

## Evaluación de los efectos de un programa de condicionamiento físico mediante un índice de eficiencia miocárdica

ALBERTO VAZQUEZ  
FANNY R. MINDLIN de APTECAR  
MOISES APTECAR

Kga. GRACIELA ROMANO

Departamento Cardiovascular,  
Institutos Médicos Antártida,  
Buenos Aires

*De un total de 118 pacientes coronarios incorporados a un programa de condicionamiento físico, se seleccionaron 71 (67 hombres y 4 mujeres), de  $54 \pm 7$  años de edad, que habían concurrido regularmente a dos sesiones semanales de una hora de duración. Diecisiete habían tenido infarto de miocardio (IM) de cara anterior, 22 de cara diafragmática, 12 presentaban angina sin IM previo, y 20, asociaciones diversas. Los enfermos fueron evaluados por cicloergometría según técnica habitual, al inicio y durante el transcurso del plan de ejercicios. Se analizaron peso, pulso y presión arterial sistólica basales y máximos, y carga máxima alcanzada. Se determinó el índice de eficiencia miocárdica (IEM) según la fórmula trabajo/consumo de  $O_2 \times$  superficie corporal, obtenida de la carga máxima alcanzada (kgm), doble producto (DP)  $\times 10^{-2}$  y superficie corporal en  $m^2$ . Al comparar los valores iniciales de las variables enunciadas con los obtenidos a los tres meses de condicionamiento, se detectaron diferencias significativas en cuanto a carga máxima ( $P < 0,01$ ) e IEM global ( $P < 0,001$ ), denotando el efecto beneficioso del programa. Los valores iniciales del IEM variaron entre  $0,93 \pm 0,26$  para el grupo de anginosos sin IM,  $1,20 \pm 0,31$  para los IM anteriores, y  $1,36 \pm 0,46$  para los IM diafragmáticos; la ganancia en eficiencia fue mayor para el grupo de anginosos (+31%) e ínfima (+5%,  $P$ : NS) para los portadores de IM diafragmático. Por otra parte, los pacientes con índice inicial bajo incrementaron el mismo en mayor medida que aquellos con IEM más alto ( $IEM < 1,00$ : +42%;  $1,00 - 1,50$ : +13%;  $IEM > 1,50$ : +4,8%). De los 50 pacientes que ganaron carga máxima, 34 (Gr. 1) ganaron concomitantemente DP máximo, con escaso aumento del IEM (+16%); el grupo restante (Gr. 2,  $n = 16$ ), en cambio, disminuyó el DP máximo, por lo que el IEM mejoró llamativamente (+51%). Es interesante señalar que el Gr. 1 tuvo una proporción menor de anginosos que el Gr. 2. El IEM, por lo tanto, parece separar por lo menos dos tipos de respuesta al programa de ejercicios, aquel que gana simultáneamente carga y DP, del que además de ganar carga reduce el DP, con incremento significativo del índice. Podemos concluir, en consecuencia, que el índice de eficiencia descrito permite integrar satisfactoriamente la variada — y a veces discordante — información brindada por la PEG, y que resulta, por lo tanto, un elemento útil para evaluar los efectos de un plan de rehabilitación física.*

Dirección postal:  
Departamento Cardiovascular  
Institutos Médicos Antártida  
Rivadavia 4980  
(1424) Buenos Aires  
Argentina

