

Reproducibilidad de Parámetros Ergométricos en Pacientes Coronarios Incluidos en un Programa de Condicionamiento Físico

Dres.: ALBERTO VAZQUEZ *, SILVIO GUERCHICOFF *, HECTOR KUNIK * y SAUL DRAJER *
y FERNANDO DIAZ **

RESUMEN

Con el objeto de estudiar la reproducibilidad de las pruebas de esfuerzo 6 pacientes coronarios fueron sometidos a pruebas repetidas en 3 días alternos (1º, 3º y 5º) y, en uno de dichos días al azar, efectuaron esfuerzos graduados a lo largo de 6 horas (0, 30, 60, 120, y 360 min.).

Las pruebas fueron efectuadas en plataforma deslizante (técnica de Bruce modificada), registradas en ECG y además grabadas en cinta magnética (Sistema Holter).

Se analizó el comportamiento de las siguientes variables: FC, TA, (S, D y M), ITTM, segmento ST el tiempo total trabajado.

Los valores basales, en reposo, al igual que los obtenidos a similar esfuerzo submáximo no presentaron diferencias significativas desde en punto de vista estadístico, constatándose una adecuada reproducibilidad. No se observó efecto "training". El tiempo total trabajado varió, en promedio, entre 7.4 y 8.2 min., también sin cambios significativos.

El segmento ST mostró una tendencia a presentar menor depresión en las pruebas sucesivas aunque sin significación estadística. Este hecho ha sido señalado por Ellestad (5) en coronarios pocos severos.

En conclusión puede afirmarse que la repetición, a cortos intervalos, de pruebas de esfuerzo graduado da resultados reproducibles y que por lo tanto dicho método puede ser empleado en la evaluación de procedimientos o intervenciones terapéuticas.

La utilidad de los tests ergométricos en la evaluación de procedimientos médicos o quirúrgicos depende en buena medida de la confiabilidad del método, en especial de la reproducibilidad de tests repetidos.

Generalmente se acepta que tests separados por grandes intervalos de tiempo (semanas o meses) evitan el llamado efecto entrenamiento. Son, en cambio, pocas las referencias a la reproducibilidad de tests repetidos a muy cortos lapsos de tiempo.

Roskam (1) demostró que efectuando pruebas de esfuerzo cada hora durante 12 horas, la capacidad física máxima (expresada en watts), no presentaba variaciones significativas. Sin embargo, dicho autor no da referencias en cuanto al comportamiento de variables tales como frecuencia cardíaca (FC), tensión arterial (TA) sistólica (S), diastólica (D) y media (M), índice tensión-tiempo modificado (ITTM) y cambios del segmento ST (ST), durante el esfuerzo.

La presente comunicación analiza la reproducibilidad de dichos parámetros hallada en 48 tests de esfuerzo efectuados en 6 pacientes coronarios.

MATERIAL Y METODOS

a) **Pacientes:** Se seleccionaron 6 pacientes del sexo masculino con diagnóstico de angina de pecho estable (edad: 43 a 65 años; peso: 70 a 90 kg y talla: 1.67 a 1.76 m). Todos ellos presentaban tests de esfuerzo previo anormal con desnivel ST mayor de 2 mm. Dos pacientes habían tenido (con anterioridad mayor de 6 meses) infarto de miocardio. En un tercer paciente se había efectuado cinecoronariografía se-

* Médico cardiólogo
** Profesor Educación Física

Dirección postal:

Cardiodinámica. Avda. Córdoba 1352, 5º, Buenos Aires, Argentina.

lectiva que mostró estenosis del 90 % de la arteria circunfleja con hipokinesia moderada de la pared lateral del ventrículo izquierdo. Todos los pacientes llevaban 6 meses en un programa de ejercicios programados y no recibían al momento del estudio, ninguna medicación.

b) **Método:** Los pacientes concurren a 3 sesiones de estudio en días alternos, en horario matutino. En una de ellas, al azar, los pacientes efectuaron 6 pruebas de esfuerzo repetidas con los siguientes intervalos: 0, 30, 60, 120, 240 y 360 minutos. En las 2 sesiones restantes efectuaron una sola prueba de esfuerzo. Las ergometrías fueron de tipo escaleriforme, máxima la primera y hasta 2 mm de desnivel ST las siguientes. En el día de las pruebas múltiples, los pacientes recibieron una colación después del tercer test. En el intervalo de los mismos, los pacientes descansaron en una habitación tranquila y confortable.

