

# Función pulmonar en el niño asmático

Marcela Linares, Ilse Contreras

Unidad de Gestión Clínica del Niño  
Hospital Padre Hurtado.

## Resumen

Si bien el diagnóstico de asma es clínico, existen condiciones específicas en donde los exámenes de función pulmonar son necesarios. Numerosas publicaciones internacionales y nacionales respaldan su empleo en niños, incluso menores de 5 años. La espirometría y la curva flujo-volumen representan los más empleados. La hiperreactividad bronquial es una característica del asma la cual puede ser demostrada en el laboratorio. Incluso cuando la espirometría es normal. Este trabajo brinda una revisión en torno a las principales técnicas de laboratorio disponibles en nuestro medio.

**Palabras Claves:** Asma, función pulmonar, espirometría, niños.

## INTRODUCCIÓN

A pesar que el diagnóstico de asma es fundamentalmente clínico, los exámenes de función pulmonar permiten establecer un diagnóstico fisiopatológico, el que es de gran utilidad para corroborar el diagnóstico clínico, seguimiento, determinar severidad, respuesta al tratamiento y exclusión de otras patologías respiratorias. Las pruebas de función pulmonar de mayor utilidad en el niño asmático son la espirometría, curva flujo-volumen, flujometría, prueba de provocación bronquial con ejercicio y con metacolina. Estos exámenes están estandarizados para ser efectuados en niños mayores de 5-6 años, ya que los más pequeños no tienen la capacidad de cooperación y coordinación necesaria para lograr maniobras que cumplan con los criterios de aceptabilidad y reproducibilidad definidos internacionalmente.

En los últimos 5 años han surgido numerosas publicaciones que manifiestan que la espirometría puede ser realizada por preescolares con un alto rendimiento, siempre y cuando se adapten las exigencias de su estandarización. Hay varias técnicas que pueden utilizarse en niños que no colaboran, las que implican mínima o ninguna cooperación del paciente, como la oscilometría de impulso, la medición de resistencia con la técnica de interrupción (Rint), la pletismografía y la medición de la capacidad residual funcional con la técnica de dilución con Helio. Estas técnicas requieren equipos muy costosos o son de difícil interpretación, por lo que no son masivamente utilizadas en todos los laboratorios.

## ESPIROMETRÍA

La espirometría es de gran ayuda diagnóstica cuando

encontramos respuesta significativa al broncodilatador, ya que este hallazgo es un indicador indirecto de hiperreactividad bronquial, lo que avalaría el diagnóstico de asma, aunque no es un hallazgo específico y puede ser encontrado con menor frecuencia en niños con otras patologías obstructivas que comprometen la vía aérea pequeña, como la fibrosis quística, displasia broncopulmonar o bronquiolitis obliterante. La mayor parte de las publicaciones consideran como respuesta significativa al broncodilatador a un incremento mayor del 12% en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo ( $VEF_1$ ) y mayor al 30% en el flujo espiratorio forzado en la porción 25-75 ( $FEF_{25-75}$ ) siempre que los valores de la capacidad vital forzada (CVF) pre y post broncodilatadores, sean iguales, ya que es una variable altamente dependiente de la CFV. También se considera significativo un cambio del 30% en  $FEF_{25}$ ,  $FEF_{50}$  y  $FEF_{75}$ .

En el paciente asmático, las curvas espirométricas basales, pre-broncodilatador, pueden indicar normalidad o alteración ventilatoria obstructiva de distintos grados, lo que va a depender de la severidad del asma y de si el niño está cursando o no una crisis obstructiva en el momento del examen. El resultado de la espirometría puede variar según los valores de referencia que utilizemos para su interpretación. Esto se debe a diferencias de las características entre los distintos grupos poblacionales sobre los que se calculan dichos valores, probablemente debido a diferencias genéticas y étnicas que determinan el tamaño de la caja torácica, la fuerza de los músculos respiratorios, el desarrollo del parénquima pulmonar y a factores ambientales que alterarían el crecimiento y desarrollo de algunos niños sanos. Es por este motivo que se recomienda utilizar valores nacionales, representativos de la población en la que aplicaremos el examen. Nuestros resultados espirométricos se comparan con los valores internacionales de Knudson en la mayoría de los centros en que se realiza función pulmonar y en otros se utilizan los valores nacionales determinados por Gutiérrez y colaboradores. En el primer caso, se sub-diagnostican