Numerosas publicaciones<sup>1-7</sup> referentes a los efectos beneficiosos de

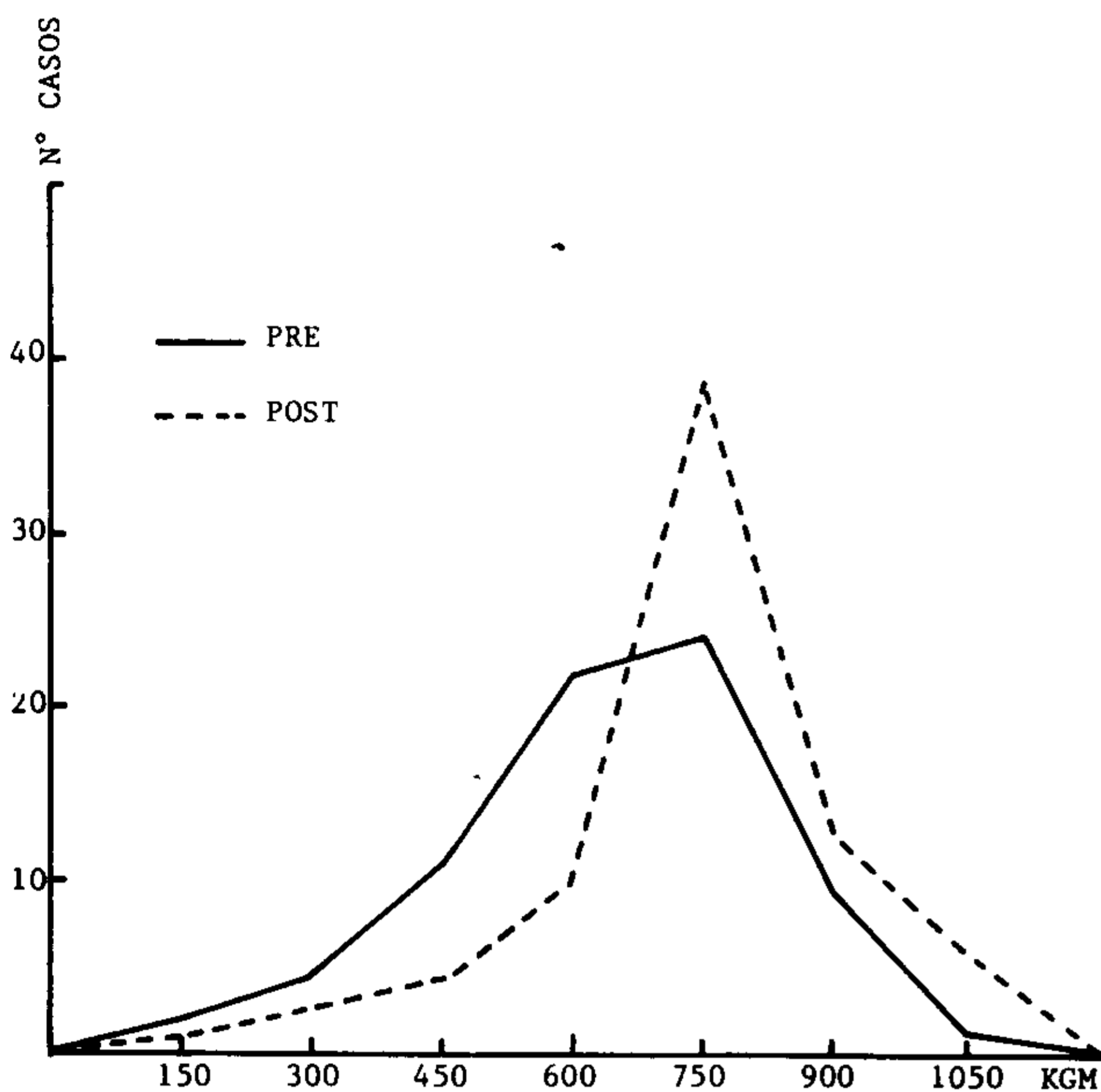


Fig. 1. Distribución de frecuencias de cargas máximas pre y post-ejercicios programados.

los programas de entrenamiento físico en cardiopatas, destacan que dichos pacientes presentan una mejoría subjetiva y objetiva al ser reevaluados al cabo de cierto tiempo de ejercitación. La prueba ergométrica graduada (PEG), como método objetivo de evaluación de los resultados, es usada en la práctica para controlar la evolución del plan y decidir ajustes en cuanto a la intensidad de los ejercicios a realizar. Sin embargo, los datos obtenidos en dichas pruebas son muy variados y difíciles de integrar. Ello depende, en alguna medida, de que cambios en una variable (por ejemplo, carga máxima) producen modificaciones correlativas en los parámetros dependientes (por ejemplo, pulso, presión arterial, doble producto, segmento ST, etcétera). Debido a esta dificultad, y utilizando el concepto físico de eficiencia, integramos los datos de carga máxima, frecuencia cardíaca (FC), presión arterial sistólica (PAS) y superficie corporal, en la fórmula siguiente:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Trabajo}}{\text{Consumo}} = \frac{\text{Carga ergométrica máxima}}{\text{FC} \times \text{PAS} \times 10^{-2}} / \text{superf. corp.}$$

