

# Espirometría



C. Pardos Martínez<sup>1</sup>, M. F. Sebastián Orduna<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pediatra. <sup>2</sup>Enfermera de pediatría. Centro de Salud Perpetuo Socorro. Huesca.

## DESCRIPCIÓN GENERAL

Espirometría significa, literalmente, medida de la espiración, pero desde un punto de vista neumológico la espirometría es la técnica que mide volúmenes y flujos pulmonares generados en una maniobra de espiración máxima voluntaria. En atención primaria (AP) se utiliza la espirometría forzada, que es cuando el paciente la realiza en el menor tiempo posible.

Se ha demostrado que es posible realizar una espirometría forzada con garantías en la mayoría de los niños preescolares siguiendo las recomendaciones publicadas por las guías internacionales, incluso desde hace poco tiempo se dispone de valores de referencia en niños españoles de este grupo de edad<sup>1</sup>. El problema es que estos niños precisan mucho más tiempo, personal con una formación específica y programas de animación adecuados. Éste es el motivo por el que, hasta el momento, no es factible su realización en AP, donde se recomienda a partir de los 5-6 años de edad.

El técnico que va a realizar la espirometría debe haber recibido formación y entrenamiento previo suficiente en la ejecución de la técnica, tener conocimiento sobre las medidas de función pulmonar, reconocer los errores que pueden presentarse al realizar la maniobra o por funcionamiento incorrecto del aparato, conocer las curvas que cumplen los criterios de aceptabilidad y repetibilidad, así como las técnicas de limpieza y mantenimiento del sistema.

## TIEMPO NECESARIO

Habitualmente, la duración de un test basal junto con una prueba broncodilatadora no suele rebasar los 30 minutos.

## MATERIAL NECESARIO

El equipo que se requiere para la realización de una espirometría consta de una báscula y tallímetro, mesa y silla con brazos, espirómetro (de Fleish, de Lilly, de turbina, desechable...), en la actualidad, con frecuencia, ordenador, impresora y software específico para el espirómetro que se emplea, estación meteorológica (termómetro-barómetro-higrómetro), jeringa de calibración, boquillas indeformables, adaptador pediátrico, filtros, transductores (en caso de disponer de espirómetros desechables), pinza de oclusión nasal, papel de registro u hojas para impresora, y medicación broncodilatadora y cámara de inhalación.

## LA TÉCNICA PASO A PASO

### Introducción de los parámetros ambientales

Previo a la calibración se introducen las condiciones ambientales según los requerimientos del aparato (temperatura, humedad, presión atmosférica). No es conveniente realizar la prueba si la temperatura es menor de 17° C o superior a 40° C.

### Calibración

La calibración debe hacerse a diario, con una jeringa de uno a tres litros. En los neumotacómetros se aplicará el volumen a distintos flujos al menos en tres ocasiones. Es conveniente leer el manual del espirómetro para conocer su técnica de calibración<sup>2</sup>. La jeringa de calibración debería guardarse cerca del espirómetro (para mantener la misma temperatura y humedad del mismo), debiendo estar protegida de la luz solar directa y lejos de fuentes de calor.

### Introducción de los datos del paciente

Se debe recoger un conjunto de datos mínimos que permita la interpretación del test y la comparación con pruebas sucesivas. En la ficha del paciente se anotará la identificación, fecha y hora (habitualmente la proporciona de manera automática el espirómetro), edad, peso y talla (en pacientes con cifoescoliosis el cálculo de la talla podría calcularse con la siguiente fórmula: altura = envergadura / 1,06)<sup>3</sup>. El informe dispondrá de espacio para los datos teóricos o valores de referencia del paciente, los escogidos como representativos durante la prueba, su relación con los teóricos, y todos ellos dispuestos de forma que faciliten su comparación con los datos de pruebas futuras. Debe reservarse un espacio para incidencias previas a la prueba (toma reciente de fármacos, consumo de cigarrillos, alcohol, comidas copiosas, ejercicio físico previo y estado físico) o durante la realización de la misma (accesos de tos, falta de colaboración, dolor al esfuerzo, entre otras). Además, es importante que el técnico registre una impresión de cómo el esfuerzo del paciente ha determinado la validación de los resultados.

### Explicación del procedimiento al paciente

Es fundamental crear un ambiente agradable y atractivo para los niños, por lo que habrá que tranquilizarles inicialmente, diciéndoles que no es un procedimiento doloroso, explicándoles la razón del estudio (“queremos saber cuánto aire tienes dentro de tus pulmones y cómo eres capaz de sacarlo”, etc.), en qué consiste (“soplar como el lobo del cuento

de los tres cerditos, como si apagaras las velas de cumpleaños de una tarta”, etc.) y qué se espera que haga. Se le avisará de que se le va a dar una orden enérgica y seguirá apremiando hasta el final de maniobra. Es muy importante evitar generar ansiedad en el niño.