Correspondencia: Marcela Linares. Pediatra Broncopulmonar.  
Unidad de Gestión Clínica del Niño. Hospital Padre Hurtado.  
E-mail: [m.linares@manquehue.net](mailto:m.linares@manquehue.net)

alteraciones obstructivas, ya que las proporciones corporales de la población Americana en la que están realizados estos valores, no son comparables con la de los niños Chilenos, los que tienen un tronco más largo y flujos espiratorios mayores. Es por esta razón que al utilizar los valores de Knudson como referencia, observamos con frecuencia espirometrías con valores sobre lo normal, pero con respuesta significativa al broncodilatador, por lo que siempre se debe evaluar la respuesta broncodilatadora, aunque el resultado sea normal. Los valores nacionales de Gutierrez tienen el inconveniente de que llevan a un sobrediagnóstico de patología restrictiva.

Con respecto a la monitorización del paciente asmático con espirometría, no hay una recomendación formal de la frecuencia de su indicación, lo que va a depender del grado de severidad y estabilidad de la enfermedad. Sería conveniente realizar espirometrías con mayor frecuencia en los pacientes que sólo perciben los síntomas de obstrucción cuando estos ya son muy severos. En la literatura encontramos un trabajo que evalúa la influencia de la espirometría en la decisión terapéutica en 367 niños asmáticos de 4 a 18 años de edad. Observaron que sin exámenes de función pulmonar frecuentemente se sobreestima el grado de control del asma, lo que lleva a tratamientos sub-óptimos. Este hecho no se relacionó con la edad ni con la severidad del asma, pero sí con la ausencia de espirometrías previas, por lo que los autores recomiendan realizar siempre que sea posible, una espirometría en cada control del paciente asmático. La curva flujo-volumen debe solicitarse siempre junto a la primera espirometría del paciente, lo que permite descartar obstrucciones fijas o variables de la vía aérea alta, las que pueden dar un cuadro clínico similar al asma pero sin respuesta al tratamiento.

### FLUJOMETRÍA

Su indicación más importante es el monitoreo diario en el contexto del autocontrol del asma moderado y severo. A pesar de ser recomendado su uso en las guías clínicas de asma más tradicionales como en GINA (*The Global Initiative for Asthma*), hay mucha controversia en la literatura sobre su utilidad. Estudios controlados demuestran que los planes de automanejo del asma disminuyen las hospitalizaciones, consultas a urgencia, ausentismo escolar y síntomas de asma nocturna en niños, pero esto ocurre con el registro diario de síntomas, planes de manejo escritos y una buena educación en asma, independientemente de que se agregue la medición de PEF (peak expiratory flow) en los registros. Los argumentos en contra de la utilización de la flujometría son su baja sensibilidad para detectar la obstrucción en algunos pacientes, la baja adherencia a su utilización, la que se acentúa con el tiempo de uso, e incluso la falsificación de algunos valores en el registro diario. La mayor utilidad del PEF estaría en el monitoreo de los niños asmáticos severos, con baja percepción de síntomas y utilizado por períodos cortos de tiempo. El mejor valor personal logrado en el período de mayor estabilidad del paciente, es el parámetro de referencia más adecuado para interpretar las desviaciones de la normalidad

en los registros. Este se consigue en base al registro del mejor PEF de 3 mediciones pre-broncodilatador 2 veces al día durante dos semanas, descartando los 2 o 3 primeros días de aprendizaje.

Otra aplicación del PEF en el paciente asmático es la determinación de la variabilidad, la que se relaciona en forma directa con el grado de hiperreactividad bronquial. La variabilidad puede ser expresada con distintos índices, el que posee el mayor grado de discriminación entre el paciente asmático y el sano, es el denominado porcentaje del promedio de amplitud, y se calcula como la diferencia entre el valor de PEF mayor menos el menor, dividido por el PEF promedio y multiplicado por cien. El valor de variabilidad normal en niños es de hasta 25-31%.