En una publicación reciente<sup>8</sup> analizamos el

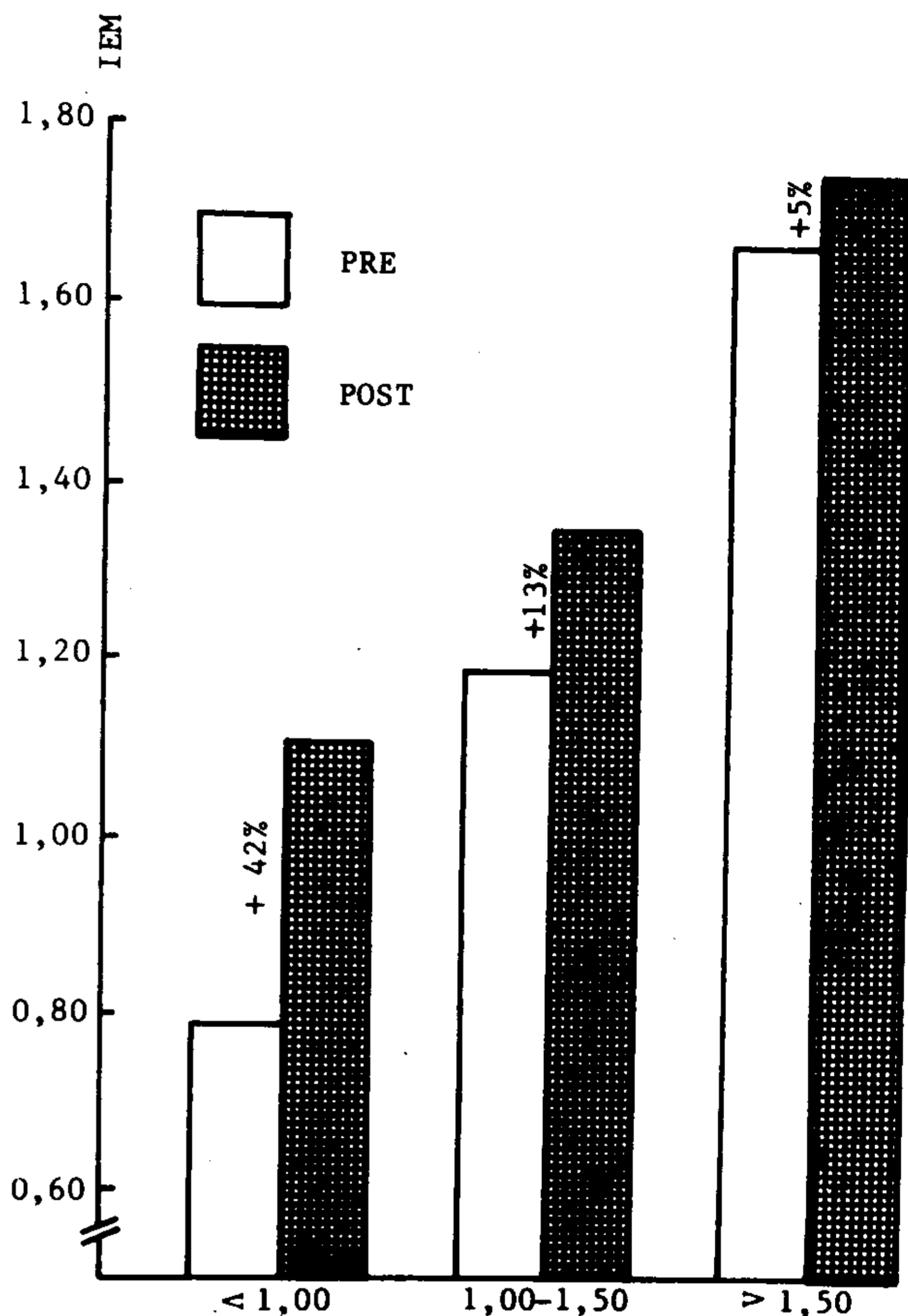


Fig. 2. Modificaciones del IEM con el entrenamiento, según su valor inicial.

comportamiento de este índice de eficiencia miocárdica (IEM) en sujetos normales y coronarios, demostrando una aceptable relación entre IEM y edad en los primeros, y entre IEM y severidad angiográfica en los segundos. El análisis de un programa terapéutico, como el de condicionamiento físico que llevan a cabo nuestros enfermos, permite a la vez que evaluar el plan en sí estudiar el comportamiento del IEM en los diferentes subgrupos de pacientes coronarios.

#### MATERIAL Y METODOS

De un total de 118 pacientes coronarios incorporados al programa de condicionamiento físico, se seleccionaron aquellos que asistieron regularmente durante un mínimo de cuatro meses a dos sesiones semanales. Se integró así una muestra de 71 pacientes, 67 de ellos hombres y 4 muje-

