

Valoración de la frecuencia óptima de estimulación en pacientes con marcapasos programables

D. F. ORTEGA, R. CHIRIFE*, R. BRANDALISIO

Instituto de Cardiología, Fundación H. Pombo, Academia Nacional de Medicina, Buenos Aires.

* Jefe de la Sección Marcapasos

Trabajo recibido para su publicación: 7/84. Aceptado: 2/86

Dirección para separatas: Coronel Díaz 2423 (1425) Buenos Aires, Argentina.

El motivo del presente estudio fue estimar la frecuencia de estimulación más conveniente en pacientes afectados de bloqueo A-V completo (BAVC) y portadores de marcapasos ventriculares (VVI) programables.

Se estudiaron 8 pacientes (6 hombres y 2 mujeres) con edades entre 30 y 73 años (promedio 57.7 años).

La evaluación se efectuó realizando 3 pruebas ergométricas a cada paciente, con intervalos de una semana, a distintas frecuencias de estimulación (40, 70 y 90 PPM).

El orden fue aleatorio y sin conocimiento de la frecuencia por parte del paciente.

Se midieron: La frecuencia ventricular, la presión arterial y el período eyectivo ventricular izquierdo (PEVI) por el método de la fotopleletismografía.

El total acumulado de Mets realizado (suma de productos de Mets por minutos de cada etapa - Met_t) se correlacionó con el total acumulativo del ITT (suma del triple producto por el número de minutos de cada etapa - ITT_t), indicador indirecto del consumo de O_2 miocárdico o trabajo cardíaco.

Se utilizó el cociente entre el trabajo total y el cardíaco (Met_t/ITT_t) para determinar la eficiencia.

Resultados: De acuerdo al trabajo total realizado se observaron los siguientes grupos:

A) Pacientes en los cuales la capacidad de trabajo fue la misma en las tres frecuencias estudiadas (2 pacientes, 25%).

B) Pacientes en los cuales la capacidad de trabajo fue mayor a frecuencias más altas (90 PPM) (3 pacientes, 37.5%).

C) Pacientes en los cuales la capacidad de trabajo fue mayor a la frecuencia media de 70 PPM (3 pacientes, 37.5%).

Estas modalidades de respuestas estuvieron relacionadas con mayor o menor eficiencia en cada una

de las frecuencias.

Conclusiones: El ajuste de la frecuencia óptima de estimulación sólo es posible cuando los pacientes son evaluados individualmente con PEGs donde se mide la capacidad funcional, el trabajo cardíaco y la eficiencia.

INTRODUCCION

Existe un amplio y difundido conocimiento acerca del valor de la ergometría (PEG) para la evaluación de la capacidad funcional e indirectamente el consumo de oxígeno miocárdico, mediante variables mensurables: presión arterial (PA), frecuencia cardíaca (FC), período eyectivo ventricular izquierdo (PEVI). El grupo de pacientes que nos ocupa tiene generalmente un déficit cronotrópico por lo que cobra interés la medición de las otras variables (PA y PEVI).¹⁻⁴

Con el objeto de estimar la frecuencia de estimulación más conveniente en pacientes afectados de BAVC y portadores de MP definitivos ventriculares programables, se les realizaron 3 pruebas PEG a cada uno, a distintas frecuencias, tratando de identificar en cuál de ellas el paciente realizaba mayor ejercicio o demostraba mayor eficiencia cardíaca. El MP se reprogramó teniendo en cuenta el cuadro clínico del paciente y su actividad habitual.

Los MP que portaron estos pacientes no son fisiológicos y la frecuencia de estimulación determina en algunos, el gasto cardíaco. Como no todos tienen el mismo requerimiento de volumen minuto con el esfuerzo, la programabilidad de la frecuencia de los MP, permitiría un reajuste óptimo de los mismos, previa evaluación ergométrica.

MATERIAL Y METODOS

Selección de pacientes

De 256 pacientes portadores de MP definitivos ventriculares, sólo 8 (6 hombre y 2 mujeres) reunían

todas las condiciones para este estudio: estaban en condiciones físicas apropiadas para realizar una PEG, tenían un MP programable y presentaban BAVC (en uno era congénito y en 7 por enfermedad degenerativa).

Las edades estaban comprendidas entre 30 y 73 años (promedio 57.5 años).

Metodología de la prueba

La evaluación se efectuó realizando 3 PEG en cada paciente, con intervalos de una semana, en cicloergómetro, por el método escaleriforme continuo con etapas de 3 minutos y cargas de 150 Kgm, a distintas frecuencias de estimulación (40, 70 y 90 PPM).

El orden de programación de frecuencia fue aleatorio y sin conocimiento por parte del paciente. Las pruebas se suspendieron en 7 casos por cansancio muscular y en un caso por arritmia ventricular.

Mediciones

Se midieron la frecuencia ventricular (FV), PA y PEVI.

La FV se obtuvo de la frecuencia de estimulación del MP.

