

# Un nuevo nomograma que relaciona el período expulsivo ventricular izquierdo con la frecuencia cardíaca

Por los Dres. V. ROISENFELD, R. FRANCO, M. E. SAENZ,  
A. MAZITELLI y A. BENGOLEA \*

## INTRODUCCION

La medición de las fases del ciclo cardíaco en los gráficos externos, es uno de los temas de la Cardiología que ha sido tratado con mayor asiduidad en nuestro tiempo.

Métodos sencillos e incruentos han permitido con bastante exactitud, investigar indirectamente la función cardíaca normal y patológica.

Una de estas mediciones, la del período expulsivo ventricular izquierdo (P.E.v.i.), ha sido motivo de exhaustivos estudios por numerosos autores. Diversas investigaciones hemodinámicas y experimentales (1, 2, 3, 4, 6, 10), comprobaron que la duración de esta fase dependía principalmente del volumen sistólico ventricular izquierdo y de la frecuencia cardíaca. Debido a que el tiempo de expulsión se modifica según estas variables, se intentó por diversos procedimientos matemáticos corregir el P.E.v.i. a la frecuencia cardíaca (FC), para determinar un índice que represente el volumen sistólico ventricular izquierdo.

Meiners utiliza la fórmula de Herkel (5) realizando un nomograma que mide en porcentajes el P.E.v.i. para las distintas frecuencias cardíacas. En 1961 Weissler (6), mediante la ecuación de regresión, un método estadístico, relaciona el PEvi y la FC hallando con este procedimiento un índice del tiempo de eyección (ITE) (7).

En nuestro Instituto hemos efectuado un nuevo nomograma basado en la fórmula de Bazzet, corrigiendo por este medio el PEvi a la FC.

## MATERIAL Y METODOS

De entre un grupo de aproximadamente 100 personas, fueron seleccionadas 62 consideradas normales, de acuerdo con la Historia Clínica, electrocardiograma, radiografías y análisis de laboratorio.

En todos los casos se obtuvo un Fonocardiograma y pulso carotídeo con un aparato Twin Bean Sanborn, con un micrófono lineal de Miller White a una velocidad de papel de 75 mm por segundo.

La duración del PEvi se midió en el trazado del pulso carotídeo (fig. 1) desde el comienzo del ascenso hasta la incisura aórtica, confirmada ésta por el segundo ruido en el fonocardiograma. En cada determinación se halló una media de la duración del PEvi y de los R-R promediando 4 ó 5 ciclos cardíacos.

Los casos fueron analizados estadísticamente según la edad y el sexo. De acuerdo con la edad se los dividió en 2 grupos: a) de 6 a 20 años: 30 personas, y b) de 21 a 70 años: 32 personas. La edad media fue de 43 años. De acuerdo con el sexo, 34 eran masculinos y 28 femeninos.

Se hicieron también comparaciones con los resultados de otros procedimientos, como con el nomograma de Meiners y el índice del tiempo de eyección de Weissler.

\* Del Hospital Instituto de Cardiología. Fundación H. Pombo de Rodríguez. Academia Nacional de Medicina.