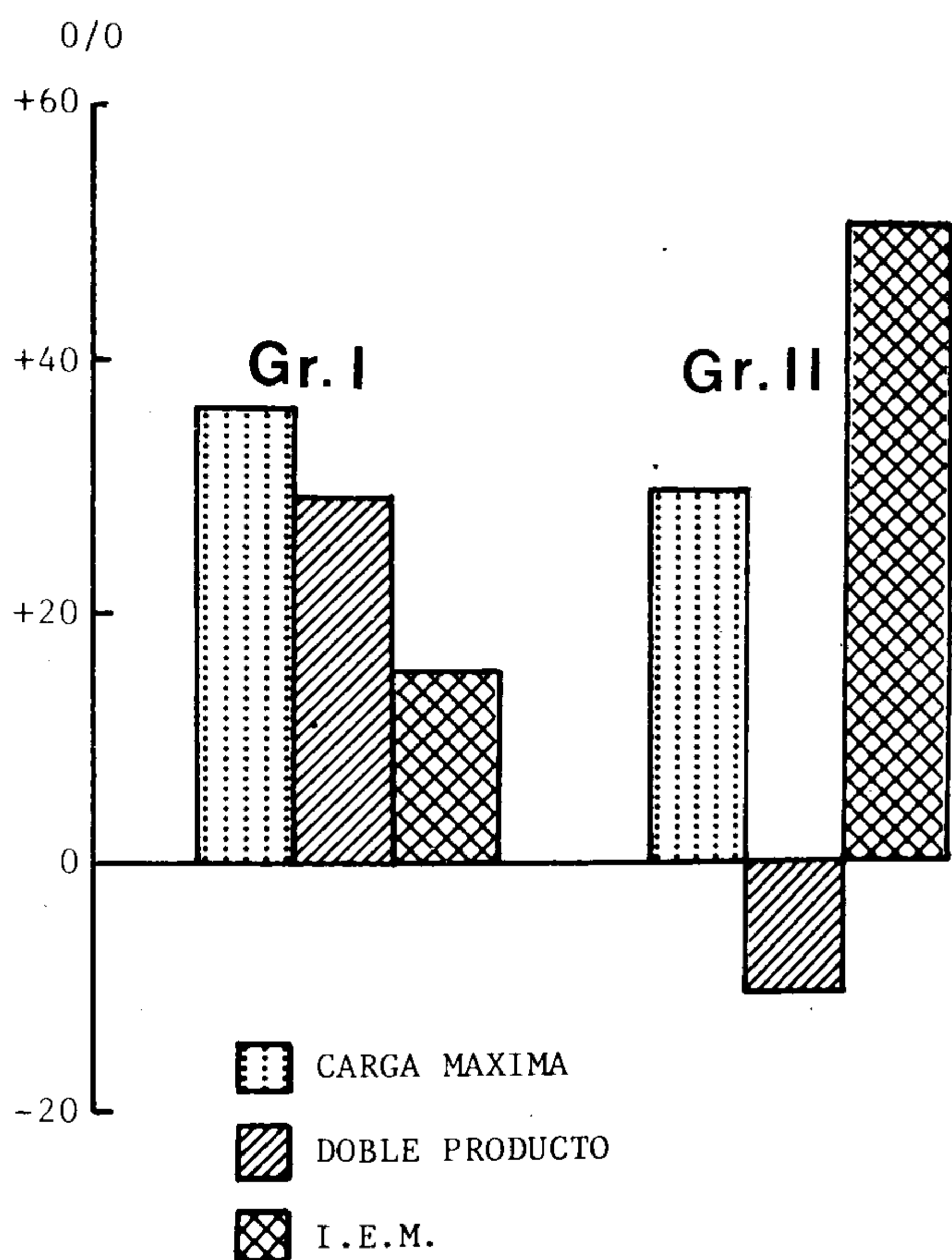


Fig. 3. Comportamiento de carga máxima, doble producto e IEM en los pacientes del Grupo 1 y Grupo 2. Explicación en el texto.

res, cuya edad promedio fue de  $54,2 \pm 7,6$  años al momento del ingreso. La distribución por diagnósticos fue:

– postinfarto diafragmático “puro”	22
– postinfarto anterior “puro”	17
– anginosos sin infarto previo	12
– grupo mixto	20

Este último grupo estuvo compuesto por anginosos con infarto previo, infarto diafragmático y anterior combinados, operados de cirugía de revascularización, pacientes con PEG positiva aislada, etc.

Las edades promedio de dichos subgrupos no variaron significativamente, oscilando entre  $53,0 \pm 7,4$  (infarto diafragmático) y  $56,8 \pm 8,0$  años (anginosos). El peso corporal promedio fue de  $79,1 \pm 11$  kilos y no mostró variaciones

