

Mesa Redonda. Asma en Pediatría: nuevas aportaciones

Exploración funcional pulmonar en pediatría

C. ORTEGA CASANUEVA¹, S. DE ARRIBA MÉNDEZ², J. PELLEGRINI BELINCHÓN³

¹Servicio de Pediatría. Complejo Hospitalario de Segovia. ²Servicio de Pediatría. Hospital Nuestra Señora de Sonsoles. Ávila.

³Centro de Salud de Pizarrales. Salamanca

La sospecha clínica de asma debe seguirse, cuando la edad y condiciones del niño lo permitan, de la realización de una función pulmonar, útil para confirmar el diagnóstico, valorar la severidad, monitorizar la evolución y medir la respuesta al tratamiento.

El examen de la función pulmonar permite establecer un diagnóstico fisiopatológico el cual es de gran utilidad para corroborar el diagnóstico clínico.

Entre las pruebas funcionales respiratorias de mayor utilidad que se pueden realizar a la hora de evaluar al niño y al adolescente con asma destacan la espirometría, prueba de broncodilatación, pruebas de provocación bronquial con ejercicio y con metacolina o la flujometría.

Estas técnicas están estandarizadas para ser realizadas en niños mayores de 5 años, ya que los más pequeños no tienen la suficiente capacidad de cooperación y coordinación necesaria para lograr que las maniobras se realicen de forma correcta.

Para los lactantes y niños pequeños que no cooperan, se utilizarán, si es necesario, otro tipo de pruebas como la ple-tismografía, el chaleco insuflable, la medición de la capacidad residual funcional con la técnica de dilución con Helio (He₂) o la oscilometría de impulso (IOS). Estas técnicas son de mayor complejidad y precisan sedación. Además, requieren equipos muy caros y son de difícil interpretación, por lo que no son utilizadas de forma habitual.

ESPIROMETRÍA

En esta ponencia, entre todas las pruebas de función pulmonar mencionadas, nos centraremos especialmente en la

espirometría ya que ésta es el patrón oro de la evaluación objetiva del niño con asma, tanto en el momento del diagnóstico como en el seguimiento regular. Nos permite una correcta clasificación del grado de afectación funcional y sirve de referencia para posteriores modificaciones que pudieran surgir.

En ocasiones, niños aparentemente asintomáticos tienen una función pulmonar alterada. Por el contrario, una espirometría normal no descarta el diagnóstico de asma, pues en los períodos fuera de la crisis asmática la función pulmonar puede ser normal.

La espirometría es una prueba de técnica sencilla, pero necesita la colaboración del niño.

Se admite que a partir de los 5 años un niño puede realizar maniobras espirométricas adecuadas. En el estudio español CANDELA 2009 se demuestra que la realización de espirometrías en niños a partir de 3 años es factible y que se puede realizar una espirometría forzada con garantías⁽¹⁾.

Es importante recordar los volúmenes y capacidades que existen en los pulmones para poder interpretar una espirometría⁽²⁾. La espirometría mide el volumen y la velocidad del aire que se moviliza desde los pulmones hacia el exterior durante una maniobra de espiración máxima, hasta llegar a la capacidad vital forzada (FVC), de manera que comienza desde la capacidad pulmonar total (TLC) después de un llenado máximo pulmonar y termina al alcanzar el volumen residual. Con la espirometría se pueden determinar volúmenes estáticos y capacidades pulmonares, como la FVC, pero fundamentalmente se determinan volúmenes dinámicos, como el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1), el flujo espiratorio máximo (FEM), el flujo espiratorio forzado entre el 25 y el 75% de la FVC

© 2010 Sociedad de Pediatría de Asturias, Cantabria, Castilla y León
Éste es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Reconocimiento-No Comercial de Creative Commons (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/es/>), la cual permite su uso, distribución y reproducción por cualquier medio para fines no comerciales, siempre que se cite el trabajo original.

