

El período expulsivo ventricular izquierdo

Su comportamiento durante el esfuerzo

DRES. G. J. RICCI, C. A. BRUNO, D. F. TURRI, J. M. CORS, P. PEREZ MAS y J. KOHN

RESUMEN

Con el objeto de analizar el comportamiento del período expulsivo ventricular izquierdo (PEVI) en relación a la frecuencia cardíaca (FC), durante el período de esfuerzo y en el post-esfuerzo, se sometió a un grupo de 15 sujetos a un ejercicio dinámico con bicicleta ergométrica en posición supina.

Después del registro basal del pulso carotídeo y electrocariograma se impusieron cargas

progresivas con períodos de reposo intermedio hasta el agotamiento.

Al final de cada carga se hizo un registro infraesfuerzo que se continuó durante 15 seg después de la detención.

La comparación de las rectas de regresión obtenidas a partir de los valores medidos del PEVI en el infraesfuerzo y post-esfuerzo inmediato (3 latidos previos y 3 siguientes a la detención para cada carga, respectivamente), no muestra diferencias estadísticamente

significativas entre las pendientes de aquellos. No ocurre lo mismo cuando la medición se efectúa tardíamente (a los 10 seg de la detención). Se concluye la validez del registro del PEVI en el post-esfuerzo inmediato.

INTRODUCCION

La medición indirecta del período expulsivo ventricular izquierdo (PEVI) sobre el pulso carotídeo ha permitido el estudio del comportamiento de ese parámetro con la frecuencia cardíaca (FC) en reposo.

La metodología e instrumental han sido perfeccionados de tal modo que puede decirse que el registro del pulso carotídeo y la identificación de sus accidentes en un registro gráfico ha entrado en una rutina de laboratorio cardiológico.

Sin embargo, cuando se intentó el registro del carotidograma durante el ejercicio surgieron dificultades técnicas.

En nuestro laboratorio hemos comenzado tratando de obtener trazados de pulso carotídeo durante la marcha en banda ergométrica; a poco de comenzar el intento hemos debido abandonarlo por la mala calidad de los mismos.

Sobre una bicicleta ergométrica y con cargas bajas o medianas comenzamos a obtener trazados legibles durante el esfuerzo; pero a mayores cargas, imprescindibles para alcanzar frecuencias superiores a los 120 latidos por minuto, vuelven a aparecer dificultades técnicas en la obtención del trazado. Estas son inherentes al esfuerzo en sí y desaparecen en el instante mismo de la detención, permitiendo registros de correcta interpretación en ese momento.

Aún cuando empíricamente uno tiende a pensar que no deben existir variaciones en la FC ni en el PEVI en los primeros latidos de la detención respecto de los obtenidos durante el esfuerzo, han surgido dudas que nos llevaron a estudiar este problema con algún detalle.

Es objeto de este trabajo presentar los resultados obtenidos al correlacionar la FC con el PEVI durante el

esfuerzo, inmediata y tardíamente de finalizado éste.

MATERIAL Y METODO

Se estudiaron 15 sujetos sometidos a un ejercicio dinámico con bicicleta ergométrica * en posición supina. Después de un período de precalentamiento se los llevó al agotamiento con cargas sucesivas con incrementos de 150kgm/de tres minutos de duración y períodos de reposo intermedio de un minuto y medio.

En un registrador de inscripción directa Mingograf 34 se obtuvo una derivación electrocardiográfica CV₅ y el pulso carotídeo a través de un captador EMT 510C.

Se obtuvo un trazado de reposo antes de comenzar la prueba y al cumplirse el tercer minuto de cada carga se inició un registro que se continuó por 15 seg luego de la detención.

Para cada carga se tomaron como muestra los tres últimos latidos intra-esfuerzo, los tres siguientes a la detención y, por último, los tres latidos a 10 seg de ésta.

Cada muestra está constituida por el PEVI medido sobre el pulso carotídeo y la FC correspondiente al R-R del ciclo anterior.

Con los valores así obtenidos se confeccionó una recta de regresión * para cada individuo y para cada situación: intra-esfuerzo, post-esfuerzo inmediato y post-esfuerzo tardío.

Se determinó también la diferencia en milisegundos entre el PEVI intra-esfuerzo y post-esfuerzo inmediato entre el intra-esfuerzo y el post-esfuerzo tardío para cada individuo para 60 y 140 latidos por minutos de FC. A partir de estos valores se calculó la media y la desviación estándar de aquella diferencia.

