

Tiempos Sistólicos del Ventrículo Izquierdo en Deportistas

Dres.: ROGELIO ALBERTO MACHADO, RICARDO JORGE ESPER y
JULIO CESAR CACERES MONIE
Servicio de Cardiología Hospital Militar Central

RESUMEN

Con el objeto de establecer el comportamiento de los tiempos sistólicos del ventrículo izquierdo en los deportistas, se comparó un grupo de 12 futbolistas profesionales con otro integrado por 12 estudiantes universitarios que llevaban un régimen de vida absolutamente sedentario. En ambos grupos se trataba de varones sin enfermedad cardiovascular, cuyas edades oscilaban entre 17 y 24 años.

La frecuencia cardíaca (FC) fue mayor en los sedentarios (81/min vs 71/min, $p < 0.05$). Hubo buena correlación lineal entre FC y período eyectivo (Ey), y entre FC y sístole electromecánica (Q-A2), mientras que fue pobre entre FC y período preeyectivo (preEy). El Q-A2 fue menor en los sedentarios (330 vs 346 msec, $p < 0.02$), diferencia que deja de ser significativa cuando mediante análisis de la covarianza se elimina el efecto de la FC sobre las medias. Por otra parte, el preEy fue menor en los sedentarios (71 msec) que en los deportistas (82 msec, $p < 0.02$), persistiendo la diferencia luego de ajustar los valores por la FC. En cuanto al Ey, fue muy similar en ambos grupos (deportistas 264, sedentarios 260 msec, sin que la corrección para la FC hiciera surgir diferencias significativas.

Es posible que variaciones en el tono neurovegetativo sean las principales determinantes del comportamiento del preEy. Por otra parte, el del Q-A2 no permite sostener la existencia de diferencias en el estado contráctil del miocardio en ambos grupos.

Las características funcionales y estructurales que el ejercicio físico intenso y continuo impone al aparato cardiovascular, como es el caso de los deportistas, han sido hasta la fecha objeto de estudio por parte de diversos autores, y así, la bradicardia y la hipertrofia ventricular izquierda son dos rasgos

que se sabe son de frecuente incidencia en tales circunstancias (1, 2).

La presente comunicación tiene por objeto el estudio del comportamiento de los tiempos sistólicos del ventrículo izquierdo en personas jóvenes físicamente entrenadas, y su comparación con el de un grupo de controles sedentarios de edades similares.

MATERIAL Y METODOS

Doce futbolistas de las divisiones superiores de un club local, cuyas edades oscilaban entre los 17 y 21 años, fueron seleccionados en base a un examen clínico cardiológico normal y a la ausencia en los estudios electrocardiográfico y radiológico, de otros signos que los atribuyeran a hipertrofia ventricular y que ya han sido objeto de una comunicación previa (3). Los tiempos sistólicos del ventrículo izquierdo eran entonces determinados según metodología ya descripta en trabajos anteriores (4, 6). En esta ocasión, diez latidos eran medidos y promediados en cada oportunidad. Asimismo, se exigía que los trazados fonomecanocardiográficos usados para este efecto, no denunciaran la existencia de alteraciones patológicas, pauta preestablecida de la que se exceptuaban las variables en estudio, que eran el tiempo Q-A2 (que va del comienzo de la onda Q del electrocardiograma al componente aórtico del segundo ruido) y el tiempo pie-incisura del carotidograma, y que representan respectivamente la sístole electromecánica y el período eyectivo (Ey) del

Dirección Postal: Dr. Rogelio Alberto Machado, Servicio de Cardiología, Hospital Militar Central, Av. L. M. Campos 726, 1126 Buenos Aires, Argentina.
(Trabajo presentado en la primera reunión científica de la Sociedad Argentina de Cardiología, Buenos Aires, 27 de abril de 1978)

ventrículo izquierdo. Por diferencia entre los dos intervalos mencionados se obtenía la duración del período preeyectivo (preEy), lo que a su vez permitía hallar el cociente preEy/Ey.