Parámetros: FC, TAS, TAD, TAM, ITTM y ST.

TAM se calculó según la fórmula:

$$TAM = \frac{TAS + 2 TAD}{3}$$

ITTM se calculó de la siguiente manera:

$$ITTM = \frac{FC \times TAS}{100}$$

100

Equipamiento: Se utilizó una plataforma deslizante con conexión a osciloscopio de 3 canales simultáneos con registro ECG. Se utilizó un computador digital de tiempo, FC y ST (monitor Avionics, mod. 3000). Dos de los canales del osciloscopio fueron conectados a un electrocardiograbador Holter de cinta magnética para almacenamiento y ulterior análisis de los trazados. Las derivaciones ECG usadas fueron las habituales en este laboratorio: MV (esternón-V.); MV₁ (esternón-V.) y ML (esternón-1ra. lumbar). Se utilizó el esquema de cargas progresivas según el programa de Bruce modificado (2).

Evaluación: Los parámetros citados se evaluaron para un mismo esfuerzo submáximo para cada paciente. Los valores basales pre-esfuerzo se compararon por medio del test de Tuckey y los datos obtenidos durante el esfuerzo por medio del

análisis de varianza. El desvío standard se expresó como un solo valor a partir del "pool" de desvíos individuales.

RESULTADOS

Los valores promedios de FC, TAS, TAD, TAM, ITT y segmento ST registrados antes del esfuerzo y al finalizar el esfuerzo submáximo en días alternos (1º, 3º y 5º día) se muestran en la Tabla 1. No se observaron diferencias significativas al repetir las pruebas en 3 días separados utilizando un nivel de esfuerzo comparable (a igual velocidad y pendiente de la plataforma). Los parámetros citados variaron entre -14.4 y +9.1 % con respecto al primer día.

En la Tabla 2 se analizan las variaciones de los parámetros medidos en las 6 pruebas efectuadas a lo largo de 6 horas en un mismo día. Tampoco hubo variaciones significativas desde el punto de vista estadístico. La Figura 1 muestra el comportamiento de la FC, TA, ITT y segmento ST a lo largo de las 6 pruebas (por paciente) repetidas entre 0 y 360 min (valores medios).

Se aprecia una tendencia a la reducción del desnivel ST, a igual carga, en relación a la prueba a tiempo 0. Esta tendencia no es, sin embargo, significativa (Tabla 3).

El tiempo total de trabajo efectuada hasta la aparición del desnivel ST de 2 mm fue también prácticamente constante sin diferencias significativas (Tabla 4).

DISCUSION

Al igual que Roskam (1) se halló una reproducibilidad evidente en el tiempo de trabajo total en pruebas repetidas a lo largo del día. En este estudio, el "punto final" de las pruebas estuvo dado, a priori, por la aparición de un desnivel del segmento ST de 2 mm. Dichos valores, ST y tiempo, pudieron ser controlados fehacientemente por disponerse de un computador digital de ST y de tiempo.

El tiempo de trabajo ergométrico (Tabla 4) varió, en promedio, entre 7.4 y 8.2 min, siendo estas variaciones (40 seg) no significativas desde el punto de vista estadístico.