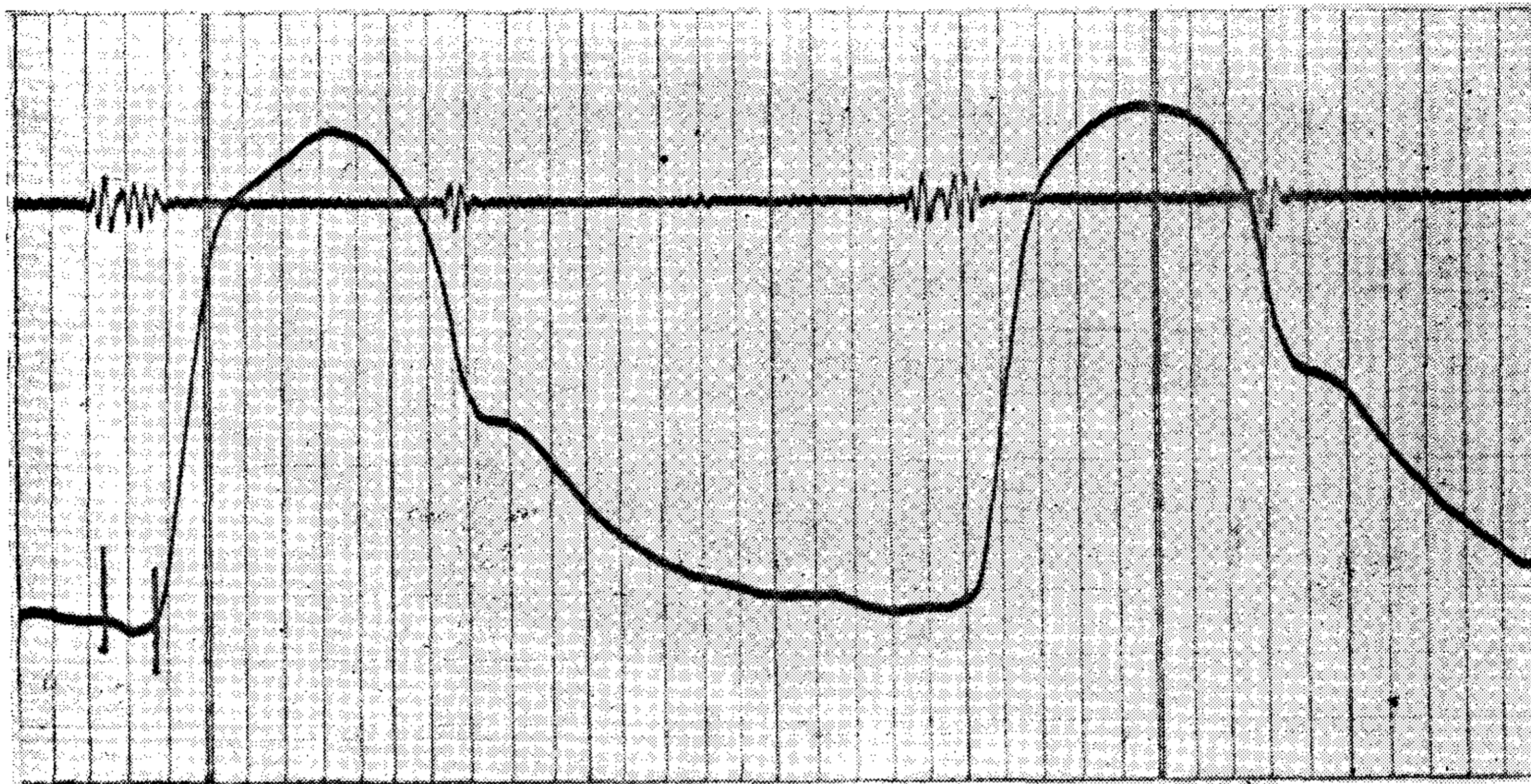


Figura 1. — Trazado del pulso carotídeo. Se midió en él la duración del PEvi.

### RESULTADOS

El período expulsivo corregido (PEco) a la frecuencia cardíaca (FC) se obtuvo de la siguiente fórmula matemática:

$$PEco = \frac{PEvi}{\sqrt{R - R}}$$

El PEco se analizó de acuerdo con el incremento por cada 10 latidos (Tabla 1). La media total del PEco fue de  $.326 \pm .011$ , con un rango que osciló entre .301 y .360. A las cifras obtenidas en nuestros casos aplicamos la fórmula de Weissler ( $PEvi +$

$.0016 \times FC$ ) para hallar el índice del tiempo de eyección (ITE) (7). Se puede observar que el ITE y el PEco permanecen relativamente constantes con las diferentes frecuencias cardíacas.

La media total del PEvi ( $.288 \pm .022$ ) coincide con los valores hallados por algunos autores (8, 9), no así con otros (7, 11), que con la misma técnica efectuada por nosotros y por motivos no explicados aún, hallan cifras inferiores.

En la Tabla 2 se observan las diferencias del PEco entre los 2 grupos divididos por sus edades. En el grupo joven las cifras son menores ( $.320 \pm$

TABLA 1. — Valores totales de las 62 personas normales

Frecuencia	Nº	$\overline{XF}$	PE	ITE	P.E. co.
57- 60	2	57	.330	.421	.321
61- 70	23	67	.300	.407	.320
71- 80	10	74	.298	.416	.332
81- 90	13	85	.282	.418	.335
91-100	12	94	.262	.413	.329
101-110	1	107	.240	.411	.321
+ 120	1	122	.230	.426	.330
Totales	62	86	.288	.416	.326
			$\pm .012$		$\pm .011$
			$\pm .022$		ES .0014