Los resultados se compararon con los obtenidos de un grupo de doce jóvenes del sexo masculino, cuyas edades iban de los 20 a los 24 años, de hábitos sedentarios, en quienes la práctica de algún deporte era a lo sumo muy esporádica y sin ninguna periodicidad, y que tampoco habían desarrollado entrenamiento físico en el pasado. A los integrantes de este grupo se les exigían análogas condiciones a las requeridas al grupo de deportistas.

En el procesamiento estadístico de los datos se usó el test t de Student, y cuando se trataba de ajustar los tiempos sistólicos a la frecuencia cardíaca (para eliminar el efecto de ésta sobre aquéllos), los correspondientes métodos para el análisis de la covarianza (7, 8).

RESULTADOS

La presión arterial era normal y no difería significativamente en ambos grupos.

La frecuencia cardíaca fue significativamente mayor en los sedentarios (81/min) que en los deportistas (71/min, $p < 0.05$) (tabla 1).

que en los deportistas (346 msec, $p < 0.02$) (tabla 1). Sin embargo, cuando mediante de la desigual frecuencia cardíaca de ambos grupos, dicha diferencia en la duración análisis de la covarianza se elimina el efecto de la sístole electromecánica deja de ser estadísticamente significativa (tabla 1).

Hubo buena correlación lineal entre período eyectivo y frecuencia cardíaca en cada uno de los grupos (deportistas $r = -0.73$, $p < 0.01$, sedentarios $r = 0.64$, $p < 0.05$) (fig. 2). El período eyectivo fue muy semejante en ambos grupos (tabla 1) y tampoco aparecieron diferencias significativas al ajustar los valores por las respectivas frecuencias cardíacas de cada grupo.

En cada uno de los grupos considerados así como en el conjunto formado por la unión de ambos, el grado de correlación lineal entre período preeyectivo y frecuencia cardíaca fue en todos los casos muy bajo y no significativo. Las correspondientes rectas de regresión se muestran en la figura 3. Por lo demás, el período preeyectivo fue significativamente menor en los sedentarios (71 msec) que en los deportistas (82 msec, $p < 0.02$) (tabla 1), sin que al ajustar los valores por las diferentes frecuencias cardíacas fuera suficiente para explicar dicho comportamiento, pues aun eliminando el efecto de la frecuencia cardíaca sobre dicho intervalo mediante análisis de la covarianza,

Tabla 1. Tiempos sistólicos del ventrículo izquierdo en deportistas y sedentarios.

	Deportistas	Sedentarios	p	p, medias ajustadas
Frecuencia cardíaca (lat/min)	71 ± 2,8	81 ± 3,3	< 0.05	
Q—A2 (mseg)	346 ± 4,8	330 ± 3,7	< 0.02	NS
Período eyectivo (mseg)	264 ± 3,1	260 ± 3,4	NS	NS
Período preeyectivo (mseg)	82 ± 3,1	71 ± 3,0	< 0.02	< 0.05
Preeyectivo/Eyectivo	.312 ± .011	.273 ± .013	< 0.05	

En cada uno de los dos grupos en estudio se halló correlación lineal, aunque no significativa, entre sístole electromecánica y frecuencia cardíaca (deportistas $r = 0.52$, sedentarios $r = 0.38$), relación que se hacía altamente significativa ($p < 0.005$) al establecerla para el conjunto formado por ambos grupos a la vez ($r = 0.56$) (fig. 1). Por otra parte, la sístole electromecánica difirió en forma significativa entre ambos grupos a las respectivas frecuencias cardíacas, siendo más breve en los sedentarios (330 msec)

la diferencia entre ambos grupos sigue siendo significativa.

El cociente preEy/Ey fue mayor en los deportistas (0.312) que en los sedentarios (0.273, $p < 0.05$) (tabla 1).