* Elema Schönander.

* Según la fórmula $y = a - bx$ donde y es el período expulsivo ventricular izquierdo para la frecuencia cardíaca x; a es el valor que adquiere el PEVI cuando la FC es cero y b es la pendiente de la recta).

$$y = a - b \times Fc$$

1. — I. E. = 340 — 0,82 × Fc	9. — I. E. = 452 — 1,51 × Fc
P. I. = 337 — 0,83 × Fc	P. I. = 443 — 1,54 × Fc
P. T. = 385 — 1,30 × Fc	P. T. = 501 — 2,58 × Fc
2. — I. E. = 414 — 1,29 × Fc	I. E. = 400 — 1,35 × Fc
P. I. = 391 — 1,24 × Fc	10. — P. I. = 392 — 1,32 × Fc
P. T. = 438 — 1,67 × Fc	P. T. = 412 — 1,58 × Fc
3. — I. E. = 309 — 0,46 × Fc	I. E. = 388 — 1,28 × Fc
P. I. = 317 — 0,49 × Fc	11. — P. I. = 380 — 1,23 × Fc
P. T. = 327 — 0,64 × Fc	P. T. = 402 — 1,52 × Fc
4. — I. E. = 394 — 1,31 × Fc	I. E. = 319 — 0,63 × Fc
P. I. = 388 — 1,33 × Fc	12. — P. I. = 309 — 0,56 × Fc
P. T. = 403 — 1,58 × Fc	P. T. = 372 — 1,23 × Fc
5. — I. E. = 378 — 1,09 × Fc	I. E. = 389 — 1,30 × Fc
P. I. = 384 — 1,19 × Fc	13. — P. I. = 386 — 1,29 × Fc
P. T. = 405 — 1,46 × Fc	P. T. = 405 — 1,52 × Fc
6. — I. E. = 344 — 1,06 × Fc	I. E. = 396 — 1,24 × Fc
P. I. = 360 — 1,20 × Fc	14. — P. I. = 399 — 1,29 × Fc
P. T. = 351 — 1,21 × Fc	P. T. = 446 — 1,93 × Fc
7. — I. E. = 348 — 0,98 × Fc	I. E. = 397 — 1,23 × Fc
P. I. = 350 — 1,02 × Fc	15. — P. I. = 408 — 1,34 × Fc
P. T. = 363 — 1,18 × Fc	P. T. = 429 — 1,71 × Fc
8. — I. E. = 394 — 1,32 × Fc	
P. I. = 388 — 1,34 × Fc	
P. T. = 397 — 1,53 × Fc	

TABLA I.—Tabla de valores de 'a' y "b" para las rectas de regresión intraesfuerzo (I.E.), post-esfuerzo inmediato (P.E.I.) y tardío (P.E.T.).

RESULTADOS

En la tabla I se expresan los valores de a y b para cada una de las tres curvas de cada individuo. De la comparación de las pendientes surge la no significación estadística de las diferencias encontradas entre los valores de esfuerzo y post-esfuerzo inmediato en 14 casos; sólo uno (el N° 6) presentaba una cier-

ta significación en la diferencia ($0,025 < P < 0,05$). Todo lo contrario ocurre cuando se comparan los valores intra-esfuerzo y post-esfuerzo tardío: en 14 casos la diferencia es manifiestamente significativa y en uno no (nuevamente el caso N° 6).

De acuerdo con Maher (1) no nos pareció oportuna la comparación de la intercepción de la recta al origen de x ya que esto implica comparación

	I.E. - P.E.I.			I.E. - P.E.T.		
	Rango	X	D.E.	Rango	X	D.E.
△ PEVI 60 x'	0-20	5,9	4,9	0-17	7,0	4,8
△ PEVI 60 x'	1-15	5,7	4,1	8-100	27,2	20,1

TABLA II — Diferencias entre el PEVI intraesfuerzo (I.E.) y post-esfuerzo inmediato (P.E.I.) y entre el PEVI intraesfuerzo (I.E.) y postesfuerzo tardío (P.E.T.) para 60 y 140 latidos por minuto.