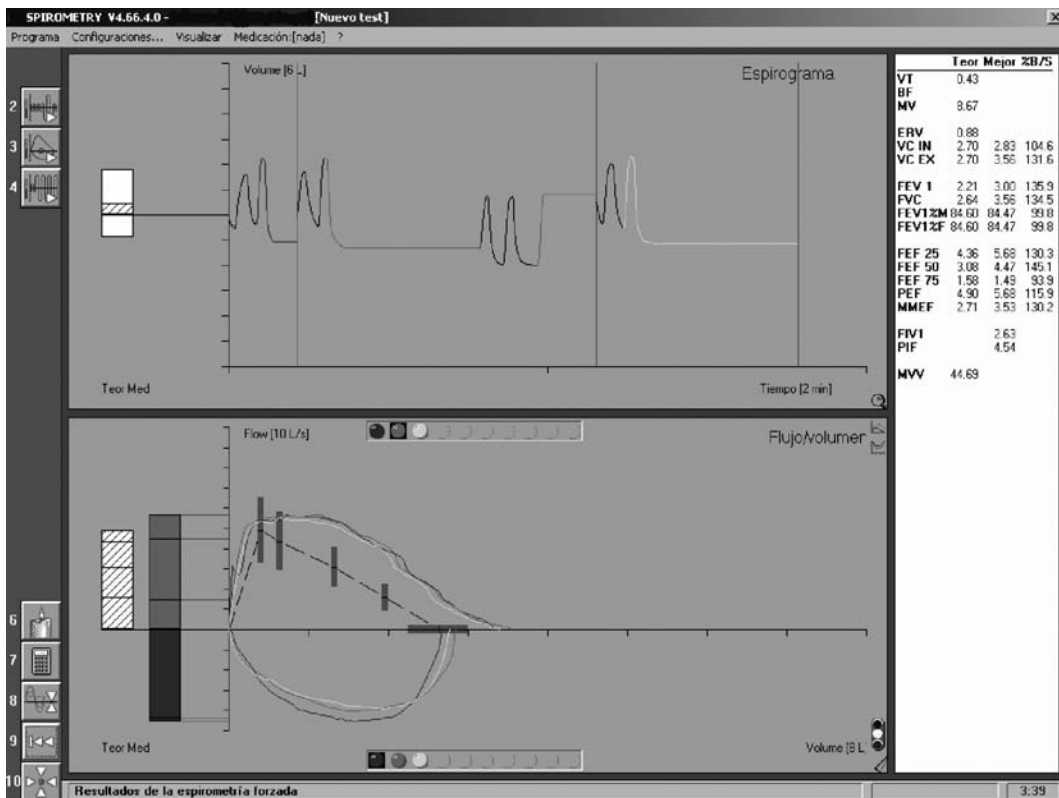


Figura 1. Espirometría forzada.

(FEF25-75), etc. Los volúmenes estáticos, como la capacidad residual funcional (CRF), no se miden con la espirometría, sino con otras técnicas como la pletismografía.

Existen dos tipos de técnicas espirométricas: la simple y la forzada.

La espirometría simple es aquella en la que se utiliza todo el tiempo necesario para realizar la maniobra, es decir, cuando se realiza una respiración lenta no dependiente del tiempo. Permite medir la capacidad vital y sus subdivisiones. Cuando dicha maniobra se hace en el menor tiempo posible (en niños, generalmente, 3 segundos) se habla de espirometría forzada. La espirometría forzada es la que habitualmente se realiza en la clínica. Consiste en realizar una espiración con el mayor esfuerzo y rapidez desde la posición de máxima inspiración hasta llegar al volumen residual (Fig. 1). Permite estudiar volúmenes dinámicos y flujos forzados. El registro se denomina curva volumen/tiempo. Si la misma maniobra se registra mediante un neumotacógrafo, el trazado obtenido es la curva flujo/volumen. Es la prueba funcional más frecuentemente realizada en pacientes con enfermedades respiratorias, y el FEV1 es el parámetro del que se extraen más datos.

Se deben comparar los resultados con valores teóricos de referencia (edad, sexo y talla).

Los valores espirométricos normales:

- Son iguales o superiores al 80% del valor teórico del FEV1, FVC y FEM.
- Son iguales o superiores al 75% del valor teórico del FEV1/FVC.
- Son iguales o superiores al 65% del valor teórico del FEF25-75.

Se cuantifica el grado de afectación funcional según FEV1 en leve, moderada o grave (Tabla I).

Según los valores obtenidos de la espirometría, clasificamos el tipo de alteración ventilatoria en obstructiva (Fig. 2), restrictiva o mixta (Tabla II).