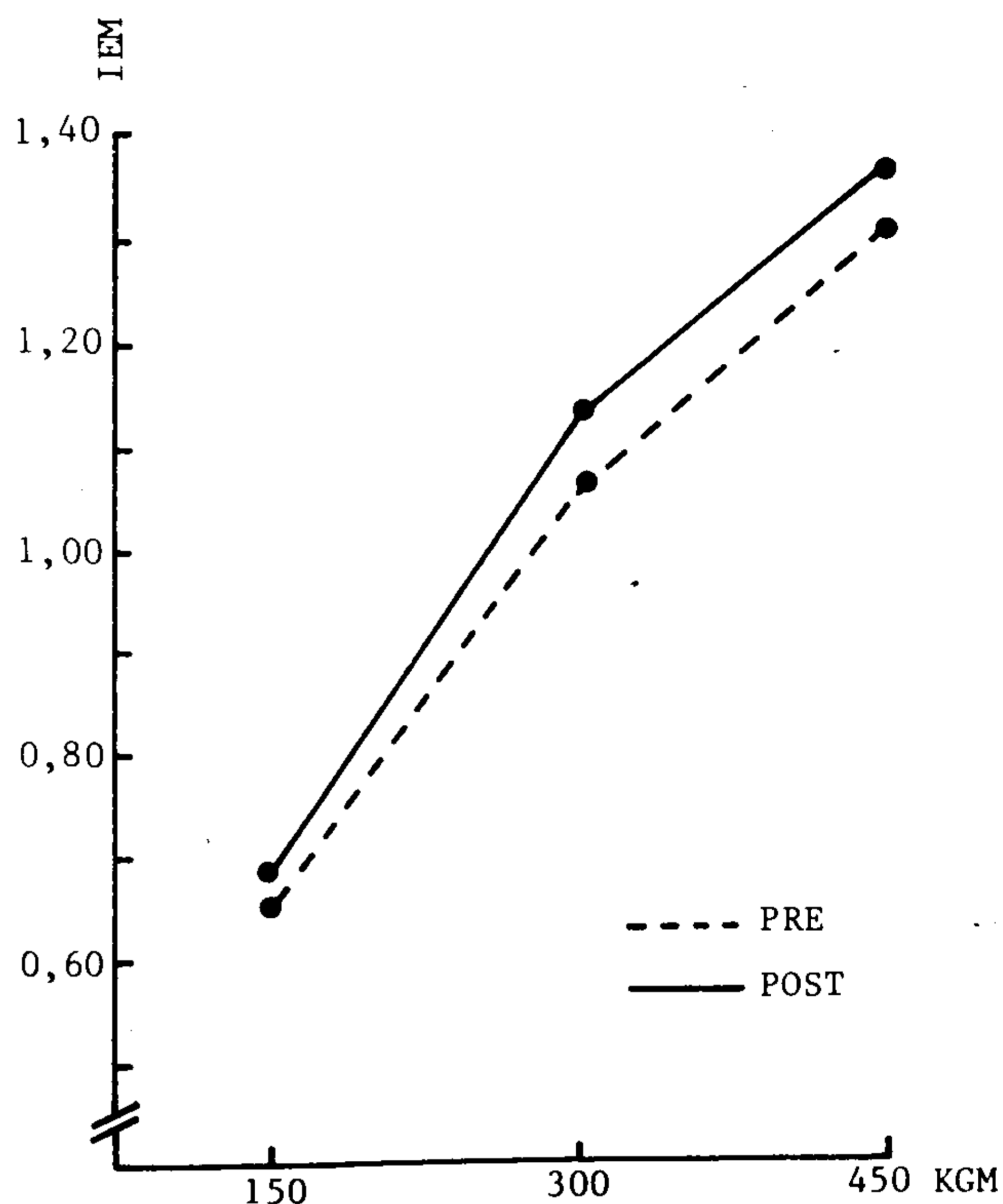


Fig. 4. Evolución del IEM durante la PEG, pre y postentrenamiento.

significativas a lo largo del programa ( $-0,4\%$  de reducción ponderal).

Los pacientes fueron evaluados por cicloergometría, según la técnica habitual de nuestro laboratorio,<sup>9</sup> al inicio y en repetidas oportunidades a lo largo del plan. Más de la mitad de los pacientes fueron evaluados en tres ocasiones, y un tercio de ellos cuatro o más veces. Los datos que constituyen esta presentación se refieren al estudio inicial y al efectuado alrededor de los cuatro meses de ejercitación. Los resultados se comparan además con los obtenidos en población presuntamente sana del mismo grupo etáreo (50-60 años) y que fueron publicados con anterioridad.<sup>8, 10</sup>

Las variables analizadas fueron:

- Peso corporal (kg).
- Talla corporal (cm).
- Superficie corporal ( $m^2$ ), según nomograma de Du Bois.<sup>11</sup>
- Frecuencia cardíaca basal y máxima.

Tabla 1  
Parámetros pre y postrehabilitación. Comparación con controles normales. # Valores medios  $\pm$  1 DS

	Grupo control (n=156)	Ejercicios programados (n = 71)		
		Pre	Post	%
Edad (años)	54,7 $\pm$ 3,0	54,2 $\pm$ 7,6	—	—
Peso (kg)	77,9 $\pm$ 18	79,1 $\pm$ 11	78,8 $\pm$ 10	- 0,4
FC basal	71,9 $\pm$ 9,1	75,2 $\pm$ 13	72,5 $\pm$ 10	- 3,4
FC máx.	160,0 $\pm$ 15	** 131,3 $\pm$ 24	134,6 $\pm$ 19	+ 2,7
PAS basal	126,0 $\pm$ 12	131,9 $\pm$ 25	136,3 $\pm$ 33	+ 3,3
PAS máx.	178,0 $\pm$ 20	171,1 $\pm$ 34	184,6 $\pm$ 31	+ 7,6
DP máx.	284,0 $\pm$ 41	** 233,4 $\pm$ 68	246,9 $\pm$ 61	+ 5,7
Carga máx. (kgm)	740,0 $\pm$ 138	* 517,0 $\pm$ 170	* 631,0 $\pm$ 139	+22,0
IEM	1,38 $\pm$ 0,32	** 1,18 $\pm$ 0,45**	1,40 $\pm$ 0,40	+18,6

\*  $P < 0,01$ \*\*  $P < 0,001$ \*\*  $P < 0,001$ 

# Ref. bibl. 10

e) Presión arterial sistólica y diastólica, basales y máximas.

f) Carga máxima alcanzada (en kgm/min). En los normales se consideró la obtenida al suspenderse la prueba por agotamiento muscular y en los coronarios por la razón antedicha o por la aparición de factores limitantes claros (angina, disnea, arritmias importantes, etc.).

El índice de eficiencia miocárdica se calculó para el pico máximo del esfuerzo según la fórmula

$$\text{IEM} = \frac{\text{Carga máxima alcanzada (KGM)}}{\text{DP} \times 10^{-2}} / \text{superficie corporal (m}^2\text{)}$$

También se evaluó el IEM a cargas submáximas comparables en 16 pacientes seleccionados de los grupos postinfarto, que habían completado por lo menos tres etapas de ejercicio (150, 300 y 450 kgm/min).

Para corroborar el grado de entrenamiento obtenido durante el plan se evaluó también el comportamiento de la carga, la FC y la relación carga útil/FC (kgm/latido) según datos recogidos en el propio gimnasio durante el trabajo en bicicleta mecánica, seleccionando valores iniciales, medios y finales (0, 2 y 4 meses).

El plan bisemanal de condicionamiento fí-

sico se efectúa con la intervención directa de una terapeuta física especializada en el tema y bajo control médico permanente. La sesión es grupal (6 a 8 pacientes) y comprende una etapa inicial de calistenia —adecuada a la capacidad funcional del grupo— seguida de un trabajo discontinuo en bicicleta de frenado mecánico, calibrado según receta kinésica elaborada a partir de los resultados de la cicloergometría. Se registran en cada sesión las cargas efectuadas, el nivel de FC alcanzado en cada etapa del ejercicio y los síntomas referidos por los pacientes. Durante la etapa de ejercicios programados los pacientes reciben la medicación indicada por el médico tratante. Las ergometrías evaluativas, en cambio, se efectúan —salvo contadas excepciones— con suspensión de la medicación. Los resultados obtenidos se presentan como valores

Tabla 2  
Valores de carga útil/pulso en gimnasio ( $\bar{X} \pm DS$ , n=71)

	Inicial	2 Meses	4 Meses
Carga útil (kgm/min)	190 $\pm$ 100	372 $\pm$ 122	492 $\pm$ 118
FC (lat/min)	97 $\pm$ 18	116 $\pm$ 53	107 $\pm$ 19
Carga máx./FC (kgm/lat)	1,45 $\pm$ 1,0	3,60 $\pm$ 1,0	4,52 $\pm$ 1,3

medios  $\pm$  1 desviación standard y las significaciones estadísticas se calcularon por medio del t - test para muestras dependientes.