### PRUEBAS DE PROVOCACIÓN BRONQUIAL

La hiperreactividad bronquial característica del asma puede demostrarse con pruebas de provocación cuando la espirometría es normal y no tiene respuesta significativa al broncodilatador. Estas pruebas pueden realizarse utilizando sustancias que actúan en forma directa en el músculo liso bronquial, como la histamina y la metacolina o provocando la liberación de mediadores que causan un estrechamiento de la vía aérea a través del ejercicio, hiperventilación, solución salina hipertónica o agua destilada.

#### Prueba de provocación bronquial con ejercicio

Está indicada siempre que se obtenga una espirometría normal y sin respuesta broncodilatadora, cuando el niño tiene síntomas con el ejercicio y para evaluar la respuesta del tratamiento de mantenimiento del niño asmático. Hay algunos autores que sugieren realizar esta prueba en todos los niños con diagnóstico de asma, ya que se ha demostrado que un grupo no despreciable de los que se obstruyen durante la prueba, no acusan síntomas con el ejercicio. Es importante destacar dos ventajas de este examen. La primera es que evalúa al niño en su condición habitual de ejercicio; la segunda es que la obstrucción provocada es independiente de la función pulmonar basal.

Los factores que determinan la severidad de la obstrucción durante el ejercicio son la ventilación alcanzada y sostenida durante el mismo y el bajo contenido de agua y temperatura del aire inspirado. Esto provoca deshidratación de la submucosa bronquial con aumento de la osmolaridad y la consecuente liberación de mediadores como la histamina y leucotrienos. Por ello, que una prueba positiva implica presencia de células inflamatorias en la vía aérea, lo que traduce un mal control de la enfermedad. Algunos autores sugieren evaluar la respuesta al ejercicio basada en una escala que determine la severidad del asma, de tal forma que una caída del PEF del 11-25%, 25-50% y >50% correspondan a un asma persistente leve, moderado y severo, respectivamente cuando el niño esté sin tratamiento preventivo.

La sensibilidad de la prueba de ejercicio varía en los distintos trabajos publicados, debido a las diferencias de las poblaciones

estudiadas, y el punto de corte para considerar la prueba como positiva. En los estudios que seleccionan la población al azar, y toma como punto de corte, una caída del VEF<sub>1</sub> igual o mayor de 2 DS de la media de caída de la población normal (mayor al 10%), se encuentra una sensibilidad promedio del 56%, y una especificidad promedio del 93%. Es la prueba de provocación bronquial de mayor especificidad, lo que permite diferenciar a niños asmáticos de portadores de otras patologías pulmonares crónicas que también presentan hiperreactividad bronquial.

Una prueba de provocación con ejercicio negativa puede deberse a un estímulo de la vía aérea insuficiente, al no cumplirse con los requisitos ambientales necesarios para su aplicación. Es por este motivo que se debe medir y consignar en el informe la temperatura y humedad ambiental durante el examen. Para aumentar el rendimiento de la prueba, se recomienda un ambiente con un contenido absoluto de agua menor a 10 mg por litro de aire. Tampoco hay que olvidar de que el uso de corticoides inhalados por más de 4 semanas protegen al niño asmático contra la broncoconstricción inducida por el ejercicio. Clásicamente se considera positiva a una prueba de ejercicio con una caída del VEF<sub>1</sub> o PEF del 10 al 15%, aunque se ha propuesto la utilización del FEF<sub>25-75</sub> en niños, el que en algunos casos puede tener una caída significativa cuando los otros parámetros estén normales.

#### **Prueba de provocación con solución salina hipertónica**

Tiene varias ventajas como es su alta sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de asma, requiere menos cooperación que la prueba de ejercicio, se puede observar la respuesta a los 30 segundos de iniciada la provocación y se puede obtener simultáneamente una muestra de esputo para la determinación de eosinófilos. Esto es de gran valor para monitorizar el grado de inflamación de la vía aérea en estudios sucesivos. La única desventaja es que se debe utilizar nebulizadores ultrasónicos. La provocación con solución hipotónica es menos sensible que otras pruebas de provocación en pacientes asmáticos.