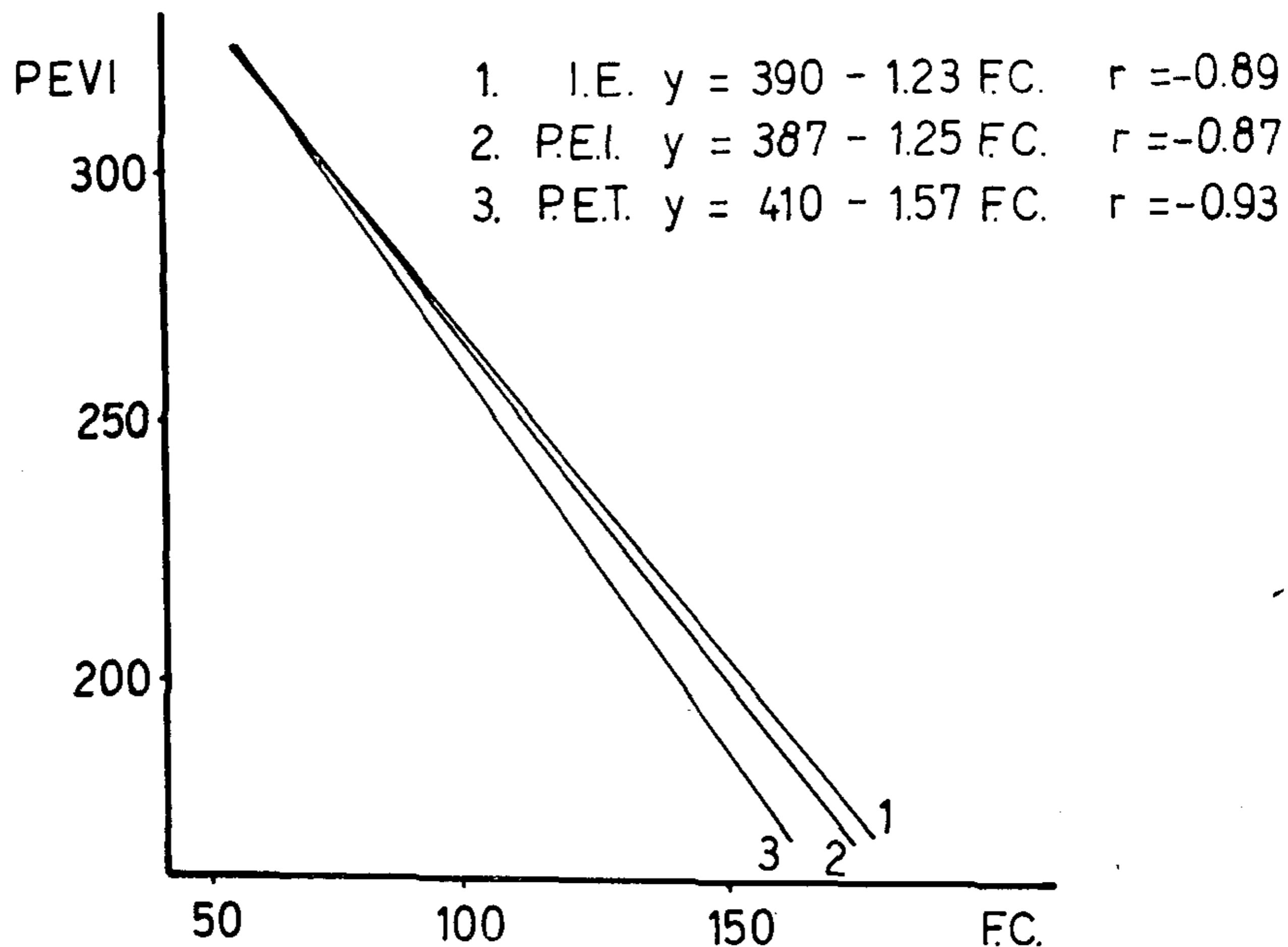


Fig. 1. — Rectas de regresión de los 15 sujetos. 1 intraesfuerzo; 2 post-esfuerzo inmediato y 3 post-esfuerzo tardío. Entre las pendientes de 1 y 2 no hay diferencia estadística; entre 1 y 3 la diferencia es altamente significativa.

de valores extrapolados que escapan, de lejos, a las muestras de la experiencia.

Las diferencias entre los períodos expulsivos ventriculares izquierdos intra-esfuerzo y post-esfuerzo inmediato, calculados a partir de la recta de regresión de cada individuo para 60 latidos por minuto se agruparon entre 0 y 20 msec con una media de $5,9 \pm 4,9$ msec y para un FC de 140 entre 1,15 msec con una media de $5,7 \pm 4,1$ msec. (Tabla II).