DISCUSION

La menor frecuencia cardíaca en los deportistas constituyó un hallazgo previsible pero que reviste decisiva importancia en la ulterior interpretación del comportamiento

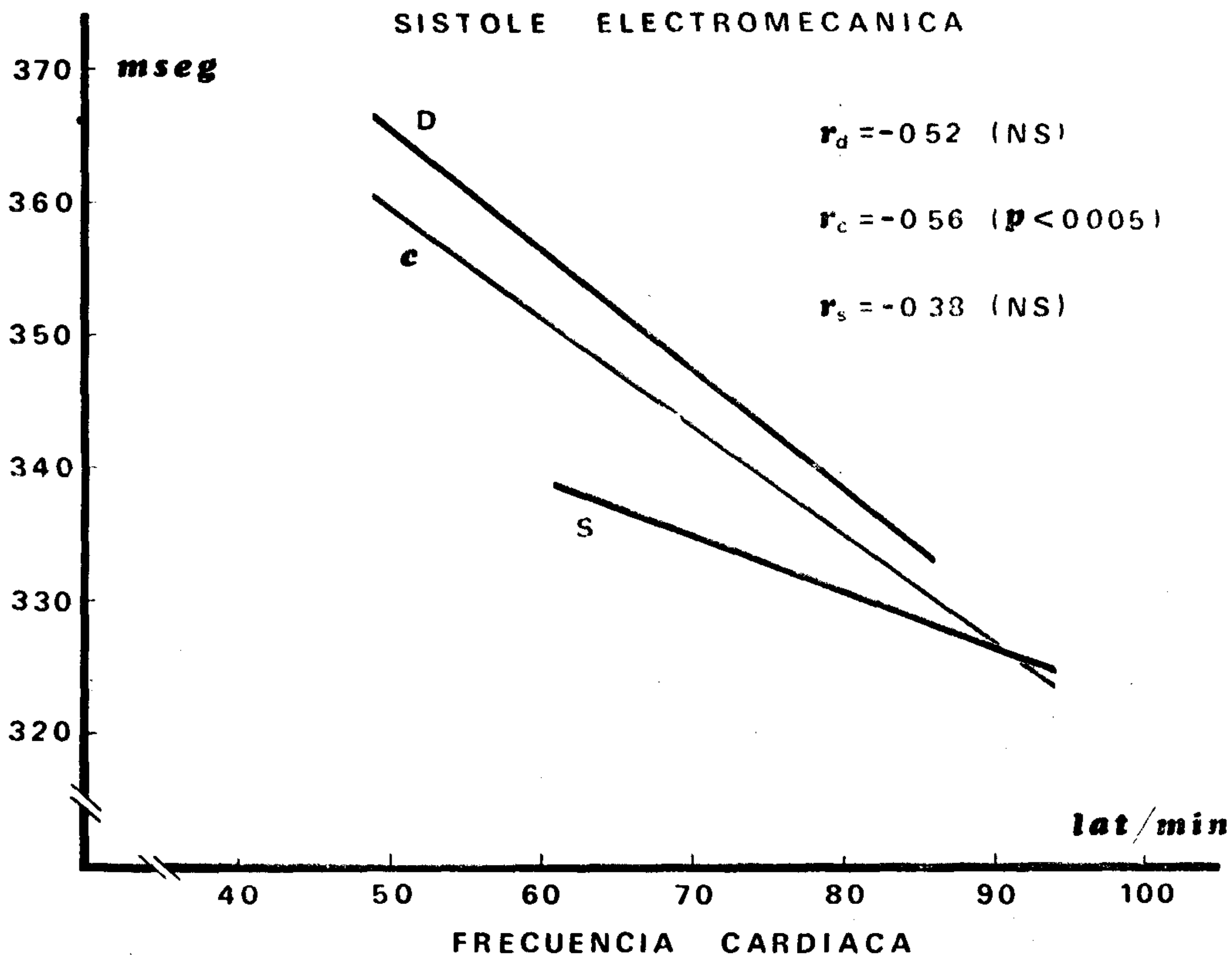


Fig. 1: Rectas de regresión de la sístole electromecánica en la frecuencia cardíaca, en deportistas(D) y sedentarios (S). c: recta de regresión común para ambos grupos. rd, rs y rc: coeficientes de correlación para los respectivos grupos. NS: no significativo.

