Utilidad, indicaciones, riesgos y resultados de la prueba de esfuerzo graduado en bicicleta ergométrica

*Octavio Aparicio, Hilde Spielvogel, Gerardo Antezana, Irma de Noriega, Hortensia de Ugarte, Esperanza Cáceres

Abstract

Between 1983 and 1990, 400 exercise tests were carried out in the Cardiovascular Laboratory of I.B.B.A. in La Paz, Bolivia (3600 m). 107 subjects were females, 293 males. A single protocol was used by which it was intended to reach, if possible the submaximal level of effort (85% of the predicted maximal heart rate).

According to previously established criteria, 18 male patients (6.1%) had a positive exercise test and in 266 (90.8%) it was negative.

Among the females 3 had a positive exercise test (2.8%) while 92 (85.98%) had a negative test.

Resumen

Entre los años 1983 y 1990 se efectuaron 400 pruebas de esfuerzo graduado en el Departamento Cardiovascular del I.B.B.A. en la ciudad de La Paz (3600 m), 107 sujetos fueron de sexo femenino, 293 del sexo masculino. Se utilizó un protocolo único en el cual se trató de llegar en lo posible al nivel del esfuerzo submáximo (85% de la frecuencia cardiaca máxima prevista).

De acuerdo a criterios definidos previamente, en 18 hombres (6.1%) el test de esfuerzo fue positivo, en 266 (90.8%) negativo. En el grupo de mujeres 3 pruebas se consideraron positivas (2.8%) y 92 (85.98%) negativas.

Introducción

La prueba de esfuerzo graduado (ergometría), es uno de los métodos de diagnóstico no invasivo más importantes, especialmente en la evaluación y el cuidado de los pacientes con enfermedad coronaria.

---

* Instituto Boliviano de Biología de Altura.

Es también útil en el control de pacientes asintomáticos con factores de riesgo de enfermedad coronaria y también en personas sanas o con cardiopatía que desean practicar ejercicios físicos o deportes.

La prueba de esfuerzo ha experimentado una notable difusión en los últimos 10 años, debido principalmente al hecho de que constituye una técnica no invasiva, reproducible, cuantificable y relativamente económica.

La acumulación de experiencia ha eliminado el temor que pacientes y médicos tenian anteriormente, de someter enfermos con cardiopatía a esfuerzos físicos.

Las aplicaciones reconocidas (1), (2), (3) de la prueba de esfuerzo graduado incluyen las siguientes:

1) Detectar pacientes asintomáticos con enfermedad coronaria;
2) Evaluar la capacidad funcional del sujeto;
3) Definir la prescripción del tipo de ejercicio a realizar;
4) Diagnóstico del dolor precordial;
5) Evaluar la severidad y el pronóstico de la enfermedad coronaria;
6) Evaluar el tratamiento médico y quirúrgico de la enfermedad coronaria;
7) Evaluar las arrítmias.

En el I.B.B.A. se realizaron pruebas de esfuerzo graduado ya en la década de los años 60, pero sobre todo se estudiaron personas sanas y atletas con el fin de establecer valores normales para la altura de La Paz (4).

El presente trabajo es una revisión de la experiencia acumulada en el período 1983-1990, es decir a partir del tiempo en que se comenzó a trabajar con un electrocardiógrafo de 4 canales que permitió el registro de todas las derivaciones del ECG. El interés de esta revisión es conocer la incidencia de positividad en las pruebas de esfuerzo graduado en nuestro medio.

Material y Métodos

Desde el mes de febrero del año 1983 hasta el mes de agosto de 1990 se realizaron pruebas de esfuerzo graduado en 293 hombres y 107 mujeres. La Tabla I muestra los datos biométricos y la Tabla II la procedencia de los 2 grupos.

Tabla I

Datos biométricos de 2 grupos de pacientes sometidos a prueba de esfuerzo graduado en bicicleta ergométrica

N	Hombres 293	Mujeres 107
Edad (años)	49.7 ± 13.1 (8 - 87)	47.7 ± 12.9 (10 -73)
Peso (kg)	72.2 ± 10.5 (24 - 117)	63.4 ± 12.0 (37.4 - 98.3)
Talla (cm)	167 ± 7 (129 - 190)	158.4 ± 6.8 (139.3 - 175)
Relación peso/talla (kg/m)	42.9 ± 5.5 (18.5 - 70.7)	41.03 ± 7.9 (26.1 - 66.9)

N= número de pacientes; los valores son promedio ± desviación standard; en paréntesis se encuentran los rangos.