Tanto con los espirómetros como con los neumotacógrafos se puede realizar la maniobra de espirometría forzada. Los neumotacógrafos producen indistintamente curvas flujo/volumen, flujo/tiempo, volumen/tiempo y las registran para su almacenamiento. El más conocido es el tipo *Fleisch*, que mide el flujo a partir de la relación entre la caída de presión espiratoria a uno y otro lado de una resistencia conocida.

Para realizar una espirometría se debe contar con un diplomado en enfermería que tenga habilidad en el trato con los niños y conocimiento de la representación gráfica.

Sería conveniente que el espacio físico fuese un ambiente agradable y atractivo para los niños.

TABLA I. CLASIFICACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LA ALTERACIÓN ESPIROMÉTRICA

	Leve	Moderada	Grave	Muy grave
FVC	65-80%	50-64%	35-49%	< 35%
FEV1	65-80%	50-64%	35-49%	< 35%
Ambos	65-80%	50-64%	35-49%	< 35%

Se debe dar a los padres unos consejos previos al día de la prueba, obteniendo su consentimiento verbal/escrito. Respecto a la medicación, se debe insistir en retirar los broncodilatadores las 6-12 horas previas.

Con carácter previo a la realización de la espirometría, es importante un registro diario de las condiciones ambien-

tales: temperatura ambiente (°C) (No < 17°C ni > 40°C), presión atmosférica (mmHg), humedad relativa (%) y calibración.

Siempre se debe identificar al niño, indicando la fecha y hora de realización de la prueba, la edad, talla y peso. Además del espirometro serían necesarios por tanto un tallímetro, una báscula, un termómetro para medir la temperatura ambiente y un barómetro de mercurio. No debemos olvidar la jeringa de calibración (Fig. 3) ni el adaptador pediátrico del espirometro.

Para llevar a cabo la realización de la maniobra^(3,4) el niño debe mantenerse en posición de sentado, con la espalda recta y barbilla elevada. Se le colocará la pinza de oclusión nasal, aunque esto no es imprescindible si sólo se va a realizar la maniobra espiratoria.

TABLA II. CLASIFICACIÓN DE LOS PATRONES SEGÚN LOS DIFERENTES PARÁMETROS ESPIROMÉTRICOS

	Patrón obstructivo	Patrón restrictivo	Patrón mixto
FVC	Normal o ligeramente disminuido	Muy disminuido (< 70%)	Disminuido (< 70%)
FEV1	Disminuido (< 80%)	Disminuido o normal	Disminuido (< 80%)
FEF 1/FVC	Disminuido (< 75-80%)	Normal o aumentado	
FEF 25-75	Muy disminuido (< 65%)	Disminuido o normal	