La PA se obtuvo por el método auscultatorio.

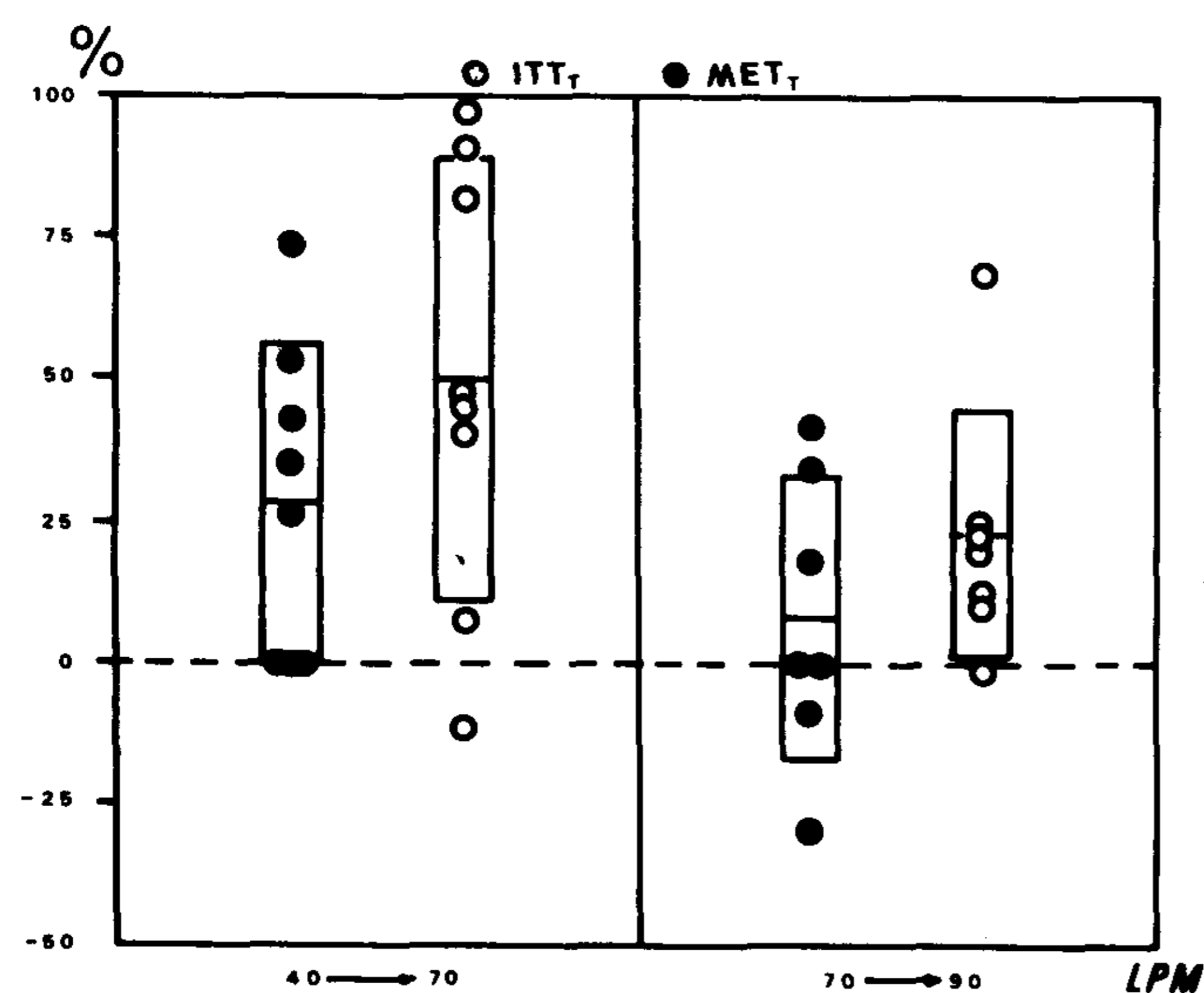


Fig. 1. Porcentajes de incremento del consumo de O_2 miocárdico (ITT_t) en círculos blancos y trabajo total efectuado ($METS_t$) en círculos negros. Al variar la frecuencia de 40 a 70 PPM se observa un incremento del 50% del ITT_t ($P = 0.008$) y de un 28% en $METS_t$ ($P = 0.028$). Al variar la frecuencia de 70 a 90 el aumento es de 8 y 23% respectivamente ($P = 0.008$) y ($P = 0.3$).

El PEVI se obtuvo por el método de la fotoplestismografía, o densitometría.

Este método consiste en el registro gráfico de una curva de flujo pulsátil por medio de una célula fotoeléctrica ubicada en el antihélix de la oreja. Mediante filtros adecuados y elaboración electrónica de la señal, se pueden detectar el pie y la incisure del pulso arteriolar, lo que permite la medición del PEVI con mucha exactitud.⁵⁻⁶

Este método permite realizar la medición de esta variable durante el ejercicio ya que no se encuentra sujeta al error del movimiento, como sería el caso del registro convencional del pulso carotídeo.

