

PRUEBA DE TOLERANCIA AL EJERCICIO FISICO MEDIANTE LA BICICLETA DE ERGOMETRIA EN UN GRUPO DE NIÑOS ASMATICOS INCLUIDOS EN UN PROGRAMA DE REHABILITACION*

HOSPITAL PEDIATRICO DOCENTE "WILLIAM SOLER"

Dr. Roberto Razón**

Razón, R.: *Prueba de tolerancia al ejercicio físico mediante la bicicleta de ergometría en un grupo de niños asmáticos incluidos en un Programa de Rehabilitación.*

Se realiza la prueba de tolerancia al ejercicio físico mediante la bicicleta de ergometría a un grupo de 21 niños asmáticos antes y después de una estancia de 8 semanas en un Centro de Rehabilitación. Se observa que 17 pacientes realizaron la prueba sin dificultad, y no se presentaron cambios significativos antes y después de concluido el Programa de Rehabilitación Física. Los otros 4 niños presentaron dificultades durante la realización de la prueba del esfuerzo físico o valores subnormales de los parámetros espirométricos medidos. Uno de ellos presentó asma inducida por el ejercicio. Se advierte después de concluido el Programa de Rehabilitación una mejoría tanto en la realización efectiva de la prueba de esfuerzo como en los parámetros espirométricos.

INTRODUCCION

La prueba del esfuerzo físico es un buen índice para el estudio de la fisiopatología del asma en el niño, así como una guía sobre el pronóstico de la enfermedad.¹

La detección de la labilidad bronquial y la provocación del asma inducida por el ejercicio (AIE), son importantes para determinar algunos aspectos del diagnóstico y manejo del asma bronquial.² Los mecanismos de varias formas de asma pueden ser valorados por este método y es recomendado también para determinar el grado de disfunción de la musculatura lisa bronquial.³

MATERIAL Y METODO

Se evaluaron mediante la prueba del esfuerzo físico 21 niños asmáticos, 7 del sexo femenino y 14 del masculino, clasificados como grado II o de moderada intensidad, y comprendidos entre 7 y 11 años de edad.

Dicha investigación se realizó antes y después de una estancia de 8 semanas de duración en un Centro de Rehabilitación, donde los niños participaron en actividades de entrenamiento físico, reeducación respiratoria y otras.

Las actividades físicas se basaron fundamentalmente en excursiones diarias a pie de 2 horas de duración, donde se incluían 3 períodos de esfuerzo físico intenso de 15 minutos cada uno. Estas actividades se complementaban con la práctica de otros deportes.

* Trabajo presentado en los Congresos de Pediatría, VII Latinoamericano, XIV Panamericano y XXI Nacional. Ciudad de La Habana, 1984.

** Candidato a Doctor en Ciencias. Especialista de II Grado en Pediatría. Profesor Auxiliar del ISCM-H.

La prueba del esfuerzo físico se realizó utilizando una bicicleta de ergometría tipo Elema con un sistema de pedales electromagnéticos. Cada niño fue sometido a una carga estándar de 2 watts por kilogramo de peso corporal y a un pedaleo de 60 revoluciones por minuto, durante 6 minutos.

El criterio de carga física máxima se consideró cuando la frecuencia del pulso alcanzaba 180 por minuto.

Todos los niños se evaluaron en un período asintomático, suprimiéndose las drogas broncodilatadoras 24 horas antes de la realización de la prueba. Previamente a ésta se determinaron mediante un espirómetro Godart, la capacidad vital forzada (FVC) y el volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV₁). Al terminar la prueba se determinaron estos parámetros en los 2, 4 y 6 minutos sucesivos, es decir, durante la fase de recuperación. Los resultados fueron evaluados por el índice siguiente:

$$\frac{\text{FEV}_1}{\text{FVC}} \times 100 \text{ y } \text{FEV}_1\%$$

Se consideró como indicador de los cambios de la resistencia no elástica de las vías aéreas.

Una caída por debajo del 75% del valor inicial del FEV₁% fue considerada como criterio de broncoespasmo posejercicio.

Todos los resultados fueron expresados a BTPS.