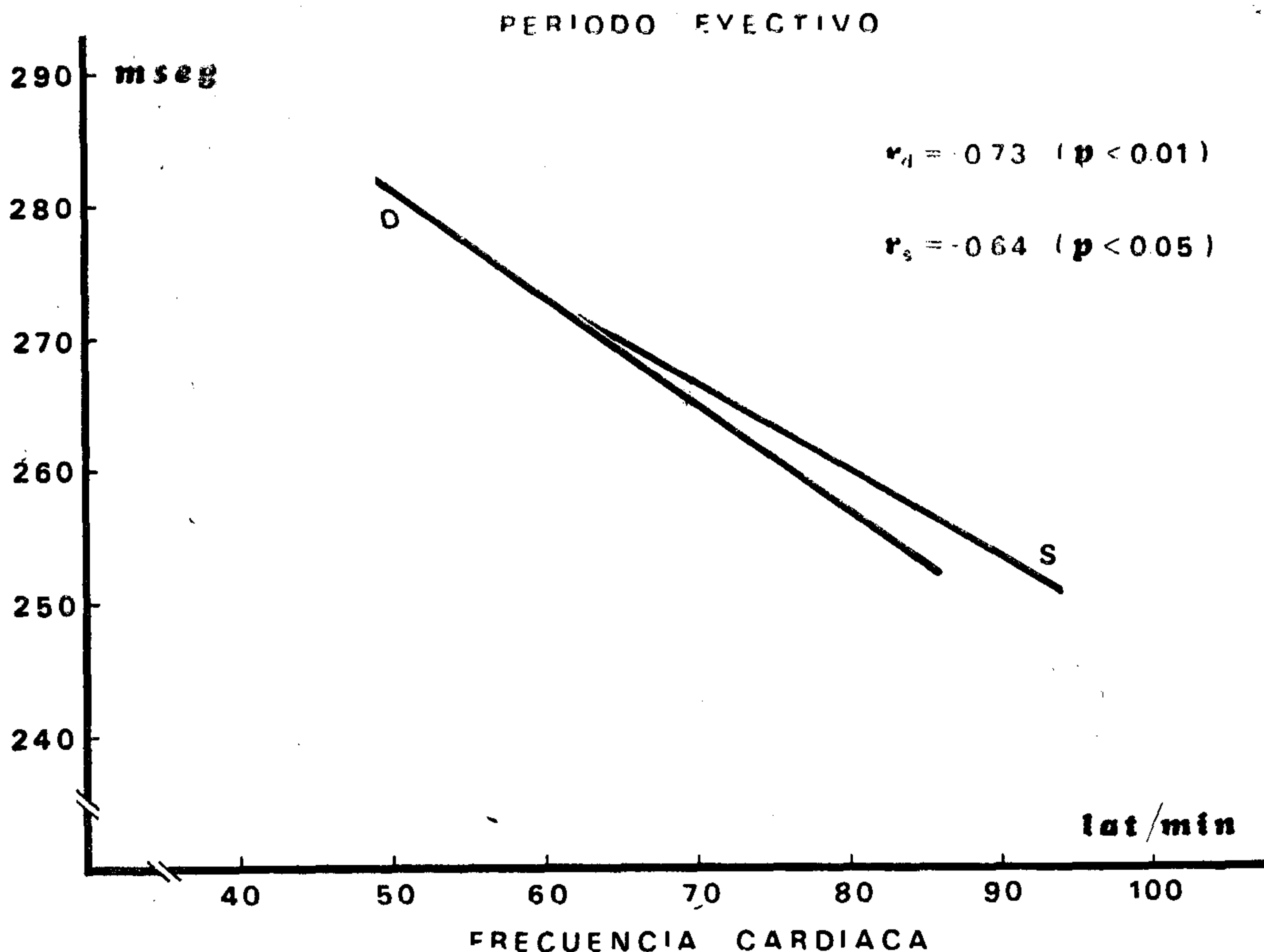


Fig. 2: Rectas de regresión del período eyectivo en la frecuencia cardíaca, en deportistas (D) y sedentarios (S). cd y rs: coeficientes de correlación para los respectivos grupos.