## RESULTADOS

Los valores medios, basales y máximos ( $\pm$  1 DS), de peso corporal, FC y PAS, carga máxima alcanzada e IEM se resumen en la Tabla 1. No se observaron diferencias significativas en cuanto a peso, FC y PAS basales y máximos. En cambio, la ganancia de carga lograda fue estadísticamente significativa ( $P < 0,01$ ); 38 pacientes (54%) incrementaron su capacidad funcional en 150 kgm/min o más; 27 pacientes —en su mayoría enfermos con alta carga máxima inicial— incrementaron su carga entre 0 y 100 kgm/min. Sólo 6 pacientes, 3 de ellos con severa cardiopatía sintomática, presentaron disminución de su capacidad funcional. La Fig. 1 muestra la distribución de frecuencias de cargas máximas pre y postejercicios programados.

Comparando los valores obtenidos en este estudio (Tabla 1) con nuestra población control<sup>10</sup> de igual grupo etáreo de hombres, se observó que:

a) No hubo diferencias ostensibles entre ambos grupos en cuanto a edad y peso corporal promedio.

b) Se comprobaron diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes de este estudio antes de la rehabilitación y los controles presuntamente normales, en cuanto a cargas máximas alcanzadas ( $740 \pm 138$  vs.  $517 \pm 170$ ;  $P < 0,001$ ), frecuencias cardíacas máximas ( $160 \pm 15$  vs.  $131 \pm 24$ ;  $P < 0,01$ ) e índice de eficiencia miocárdica ( $1,38 \pm 0,32$  vs.  $1,18 \pm 0,45$ ;  $P < 0,01$ ).

c) En cuanto a la FC y PAS basales, fueron ligeramente mayores en este grupo antes del programa que en los controles, mientras que la PAS máxima en estos últimos fue algo menor. Estos cambios no tuvieron, sin embargo, significación estadística.

d) Finalmente, los pacientes rehabilitados, una vez completado el plan, alcanzaron valores de IEM similares a los normales ( $1,40 \pm 0,40$  y  $1,38 \pm 0,32$ , respectivamente).

Los datos obtenidos en gimnasio, en las pla-

nillas diarias de kinesiología, confirmaron el efecto entrenamiento logrado (Tabla 2). Los valores de carga máxima en las sesiones fueron inferiores a los de las PEG correspondientes por trabajarse con un nivel de seguridad ("capacidad física útil") que oscila entre un 60% al comienzo y un 80% hacia el final, respecto de la carga máxima alcanzada en la prueba evaluativa.

El IEM se modificó significativamente ( $P < 0,001$ ; Tabla 1) luego de una etapa de ejercicios programados, pasando de  $1,18 \pm 0,45$  a  $1,40 \pm 0,40$  (+19%). Por otra parte, al separar a los pacientes postinfarto de miocardio, clínicamente asintomáticos en su mayoría, de los anginosos sin infarto previo, y además al agrupar a los primeros por localización (diafragmáticos y anteriores puros), se observó que (Tabla 3):

1) *Postinfarto diafragmático "puro"*: Este grupo tuvo un valor inicial elevado del IEM ( $1,36 \pm 0,46$ ), comparable con el de la población control de igual edad ( $1,38 \pm 0,32$ ), y obtuvo poca ganancia posterior en eficiencia (+4,4%,  $P$ : N.S.).

2) *Postinfarto anterior "puro"*: El IEM promedio de este grupo fue muy semejante al del grupo total ( $1,20 \pm 0,31$ ), y mejoró significativamente en la evaluación final ( $P < 0,01$ ; +27%).

3) *Anginosos sin infarto previo*: Por último, este grupo representó el sector de más bajo IEM inicial ( $0,93 \pm 0,26$ ), pero también el más beneficiado por el entrenamiento ( $P < 0,01$ ; +36%).

Este último grupo y el de postinfarto anterior tuvieron similar carga máxima (500 kgm/min), pero muy diferente valor de IEM —0,93 y 1,20 en promedio (Tabla 3)—, lo que señala que carga e IEM, si bien vinculados, no son equivalentes.

La agrupación de pacientes según el valor inicial del IEM, sin considerar ahora subgrupos patológicos, mostró que la ganancia, luego de ejercicios programados, fue mayor cuanto menor era el IEM de comienzo. Así, aquellos con IEM inferior a 1,00 mejoraron la eficiencia en un 42% en promedio, mientras que los pacientes con IEM preejercicios superior a 1,50 sólo ganaron un 5%. La Tabla 4 resume estos últimos datos, que son representados gráfica-

tación ventricular con el esfuerzo, y el consiguiente deterioro funcional, tal como lo plantea Slutsky,<sup>24</sup> en una reciente revisión de la respuesta ventricular al esfuerzo. El entrenamiento, al desplazar el umbral de angina, parece producir un aumento de la eficiencia.