RESULTADOS

Antes de la estancia en el Centro de Rehabilitación, se encontraron valores normales de FEV₁% en reposo en 5 de las 7 niñas, y una disminución no significativa en 2 de ellas a los 2, 4 ó 6 minutos de terminada la prueba. Dos niñas no pudieron completar la evaluación. Una de ellas (P. L.) no colaboró adecuadamente en la realización de la espirometría por lo que los valores no pudieron utilizarse como índice de permeabilidad bronquial. La otra niña (F. V.) no fue capaz de pedalear (tabla 1).

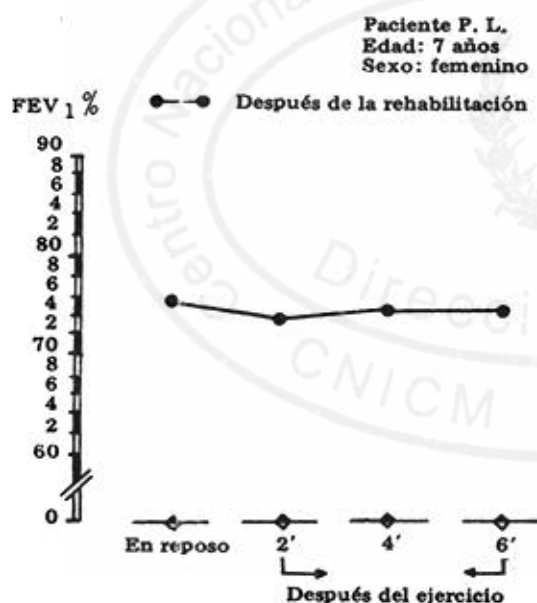
Tabla 1. FEV₁% en reposo y después de la prueba del ejercicio físico. Antes de la rehabilitación

| Nombre | En reposo | Niñas | | |
|--------|----------------------------|--|------------------|-------------------|
| | | Después de la prueba del ejercicio físico Segundo minuto | Cuarto minuto | Sexto . minuto |
| P. L. | <i>Valores no medibles</i> | | | |
| F. V. | 82,0 | <i>No pudo pedalear</i> | | |
| J. I. | 84,0 | 85,0 | 81,0 | 87,0 |
| L. M. | 79,0 | 81,0 | 85,0 | 84,0 |
| M. B. | 87,0 | 88,0 | 88,0 | 87,0 |
| S. M. | 81,0 | 82,0 | 81,4 | 86,6 |
| Z. R. | 81,5 | 81,0 | 77,0 | 78,0 |

Al final de la estancia todas las niñas se evaluaron nuevamente. En 5 de ellas no se observaron variaciones significativas en relación con la primera prueba. La paciente F. V. fue capaz de pedalear en esta ocasión y se observó una disminución no significativa del FEV₁ % a los 2 minutos de terminada la prueba (tabla 2).

Tabla 2. FEV₁ % en reposo y después de la prueba del ejercicio físico. Después de la rehabilitación

| Nombre | En reposo | Niñas Después de la prueba del ejercicio físico | | |
|--------|-----------|--|---------------|--------------|
| | | Segundo minuto | Cuarto minuto | Sexto minuto |
| P. L. | 76,0 | 74,5 | 75,0 | 75,0 |
| F. V. | 86,0 | 79,5 | 86,0 | 85,5 |
| J. L. | 83,5 | 89,0 | 85,5 | 87,0 |
| L. M. | 87,0 | 87,0 | 86,5 | 87,5 |
| M. B. | 89,0 | 86,0 | 86,5 | 85,0 |
| S. M. | 83,0 | 81,0 | 80,0 | 87,0 |
| Z. R. | 83,0 | 81,5 | 82,0 | 77,0 |



Nota: Antes de la rehabilitación se obtuvieron valores espirométricos muy bajos.

Figura 1. Prueba de tolerancia al ejercicio.

En relación con la primera prueba. Dos niños tuvieron criterios de obstrucción moderada de las vías aéreas (tabla 4).