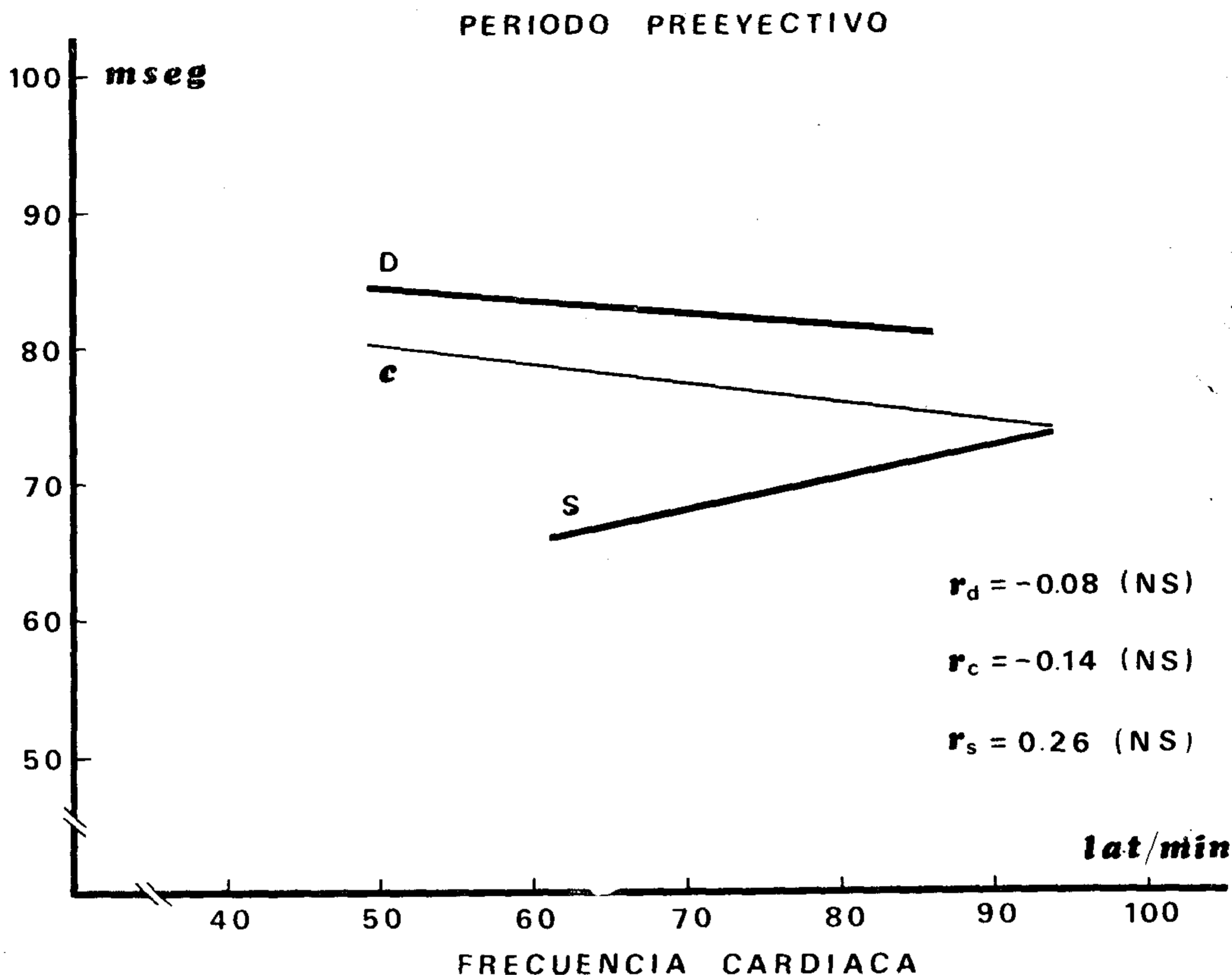


Fig. 3: Rectas de regresión del período preeyectivo en la frecuencia cardíaca, en deportistas (D) y sedentarios (S). c: recta de regresión común para ambos grupos. Los respectivos coeficientes de correlación no llegan a ser estadísticamente significativos en ninguno de los casos.