Las mismas diferencias se calcularon entre los valores intra-esfuerzo y post-esfuerzo tardío siendo para 60 de FC de 0 a 17 msec el rango y de $7,0 \pm 4,8$ msec la media y de 8 a 100 msec y $27,2 \pm 20,1$ msec para 140 latidos por minuto (Tabla II).

Se han calculado las tres rectas de regresión correspondientes a cada uno de los momentos en estudio a partir de los valores de los 15 sujetos. Los valores obtenidos se expresan en la Fig. 1 donde se puede observar también la tendencia del período expulsivo a acortarse en el post-esfuerzo y la significación estadística de las diferencias entre el intra-esfuerzo y el post-esfuerzo tardío.

DISCUSION

Del análisis del comportamiento del PEVI a lo largo de un esfuerzo en bicicleta en posición supina se confirman los hallazgos, ya de antiguo conocidos, en el sentido de que las modificaciones de ambos parámetros se ajustan sobre una función lineal regresiva.

Cuando se comparan las rectas obtenidas en el período de esfuerzo con las que resultan de los trazados registrados en el instante de la detención se observa que para un mismo individuo dichas rectas son, desde el punto de vista estadístico, de idéntica pendiente. Las medias de ambas rectas se comportan también como una sola.

Comparando los registros intra-esfuerzo con los trazados obtenidos entre 10 y 15 seg después de la detención se observa la no identidad de las mismas.

Estos hallazgos tienen una importancia práctica a tener en cuenta. El creciente interés en encontrar métodos sencillos que posibiliten la evaluación de la función ventricular lleva