Cálculos

El total acumulativo de Mets realizados (indicador indirecto del consumo de O_2 total o trabajo del organismo) por el número de minutos de cada etapa, se denominó trabajo total efectuado ($METS_t$).

El ITT ($FC \times TA \times PEVI$) da una idea bastante aproximada del consumo de O_2 por el miocardio.⁴

El total acumulativo del ITT por el número de minutos de cada etapa (ITT_t) sería un indicador total del consumo de O_2 por el miocardio o del trabajo cardíaco.

La relación entre el trabajo total efectuado y el trabajo cardíaco ($METS_t/ITT_t$) determina la eficiencia.⁷

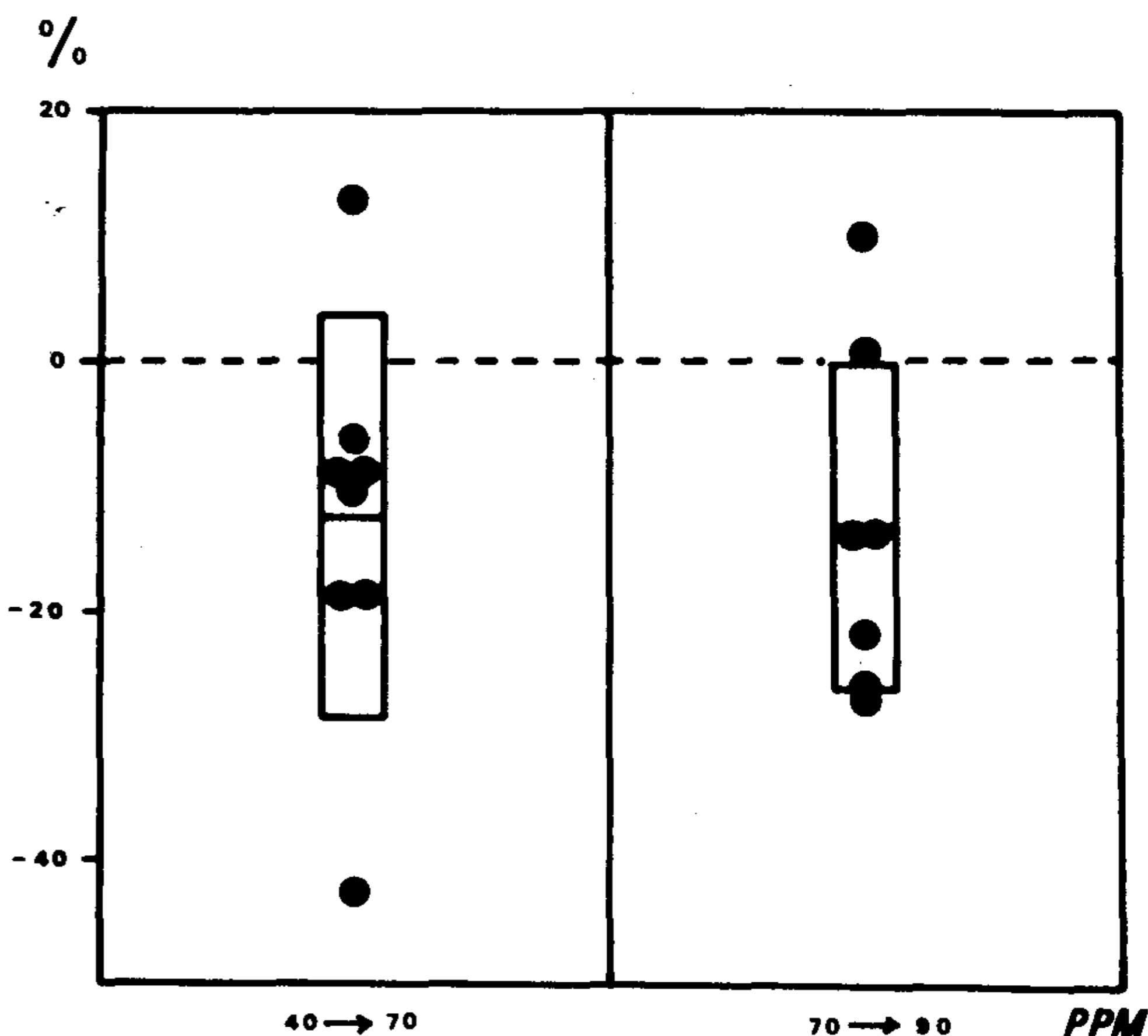


Fig. 2. Porcentaje de variación de la eficiencia, al aumentar la frecuencia de estimulación de 40 a 70 PPM y de 70 a 90 PPM. Se observa una disminución de la eficiencia al incrementar la frecuencia de estimulación de 40 a 70 PPM de un 12% ($P = 0.022$) y de un 14% al incrementar la estimulación de 70 a 90 PPM ($P = 0.039$).