de los tiempos sistólicos en los dos grupos en estudio. En este aspecto, estimamos que el punto de partida del análisis debe ser el hecho bien demostrado por Weissler y col., de la correlación, estadísticamente significativa, que existe entre la frecuencia cardíaca y cada uno de los intervalos sistólicos considerados en el presente trabajo (9). Sin embargo, aunque el fundamental trabajo de Weissler y col. no proporciona los valores de los coeficientes de correlación por ellos obtenidos, puede suponerse del análisis de las pendientes de las respectivas rectas de regresión, teniendo en cuenta que se trata de los mismos individuos con una misma frecuencia cardíaca, y que por otra parte la dispersión del período preeyectivo no pudo ser mucho menor que la del eyectivo o el Q-A2 (10), que la correlación obtenida para el período preeyectivo fue menor que para los otros dos intervalos*. Esta deducción está apoyada por resultados obtenidos con

posterioridad por otros investigadores. Así, Fabian y col. no hallaron buena correlación entre período preeyectivo y frecuencia cardíaca en un grupo de 50 personas sanas (11), y Hodges y col. no la hallaron significativa en un grupo de 51 pacientes con infarto agudo de miocardio ni en otro de 40 controles sanos (12). En este punto, parece razonable aceptar que existe una tendencia del período preeyectivo, durante el reposo, a ser menor cuanto mayor la frecuencia cardíaca, aunque con un grado de linealidad poco acentuado y en todo caso no significativo para grupos pequeños o medianos. En concordancia con lo expresado, en el presente estudio no se evidencia correlación significativa entre frecuencia cardíaca y período preeyectivo, aunque está claro que el grupo de menor frecuencia cardíaca tiene el preeyectivo más largo. Como era de esperar de lo que antecede, la diferente frecuencia cardíaca no fue suficiente

* El coeficiente de correlación r , es igual a $b \cdot S_x / S_y$, siendo b la pendiente, S_x el desvío standard de la frecuencia cardíaca en la muestra, y S_y el del tiempo sistólico en cuestión.

para explicar la diferente duración del período preeyectivo en ambos grupos. Dicho en otras palabras, la duración del preeyectivo no está suficientemente ligada, y no puede ser adecuadamente calculada, a partir de la frecuencia cardíaca.

En estas circunstancias, el porqué el período preeyectivo es más largo en un grupo de jóvenes deportistas, es una cuestión cuya respuesta no parece evidente en manera alguna, pero sin embargo probada por los datos experimentales.

Está actualmente establecido que el solo aumento de la frecuencia cardíaca por marcapaseo auricular, no basta para acortar el período preeyectivo (13, 14), mientras que el isoproterenol y la epinefrina lo acortan sensiblemente a la vez que se produce una taquicardia concomitante (13). En realidad, en el primer caso, el aumento de la presión diastólica aórtica y la caída de la presión de fin de diástole ventricular izquierda contribuirían a enmascarar todo el acortamiento del período preeyectivo que se podría esperar del aumento en la dp/dt que tiene lugar con el marcapaseo, situación diferente de la que se obtiene con isoproterenol o epinefrina. Por otra parte, el bloqueo beta adrenérgico con propranolol, causa alargamiento del período preeyectivo (13, 15, 16), así como antagoniza los efectos del aumento del tono adrenérgico sobre dicho intervalo, tanto durante intervenciones farmacológicas como en individuos con taquicardia sinusal (13). Con respecto a las influencias colinérgicas, es muy poco lo que actualmente se conoce de sus efectos sobre los tiempos sistólicos. Si bien se ha hallado que la estimulación vagal tiene un efecto alargador sobre el período preeyectivo (17), no se ha aclarado el papel de la frecuencia cardíaca en tales circunstancias, y por otra parte, queda por explicar por qué el bloqueo vagal con atropina no ocasiona el acortamiento de dicho intervalo (13).