Se eligió en este diseño, una comparación de FC, TA, ITTM y ST a carga submáxima, por entender que se obtenía así

TABLA 1

Reproducibilidad de FC, TAS, TAD, TAM, ITT y segmento ST antes y durante esfuerzos submáximos, en ergometrías efectuadas en días alternos en 6 pacientes coronarios en plan de rehabilitación (valores promedios)

Día/Parámetro	1º	3º	5º	1º	3º	5º
	Reposo			Esfuerzo		
FC (DS:79)	74.3	74.8	74.8	14.2	116.6	123.6
TAS (DS: 14.1)	135.0	141.6	145.0	180.0	160.0	185.0
TAD (DS: 11.4)	86.6	91.6	91.6	104.2	96.7	96.7
TAM (DS: 8.9)	102.7	108.3	109.4	129.4	117.8	126.1
ITT (DS: 23.8)	99.7	105.1	108.8	218.9	187.3	228.3
ST (DS: 0.33)	-0.26	-0.35	-0.31	-1.18	-0.98	-1.42

TABLA Nº 2

Reproducibilidad de FC, TAS, TAD, TAM, ITT y segmento ST antes y durante esfuerzos submáximos, iguales y repetidos, en 6 pacientes coronarios, a lo largo de 6 horas de estudio (Valores promedios)

Tiempo (min) Parámetro	0	30	60	120	240	360
F.C. (DS: 7.9)	116.0	119.5	120.6	122.3	120.5	121.2
TAS (DS: 14.1)	160.0	160.0	165.0	158.3	171.6	166.6
TAD (DS: 11.4)	96.7	95.0	100.0	88.3	90.0	94.2
TAM (DS: 8.9)	117.8	116.7	121.7	111.6	117.2	118.3
ITT (DS: 23.8)	187.3	192.7	199.9	194.8	206.5	202.3
ST (DS: 0.33)	-0.98	-0.98	-0.91	-0.85	-0.85	-0.98