El método estadístico utilizado fue el Test de Student para datos apareados.

RESULTADOS

Análisis de la capacidad de trabajo:

Existe una gran variedad de respuestas al ejercicio: Algunos pacientes realizaron igual trabajo a las tres frecuencias estudiadas (2 pacientes, 25%), otros tuvieron capacidad de trabajo mayor a frecuencias más altas (90 PPM) (3 pacientes, 37.5%) y otros a la frecuencia media de 70 PPM (3 pacientes, 37.5%).

Si bien la tendencia general del grupo fue a aumentar la capacidad de trabajo con la frecuencia más alta, existe una gran dispersión que implica amplias variaciones individuales que deben tenerse en cuenta. (Fig. 1). (P no significativa)

Análisis del consumo de O₂:

La tendencia general fue que a frecuencias de estimulación más altas el trabajo cardíaco (ITT_t) fue mayor, aunque en algunos pacientes el ITT no aumentó o disminuyó.

Al igual que el análisis del trabajo realizado surgiría la importancia de considerar las pruebas individualmente. (Fig. 1).

Análisis de la eficiencia:

La eficiencia fue mayor, en general, a la menor frecuencia cardíaca estudiada. (P = 0.0015).

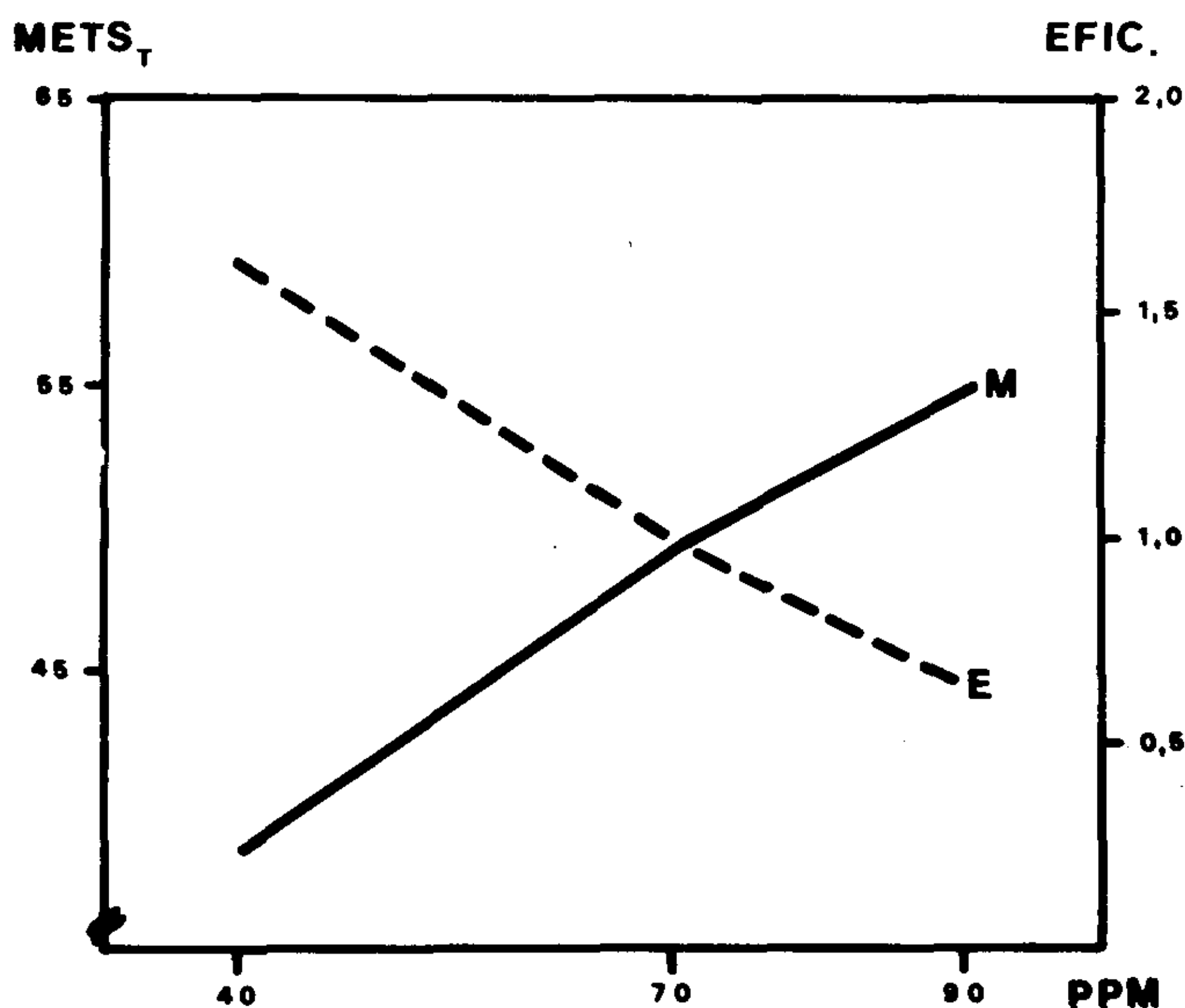


Fig. 3. Curvas combinadas de trabajo y eficiencia en función de la frecuencia de estimulación. La tendencia general del grupo es a realizar mayor trabajo con menor eficiencia a mayor frecuencia de estimulación.