#### **Prueba de provocación bronquial con Metacolina**

Es inespecífica y determina el grado de hiperreactividad de la vía aérea. La presencia de hiperreactividad bronquial es una característica clásica del asma, pero también está presente en otras patologías como atopía, displasia broncopulmonar, fibrosis quística, diskinesia ciliar, bronquiectasias entre otras. La sensibilidad de la prueba varía entre un 80-86% y su especificidad entre 60-68%, por lo cual el resultado del examen debe analizarse en cada paciente en particular.

Si bien en ocasiones, esta prueba permite apoyar el diagnóstico de asma, determinar la gravedad de la evolución de la enfermedad y evaluar respuesta al tratamiento crónico, se describen varios factores que limitan su uso, sobre todo en el niño. Estos son, su baja especificidad para el diagnóstico de asma, presencia de hiperreactividad bronquial cuando el paciente está clínicamente estable y tiene una función pulmonar normal, inexactitud de la dosis de metacolina entregada,

sobre todo cuando se utiliza el método de Cockcroft y la falta de acuerdos sobre los límites de normalidad de esta prueba en niños. A diferencia de la prueba de ejercicio, la respuesta de la vía aérea a la metacolina depende de su calibre, por lo que debemos asegurarnos que el niño tenga una función pulmonar basal normal para que el resultado sea de utilidad. Debido a esto es importante que el niño esté libre de infecciones respiratorias agudas durante las 4 semanas previas a la realización del examen y no puede ser realizado si el paciente presenta una espirometría basal con VEF<sub>1</sub> <80% del valor teórico. A pesar de que un resultado negativo prácticamente descarta la posibilidad del diagnóstico de asma, hay trabajos que observan un pequeño grupo de niños asmáticos con respuesta a la provocación con ejercicio y no con metacolina.

El método más utilizado es el de Cockcroft, en el que un resultado positivo se logra si la concentración requerida para causar una caída del VEF<sub>1</sub> del 20% (PC<sub>20</sub>) es menor a 16 mg/ml. A pesar de que clásicamente se describen puntos de corte para definir una hiperreactividad leve, moderada y severa, en la última estandarización de la ATS de las pruebas de provocación bronquial, se sugiere interpretar el examen como la probabilidad post-test que tiene el paciente de tener asma. De esta forma el resultado depende del valor de la PC<sub>20</sub> y la probabilidad pre-test determinada por la historia clínica de tener asma. En relación a estos valores, en niños se ha demostrado que la edad tiene un efecto significativo sobre la respuesta a la metacolina, no existiendo un consenso con respecto a la PC<sub>20</sub> en niños. Si bien algunos autores sostienen que los niños tienen igual PC<sub>20</sub> que los adultos, se ha demostrado que a medida que aumenta la edad, la respuesta de la vía aérea a la metacolina en niños normales disminuye, es decir aumenta la PC<sub>20</sub>. Cuando el niño no es capaz de realizar un VEF<sub>1</sub> reproducible, se puede evaluar la respuesta con otras técnicas como la medición de la tensión transcutánea de oxígeno (tcPO<sub>2</sub>) la que se correlacionaría con el valor del VEF<sub>1</sub>.

Otra manera de evaluar la hiperreactividad bronquial es a través de del empleo de adenosina 5' monofosfato (AMP) el cual probablemente actuaría aumentando la liberación de mediadores de los mastocitos. Estudios han comparado la reactividad bronquial provocada por el ejercicio, metacolina y AMP en niños con asma, enfermedad pulmonar crónica y en controles sanos. Se observó que el grupo con diagnóstico de asma responde con las tres pruebas, los pacientes con enfermedad pulmonar crónica solo responden a la estimulación con metacolina y no hay respuesta a ningún agente en los controles. En otro estudio en niños asmáticos adolescentes, encontraron un 96% de respuesta positiva al AMP vs. 65% al test de ejercicio. Esto sugiere que tanto el AMP como el ejercicio serían estímulos específicos para el asma y que el AMP sería más sensible que el ejercicio en la detección de hiperreactividad bronquial en niños asmáticos. Otros trabajos han comparado la sensibilidad de estas pruebas en pacientes asmáticos para determinar hiperreactividad e identificar quienes se beneficiarían con tratamiento antiinflamatorio preventivo. La sensibilidad para metacolina fue del 98% (con concentraciones menores 8 mg/ml), 95.5% para AMP (con concentraciones menores 200 mg/ml) y 65% para el ejercicio

y hubo una diferencia significativa entre el grupo de los asmáticos leves y moderados. La metacolina mostró la mejor correlación con la severidad del asma.