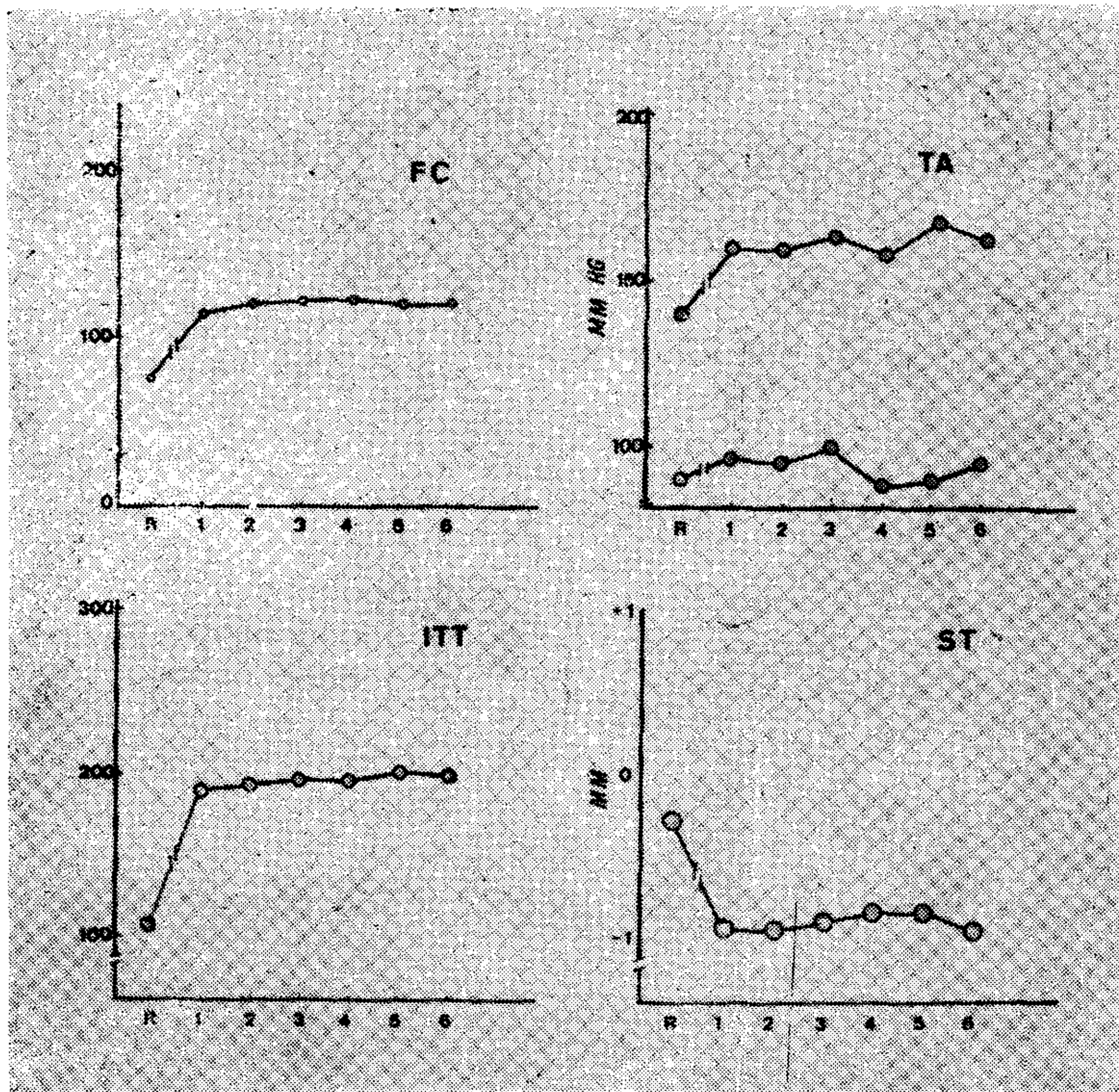


Figura 1: Valores promedios, durante esfuerzos submáximos repetidos, de frecuencia cardíaca (FC), tensión arterial sistólica y diastólica (TA), doble producto/100 (ITT) y segmento ST
Aclaración: R significa valores en reposo; 1, 2, 3, 4, 5 y 6 corresponde a los esfuerzos efectuados a los 0, 30, 60, 120, 240 y 360 min respectivamente

TABLA N° 3

Cambios porcentuales, en el esfuerzo, de los parámetros FC, TAS, TAD, TAM, ITT y segmento ST en relación a la prueba inicial (0 min)

Tiempo (min.) Parámetro	30	60	120	240	360
FC	+2.5	+3.5	+4.9	+3.5	+4.0
TAS	+0.0	+3.1	-1.1	+7.2	+4.1
TAD	-1.8	+3.4	-8.7	-7.0	-2.6
TAM	-1.0	+3.3	-5.3	-0.2	+0.4
ITT	+2.8	+6.7	+4.0	+10.2	+8.0
ST	+0.0	-7.1	-13.2	-13.2	+0.0

% 0.35 ± 5.8

TABLA N° 4

Tiempo total (en min) de trabajo ergométrico en pruebas repetidas hasta alcanzar 2 mm de desnivel ST (media \pm DS)

	Basal	30'	60'	120'	240'	360'
X	8.0	8.2	7.4	7.5	8.1	7.5
DS	1.5	1.7	1.2	1.0	1.0	1.4