Bajo las condiciones del presente trabajo, surge del análisis de lo expuesto, que es posible que hayan sido variaciones en el tono neurovegetativo las principales determinantes de las diferencias observadas en lo que respecta a frecuencia cardíaca y período preeyectivo. Dichas variaciones son capaces de determinar las oscilaciones en sentido inverso que presentaron las mencionadas variables en los grupos en estudio.

Dada la escasa correlación lineal entre dichas variables, era de esperar que el ajuste del período preeyectivo por la frecuencia cardíaca no fuera suficiente para explicar la distinta duración de éste en ambos grupos. Queda así, al menos una porción de esta diferencia, sin asociarse a la frecuencia cardíaca, y que no obstante podría aún relacionarse con el tono adrenérgico. En relación con esto, existe la observación de que el isoproterenol es capaz de reducir el preeyectivo aun cuando se mantenga constante la frecuencia cardíaca mediante marcapaseo auricular (18).

A esta altura, la consideración del comportamiento de la sístole electromecánica resulta de interés. Es sabido que la sístole electromecánica se acorta bajo el efecto del aumento del estado inotrópico del miocardio, siendo en este aspecto un indicador muy sensible (19). En esta oportunidad, la diferente duración de la sístole electromecánica en sedentarios y deportistas pierde su significación estadística cuando mediante análisis de la covarianza se toman en consideración las diferentes frecuencias cardíacas que tienen ambos grupos. De esta manera, el comportamiento de la sístole electromecánica no revela la existencia de diferencias en el estado contráctil del miocardio, independientes de la frecuencia cardíaca, entre sedentarios y deportistas. Las distintas frecuencias cardíacas observadas y sus determinantes en reposo, en especial el tono neurovegetativo, aparecen así en relación con los valores que toma la sístole electromecánica en el estudio que nos ocupa.

El período eyectivo fue muy similar en deportistas y sedentarios, sin que la corrección para la frecuencia cardíaca hiciera surgir diferencias significativas. En cuanto al cociente $preEy/Ey$, varió en el mismo sentido en que lo hizo el numerador, y su análisis no aporta en este caso nuevas consideraciones.

Los deportistas presentaron, así, un período preeyectivo y una sístole electromecánica más prolongados que los sedentarios, quedando una parte de la diferencia concerniente al período preeyectivo, sin explicar por la menor frecuencia cardíaca de aquéllos. Variaciones en el tono neurovegetativo constituyen los elementos causales que aparecen como de mayor importancia en la determinación de las diferencias observadas.

LEFT VENTRICULAR SYSTOLIC TIME INTERVALS IN ATHLETES

To determine the behavior of left ventricular systolic time intervals in athletes, a group of 12 professional soccer players was compared with another group of 12 university students of completely sedentary habits. They were all male, without evidence of cardiovascular disease, their age ranged from 17 to 24 years.

The heart rate (HR) was higher in the sedentary group (81/min vs 71/min, $p < 0.05$). There was good linear correlation between HR and ejection time (ET), as well as between HR and electromechanical systole (Q-S2), but it was not good between HR and pre-ejection period (PEP). The Q-S2 interval was shorter among sedentary people (330 vs 346, $p < 0.02$), difference that lost its significance when by means of covariance analysis the effect of HR on the mean values is eliminated. The PEP was shorter in the sedentary group (71 msec) than in the athletes group (82 msec, $p < 0.02$), difference that persisted after being corrected for HR. ET was similar in both groups (athletes 264, sedentary people 260 msec), and the correction for HR did not elicit significant differences.

It is suggested that variation in the autonomic nervous system activity is the main determinant of the PEP behavior. Q-S2 interval does not allow one to assume the existence of a difference in the contractile state of both groups.

