuencia de las alteraciones del segmento ST, sobre todo supradesnivel en la zona infartada, así como de arritmias ventriculares durante el esfuerzo y de trastornos de la motilidad de la pared del VI. Los métodos diagnósticos no invasivos son útiles en la evaluación de estos pacientes pues ponen de manifiesto la cuantía de la limitación funcional, así como la severidad del infarto y su repercusión sobre la función ventricular.

SUMMARY

Noninvasive diagnostic tests are usually employed for the identification of high risk patients. A number of 47 patients was studied in order to characterize through these tests the cases presenting with myocardial infarction and left ventricular dysfunction. Patients underwent a symptom-limited exercise test, Holter electrocardiogram, echocardiography and isotopic ventriculography at rest and on exertion during the first two months of evolution. The average age of this series was 53,3 ± 8 years with predominance of anterior side infarction and the mean ejection fraction of the left ventricle was 45.8 % ± 10 % with no variation with exercise. The maximum load, the functional capacity, mean potential, maximal oxygen consumption and other ergometric variables were found to be quite decreased. A number of 35 patients (74.5 %) had alterations of the ST segment during the exercise electrocardiogram, 31.9 % presented with supraelevations in the infarction site, and 25,5 % had infraelevations in the residual myocardium. Cardiac arrhythmias were detected in 68 % of cases by ECG-Holter and in 57 % by ergometric tests. Disorders of left ventricular motility in the infarction site in 82,9 % of the patients were detected by echocardiogram and entriculography, while these disorders were most frequently detected in the distant myocardium by isotopic studies (40.4 %). Noninvasive studies performed in these patients proved a very low functional capacity, a very high frequency of cardiac arrhythmias, supraelevations of ST segment during exertion and disorders of the motility in the infarction site expressing a functional deterioration of the left ventricle.

Subject headings: MYOCARDIAL INFARCTION/rehabilitation; LEFT VENTRICULAR DYSFUNCTION; EXERCISE TESTS; ECHOCARDIOGRAPHY; RADIONUCLIDE VENTRICULOGRAPHY; HOLTER ELECTROCARDIOGRAPHY; EVALUATION.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Balady GJ, Fletcher BJ, Froelicher ES, Hartley LH, Krauss RM, Oberman A, Pollock ML, Barr Taylor C. Cardiac rehabilitation programs. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 1994;90:1602-10.
2. Sullivan MJ, Higginbotham MB, Cobb FR. Exercise training in patients with severe left ventricular dysfunction: hemodynamic and metabolic effects. *Circulation* 1988;78:506-15.
3. Sullivan MJ, Higginbotham MB, Cobb FR. Exercise training in patients with chronic heart failure delays ventilator anaerobic threshold and improves submaximal exercise performance *Circulation* 1989;79:324-29.
4. Rivas Estany E, Castillo Alfonso M, Sin Chesa C, Peix González A, Hernández González R. Efectos del entrenamiento físico en pacientes con disfunción sistólica del ventrículo izquierdo después del infarto de miocardio. *Rev Lat Cardiol* 1996;17:1-5.
5. Coats AJ, Adamopoulos S, Meyer TE, Conway J, Sleight P. Effects of physical training in chronic heart failure. *Lancet* 1990;335:63-6.
6. Coats AJ, Adamopoulos S, Radaelli A, McCance A, Meyer TE, Bernardi L, Solda PL, Davey P, Ormerod O, Forfar C, Conway J, Sleight P. Controlled trial of physical training in chronic heart failure: exercise performance, hemodynamics, ventilation, and autonomic function. *Circulation* 1992;2119-31.
7. Rivas Estany E, Gallardo Montes de Oca G, Sin Chesa C, Hevia Sánchez L. Estratificación del riesgo mediante prueba de esfuerzo precoz después del infarto agudo de miocardio. Evaluación de un método. *Rev Lat Cardiol* 1993;14:193-97.
8. Balady GJ, Weiner DA. Risk stratification in cardiac rehabilitation. *J Cardiopulmonary Rehabil* 1991;11:39-45.
9. Nomenclature and criteria for diagnosis of ischemic heart disease (special report). *Circulation* 1979;59:607-9.
10. López-Sendón J, Coma Canella I. Valoración clínica y radiológica de la función ventricular. En: Martín Jadraque L, Coma Canella O, González Maqueda, López Sedón JL, eds. *Cardiopatía isquémica. Angina de pecho, infarto de miocardio*. 2a. ed. Madrid: Ediciones Norma, S.A., 1988-329-47.
11. Rivas Estany E. Programas multifactoriales de rehabilitación cardíaca. Importancia de los aspectos educacionales y de modificación de conducta. En: Velasco JA, Maureira JJ. *Rehabilitación del paciente cardíaco*. Barcelona, Ediciones Doyma, 1993, pp.33-44.
12. Rivas Estany E, Ponce de León O, Hernández Cañero A. Rehabilitación de la cardiopatía isquémica. La Habana, Ed. Científico-Técnica. 1987,p.33.
13. Peix González A, García Barreto D, Ponce Vicente F, Alvarez Ginzo A, Maltas Pineda AM. Evaluación de la función diastólica por ventriculografía isotópica en pacientes con un infarto de miocardio. *Rev Esp Med Nuclear* 1993;12:233-38.
14. Garber AV, Vázquez A, Mindlin de Aptecar FR, Aptecar M. The myocardial efficiency index: correlation with ejection fraction during exercise. *J Cardiac Rehabil* 1983;3:857-62.
15. Rivas Estany E, Sin Chesa C, Ponce de León O, Gutiérrez F, Hernández Cañero A. Assessment of a physical training program in patients with myocardial infarction in a tropical country. *Cor Vasa* 1988;30:81-7.