$\overline{XF}$ : media de la frecuencia; P.E.: período expulsivo; ITE: indica tiempo de eyección; P.E.co.: período expulsivo corregido

TABLA 2. — Diferencia entre los dos grupos divididos por edades

Frecuencia	6 a 20 años				21 a 70 años			
	Nº	$\bar{XF}$	PE	P.E. co.	Nº	$\bar{XF}$	PE	P.E. co.
57- 60	—	—	—	—	2	57	.330	.321
61- 70	12	66	.296	.314	11	67	.305	.326
71- 80	5	74	.291	.324	5	75	.306	.342
81- 90	4	85	.275	.329	9	84	.285	.338
91-100	7	94	.255	.320	5	94	.272	.342
101-110	1	107	.240	.321	—	—	—	—
+ 120	1	122	.230	.330	—	—	—	—
Totales	30	91	.264	.320	32	75	.300	.334

	6-20 años	21-70 años
Nº	30	32
Media	.320	.334
DS	.011	0.12
ES	.0020	.0021
P > 0.05		

.011) que en el grupo de adultos ( $.334 \pm .012$ ) no habiendo sin embargo, diferencias estadísticas significativas entre ellos ( $P \geq 0,05$ ).

La Tabla 3 muestra las diferencias del PEco entre los dos sexos. El sexo femenino, como ya ha sido expuesto en otros trabajos (7), presenta un PEvi y un PEco mayor ( $.331 \pm .015$ ) que el sexo masculino ( $.323 \pm .014$ ). Las diferencias estadísticas halladas no son significativas ( $P \geq 0,05$ ).

Mediante las cifras encontradas en este trabajo, confeccionamos un nuevo nomograma (fig. 2). Para hallar el PEvi correspondiente a cada FC, invertimos los factores intervinientes en la fórmula del PEco. En él insertamos la curva de Meiners realizada con la fórmula de Herkel.

Observamos que la diferencia entre los 2 nomogramas es muy importante debido a que los rangos normales del PEvi de nuestro estudio, realizado con 2 desviaciones standards, no se superponen a los hallazgos hechos por Meiners.

Los límites inferiores normales del nomograma de Meiners se encuentran por debajo de los límites hallados por nosotros hasta una frecuencia mayor de 100 por minuto donde se entrecru-

zan las 2 curvas. El límite superior tampoco coincide con nuestro trazado.

En la figura 3 se comparan las diferencias entre el PEco y el índice del tiempo de eyección de Weissler. Para ello, a las cifras halladas por este autor, en 240 personas normales, del PEvi y la FC aplicamos la fórmula del PEco. Se puede observar que, mientras el índice del tiempo de eyección tiende a aumentar con frecuencias cardíacas altas (120 a 130 por minuto), el PEco por el contrario, disminuye a partir de frecuencias de 110 por minuto. Es sabido que con las altas frecuencias el volumen sistólico es menor por la reducción del lleno ventricular, lo que estaría en desacuerdo con el índice de Weissler. En cambio el PEco al dar cifras inferiores a partir de frecuencias mayores de 110 por minuto, aumentando recién ligeramente en 150 a 160 por minuto evidencia una mayor tendencia a la realidad.

#### CONCLUSIONES

El procedimiento que hemos presentado en este trabajo, suponemos que es de utilidad para inferir el funcionamiento ventricular izquierdo en diversas cardiopatías, basándose en el registro del pulso carotídeo.