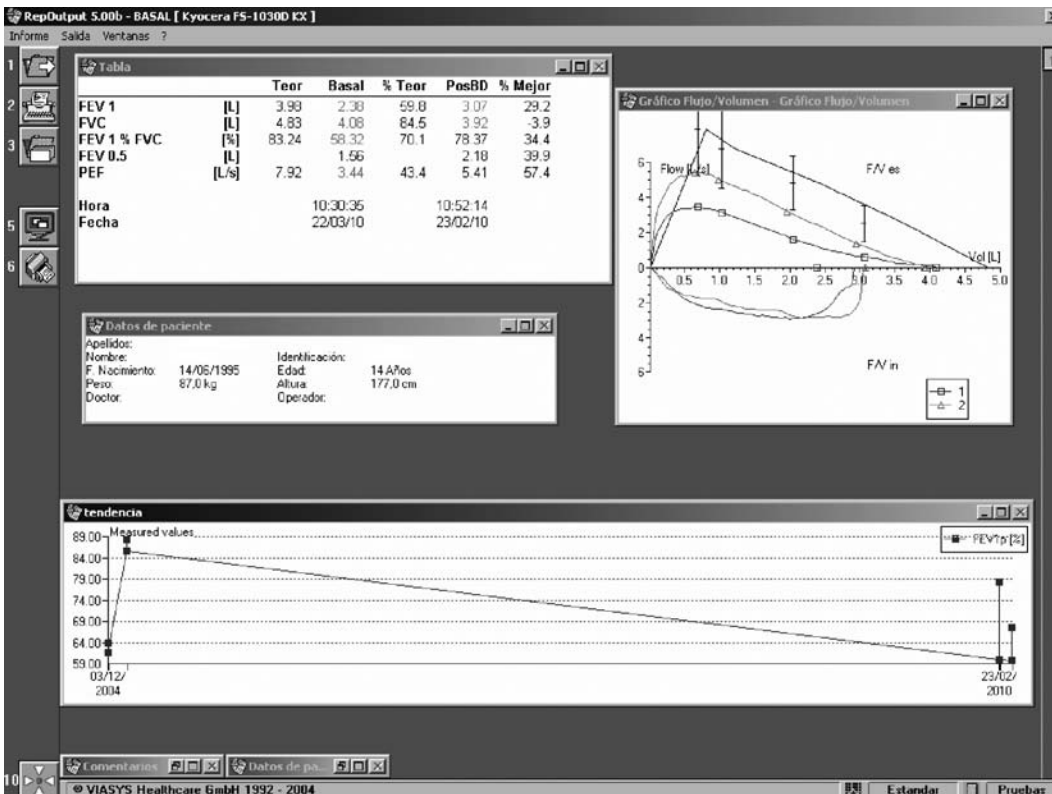


Figura 2. Espirometría en la que se observa un patrón obstructivo. Mejoría del FEV1 tras broncodilatación del 29,2%.

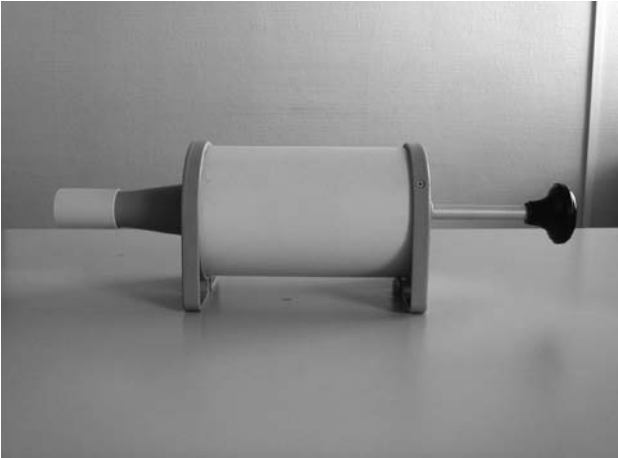


Figura 3. Jeringa de calibración.

Las fases de la espiración forzada consiste en inspirar de manera rápida, aunque no forzada, hasta llenar completamente de aire los pulmones, sujetando la boquilla con los dientes y sellándola con los labios evitando una pausa excesiva en la posición de inspiración máxima. Se iniciará la espiración de manera brusca manteniendo el esfuerzo todo el tiempo que sea posible. Se debe sujetar al niño por los hombros para evitar que se incline hacia delante. Se puede completar la prueba con una maniobra de inspiración forzada hasta llegar de nuevo a la posición de inspiración máxima. Quien realiza la maniobra debe estimular al niño con palabras y mantener un lenguaje gestual.

Durante la realización de la espirometría se anotarán las posibles incidencias como accesos de tos o falta de colaboración.

Los criterios para considerar una espirometría aceptable en niños son los siguientes⁽⁵⁻⁷⁾:

1. Realizar una inspiración profunda (hasta TLC)
2. Mantener una espiración al menos de 2 a 3 segundos
3. Realizar espiración máxima, hasta el vaciamiento pulmonar total (llegar a RV)
4. Obtener una curva de morfología apropiada y libre de artefactos (tos), final prematuro, inicio retrasado (trazos continuos y sin artefactos)
5. Realizar un mínimo de 3 y un máximo de 8 maniobras correctas (diferencia entre FVC y FEV1 < 5% o 100 ml; Valores de variables seleccionados entre los mejores valores de FVC y FEV1 obtenidos).
6. Colaboración adecuada (a juicio de quien realice la prueba).
7. Inicio adecuado: inicio de la espiración rápido y continuado hasta alcanzar flujo cero (en la práctica, se acep-

ta el final de la espiración en los niños cuando el tiempo espiratorio es > 3 segundos).

8. Volumen extrapolado (volumen de aire movilizado entre inspiración forzada y comienzo de espiración forzada) < 5% de FVC ó < 0.15l y PEF precoz y pronunciado.
9. Tiempo entre inspiración previa y espiración forzada: \geq 0,25 seg (\geq 1 seg preferiblemente).