En uno de ellos, (F. J.), el cual no pudo realizar la prueba espirométrica antes de la rehabilitación, se obtuvieron valores bajos de FEV₁ % aún en reposo (figura 2).

En la paciente P. L. después de la estancia en el Centro de Rehabilitación, se encontraron valores disminuidos de FEV₁ %, en el límite inferior de la normalidad. Esto significa un ligero grado de obstrucción de las vías aéreas (figura 1).

En el grupo de niños los resultados fueron similares al grupo de las niñas antes de la estancia en el Centro de Rehabilitación. Catorce niños fueron evaluados. No se obtuvieron resultados espirométricos en el paciente F. J. debido a que no pudo colaborar con efectividad.

De los 13 niños, 12 tuvieron valores normales del FEV₁ % en reposo y una disminución no significativa en 10 de ellos a los 2, 4 ó 6 minutos de terminada la misma. El asma inducida por el ejercicio fue detectada en un paciente (S. P.) mediante la espirometría y la clínica, al segundo y cuarto minuto de terminada la carga física (tabla 3).

Al final de la estancia en el Centro de Rehabilitación, en los 12 niños no se observaron variaciones significativas en

Tabla 3. FEV₁% en reposo y después de la prueba del ejercicio físico. Antes de la rehabilitación

| Nombre | En reposo | Niños | | |
|--------|----------------------------|----------------|---------------|--------------|
| | | Segundo minuto | Cuarto minuto | Sexto minuto |
| F. J. | <i>Valores no medibles</i> | | | |
| S. P. | 77,0 | 64,5 | 59,0 | 72,0 |
| C. P. | 89,0 | 88,5 | 85,0 | 89,0 |
| F. R. | 85,7 | 83,3 | 87,0 | 87,0 |
| H. P. | 85,4 | 87,0 | 85,5 | 86,6 |
| T. J. | 81,8 | 84,0 | 83,5 | 80,0 |
| P. R. | 79,0 | 78,0 | 78,0 | 83,0 |
| K. J. | 83,0 | 83,0 | 78,6 | 84,0 |
| L. P. | 87,0 | 88,0 | 85,0 | 82,0 |
| R. J. | 79,0 | 77,0 | 78,0 | 78,0 |
| A. P. | 84,0 | 82,0 | 80,0 | 86,0 |
| E. K. | 80,4 | 81,0 | 81,0 | 79,0 |
| P. M. | 80,0 | 81,0 | 81,0 | 87,0 |
| B. M. | 87,0 | 87,0 | 85,0 | 86,0 |

Tabla 4. FEV₁% en reposo y después de la prueba del ejercicio físico. Después de la rehabilitación

| Nombre | En reposo | Niños | | |
|--------|-----------|----------------|---------------|--------------|
| | | Segundo minuto | Cuarto minuto | Sexto minuto |
| F. J. | 76,5 | 77,5 | 73,5 | 74,0 |
| S. P. | 76,0 | 72,0 | 69,0 | 74,0 |
| C. P. | 87,5 | 83,5 | 83,0 | 84,0 |
| F. R. | 79,6 | 80,5 | 80,0 | 79,0 |
| H. P. | 85,5 | 85,0 | 85,0 | 85,5 |
| T. J. | 81,5 | 80,5 | 80,5 | 78,0 |
| P. R. | 82,0 | 80,2 | 78,0 | 80,0 |
| K. J. | 83,0 | 80,5 | 80,5 | 85,5 |
| L. P. | 86,5 | 83,5 | 84,5 | 85,5 |
| R. J. | 83,5 | 85,5 | 83,0 | 77,5 |
| A. P. | 86,4 | 84,5 | 85,0 | 86,0 |
| E. K. | 79,5 | 78,5 | 79,5 | 78,5 |
| P. M. | 87,0 | 84,5 | 83,5 | 87,0 |
| B. M. | 82,0 | 81,0 | 81,5 | 86,5 |

En el otro paciente, (S. P.), el cual tuvo valores disminuidos y AIE antes de la rehabilitación, se observó después de ésta una ligera mejoría (figura 3).