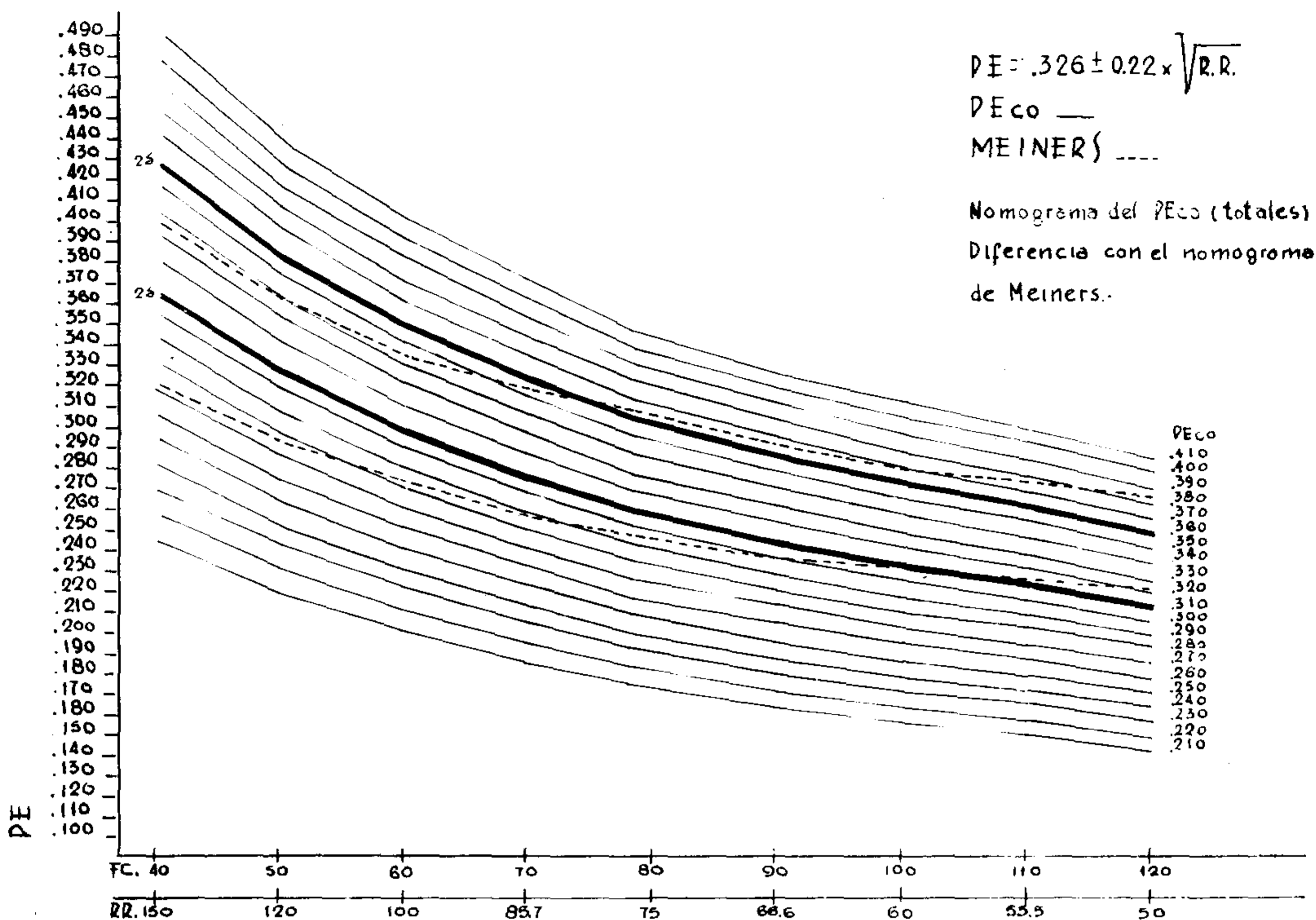


Figura 2. — Nomograma construido con los resultados obtenidos de la medición del P.E.vi, relacionado con la frecuencia cardíaca, en el total de sujetos normales. En las abscisas, figura la frecuencia cardíaca y el R.R. correspondiente y en las ordenadas el P.E.vi. En la columna de la derecha el P.E.co.

Hemos comprobado que el PEco se mantiene relativamente constante con las frecuencias cardíacas habituales. Las comparaciones con 2 de los métodos actualmente utilizados con más frecuencia dieron resultados positivos a favor del PEco.

Además no hemos encontrado diferencias estadísticas significativas entre las diferentes edades ni en los 2 sexos.

La utilización de una doble desviación standard, no muy amplia, da una mayor seguridad para realizar estudios estadísticos en diferentes patologías cardíacas. Por otro lado, la simplicidad de la técnica y de la fórmula usadas disminuyen los factores de error y por lo tanto dan certeza a las cifras encontradas.

Por todos estos motivos, hemos comenzado a utilizar metódicamente, el PEco y el nomograma hallado mediante esta fórmula, para investigar el funcionamiento sistólico del ventrículo izquierdo en las diferentes cardiopatías.