Tabla II

Procedencia de 2 grupos de pacientes sometidos a prueba de esfuerzo graduado en bicicleta ergométrica

N	Hombres 285	Mujeres 100
Altura grande (> 3000 m)	173 (60.7%)	55 (55%)
Altura mediana (1000 - 2900 m)	59 (20.7%)	29 (29%)
Tierras bajas Bolivia	19 (6.6%)	13 (13%)
Tierras bajas extranjero	34 (11.9%)	3 (3%)

N= número de pacientes; en paréntesis se encuentran los porcentajes; en 8 hombres y 7 mujeres la procedencia no fue registrada.

Los pacientes fueron referidos de diferentes centros hospitalarios y de la consulta particular, en su mayoría, para evaluación cardiovascular pero también con los diagnósticos clínicos que se describen en la Tabla III

Tabla III

Diagnósticos con los que fueron referidos 2 grupos de pacientes para prueba de esfuerzo graduado en bicicleta ergométrica

Diagnóstico	Hombres N	Mujeres N
Evaluación cardiovascular	123	30
Precordialgia	48	12
Isquemia del miocardio y cardiopatía isquémica	30	29
Para descartar isquemia del miocardio	10	7
Insuficiencia coronaria	8	5
Angina pectoris	19	12
Enfermedad de Chagas	18	5
Arrítmia	3	2
Bypass coronario	2	-
Eritrocitosis	3	-
Hipertensión arterial	10	2
Taquicardia paroxística	2	1
Infarto y antiguo infarto	4	-
Probable espasmo coronario	2	-
Otros	11	2
Total	293	107

N= número de pacientes

Al convocar al paciente para la prueba se le entregó una hoja de indicaciones especificando datos como suspensión de medicamentos para la interpretación correcta de la prueba, ingestión de la comida precedente 2 horas antes y uso de ropa adecuada.

Todos los pacientes fueron registrados mediante una historia clínica básica. A cada paciente se explicó el tipo de ejercicio a realizar con la finalidad de lograr una motivación y cooperación óptima en la realización de la prueba.

Para la realización de la prueba se contó con el siguiente personal:

Un médico entrenado en este tipo de pruebas quien asumió la responsabilidad de la seguridad del paciente, correcto desarrollo e interpretación de las pruebas, dos asistentes encargadas de la colocación de electrodos, control de la carga del cicloergómetro, cronometraje de la prueba y registro de los resultados en la planilla correspondiente así como del registro electrocardiográfico.

Se utilizó una bicicleta ergométrica marca Monark (Stockholm, Suecia) con asiento de altura graduable y un electrocardiógrafo Siemens Elema Mingograph de 4 canales que hizo posible el registro de todas las derivaciones del ECG durante la prueba.

Se colocaron 10 electrodos descartables al paciente de acuerdo a normas para inscripción de ECG en prueba de esfuerzo y se registró el ECG en reposo estando el paciente sobre el cicloergómetro. Para la prueba se siguió un protocolo modificado de Astrand (5). La etapa de calentamiento se realizó a una carga de 20 watts equivalente a 0.5kg o 180 $kgm.min^{-1}$ durante 5 minutos. Luego se incrementó la carga progresivamente por 30 watts cada 3 minutos. En los últimos 10 segundos de cada etapa se registró el ECG y se midió la presión arterial.

Durante la prueba y durante los primeros 10 minutos post-esfuerzo se controló la actividad eléctrica del corazón mediante un monitor Siemens de 4 canales.

Para la finalización de la prueba se trató de llegar por lo menos a 85% de la frecuencia cardiaca máxima prevista según la edad del paciente (prueba de esfuerzo submáximo), considerándose prueba satisfactoria cuando el paciente alcanzó esta frecuencia.

La positividad de la respuesta isquémica se evaluó bajo los siguientes criterios (6), (7), (8):

- Infradesnivel del segmento ST con morfología horizontal o descendente mayor o igual a 1 mm, por debajo de la línea isoeléctrica con una duración de por lo menos 0.08 segundos.

- Supradesnivel del segmento ST con morfología horizontal o ascendente con una duración de por lo menos 0.08 segundos.

Los criterios altamente sugestivos de respuesta isquémica positiva utilizados fueron:

- Infradesnivel del segmento ST de morfología horizontal o descendente

entre 1 y 1.9 mm que persiste por lo menos 0.08 segundos.

- Supradesnivel del segmento ST de morfología ascendente mayor o igual a 2 mm con duración mayor a 0.08 segundos del punto J.
- Hipotensión sistémica.
- Angina típica durante el esfuerzo.
- Arrítmias ventriculares frecuentes: extrasistoles ventriculares multifocales, salvas de taquicardia ventricular provocadas por ejercicio mínimo (igual o menor al 70% de la frecuencia cardíaca máxima prevista).
- Incremento de la amplitud de la onda R.