En resumen, las pruebas de función pulmonar en el paciente asmático, si bien es cierto que no determinan el diagnóstico de la enfermedad, tienen su rol principal en la determinación de la evolución de la severidad de la enfermedad, en la respuesta al tratamiento y en algunos casos específicos en la orientación al diagnóstico diferencial.

## REFERENCIAS

1. Standardization of Spirometry, 1994 Update. American Thoracic Society. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152:1107-1136.
2. Quanjer PH, Tammeling GJ, Cotes GE, Pedersen OF, Pelsin R, Yemault JC. Lung volumes and forced ventilatory flows: report of Working Party on Standardization of Lung Function Test, European Community for Steel and Coal. Official statement of European Respiratory Society. *Eur Respir J Suppl.* 1993; 16:5s-40s.
3. Linares M, Sánchez I, Corrales R. Pruebas de Función Pulmonar en el niño. *Revista Chilena de Pediatría* 2000; 71:228-242.
4. Aurora P, Stocks J, Oliver C, Saunders C, Castle R, Chaziparasis G, Bush A. Quality control for spirometry in pre-school children with and without lung disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2004; 169:1152-59.
5. Gutiérrez M, Rioseco F, Rojas A, Casanova D. Determinación de valores espirométricos en una población chilena normal mayor de 5 años, a nivel del mar. *Rev Med Chile* 1996; 124:1295-1306.
6. Lebowitz M, Quanjer P. ERS Statement on Peak Expiratory Flow. *Eur Respir J* 1997; 10:1s-83s.
7. Brand PL, Roorda RJ. Usefulness of monitoring lung function in asthma. *Arch Dis Child* 2003; 88:1021-5.
8. Godfrey S, Bar-Yishay E. Exercised -induced asthma revisited. *Respir Med* 1993; 87:331-344.
9. Lazzo-Velázquez JC, Recabarren A, Montes H. Evaluation of severity of bronchial asthma through an exercise bronchial challenge. *Pediatr Pulmonol* 2005; 40:457-463.
10. O'Connell GF, Connor B, Anderson SD, Chung F, Cockcroft DW, Dahlen B, DiMaria G, Foresi A, Hargreave FE, Holgate ST, et al. ERS Task Force. Indirect airway challenges. *Eur Respir J* 2003; 21:1050-68.
11. Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, Enright PL, Hankinson JL, Irvin CG, MacIntyre NR, McKay RT, Wanger JS, Anderson SD, Cockcroft DW, Fish JE, Sterk PJ. Guidelines for methacholine and exercise challenge testing-1999. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161:309-29.
12. Hankinson J, Odencrantz J, and Fedan k. Spirometric Reference Values from a Sample of the General U.S. Population. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 179-187.
13. Ip M, Karlberg E, Karlberg J, Luk K, Leong J. Lung function reference values in Chinese children and adolescents in Hong Kong. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 162:424-29.
14. Beydon N, Pin I, Matran R, Chaussain M, et al. Pulmonary function test in preschool children with asthma. *Pediatr Pulmonol* 2003; 36:640-44.
15. Dwnby D, Peterson E, Johnson C. Factors related to methacholine airway responsiveness in children. *Pediatr Pulmonol* 2000; 30:1578-83.
16. Covar R, Colvin R, Shapiro G, Strunk R. Safety of methacholine challenges in a multicenter pediatric asthma study. *J Allergy Clin Immunol* 2006; 117:709-11.
17. Bakirtas A, Türktaş I. Determinants of airway responsiveness to Adenosine 5'-Monophosphate in School-age children with asthma. *Pediatr Pulmonol* 2006; 41:515-21.
18. Avital A, Godfrey S, Springer C. Exercise, Methacholine and Adenosine 5'-Monophosphate challenges in children with asthma: relation to severity of the disease. *Pediatr Pulmonol* 2000; 30:207-14.