NOTA: no diferencias significativas

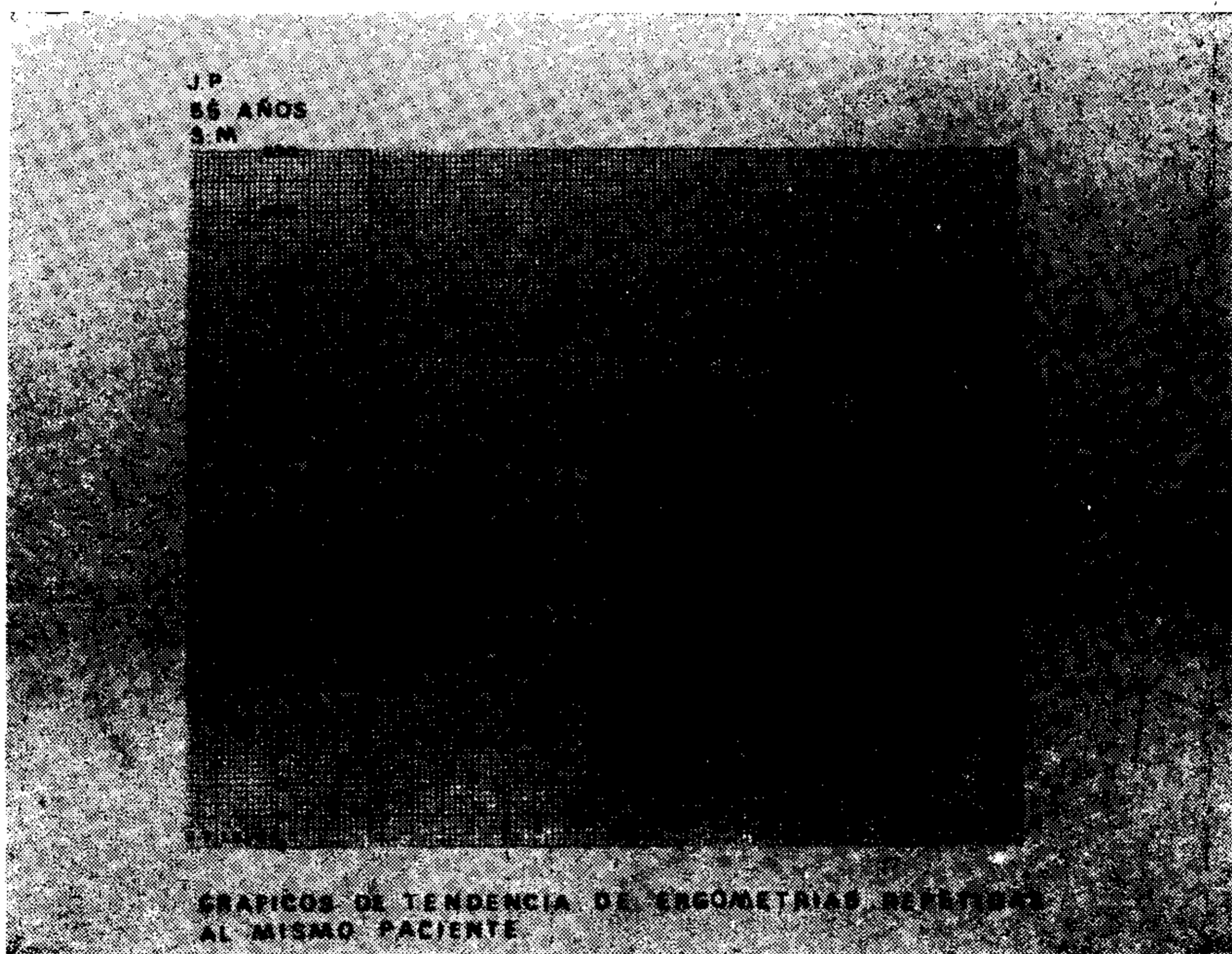


Figura 2. Gráficos de tendencia correspondientes a 6 pruebas repetidas a lo largo de 360 min. (ver texto) en un mismo paciente. Los gráficos superiores, de aspecto triangular, muestran el comportamiento de la FC durante esfuerzo (parte ascendente) y recuperación (parte descendente). Los gráficos inferiores muestran la evolución del segmento ST en cada prueba. Obsérvese la similitud de los gráficos de FC y ST en las sucesivas pruebas y concordancia entre el pico máximo de FC y el mayor desnivel del ST en cada caso

una situación estable y comparable entre las distintas pruebas.

Por otra parte, el grupo de pacientes seleccionado estaba en condiciones óptimas para efectuar esfuerzos repetidos por ha-

llarse en plan de ejercicios programados. Estos pacientes conocían el ámbito físico y las características de las pruebas por lo que las variaciones debidas al stress psicológico pudieron ser minimizadas. Es

probable que en pacientes no tan altamente seleccionados como los de nuestra muestra, las variaciones de prueba a prueba sean más significativas por lo que las conclusiones de nuestro estudio deben ser analizadas cuidadosamente.