Los criterios para respuestas negativas o inespecíficas fueron:

- Infradesnivel del segmento ST. menor a 1mm.
- Alteraciones de la onda T en reposo o después del esfuerzo.

Fuera de la respuesta electrocardiográfica se utilizaron para la valoración de la prueba de esfuerzo las siguientes variables:

- Respuesta hemodinámica (presión arterial y frecuencia cardiaca)
- Capacidad funcional estimada en base a la potencia tolerada y el peso corporal del paciente, expresada en METS (un MET es el consumo de oxígeno (VO_2) en reposo medido antes de la prueba estando el paciente en decúbito dorsal. Su valor es de 3.5 ml $kg^{-1}.min^{-1}$).
- Capacidad funcional útil (o máxima carga tolerada) igualmente expresada en METS que corresponde a la máxima carga tolerada por el paciente sin síntomas o signos clínicos ni electrocardiográficos.

Esta variable fue utilizada para indicar la adecuada actividad física recreativa, laboral o de rehabilitación que el paciente puede hacer sin peligro.

Resultados

De los 293 hombres, en 18 las pruebas se consideraron positivas (6.1%).

Las pruebas negativas correspondieron a 266 pacientes (90.8%) y 2 pruebas dudosas (0.68%).

De las 107 mujeres solamente en 3 las pruebas se consideraron positivas (2.8%), las pruebas negativas correspondieron a 92 pacientes (85.98%), 4 pruebas fueron sugestivas (3.7%) y 8 (7.5%) se consideraron inespecíficas.

El promedio de edad de los pacientes de sexo masculino con resultado positivo para respuesta isquémica fue 57.8 años. 6 pacientes eran extranjeros (33%) y 12 (66%) nacionales, de los que 10 (55%) procedieron de la altura (≥3000 m), 5 pruebas fueron positivas a bajas cargas (test de baja tolerancia) y 13 fueron positivas con cargas mayores (tolerancia alta).

En 5 pacientes (38%) se evidenció hiperreactividad tensional (presión diastólica igual o mayor a 110 mm Hg) durante el período de esfuerzo.

Las 3 mujeres con prueba de esfuerzo positiva provinieron de regiones altas en Bolivia y tuvieron una edad promedia de 60 años (58-63). Ninguna de ellas tuvo hiperreactividad tensional. La paciente de 63 años tuvo un test de baja tolerancia.

Los datos de las pruebas positivas de los pacientes de sexo masculino están resumidos en la Tabla IV.

Tabla IV

Prueba de esfuerzo positiva
Pacientes de sexo masculino N= 18 (6.1%)

Procedencia extranjera	6	33%
Procedencia nacional	12	66%
Procedencia altura ≥ 3000 m.	10	55%
Test positivo a baja carga	5	27%
Test positivo a carga alta	13	72%
Hiperreactividad tensional	5	27%

En el total de los 400 pacientes, hombres y mujeres en conjunto se presentaron los siguientes síntomas y signos durante la prueba de esfuerzo:

5 pacientes (1.2%) presentaron signos de bajo débito (lipotimia e hipotensión).

En 3 pacientes aparecieron arrítmias ventriculares severas que motivaron la suspensión de la prueba. En 1 paciente se presentó taquicardia ventricular y taquicardia paroxística supraventricular en 2 pacientes.

7 pacientes (1.7%) presentaron extrasístoles ventriculares frecuentes en el período de recuperación.

En 15 pacientes (3.7%) se observó positivización de la onda T durante el esfuerzo.

En 2 pacientes (0.5%) apareció un bloqueo intraventricular durante el esfuerzo.

Hiperreactividad tensional, es decir presión diastólica igual o mayor a 110 mm Hg, se observó en 31 pacientes (7.7%) durante la prueba de esfuerzo. (Tabla V).

Tabla V

Signos y síntomas que se presentaron durante la prueba de esfuerzo (N = 400)

Bajo débito	5	1.2%
Extrasístoles ventriculares durante el esfuerzo	3	0.7%
Taquicardia ventricular	1	0.2%
T P S V	2	0.5%
Extrasístoles ventriculares durante la recuperación	7	1.7%
Onda T positiva durante el esfuerzo	15	3.7%
Bloqueo intraventricular durante el esfuerzo	2	0.5%
Hiperreactividad tensional	31	7.7%

T P S V = Taquicardia paroxística supraventricular

Discusión

Los pacientes analizados en el presente trabajo representan una mezcla heterogénea de población con y sin cardiopatía.