Tratando de profundizar el análisis de los resultados, hemos dividido los 50 pacientes que ganaron capacidad física, de acuerdo con el comportamiento del doble producto. Un grupo de pacientes (Grupo 1, n=34) gana concomitantemente carga y DP, con lo cual su índice aumenta relativamente poco (+16%); el resto (Grupo 2, n=16) aumenta la capacidad física pero, al mismo tiempo, disminuye el doble producto máximo, con lo cual su IEM aumenta considerablemente (+51%). Es interesante señalar que el Grupo 1 tiene una proporción de anginosos menor que el Grupo 2.

Esta diferencia en cuanto a la evolución del doble producto durante un programa de entrenamiento, explica datos contradictorios de la literatura. Redwood y colaboradores<sup>25</sup> y Sanne y colaboradores<sup>26</sup> encuentran en sus enfermos un incremento simultáneo de la capacidad física y del DP máximo, tal como se observa en el Grupo 1 de nuestros pacientes. Por otra parte, Lerman y colaboradores<sup>4</sup> y Detry y Bruce<sup>27</sup> refieren una reducción del DP máximo, con ganancia simultánea de cargas, similar a nuestro Grupo 2. El primer tipo de respuesta sugiere un efecto que algunos autores<sup>4</sup> denominan "central", por entender que corresponde a una mejoría neta de la circulación coronaria. El segundo grupo, en cambio, corresponde a lo que se suele calificar como "efecto periférico",<sup>4</sup> en el cual el plan de condicionamiento actuaría produciendo un ahorro energético debido a una mejoría metabólica en la musculatura estriada.

Este último tipo de respuesta (mayor carga - menor DP) fue hallado también en anginosos por el grupo de Kellerman<sup>28</sup> y por Sim y colaboradores,<sup>29</sup> lo que parecería concordar con la mayor prevalencia de anginosos en nuestro Grupo 2. La Fig. 3 ilustra sobre ambas variantes de respuesta.

El índice, por lo tanto, parece separar por lo menos dos tipos de pacientes, aquellos que luego de un programa de ejercicios incrementan su

eficiencia con ganancia concomitante de carga máxima, de los que a pesar de ganar carga no ganan mucho en eficiencia. Resulta prematuro afirmar que el IEM provea información pronóstica o que separe poblaciones de riesgo. En este momento podemos señalar únicamente que facilita el análisis de respuestas que, como las de la rehabilitación cardíaca, son multiformes y difíciles de sintetizar.

#### THE ASSESSMENT OF A PHYSICAL CONDITIONING PROGRAMME BY A STRESS-TESTING EFFICIENCY INDEX

*The benefits of an exercise-training program were assessed by a myocardial efficiency index (MEI), which correlates maximal work-load achieved with oxygen consumption and body surface area. Seventy-one out of 118 coronary patients regularly attending a physical conditioning program were included in this study; 67 were males and 4 females, with a mean age of 54±7 years. The training plan comprised bi-weekly sessions of one hour duration each. Seventeen patients had previous anterior myocardial infarction (MI), 22 inferior infarction, 12 angina pectoris without previous MI, and 20 mixed combinations. The patients were evaluated by cycloergometer stress-tests, according to standard techniques, at the beginning and during the program development. Weight, heart rate and systolic blood pressure were registered at rest and maximal effort, as well as the maximal work load achieved. Myocardial efficiency index was calculated by the formula*

$$MEI = \frac{\text{Maximal work load (kpm)}}{DP \times 10^{-2}} / \text{body surface area (m}^2\text{)}.$$

*Significant differences in maximal work load ( $P < 0,01$ ) and MEI ( $P < 0,001$ ) were observed when initial and stress-testing data at 3 months were compared (Table 1), demonstrating a clear beneficial effect of the conditioning plan. Initial values varied between 0,93±0,26 (angina without MI patients), 1,20±0,31 (anterior MI), and 1,36±0,46 (inferior MI) (Table 3). Improvement of the efficiency index was greater in the angina group (+36%), and negligible (+5%,  $P$ : NS) in the inferior MI patients. Otherwise, subjects with low initial index gained in efficiency more*

than those with higher MEI (initial MEI < 1,00: +42%; 1,00 - 1,50: +13%; > 1,50: +4,8%) (Table 4). Fifty patients who gained maximal workload after training were divided in 2 groups (Fig. 3): 34 patients in Gr. 1 increased their maximal DP, with a relatively small simultaneous increase in MEI (+16%); the 16 patients in Gr. 2, on the contrary, diminished their maximal DP, with a resultant higher increase of the MEI (+51%); this group included a major proportion of angina patients. The MEI, therefore, indicates two kinds of responses to the training program: some patients increase both maximal workload and DP, while others increase their maximal work capacity and at the same time diminish the DP, with significant increase of the efficiency index. We conclude that the different, and some time divergent data provided by the stress-test are conveniently synthesized in the myocardial efficiency index, which, in consequence, is a useful tool in the assessment of exercise training programs.