BIBLIOGRAFIA

1. Raskoff, W. J.; Goldman, C.; Cohn, K.: The "Athletic Heart". Prevalence and physiological significance of left ventricular enlargement in distance runners. *JAMA* 236: 158, 1976.
2. Roeske, W. R.; O'Rourke, R. A.; Klein, A.; Leopold, G.; Karlner, J. S.: Noninvasive evaluation of ventricular hypertrophy in professional athletes. *Circulation* 53: 286, 1976.
3. Ingino, C. A.; García Guñazú, C. A.; Cáceres Monié, J. C.: Estudio electrocardiográfico del corazón de atleta. 2ª Reunión Científica de la Sociedad Argentina de Cardiología, Buenos Aires, 26 de mayo de 1977.
4. Esper, R. J.; Madoery, R. J.: Progresos en auscultación y fonomecanocardiografía. Buenos Aires, López Libreros Editores S.R.L., 1974.
5. Machado, R. A.; Esper, R. J.; Nordaby, R. A.; Bidoggia, H. J.: Tiempos sistólicos en normales y coronarios durante el ejercicio isométrico. *Rev. Arg. Cardiol.* 42: 416, 1974.
6. Esper, R. J.; Machado, R. A.; Nordaby, R. A.; Bidoggia, H. J.: Results of a comparative study with Adalat: phonomechano-cardiograms in normal persons and patients with coronary heart disease. En: Lochner, W.; Braasch, W.; Kroneberg, G. (ed.), 2nd International Adalat Symposium. Springer-Verlag, Berlin, 1975, pág. 178.
7. Snedecor, G. W.: Métodos estadísticos. México, Compañía Editorial Continental S. A., 1970.
8. Dixon, W. J.; Massey, F. J., Jr.: Introducción al análisis estadístico. México, Libros Mc Graw-Hill, 1973.
9. Weissler, A. M.; Harris, W. S.; Schoenfeld, C.: Systolic time intervals in heart failure in man. *Circulation* 37: 149, 1968.
10. Machado, R. A.; Cáceres Monié, J. C.; Rohwedder, R. W.; Esper, R. J.: Tiempos sistólicos del ventrículo izquierdo durante el ejercicio isométrico en un estudio doble ciego con Placebo y un Beta bloqueante (Acebutolol). *Rev. Arg. Cardiol.* 45: 133, 1977.
11. Fabian, J.; Epstein, E. J.; Coulshed, N.: Duration of phases of left ventricular systole using indirect methods. I: normal subjects. *Br. Heart J.* 34: 874, 1972.
12. Hodges, M.; Halpern, B. L.; Friesinger, G. C.; Dagenais, G. R.: Left ventricular pre-ejection period and ejection time in patients with acute myocardial infarction. *Circulation* 45: 933, 1972.
13. Harris, W. S.; Schenfeld, C. S.; Weissler, A. M.: Effects of adrenergic receptor activation and blockade on the systolic pre-ejection period, heart rate, and arterial pressure in man. *J. Clin. Invest.* 46: 1704, 1967.
14. Leighton, R. F.; Zaron, S. J.; Robinson, J. L.; Weissler, A. M.: Effects of atrial pacing on left ventricular performance in patients with heart disease. *Circulation* 40: 615, 1969.
15. Hunt, D.; Sloman, G.; Clark, R. M.; Hoffman, G.: Effects of beta-adrenergic blockade on the systolic time intervals. *Am. J. Med. Sci.* 259: 97, 1970.
16. Frishman, W.; Smithen, C.; Befler, B.; Kligfield, P.; Killip, T.: Noninvasive assessment of clinical response to oral propranolol therapy. *Am. J. Cardiol.* 35: 635, 1975.
17. Harris, W. S.; Weissler, A. M.; Brooks, R. H.; Warren, J. V.: The effect of vagal influences on the pre-ejection period in man. *J. Clin. Invest.* [Abstr] 46: 1067, 1967.
18. Leighton, R. F.; Polumbo, R. A.; Zaron, S. J.; Robinson, J. L.: The use of systolic time intervals in predicting hemodynamics effects of isoproterenol. *Clin. Res.* [Abstr] 18: 317, 1970.
19. Lewis, R. P.; Rittgers, S. E.; Forester, W. F.; Boudoulas, H.: A critical review of the systolic time intervals. En: Weissler, A. M. (ed.), Reviews of contemporary laboratory methods, *Circulation* 56: 146, 1977.