RESUMEN

Se presenta un nuevo nomograma que corrige el período expulsivo ventricular izquierdo a la frecuencia cardíaca, basándose en la fórmula de Bazzet modificada. El estudio se realizó en 62 personas normales de 6 a 70 años de edad. La medición del PEvi se efectuó en el trazado del pulso carotídeo. Se comprueba que no existen diferencias estadísticas significativas entre los grupos divididos por edades y por sexos.

Se concluye que el PEco es un método interesante para verificar el funcionamiento sistólico del ventrículo izquierdo.

SUMMARY

A new nomogramma correcting the ejection time of the left ventricle (LVET) in relation to heart rate, on the basis of the modified Bazzet formula, is presented.

This study was performed in 62 normal persons with age ranging

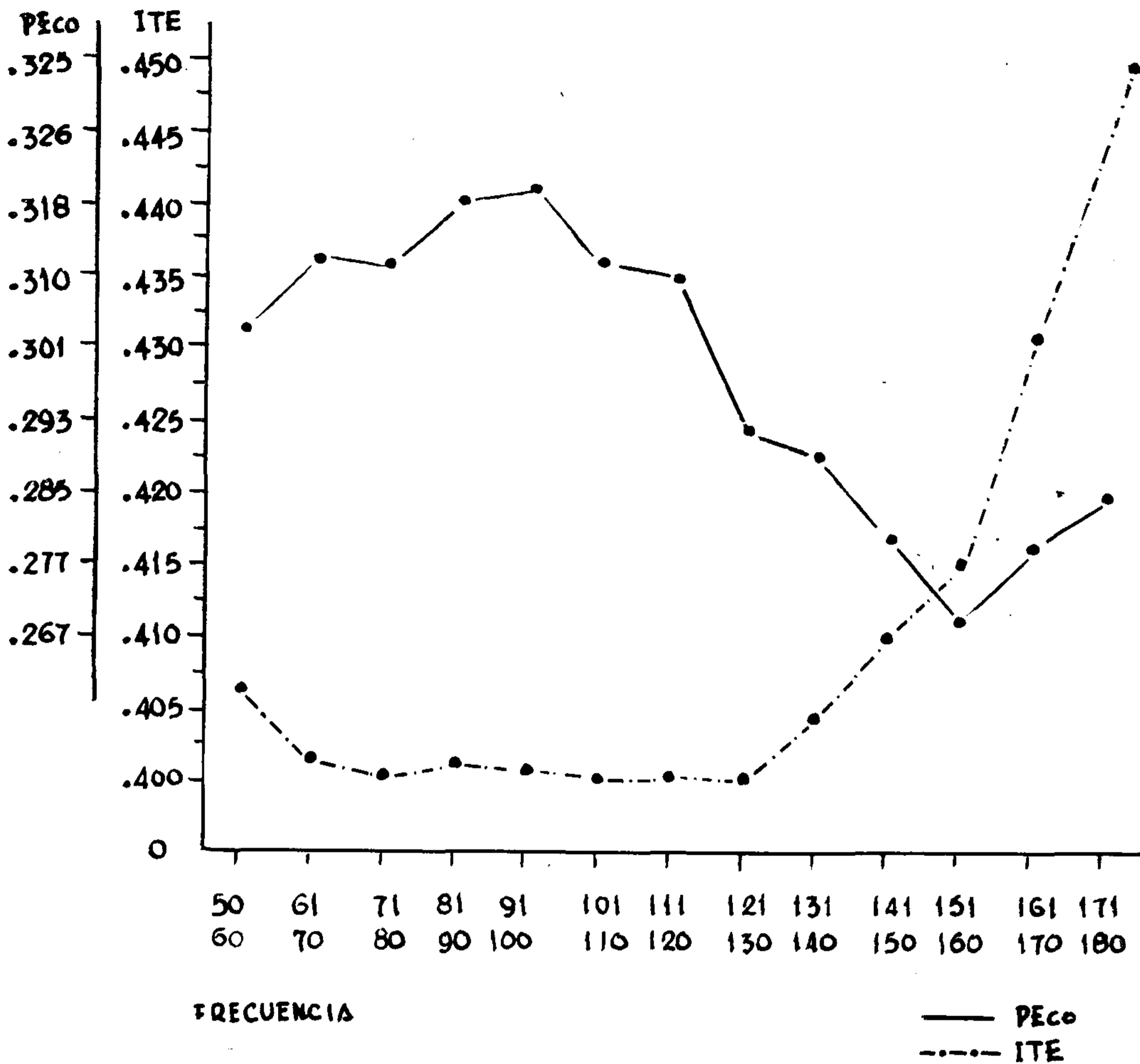


Figura 3. — Comparación entre el P.E.co y el I.T.E. (índice del tiempo de eyección) extractado de las cifras halladas por Weissler en adultos y niños.