La reproductibilidad se obtiene tras 3 maniobras aceptables aplicando los siguientes criterios⁽⁵⁻⁷⁾:

- Diferencia entre los dos valores más altos de FVC \leq 200 ml.
- Diferencia entre los dos valores más altos de FEV1 \leq 200 ml.
- Variabilidad < 5%.
- Se pueden realizar hasta 8 maniobras.

Destacamos la monitorización de la respuesta al tratamiento entre las indicaciones para realizar una espirometría en el niño. En enfermedades obstructivas (asma bronquial), la monitorización del FEV1 valora la respuesta al tratamiento instaurado. En alteraciones restrictivas la monitorización de la capacidad vital y/o la FVC es útil para controlar la eficacia del tratamiento. Otras: detección de enfermedades respiratorias subclínicas o asintomáticas, estudios de provocación bronquial (esfuerzo, metacolina) y de broncodilatación (respuesta a los broncodilatadores). Sirve también para valorar el riesgo de los procedimientos quirúrgicos (pérdida de tejido pulmonar, valoración preoperatoria).

Las contraindicaciones son relativas y dependen de cada niño y sus circunstancias. Entre ellas figura la falta de colaboración o comprensión en la realización de la prueba.

La espirometría es una técnica sencilla que apenas tiene complicaciones aunque podemos encontrar accesos de tos, broncoespasmo, dolor torácico o de forma más infrecuente, neumotórax o síncope.

PRUEBA DE BRONCODILATACIÓN (PBD)

Se emplea para estudiar la reversibilidad de la obstrucción del flujo aéreo. Consiste en realizar una prueba de función pulmonar basal y la repetición de la misma un tiempo después de la administración de un fármaco broncodilatador. Debe constituir una exploración habitual en el estudio de la función pulmonar cualquiera que sea el ámbito asistencial en el que se realice. Lo más habitual es realizar la PBD con la maniobra de la espirometría forzada (utilizando el FEV1 como variable principal, así como FVC). Esta prueba está indicada en los casos de sospecha de obstrucción al flujo aéreo. También debe indicarse para valorar el

grado de obstrucción (reversibilidad parcial o total) y la evolución, ya que la reversibilidad de la obstrucción de la vía aérea puede variar de forma importante como reflejo de las variaciones en la gravedad de la enfermedad. Debe realizarse de forma rutinaria en la primera visita, aunque los valores basales de función pulmonar sean normales⁽⁸⁾.

PRUEBAS DE PROVOCACIÓN BRONQUIAL

Cuando la espirometría es normal y no tiene respuesta significativa al broncodilatador, la hiperreactividad bronquial puede demostrarse mediante pruebas de provocación. Estas pruebas se realizan utilizando sustancias que actúan directamente 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 o solución salina hipertónica⁽⁸⁾.

1. Prueba de provocación bronquial con ejercicio

Sirve para poner de manifiesto la hiperreactividad bronquial en aquellos niños con asma inducida por ejercicio puro y aquellos niños con asma en los que el ejercicio es un desencadenante más. La técnica consiste en realizar una espirometría basal y a continuación, un esfuerzo físico que puede realizarse sobre un tapiz rodante con 15° de inclinación o en una bicicleta ergométrica. La duración del ejercicio será de 6-8 minutos, ya que se sabe que en los 2-3 primeros minutos hay broncodilatación. El paciente debe estar asintomático en el momento de la prueba y tener una espirometría basal normal. No debe haber tomado medicación ni haber realizado ejercicio físico al menos 4 horas antes. Una vez realizada la prueba se repite la espirometría a los 5,10,15,20 y 30 minutos de cesar el ejercicio. Se considera una prueba positiva cuando exista una disminución del FEV1 de un 15% o más en relación al valor basal. Además de esta caída del FEV1, el paciente puede presentar tos, sibilancias y opresión torácica, siendo todo ello reversible tras la administración de un broncodilatador de acción rápida.

2. Prueba de provocación bronquial con metacolina/histamina

Estos dos agentes farmacológicos son los más utilizados, después del ejercicio, para poner de manifiesto la hiperreactividad bronquial. La elección de uno u otro depende de las preferencias individuales de quien ejecuta la prueba o de las posibilidades de obtener las sustancias.

La técnica consiste en primer lugar en una espirometría basal, a continuación la inhalación del diluyente y otra espi-

rometría. Posteriormente se administra metacolina (o histamina) por vía aerosólica en concentraciones crecientes valorándose tras cada concentración la espirometría. Los resultados se comparan con la espirometría posterior a la inhalación del diluyente. El parámetro de elección para objetivar los resultados es el FEV1 y el método más utilizado el de *Cockcroft*, en el que un resultado positivo se logra si la concentración requerida para causar una caída del FEV1 del 20% (PC20) es menor a 16 mg/ml.