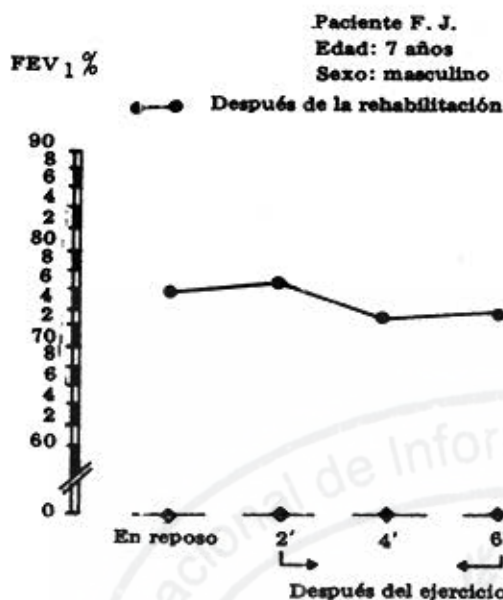


Figura 2. Prueba de tolerancia al ejercicio.

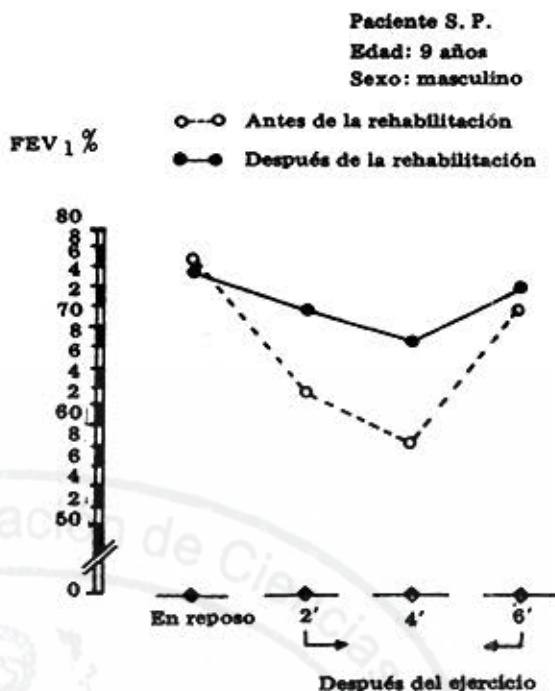


Figura 3. Broncoespasmo inducido por el ejercicio.

DISCUSION

Los reportes en la literatura acerca del broncoespasmo después de una actividad intensa son numerosos, y son discutidas sus causas, prevención, tratamiento, etcétera.

Todos los pacientes en el Programa Diario de Rehabilitación, realizaron esfuerzos físicos mediante ejercicios respiratorios y ejercicios generales o de acondicionamiento. En nuestro trabajo, quisimos evaluar el efecto de la carga física en relación con la permeabilidad de las vías aéreas y la posibilidad de provocación del AIE en condiciones de laboratorio.

En 1962, Jones y colaboradores⁴ informaron que el ejercicio en dependencia de su duración produce 2 efectos en pacientes asmáticos: períodos cortos (1-2 minutos), producen broncodilatación; períodos largos (4-12 minutos), producen broncoespasmo. Está bien establecido que el ejercicio puede indicar broncoconstricción en sujetos asmáticos.

Existe una evidencia sustancial de que el asma está caracterizada por 2 componentes principales: un estado alérgico y una hiperactividad bronquial.⁵

Los estudios sugieren que el aspecto genético del asma en niños, está basado en la herencia de una labilidad bronquial.⁶

El asma inducida por el ejercicio (AIE) o broncoespasmo inducido por el ejercicio (BIE) ocurre a cualquier edad, pero es más común en niños, especialmente en asmáticos severos, aunque puede presentarse en pacientes alérgicos.⁷

Algunos autores han encontrado índices de AIE entre el 63 y el 70% de los niños asmáticos, y del 40 al 41% en niños alérgicos no asmáticos.⁸⁻⁹

La incidencia de AIE es más común en niños del sexo masculino que en el femenino, pero se desconoce la razón de esto.¹⁰