TABLA 3. — Diferencia entre los dos sexos

Frecuencia	Masculinos				Femeninos			
	Nº	XF	PE	P.E. co.	Nº	XF	PE	P.E. co.
57- 60	2	57	.330	.321	—	—	—	—
61- 70	16	67	.299	.318	7	67	.304	.323
71- 80	5	75	.293	.330	7	74	.300	.334
81- 90	7	84	.278	.332	6	85	.286	.339
91-100	4	95	.257	.327	8	93	.264	.330
101-110	1	107	.240	.321	—	—	—	—
+ 120	1	122	.230	.330	—	—	—	—
Totales	34	87	.275	.323	28	80	.288	.331

	Masculinos	Femeninos
Nº	34	28
Media	.323	.331
DS	.014	.015
ES	.0024	.0028
P >	0.05	

from 5 to 70 years. The measurement of the LVET was done on the external carotid pulse tracing. No significant statistical difference was found between the two groups in respect to age and sex.

The corrected LVET (LVET<sub>co</sub>) seems to be a useful method to assess the systolic function of the left ventricle.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Wiggers, C. J. y Katz, L. N.: The specific influence of the accelerator nerves on the duration of ventricular systole. *Am. J. Physiol.*, 53: 49, 1920
2. Remington, J. W.; Hamilton, W. F. y Ahlquist, R. P.: Interrelation between the length of systole, stroke volume and left ventricular work in the dog. *Am. J. Physiol.*, 154: 6, 1948.
3. Wiggers, C. J.: Studies on the consecutive phases of the cardiac cycle: II. The laws governing the relative duration of ventricular systole and diastole. *Am. J. Physiol.*, 56: 439, 1921.
4. Braunwald, E.; Sarnoff, S. J. y Stainsby, W. N.: Determinans of duration and mean rate of ventricular ejection. *Circul. Research.*, 6: 319, 1958.
5. Meiners, S.: Kreislaufmessungen I. Freiburger Colloquium. Verlag Banaschewski, Munchen, 1958. Tomado de Exploración cardiovascular y Fonomecanocardiografía clínica. B. Fischleder. La Prensa Médica Mexicana, 1966.
6. Weissler, A. M.; Peelen, R. G. y Rochl, W. H.: Relationships between left ventricular ejection time, stroke volume and heart rate, in normal individuals and patients with cardiovascular disease. *Am. Heart J.*, 62: 367, 1961.
7. Weissler, A. M.; Harris, L. C. y White, G. D.: Left ventricular ejection time index in man. *J. Appl. Physiologic*, 18: 919, 1963.
8. Perosio, A. M.; Suárez, L. D.; Scian-dro, E.; Cuesta Silva, M.; Curtis, T. H.; Ricci, G. S. y Llera, J. J.: El cardiograma apexiano en la cardiopatía coronaria. *Rev. Arg. de Card.*, 37: 69, 1969.
9. Spodick, D. H. y Sudarshan, K.: Left ventricular ejection period. *Am. Heart. J.*, 76: 70, 1968.
10. Jones, W. y Foster, G. L.: Determinants of left ventricular ejection in normal young men. *J. Appl. Physiologic*, 18: 919, 1963.
11. Agress, C. M.; Wegner, S.; Nakakura, S.; Lehman, E. H. y Chait, L.: Comparison of the ejection time heart rate relationships in normal and ischemic subjects. *Jap. Heart J.*, 6: 496, 1965.

# cardio g oxin

## DIGOXINA PURISIMA RECRISTALIZADA

AMPOLLAS: 0,5 mg de digoxina en 2 cm<sup>3</sup> indistintamente por vía endovenosa e intramuscular.

No requiere dilución previa.

SUPOSITORIOS: 0,5 mg de digoxina y 0,5 g de diprofilina. El agregado de diprofilina, por su acción diurética y cardio-respiratoria, complementa la acción digoxínica.

TABLETAS: 0,25 mg de digoxina.

SIEMPRE

DISPONIBLE

EN

FARMACIAS

**LABORATORIOS RIOPLATENSE S. A. C. I. I.**