En un paciente la eficiencia fue igual a 40 que a 70 PPM. En otro paciente la eficiencia fue mayor a frecuencias intermedias de 70 PPM y en otro paciente fue mayor a la frecuencia de 90 PPM. Esto implica que aquí también hay una gran variedad en las respuesta. (Fig. 2).

Relacionando los parámetros eficiencia y trabajo realizado, surge que la tendencia del grupo es a realizar mayor trabajo con menor eficiencia, a mayor frecuencia de estimulación y viceversa. (Fig. 3).

Análisis individual:

De acuerdo al trabajo físico realizado, se separan los pacientes en tres modalidades de respuesta:

A) Aquéllos que realizaron igual trabajo con las distintas frecuencias de estimulación y con mayor eficiencia a frecuencias cardíacas menores (Fig. 4), por lo que posiblemente se beneficiarían con frecuencias de estimulación entre 40 y 70 PPM.

B) Pacientes que realizaron mayor trabajo a frecuencias más altas, 90 PPM (Fig. 5). Un paciente presentó mayor eficiencia a 90 PPM (se beneficiaría con esa frecuencia o similar) y los otros dos realizaron mayor trabajo a frecuencias más altas, aunque con eficiencia menor (se beneficiarían con frecuencias menores o intermedias).

C) Pacientes que realizan mayor trabajo a frecuencias intermedias, 70 PPM (Fig. 6). La eficiencia en uno de ellos fue mayor con 70 PPM y en los otros fue igual a 70 que a 90, por lo que los tres se beneficiarían con frecuencias de 70 PPM.