El AIE se desencadena más frecuentemente mediante la carrera libre, y menos frecuentemente por la natación.^{11, 12}

Los síntomas son: tos, sibilancias audibles y disnea moderada. El intercambio gaseoso está generalmente disminuido; se observa hiperinflación moderada y una remisión espontánea en 10 a 20 minutos.¹²

La causa precisa del BIE no es bien conocida.¹³ Se han sugerido variados mecanismos.^{12, 14-17}

Fundamentalmente se utilizan 3 pruebas para provocar el AIE: carrera libre,¹¹⁻¹⁸ la polea móvil¹⁹ y la bicicleta de ergometría.¹⁰⁻¹⁸

La carrera libre es la prueba más asmogénica y la bicicleta de ergometría es la menos asmogénica.¹¹⁻¹⁸⁻²⁰

Una respuesta mayor a la carrera que al pedaleo puede estar en relación con el consumo de energía durante la carrera.²¹

La prueba de la carrera libre tiene muchas ventajas, y los mejores resultados se obtienen con 6 minutos de carrera al 70% de su máxima capacidad aeróbica.²² La polea móvil puede ser utilizada para proveer una forma estandarizada del ejercicio, y la severidad del AIE depende de la velocidad de trabajo y duración del ejercicio.¹⁹

A pesar de que la bicicleta de ergometría induce menos el asma, tiene mayores ventajas.¹⁹

Durante el AIE, la función pulmonar está alterada.¹²

El BIE puede ser detectado por la espirometría y la plestimografía.²³ La disminución de la conductancia específica de las vías aéreas es el cambio más significativo observado. Después de 5 minutos de ejercicio, el pico de flujo espiratorio y el flujo máximo medio espiratorio están reducidos aproximadamente igual, pero menos marcados que la conductancia específica.

La reducción del volumen espiratorio forzado un segundo es menos marcada y frecuente que los otros parámetros citados, y la reducción de la capacidad vital forzada es el parámetro menos severamente alterado.²³

Se han sugerido varios índices, tales como el por ciento de disminución del FEV₁.²⁻³

El carácter del tratamiento en el Centro de Rehabilitación requiere la evaluación de la influencia de la carga física sobre la reactividad del sistema bronquial y la posibilidad de la producción del BIE. Excepto en un solo paciente, en el resto no fue demostrado el BIE con los parámetros utilizados.

Aunque la determinación del FEV₁ no es un método sofisticado, representa un parámetro comúnmente utilizado, y satisface los requerimientos clínicos básicos, lo cual facilita la evaluación de los cambios determinados por la reactividad del sistema bronquial a las cargas físicas comunes, lo que posibilita clasificar al paciente en relación con la carga física y sus posibilidades reales, y la indicación del tratamiento mediante ejercicios generales en el programa de su estancia en el Centro de Rehabilitación. En el paciente S. P. se aplicaron métodos especiales, debido a la labilidad bronquial que presentaba.

En nuestros pacientes no se observaron cambios significativos después de la rehabilitación, debido a que la mayoría de los niños tenían una buena adaptación a la carga física y la estancia en el Centro fue muy corta para poder modificar los parámetros fisiológicos.

Muchas drogas se han utilizado para prevenir el AIE, incluyendo los agonistas beta-adrenérgicos,²⁴ metilxantinas,²⁴ el cromoglicato disódico,^{25, 26} nuevas xantinas,²⁷ y atropina.¹⁴⁻²⁴ Los esteroides en aerosol, oral o parenteral no son efectivos para evitar el BIE.²⁸

Dziedzic:ko²⁹ y Viniaker y colaboradores³⁰ consideran que el entrenamiento físico en los niños asmáticos aumenta la eficacia de la musculatura respiratoria, reduciendo la tendencia del AIE y las alteraciones de la ventilación pulmonar.

Se observó una tendencia a la disminución del BIE en el paciente S. P. después de la estancia de 8 semanas en el Centro de Rehabilitación.

El BIE no se produjo en ningún niño con el programa utilizado en dicho centro.

Los pacientes P. L. y F. J., cuyas primeras pruebas espirométricas fueron imposibles de medir, alcanzaron valores medibles en el rango inferior de la normalidad.