## BIBLIOGRAFIA

1. Naughton J, Brulin J, Lategola MT: Rehabilitation following myocardial infarction. *Am J Med* 46: 725, 1969.
2. Rechnitzer PA, Yuhaz MS, Pickard HA, Lefcok NM: The effects of a graduated exercise program on patients with previous myocardial infarction. *Can Med Ass J* 92: 858, 1965.
3. Hellerstein HK: Exercise therapy in coronary disease. *NY Acad Med* 44: 1028, 1968.
4. Lerman J, Escriva A, Camps J, Perosio AM: Efectos fisiológicos del entrenamiento físico. *Rev Arg Cardiol* 48: 115, 1980.
5. Vázquez A, Peliche D, Norymberg M, Balestrini EA, Bastaroli JC: Resultados de un plan bisemanal de ejercicios programados en pacientes coronarios. *Rev Arg Cardiol* 45: 79, 1977.
6. Sayus A, Vázquez A, Almada ME, Bastaroli JC, Proasi A: Efectos de la rehabilitación cardíaca sobre la morbimortalidad alejada de pacientes coronarios luego de un infarto de miocardio. *Rev Arg Cardiol* 45: 191, 1978.
7. Frías RM, Otero y Garzón CA, Schena RA, Rodríguez-Ferrari C, Marpegán E, Vedoya R: Rehabilitación en pacientes coronarios. *Rev Arg Cardiol* 42: 102, 1974.
8. Vázquez A, Mindlin de Aptekar FR, Aptekar M: Evaluación de la eficiencia miocárdica mediante un índice ergométrico. *Rev Arg Cardiol* 49: 22, 1981.
9. Mindlin de Aptekar FR, Canossa MA, Arenoso H, Otero y Garzón CA, Aptekar M: Correlación clínica, electrocardiográfica y ergométrica en 2.000 pacientes. *Rev Arg Cardiol* 45: 379, 1977.
10. Mindlin de Aptekar FR, Aptekar M, Vázquez A, Dell'Arciprete C: Respuesta cardiovascular al esfuerzo en el hombre sano. Estudio sistemático de las variables fisiológicas. *Rev Arg Cardiol* 49 (Supl): 1, 1981.
11. Diem K (ed): Tablas científicas (6ª ed), p 642. Ciba-Geigy SA, Basilea, 1973.
12. Bing RJ, Hammond MM, Handalsman JC, Powers SR, Spencer FC, Eckichoff JE, Goodale WT, Hafferschiell JH, Ketty SS: The measurement of coronary blood flow and efficiency of the left ventricle in man. *Am Heart J* 38: 1, 1949.
13. Bing RJ: The coronary circulation in health and disease as studied by coronary sinus catheterization. *Bull NY Acad Med* 27: 407, 1951.
14. Bing RJ, Michal G: Myocardial efficiency. *Ann NY Acad Sc* 72: 555, 1958.
15. Bing RJ: Cardiac metabolism. *Physiol Rev* 45: 171, 1965.
16. Sarnoff SJ, Braunwald E, Welch GH Jr, Case RB, Stainsby WN, Macruz R: Hemodynamic determinants of oxygen consumption of the heart with special reference to the tension-time index. *Am J Physiol* 192: 148, 1958.
17. Robinson BF: Relation of heart rate and systolic blood pressure to the onset of pain in angina pectoris. *Circulation* 35: 1073, 1967.
18. Rodbard S, Williams CB, Rodbard D, Berglund E: Myocardial tension and oxygen uptake. *Circ Res* 14: 139, 1964.
19. Wilmore JH: Acute and chronic physiological responses to exercise. In: Amsterdam EA, Wilmore JH, De María AN (eds): Exercise in cardiovascular health and disease, p 65. Yorke Medical Books, New York 1977.
20. Blomqvist CG: Exercise physiology: clinical aspects. In: Wenger NK (ed): Exercise and the heart, p 8. FA Davis Co, Philadelphia, 1978.
21. Levine HJ, Messer JV, Neill WA, Gorlin R: The effect of exercise on cardiac performance in human subjects with congestive heart failure. *Am Heart J* 66: 731, 1963.
22. Hood WP, Rackley ChE, Rolett EL: Wall stress in the normal and hypertrophied human left ventricle. *Am J Cardiol* 22: 550, 1968.
23. Baxley WA, Dodge HT, Rackley ChE, Sandler H, Pugh D: Left ventricular mechanical efficiency in man with heart disease. *Circulation* 55: 564, 1977.
24. Slutsky R: Response of the left ventricle to stress: effects of exercise, atrial pacing, after-load stress and drugs. *Am J Cardiol* 47: 357, 1981.
25. Redwood DR, Rosing DR, Epstein SE: Circulatory and symptomatic effects of physical training in patients with coronary artery disease and angina pectoris. *N Engl J Med* 286: 959, 1972.
26. Sanne H: Exercise tolerance and physical training of non selected patients after myocardial infarction. *Acta Med Scand (Suppl 1)*: 1, 1973.
27. Detry JM, Bruce RA: Effects of physical training on exertional ST-segment depression in coronary heart disease. *Circulation* 44: 390, 1971.
28. Ben Ari E, Kellermann JJ, Lapidot C, Drotzy Y, Fisman E, Hayat M: Effect of prolonged intensive training on cardiorespiratory response in patients with angina pectoris. *Brit Heart J* 40: 1143, 1978.
29. Sim DN, Neill WA: Investigation of the physiological basis for increased exercise threshold for angina pectoris after physical conditioning. *J Clin Invest* 54: 763, 1974.