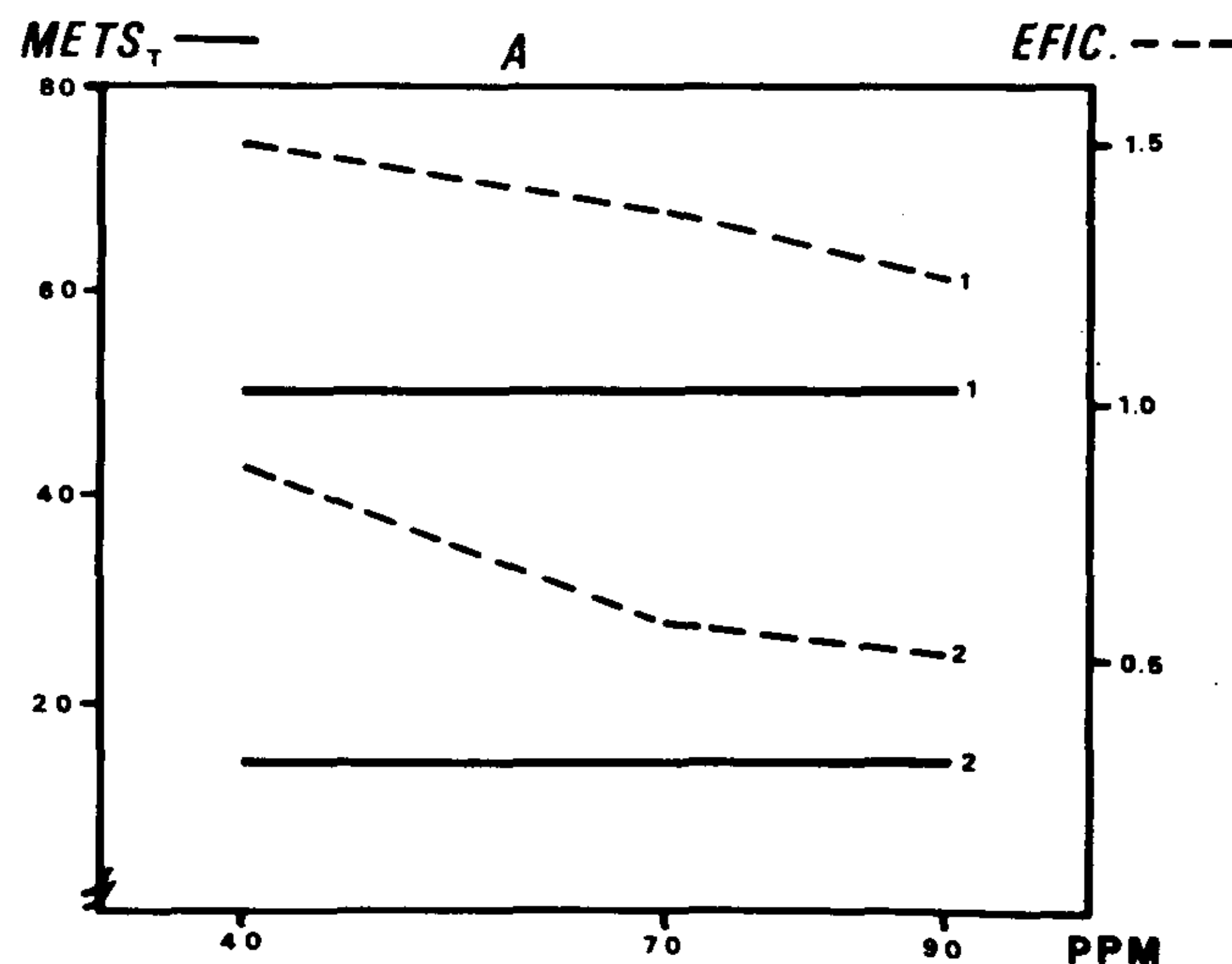


Fig. 4. Curvas combinadas de trabajo y eficiencia. Grupo de pacientes que realizan igual trabajo con las distintas frecuencias de estimulación y con mayor eficiencia a frecuencias cardíacas menores.

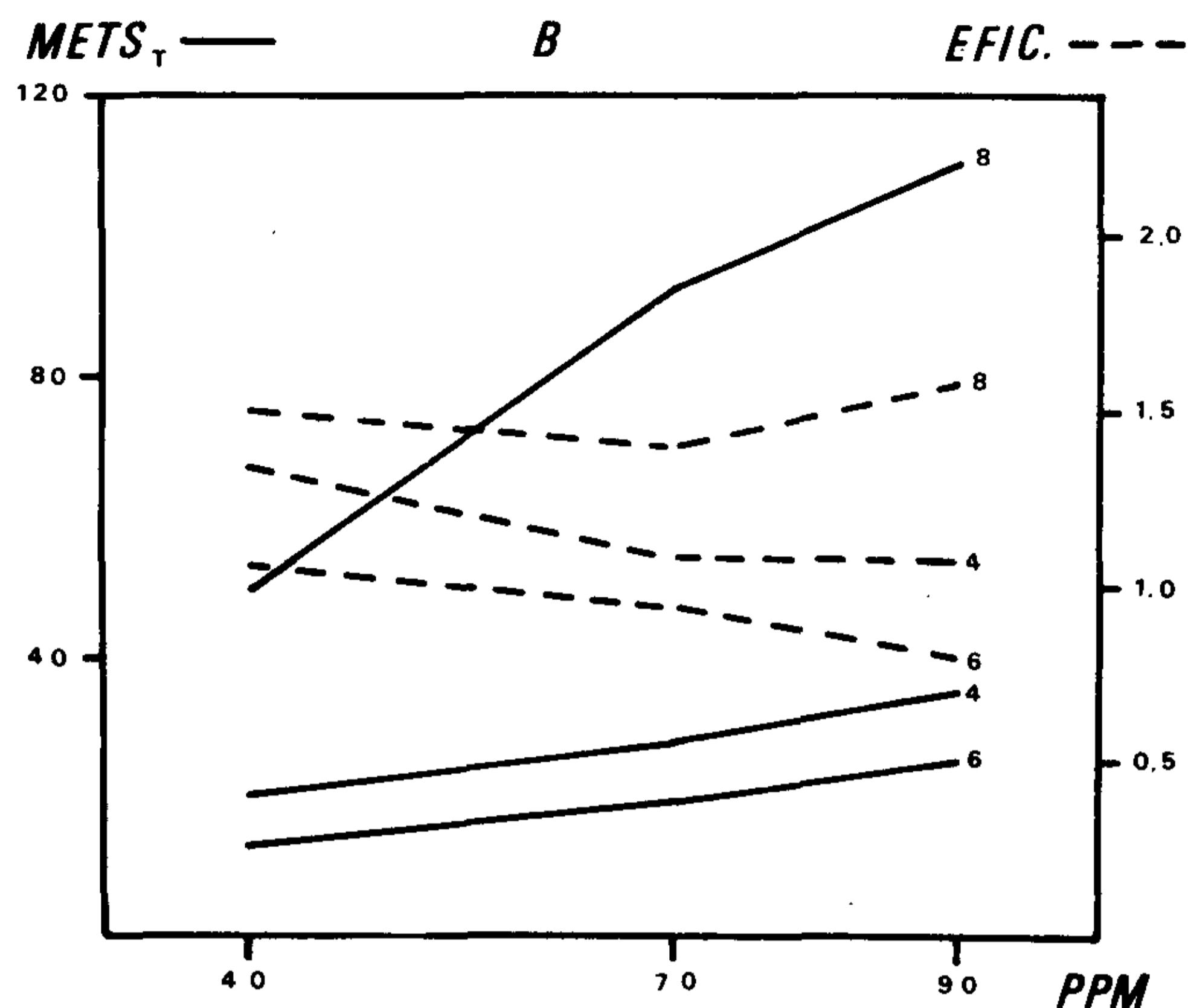


Fig. 5. Curvas combinadas de trabajo y eficiencia. Grupo de pacientes que realizan mayor trabajo con frecuencias más altas y con variaciones en la eficiencia cardíaca.