Con un control adecuado del BIE, los asmáticos no tienen necesariamente que ser restringidos en deportes competitivos o en la recreación física, por lo tanto, pueden realizar actividades similares a sus contemporáneos no asmáticos.²²

CONCLUSIONES

1. La prueba de tolerancia al ejercicio es de utilidad para evaluar el efecto de la carga física sobre la labilidad bronquial y la posibilidad de la provocación del asma inducida por el ejercicio.
2. De 21 pacientes estudiados, 17 realizaron la prueba sin dificultad, mantuvieron los parámetros espirométricos medidos dentro de límites normales, sin observarse cambios significativos antes y después de una estancia de 8 semanas en un Centro de Rehabilitación. Los otros 4 niños, antes de la rehabilitación presentaron dificultades durante la realización de la prueba del esfuerzo físico o valores subnormales de los parámetros medidos. Uno de ellos presentó broncoespasmo inducido por el ejercicio. Después de concluido el Programa de Rehabilitación, se observó una mejoría tanto en la realización de la prueba de tolerancia al ejercicio como en los parámetros espirométricos.
3. Las actividades físicas desarrolladas durante las 8 semanas de rehabilitación, particularmente las caminatas con cortos períodos de ejercicios intensos, no fueron asmogénicos en nuestro grupo de niños.

SUMMARY

Razón, R.: *Tolerance test to physical exercise by ergometric bicycle in a group of asthmatic children included in a rehabilitation programme.*

Tolerance test to physical exercise, by ergometric bicycle, is performed to a group of 21 asthmatic children, before and after an eight week stay in a rehabilitation center. It is observed that 17 children performed the test without difficulty and non significant changes occurred before and after the Physical Rehabilitation Programme concluded. The other four children presented difficulties during the performance of the physical effort test of subnormal values for spirometric parameters measured. One of the children presented exercise-induced asthma. After the Rehabilitation Programme concluded, an improvement was observed in the effective performance of the effort test as well as in spirometric parameters.

RÉSUMÉ

Razón, R.: *Épreuve de tolérance à l'exercice physique au moyen de la bicyclette ergométrique chez un groupe d'enfants asthmatiques inclus dans un programme de réadaptation.*

L'épreuve de tolérance à l'exercice physique, au moyen de la bicyclette ergométrique, est réalisée sur un groupe de 21 enfants asthmatiques avant et après un séjour de 8 semaines dans un Centre de Réadaptation. Il est observé que 17 malades ont réalisé l'épreuve sans difficultés et qu'il ne s'est pas présenté de changements significatifs avant et après avoir conclu le Programme de Réadaptation Physique. Quatre enfants ont présenté des difficultés pendant la réalisation de l'épreuve de l'effort physique ou des valeurs subnormales des paramètres spirométriques mesurés. Un de ces enfants a présenté asthme induite par l'exercice. Après avoir conclu le Programme de Réadaptation il est constaté une amélioration, aussi bien dans la réalisation effective de l'épreuve d'effort que dans les paramètres spirométriques.