El segmento ST mostró tendencia a una menor negativización, no significativa, a esfuerzo submáximo. Esto no guarda relación con los cambios de la FC y del ITTM (Tabla 3), ya que estas variables se incrementaron en forma leve con respecto a los valores a tiempo 0.

En un trabajo reciente, Aptekar y cols. (3) utilizaron una metodología prácticamente similar para rastrear la duración de acción de un preparado de nitroglicerina, con bicicleta ergométrica en lugar de plataforma. El método demostró, en ese caso, su utilidad en la determinación de la duración de acción del fármaco en estudio.

La figura 2 muestra los gráficos de "tendencia" de la FC y ST correspondientes a 6 pruebas consecutivas en un paciente dado, pudiéndose observar la similitud de las curvas. Estos gráficos se obtienen por pasaje a alta velocidad, en el rastreador Avionics, mod. 660 de las cintas magnéticas grabadas durante las ergometrías.

En este estudio, la leve reducción de la respuesta isquémica ECG al esfuerzo podría explicarse por el efecto de precalentamiento (4) ("warm up") producido por la repetición de esfuerzos. El precalentamiento reduce la post-carga y la FC en esfuerzos posteriores. Sin embargo, la FC mostró, por el contrario, tendencia a incrementarse levemente en los esfuerzos sucesivos.

Ellestad afirma que la reproducibilidad es mayor cuanto más severa es la cardiopatía isquémica. Este autor, en 25 pacientes coronarios severos, observó muy buena reproducibilidad en pruebas repetidas en días diferentes (5). La duración total del esfuerzo al igual que en este trabajo, varió en menos de 60 seg en el 92 % de los casos; el inicio de la depresión ST fue también prácticamente semejante en pruebas repetidas.

Estos datos afirman que la repetición de

pruebas de esfuerzo graduado a cortos intervalos da resultados reproducibles y permiten emplear el método para valoración de procedimientos o intervenciones terapéuticas, con un buen margen de confiabilidad.

SUMMARY

REPRODUCIBILITY OF STRESS TESTING IN CORONARY PATIENTS

The aim of this study was to assess the reproducibility of stress testing in 6 coronary patients using a repeated test schedule. The patients performed treadmill's stress testing (Bruce modified technique) in 3 separate days; (in one of them at random) exercising repeatedly at 0,30, 60, 120, 240 and 360 min. ECG tracings were recorded and stored in magnetic tapes (Holter system). The following parameters were analyzed: heart rate, double product ST segment and total working time.

Basal values as well as those obtained on submaximal efforts showed no significant modifications, demonstrating a very good reproducibility. No training effects can be evidenced.

Total working time varied between 7.4 to 8.2 min. also without significant modifications.

ST segment showed a slight, though not significant, tendency to present lesser depression in the intermediate tests (30 to 240 min). Ellestad (5) found a similar behaviour in mild coronary patients, while ST remained unimproved in the severe groups.

It can be concluded that reproducibility of repeated tests (even at short intervals) is good and, therefore, the method could be considered useful for evaluation of therapeutical maneuvers.

BIBLIOGRAFIA

1. Roskam, H.: Exercise tests in patients with coronary heart disease. p. 129-138. En: "Assessment of pharmacodynamic effects in human pharmacology". Symposia Medica Hoechst. 10/II. Director Prof. H. J. Dengler, F. K. Schattauer. Verlag-Stuttgart-New York, 1975.
2. Sheffield, L. T.: Graded exercise test (GXT) for ischemic heart disease. Exercise testing and training of apparently healthy individuals. A handbook for physicians. p. 25-38. American Heart Association. New York, 1972.
3. Aptekar, F. M.; Canossa, M. A.; Otero y Garzón, C. A. y Aptekar, M.: Valoración ergométrica de la trinitrina administrada por vía percutánea. Rev. Arg. Cardiol. 1976, 44, 57.
4. Kattus, A. A.: Physical training and β adrenergic blocking drugs in modifying coronary insufficiency, citado en Ellestad (5).
5. Ellestad, M. H.: Stress testing, p. 84, F. A. Davis Co. Philadelphia, 1975.