DISCUSION

Existe el concepto que en la segunda prueba ergométrica se alcanza una mayor carga que en la primera debido a un cierto acondicionamiento y mayor confianza en el método por parte de los pacientes, observación que no se cumplió en este estudio. Se trató de realizar pruebas máximas y eliminar la subjetividad de la prueba no informando al paciente la frecuencia con la que eran estimulados.

El ITT da una idea bastante aproximada del consumo de O_2 por el miocardio, aunque por comodidad se calcula el ITTm (modificado) o doble producto ($PA \times FC$). En este grupo de pacientes con un déficit cronotrópico, el doble producto no sería adecuado. Por lo tanto cobra especial interés el análisis de la tercera variable, el PEVI, que haría más preciso el índice.⁸⁻⁹

Existen 27 modalidades teóricas de respuesta atendiendo a las variables estudiadas: 3 frecuencias de estimulación (40 - 70 - 90 PPM), 3 respuestas de trabajo realizado (igual, mayor o menor), y tres variables de eficiencia (igual, mayor o menor). En el grupo estudiado se observaron 6 tipos de respuesta en 8 pacientes, no descartándose que existan otras combinaciones posibles con mayor número de pacientes, lo que confirmaría nuestra impresión de la importancia de la evaluación individual.

Probablemente la variación de la eficiencia en función de la frecuencia de estimulación estaría relacionada con un factor miocárdico, dependiente de cada paciente y su patología de base.