BIBLIOGRAFIA

1. Godfrey, Simon: Exercise-induced asthma. Clinical, physiological and therapeutic implications. *J Allergy Clin Immunol* 56 (1): 1-17, July, 1975.
2. Jones, R. S.: Asthma in children. R. S. Jones. Southampton: Cametol, 1976.
3. Abrosimov, V. N.; N. M. Simoncko: Diagnostic value of determination of the index of bronchial lability in bronchial asthma and preasthmatic conditions. *Vopr Okhr Materin Det* 18: 11-14, 1973.
4. Jones, R. S. et al.: The effect of exercise on ventilatory function in the child with asthma. *Br J Dis Chest* 56: 78, 1962.
5. Williams, H. E.; K. W. McNicol: The spectrum of asthma in children. *Pediatr Clin North Am* 22: 43-52, 1975.
6. Godfrey, S.; P. Konig: Exercise induced bronchial lability in wheezy children and their family. *Pediatrics (Suppl)* 56: 851-855, 1975.
7. Ghory, J. E.: Exercise, the school and the allergic child. *Pediatrics (Suppl)* 56: 948-949, 1975.
8. Bevergard, S. et al.: Circulatory and respiratory dimension and functional capacity in boys aged 8-13 years with bronchial asthma. *Acta Paediatr Scand (Suppl)* 217: 86-89, 1971.
9. Kawabori, I. et al.: Incidence of exercise-induced asthma in children. *J Allergy* 58: 447-455, 1976.
10. Cropp, G.; J. A. Grading: Time, course and incidence of exercise induced airway obstruction and hyperinflation in asthmatic children. *Pediatrics (Suppl)* 56: 868-879, 1975.
11. Fitch, K. D.: Comparative aspects of available exercise systems. *Pediatrics (Suppl)* 56: 904-907, 1975.
12. Ghory, J. E.: Exercise and asthma: overview and clinical impact. *Pediatrics (Suppl)* 56: 844-846, 1975.
13. Mc Nicol, R. S. et al.: Exercise-induced asthma. *Lancet* 2: 678, 1968.
14. Prompton, G. K.: An unusual example of exercise-induced asthma. *Thorax* 23: 165, 1968.
15. Katz, R. M. et al.: Blood gas in exercise-induced bronchospasm. A review. *Pediatrics (Suppl)* 56: 880-882, 1975.
16. Middleton, E.: Airway smooth muscle in exercise-induced bronchospasm: some speculations. *Pediatrics (Suppl)* 56: 944-947, 1975.
17. Seaton, A. et al.: Exercise-induced asthma. *Br Med J* 3: 1556-1558, 1969.
18. Anderson, S. D. et al.: Comparison of bronchoconstriction induced by cycling and running. *Thorax* 26: 396-401, 1971.
19. Godfrey, S. et al.: The use of the treadmill for assessing exercise-induced asthma and the effect of varying the severity and duration of exercise. *Pediatrics (Suppl)* 56: 893-898, 1975.
20. Jones, R. S. et al.: The place of physical exercises and bronchodilator drugs in the assessment of the asthmatic child. *Arch Dis Chil* 38: 539, 1963.
21. Anderson, S. D. et al.: Metabolic and ventilatory changes in asthmatic patients, during and after exercise. *Thorax* 27: 718, 1972.

22. Pierson, W. E.; C. W. Bierman: Free running test for exercise-induced bronchospasm. *Pediatrics* (Suppl) 56: 890-892, 1975.
23. Cropp, G. J. A.: Relative sensitivity of different pulmonary tests in the evaluation of exercise-induced asthma. *Pediatrics* (Suppl) 56: 860-867, 1975.
24. Godfrey, S.; P. Konig: Suppression of exercise-induced asthma by salbutamol theophylline, atropine and placebo in a group of asthmatic children. *Pediatrics* (Suppl) 56: 930-934, 1975.
25. Lecks, H. I.: Appraisals of cromolyn sodium and corticosteroids in the treatment of the asthmatic children. *Clin Pediatr* 16: 861-871, 1977.
26. Pierson, W. E. et al.: Modification of cycloergometer-induced bronchospasm with cromolyn sodium. *Pediatrics* (Suppl) 56: 927-929, 1975.
27. Sprenkle, A. C. et al.: New drug evaluation using exercise-induced bronchospasm. *Pediatrics* (Suppl) 56: 937-939, 1975.
28. Bierman, C. W. et al.: The pharmacological assessment of single drugs combination in exercise-induced asthma. *Pediatrics* (Suppl) 56: 919-922, 1975.
29. Dziedziczko, A.: Significance of systematic endurance training as an auxiliary method in treatment of bronchial asthma. *Pol Tyg Lek* 35: 1081-1086, 1977.
30. Viniaker, H. et al.: Training of young asthmatic patients to effort. *Allergol Immunopathol* 5: 403-404, 1977.

Recibido: 12 de enero de 1985. Aprobado: 8 de febrero de 1986.

Dr. Roberto Razón. Calzada de Aldabó entre San Francisco y Perla, Ciudad de La Habana, Cuba.