16. Rivas Estany E, Ponce de León Aguilera O, Sin Chesa C, Gutiérrez Calderón C. Rehabilitación cardíaca integral con entrenamiento físico temprano en pacientes con infarto miocárdico. *Rev Cubana Cardiol Cir Cardiovasc* 1990;4:177-89.
17. Sullivan MJ, Green HJ, Cobb FR. Altered skeletal muscle metabolic response to exercise in chronic heart failure. Relation to skeletal muscle aerobic enzyme activity. *Circulation* 1991;84:1597-1607.
18. Sullivan MJ, Cobb FR. Central hemodynamic response to exercise in patients with chronic heart failure. *Chest* 1992;101(Suppl):340S-346S.
19. Wenger NK. Patients with left ventricular dysfunction and congestive heart failure. En: Wenger NK, Hellerstein HK, eds. *Rehabilitation of the coronary patient*. 3ra ed. New York: Churchill Livingstone, 1992;403-13.
20. Madsen EB, Gilpin E. Prognostic value of exercise test variables after myocardial infarction. *J Cardiac Rehabil* 1983;3:481-88.
21. Roy BA, Grove MA, Christie LG. A model for estimating oxygen uptake in patients who have undergone coronary artery bypass grafts. *J Cardiopulmonary Rehabil* 1992;12:111-16.
22. Rivas Estany E, Sin Chesa C, Hevia Sánchez L, Gutiérrez Calderón F. Determinación del pronóstico a largo plazo en pacientes con infarto miocárdico mediante la prueba de esfuerzo. *Cardiología Intercontinental* 1992;1(3):7-11.
23. García Barreto D, Valdesuso Aguilar R, Rivas Estany E, Hernández Acosta K, González León P, Alvarez Ginzo A. Isquemia miocárdica recurrente postinfarto. Caracterización por ECG-Holter y prueba de esfuerzo. *Arch Inst Cardiol Méx* 1991;61:211-16.
24. Sullivan ID, Davies DW, Sowton E. Submaximal exercise testing early after myocardial infarction. Prognostic importance of exercise induced ST segment elevation. *Br Heart J* 1984;52:147-53.
25. Velasco JA, Tormo Alfonso V, Ridocci F, Blanch F. Ventajas de la prueba de esfuerzo precoz en la valoración pronóstica del infarto agudo del miocardio. *Rev Esp Cardiol* 1982;35:403-10.
26. Miranda CP, Lehmann KG, Froelicher VF. Correlation between resting ST segment depression, exercise testing, coronary angiography, and long-term prognosis. *Am Heart J* 1991;122:1617-28.
27. Bayés-de-Luna A, Viñolas X, Guindo J, Bayés-Genis A. Risk stratification after myocardial infarction: Role of electrical instability, ischemia, and left ventricular function. *Cardiovasc Drugs Ther* 1994;8:335-43.
28. García Barreto D, Sin Chesa C, Hernández Acosta K, Rivas Estany E, Fernández R, Gamio Capestany F. Diseño secuencial para comparar un electrocardiograma de Holter y una prueba de ejercicio precoz en pacientes con infarto del miocardio. *Rev Lat Cardiol* 1986;7:629-34.
29. Cannistra LB, Davidoff R, Picard MH, Dempsey A, O'Malley CJ, Balady GJ. Effect of exercise training after myocardial infarction on left ventricular remodeling relative to infarct size. *Circulation* 1995;92(Suppl I):I-399.

Recibido: 13 de marzo de 1997. Aprobado: 30 de junio de 1997.

Dr. *Eduardo Rivas Estany*. Instituto de Cardiología. Centro de Rehabilitación, calle B No.457, El Vedado, Ciudad de La Habana, Cuba.