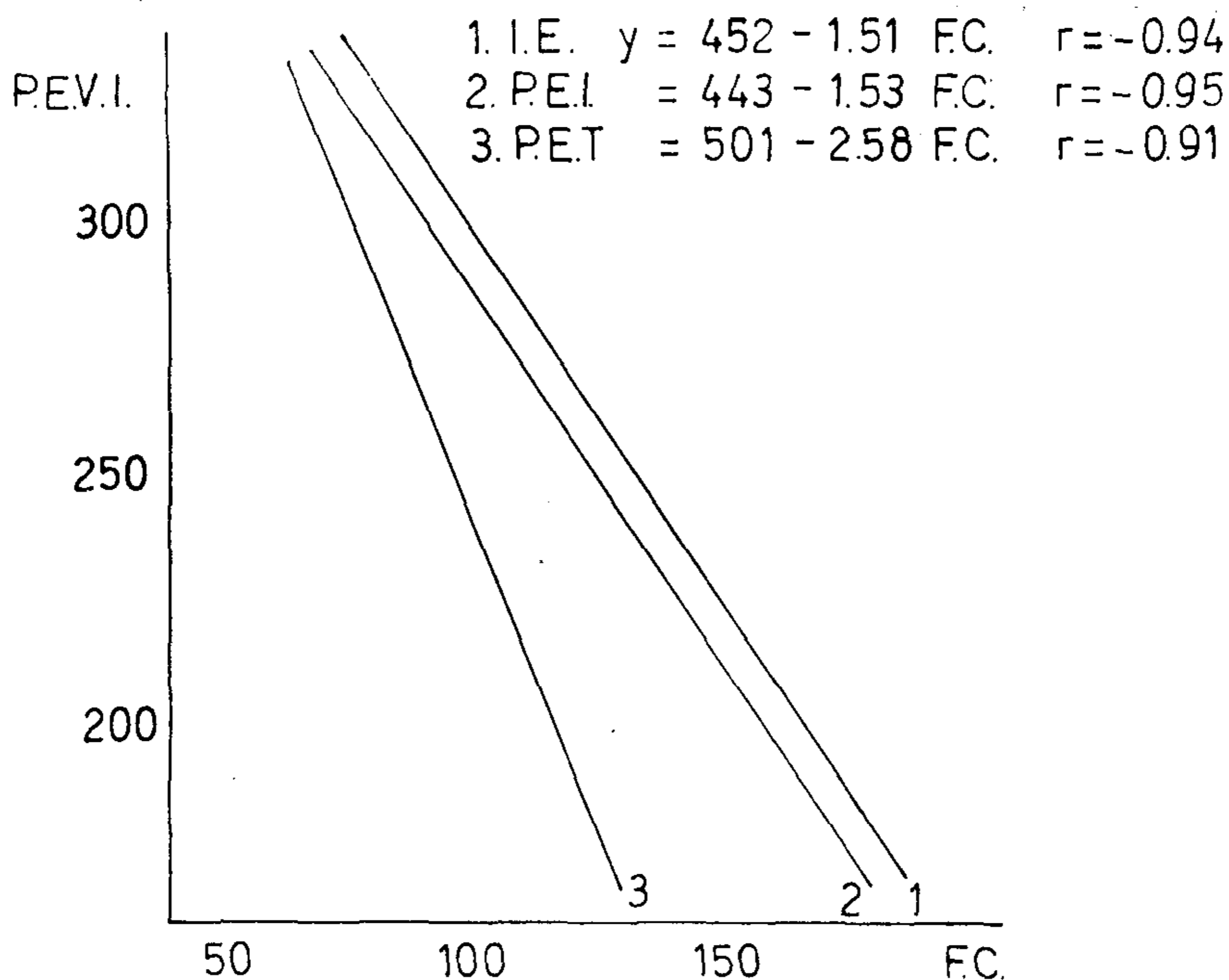


Fig. 2. — Caso N° 9. Se observa la marcada disminución del PEVI en la curva de post-esfuerzo tardío. I.E. intraesfuerzo; P.E.I. post-esfuerzo inmediato y P.E.T. post-esfuerzo tardío.

actualmente a varios investigadores al control del PEVI (aisladamente o en relación con otros parámetros), en reposo y durante el esfuerzo.

Es dado ver en la literatura: Maher (1); McConahay (2); Pigott (3); Aronow (4) que las mediciones de este intervalo se hacen indiscriminadamente después, dentro de los 15 seg o bien hasta 3 minutos después de finalizado el esfuerzo.

La tendencia general es el acortamiento del PEVI al cesar el esfuerzo, pero el valor absoluto del mismo puede variar aleatoriamente en cifras muy significativas.

Basados en las grandes diferencias entre las pendientes de las rectas intra y post-esfuerzo tardío que presentaron algunos sujetos (Fig. 2) de nuestra serie pensamos que es incorrecto el empleo de estas últimas con fines de investigación.

Nuestros resultados confirman la posibilidad del empleo de los valores obtenidos en el instante de la detención como representativos de las variaciones intra-esfuerzo. El hecho de que sea factible practicar estos tra-

zados en la casi totalidad de los pacientes (a diferencia de los intra-esfuerzo) lo convierte en un elemento de valor práctico.

No es objeto del presente trabajo, ni se han llevado a cabo las determinaciones cruentas necesarias para hacerlo, el estudio de las posibles causas que intervengan en las modificaciones del PEVI a lo largo y después de finalizado el esfuerzo. Es nuestra suposición que la caída de la tensión arterial, que ocurre en forma inmediata a la detención, contribuye en su mayor parte al acortamiento del PEVI.

SUMMARY

The behaviour of the left ventricular ejection time (LVET) and heart rate (HR) during and after exercise was studied in 15 subjects bicycling in supine position.

A basal carotid pulse and ECG were taken before a progressive discontinuous exercise begun.

At the end of each step an intraexercise record was taken and continued during 15 seconds after stopping.

From the values of LVET and HR obtained during and after exercise (last three beats and first three after stopping) two different regres-

sion lines were calculated and the slopes compared statistically. No significant difference was found between them.

When compared values intra-exercise and post-exercise (10 seconds after stopping the difference was statistically significant.

The authors conclusion is that values obtained immediately after stopping are identical and representative of values intra-exercise.

BIBLIOGRAFIA

1. MAHER, J., BELLER, G., RANSIL, B., HARTLEY, L.: "Systolic time intervals during sub-

maximal and maximal exercise in man". American Heart Journal, 87, 3: 334, 1974.

2. McCONAHAY, D., MARTIN, C., CREITLIN, M.: "Resting and exercise systolic time intervals". Circulation, XLV: 592, 1972.

3. PIGOTT, V., SPODICK, D., RECTRA, E., KHAN, A.: "Cardiocirculatory responses to exercise: "Physiologic study by non invasive techniques". American Heart Journal, 82: 632, 1971.

4. ARONOW, W.: "Isovolumic contraction and left ventricular ejection times". American Journal of Cardiology, 26: 238, 1970.