3. Prueba de provocación con solución salina hipertónica

Tiene una alta sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de asma. Se necesita menos colaboración que para la prueba de ejercicio, pudiéndose observar la respuesta a los 30 segundos de iniciar la provocación. La única desventaja es que se deben utilizar nebulizadores ultrasónicos.

PLETISMOGRAFÍA

Existen situaciones en las que se necesita medir aquellos volúmenes que la espirometría no puede medir. Dichos volúmenes son: el volumen residual (RV), la capacidad residual funcional (FRC) y la capacidad pulmonar total (TLC). La pletismografía corporal es un método que es capaz de medir, de una forma sencilla y exacta, el volumen de aire existente dentro del pulmón en un momento determinado. El pletismógrafo corporal mide cambios de volumen de aire existente en el pulmón así como la resistencia al paso del aire de las vías aéreas⁽⁸⁾.

FLUJOMETRÍA

Su indicación más importante es la monitorización diaria en el contexto del autocontrol del asma. A pesar de que las guías clínicas de asma más tradicionales recomiendan su uso, existe mucha controversia sobre su utilidad. Se ha demostrado mediante estudios que el automanejo del asma disminuye las consultas al servicio de urgencias, las hospitalizaciones o el absentismo escolar, pero esto ocurre con el registro diario de los síntomas y una buena educación en asma independientemente de que se agregue la medición de PEF (*peak expiratory flow*) en los registros. La baja sensibilidad para detectar la obstrucción en algunos niños así como la escasa adherencia a su utilización hace que esta técnica tenga varios argumentos en contra.

La mayor utilidad del PEF sería la monitorización de aquellos niños asmáticos graves que tienen una baja per-

cepción de sus síntomas. El mejor valor personal conseguido en el período de mayor estabilidad del paciente, es el parámetro de referencia más adecuado para interpretar cualquier desviación de la normalidad.

RESUMEN

Hemos intentado recordar las pruebas de función pulmonar más habituales en la práctica clínica con la intención de que el pediatra las conozca y sepa cual solicitar en cada momento y valorar aquellos parámetros que le proporcionan mayor información.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pérez-Yarza EG, Villa JR, Cobos N, Navarro M, Salcedo A, Martín C, Escribano A, Arranz L, Rueda S, Martínez A. Espirometría forzada en preescolares sanos bajo las recomendaciones de la ATS/ERS: estudio CANDELA. *An Pediatr (Barc)*. 2009; 70: 3-11.
2. Sirvent Gómez J, Korta Murua J, Sardón Prado O, González Pérez-Yarza E. Etiopatogenia, fisiopatología y diagnóstico del asma. En: *Tratado de neumología infantil*. 2ª edición. Madrid: Ergon; 2009. p. 655-680.
3. Prieto L, Pérez-Francés C, Rojas R. Sección de Alergología Hospital Universitario Dr. Peset Valencia. Mayo 2006. Conceptos básicos para la correcta realización e interpretación de la espirometría.
4. Andrés A. Espirometría en el niño colaborador. *An Pediatr Contin*. 2005; 3: 181-6.
5. Liñán Cortés S, Cobos Barroso N, Reverté Bover C. Exploración funcional respiratoria en el niño colaborador. En: *Protocolos diagnósticos y terapéuticos en pediatría*. Tomo 7: Inmunología clínica y alergología. Neumología. Madrid: AEP; 2003. p. 251-72.
6. Hilman BC, Allen JL. Clinical applications of pulmonary function testing in children and adolescents. En: Hilman BC, editor. *Pediatric respiratory disease. Diagnosis and treatment*. Philadelphia: WB Saunders; 1993. p. 98-107.
7. Batles Garrido J. Estudio de la función pulmonar en niños asmáticos. *An Esp Pediatr*. 2000; 53 Supl 1: 19-27.
8. González Pérez-Yarza E, Aldasoro Ruiz A, Korta Murua J, Mintegui Aranburu J, Sardón Prado O. Función pulmonar en el niño. Principios y Aplicaciones. En: *Libro de ponencias de la VI Edición (2007)*.