No obstante las objeciones en cuanto al factor

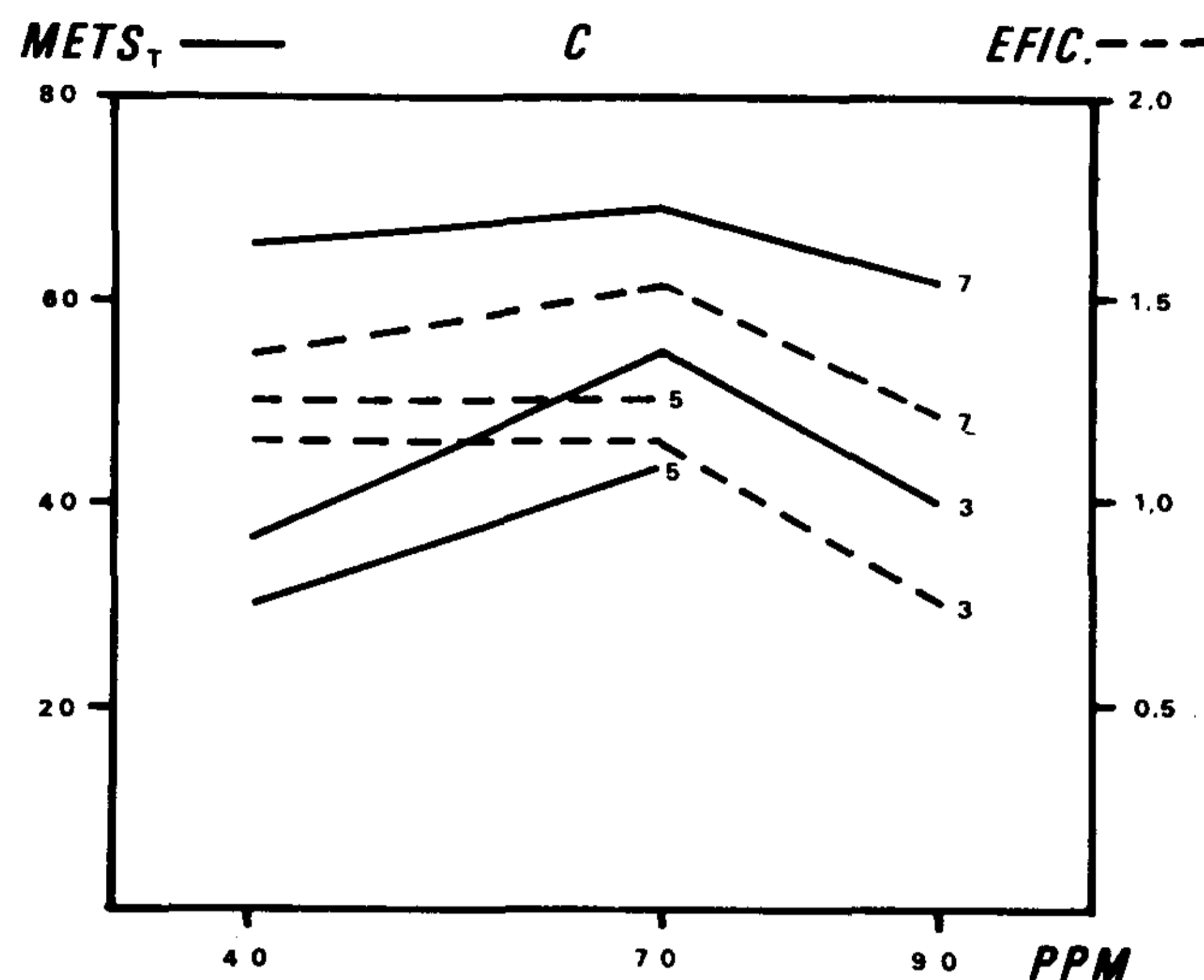


Fig. 6. Curvas combinadas de trabajo y eficiencia. Grupo de pacientes que realizan mayor trabajo con frecuencias cardíacas intermedias con variaciones de la eficiencia.

de subjetividad que ofrece el método, la PEG ofrece una forma de estudio técnicamente sencilla, capaz de darnos una información clínica útil y separar algunos pacientes en los cuales la frecuencia habitual de estimulación de 72 PPM no es la más adecuada para sus requerimientos.

CONCLUSIONES

La realización de pruebas de esfuerzo graduadas a distintas frecuencias de estimulación en las que se determina en triple producto, permite valorar la capacidad funcional, el consumo de O_2 miocárdico y la eficiencia cardíaca.

Es posible por este procedimiento determinar individualmente la frecuencia óptima de estimulación de acuerdo a los requerimientos de cada paciente.

SUMMARY

The purpose of the study was to evaluate the optimal stimulation rate in patients with complete heart block treated with ventricular-inhibited programmable pacemakers.

Eight patients (6 male, 2 female) with a mean age of 57.7 (range: 30 to 73) were included in the study.

The evaluation consisted of 3 stress tests in each patient, at intervals of 1 week, with randomly selected pacing rates of 40, 70 and 90 PPM.

The patients were not aware of the stimulation rate being used in each test. These were carried out with a friction-loaded bicycle, beginning with 150

KGM and increasing the load by 150 KGM every 3 minutes.

Heart rate, blood pressure and left ventricular ejection time (by ear densitometry) were measured. The cumulative sum of METs (the sum of the products of MET by the duration of each stage), $METs_t$, was used as an indicator of work and the cumulative sum of TTI (triple product), as a measure of myocardial O_2 consumption or cardiac work (ITT_t).

The quotient between the two ($METs_t/ITT_t$) was considered a measure of efficiency.

Results: According to the total accomplished work ($METs_t$), the following groups were identified:

1. Patients in whom the work capacity was the same at the three rates studied (2 patients, 25%).
2. Patients with increased work capacity at higher pacing rates (3 Pts, 37.5%).
3. Patients with better work capacity at standard pacing rate of 70 PPM (3 Pts, 37.5%).

These modes of response were related to greater or lesser efficiency in each of the pacing rates. Of the 27 possible combinations of pacing rate, work load and efficiency, 6 were observed in the 8 patients being studied. This confirms the importance of the individual evaluation.

Conclusion: The adjustment of the optimal

pacing rate in patients with VVI pacemakers is only possible after careful assessment of work capacity, cardiac work and efficiency, carried out by stress testing in each case.

BIBLIOGRAFIA

1. Myrvin H, Ellestad MD: Stress testing. Principles and practice. Edition 2.
2. Sarnoff SJ, Brawnwald E, Welch GH, Case RB, Stainsby WN, Macruz R: Hemodynamic determinants of oxygen consumption of the heart with special reference to the tension time index. Amer J Physiol 192: 148, 1958.
3. Monroe RG: Myocardial oxygen consumption during ventricular contraction and relaxation. Circ Res 14: 294, 1964.
4. Kitamura K, Jorgensen CR, Gobel FL, Taylor HY, Wang Y: Hemodynamic correlates of coronary blood flow and myocardial oxygen consumption during upright exercise. Amer J Cardiol 26: 643, 1970.
5. Chirife R, Foerster JM, Bing OHL: Left ventricular ejection time by densitometry in patients at rest and during exercise, atrial pacing and atrial fibrillation. Circ 50: 1200, 1974.
6. Chirife R, Spodick DH: Densitography: A new method for evaluation of cardiac performance at rest and during exercise. Amer Heart J Vol. 83, 4: 493, 1972.
7. Vasquez A, Mindlin de Aptecar FR, Aptecar M, Romano G: Evaluación de los efectos de un programa de consicionamiento físico mediante un índice de eficiencia miocárdica. Rev Arg Cardiol 49: 252, 1981.
8. Winters WG, Leaman DM, Anderson RA: The effects of exercise on intrinsic myocardial performance. Circ 48: 50, 1973.
9. Braunwald E, Sarnoff SJ, Stainsby WN: Determinants of duration and mean rate of ventricular ejection. Circ Res 6: 319, 1958.