No se ha pretendido analizar la sensibilidad o especificidad de la prueba ni la incidencia de cardiopatía isquémica en este grupo de pacientes, menos aún cuando no conocemos la prevalencia de esta enfermedad en nuestro medio y por tanto no podemos utilizar el teorema de Bayes.

El teorema de Bayes indica que la probabilidad de la presencia o ausencia de enfermedad coronaria depende en parte de la prevalencia de enfermedad en la población y en parte de la proporción de probabilidad. La proporción de

probabilidad indica la probabilidad que los resultados de las pruebas son verdaderos. Sin embargo, cuanto más grande la proporción de probabilidad, tanto más grande es la posibilidad que la prueba será buena.

Si consideramos que la prevalencia de enfermedad coronaria en nuestro medio es baja, la posibilidad de resultados falsos-positivos con la prueba de esfuerzo es más alta que en poblaciones con alta prevalencia de esta cardiopatía. Por este motivo y para mejorar la especificidad de la prueba, hemos tomado como criterio de respuesta isquémica positiva la depresión del segmento ST horizontal o descendente de por lo menos 1 mm y con una duración de 0.08 segundos.

De los 400 pacientes sometidos a prueba de esfuerzo, 358 (89.5%) tuvieron respuesta negativa para isquemia del miocardio. De las 21 pruebas positivas solamente 2 mostraron factores de alto riesgo ergométrico (8) o sea infradesnivel del segmento ST mayor a 3 mm de duración prolongada hasta la fase de recuperación tardía o arrítmias ventriculares severas. Si se acepta que el factor de alto riesgo ergométrico correlaciona con la severidad de la enfermedad coronaria, entonces en el presente trabajo se detectaron lesiones coronarias severas en 2 (0.5%) del total de pacientes estudiados equivalente al 9.5% de los pacientes con prueba de esfuerzo positiva.

Llama la atención la incidencia de onda T negativa en el ECG en reposo (3.7%) que se positiviza durante el esfuerzo y que no está acompañada de alteraciones del segmento ST, al igual que el desarrollo de bloques intraventriculares (0.5%) durante el período de esfuerzo.

La detección de sujetos hiperreactivos tensionales, es decir personas que durante el esfuerzo presentan elevación tensional diastólica por encima de 110 mm Hg, es importante en cuanto a la orientación futura de control de la presión arterial.

El síndrome de bajo débito evidenciado en 5 pacientes (1.2%) se presentó en la fase de recuperación post-esfuerzo. En ningún caso se evidenció respuesta plana durante el período de esfuerzo.

Llama la atención el porcentaje relativamente elevado de extranjeros dentro del grupo de pacientes con prueba de esfuerzo positiva, es decir 33% de los pacientes con prueba de esfuerzo positiva son extranjeros en comparación con 11.9% de extranjeros en la población masculina total estudiada.

Es necesario realizar un estudio epidemiológico de la enfermedad coronaria en nuestro medio tomando en cuenta ciudades de diferentes alturas y la población boliviana y extranjera.

Bibliografía

1.- SHEFFIELD L.T., ROITMAN R.; Stress Testing Methodology Prog. Cardiovasc. Dis. 19-33-49, 1976

2.- BELJAN JOHN et al. Indications and Contraindications for Excercise Testing. JAMA 246, 9, 1981

3.- Recomendaciones para la práctica normatizada de Ergometría-Consejo Argentino de Ergometría y Rehabilitación-Latido-Nº.3 Pag. 1, 1983

4.- COUDERT J., PAZ ZAMORA M. Estudio del consumo de oxígeno en La Paz (3,700 m) sobre un grupo de atletas nativos de la altura. Anuario del I.B.B.A. 1970, pp. 109-113.

5.- ASTRAND P.O., RODAHL K. Textbook of Work Physiology McGraw Hill, Kogakusta Ltd. 1970

6.- CHUNG EDWARD. Exercise Electrocardiography, Practical Approach Williams & Williams, Baltimore 1983.

7.- ELLESTEAD M.H., COOKE B., GREEMBERG P.S. Stress Testing, Clinical Application and Predictive Capacity. Prog Cardiovasc. Dis. 21,6,1979.

8. ELLESTEAD M.H., BLOMQUIST M.D., NAUGHTON J.P. Standards for Adult exercise testing laboratories. American Heart Association Committee Report

9. BATLE F., BERTOLASI C. Electrocardiografía de esfuerzo en Cardiopatía Isquémica-Editorial Intermédica, pp. 104-136, 1980

10. BIRRER RICHARD B. Exercise prescription Post Graduate Medicine 77, 1, 219, 1985