### Demostración del procedimiento

A continuación se debe hacer una demostración de la prueba delante del niño (puesto que la colaboración del paciente es imprescindible) en los siguientes aspectos:

La postura sentada, con la espalda recta y la barbilla elevada. Inhalar completa y lentamente hasta alcanzar la capacidad pulmonar total (TLC). Sujetar la boquilla con los dientes y sellarla con los labios (que nos vea cómo lo hacemos). Espirar con máximo esfuerzo y rapidez hasta alcanzar el volumen residual (RV). Poner especial énfasis en recalcar que la primera parte del “soplido” es la más importante y que lo deberá hacer lo más fuerte posible, y que debe de seguir haciendo el esfuerzo de soplar aunque crea que ya no le queda aire en los pulmones. Si interesa, se le puede pedir que al terminar la espiración vuelva a inspirar con máximo esfuerzo, para completar el asa flujo-volumen.

También es interesante decirle y demostrarle cómo no debe hacer la maniobra (sujetar mal la boquilla, hacer un doble soplido, etc.).

### Realización de la maniobra

La postura más recomendada en la bibliografía es sentada, con la espalda recta. Aunque se considera correcto

Figura 1. Curva espirométrica volumen-tiempo

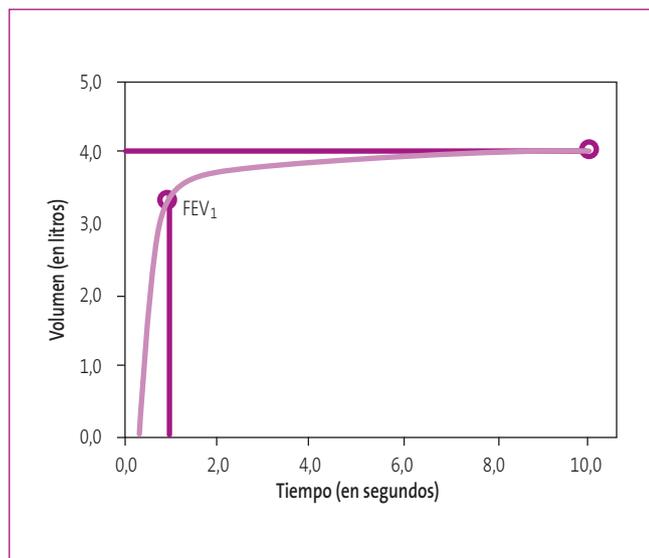
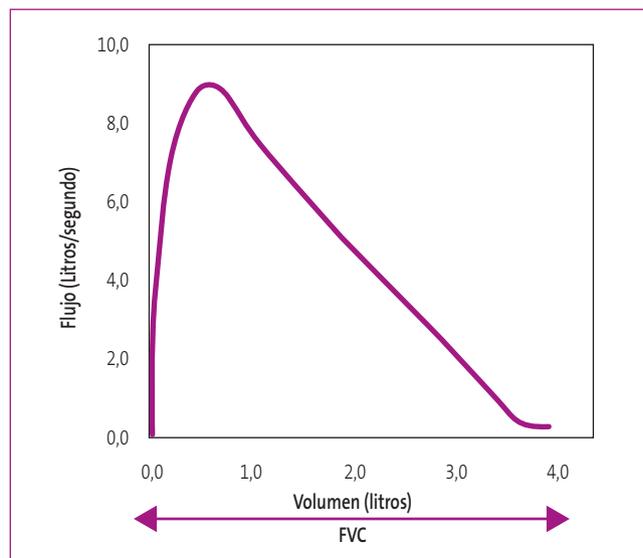


Figura 2. Curva espirométrica flujo-volumen



tanto si se hace sentado como de pie, hay que tener en cuenta que las medidas serán algo mayores si se hacen en bipedestación, incrementándose esa diferencia si el paciente es obeso. Poner la pinza de oclusión nasal, aunque podría no ser necesaria si se utilizan los espirómetros de flujo que normalmente se disponen en los centros de salud<sup>4</sup>. Es aconsejable anotar si no se coloca la pinza. En función del espirómetro o del programa utilizado se podrá realizar una de las dos técnicas que se describen a continuación:

- a) Inspirar profundamente hasta alcanzar la TLC. Introducir la boquilla, sujetarla con los dientes y cerrar los labios en torno a ella. A continuación, sin realizar una pausa mayor de 2 segundos, efectuar una espiración forzada, con el máximo esfuerzo y rapidez, de todo el aire contenido en los pulmones hasta alcanzar el RV. Se puede completar la prueba inspirando forzosamente hasta alcanzar la TLC.
- b) Sujetar la boquilla entre los dientes, sellarla con los labios, respirar a volumen corriente durante 2-3 ciclos, después inspirar profundamente hasta alcanzar la TLC. A continuación, sin realizar una pausa mayor de 2 segundos, efectuar una espiración forzada, con el máximo esfuerzo y rapidez, de todo el aire contenido en los pulmones hasta alcanzar el RV. Se puede completar la prueba inspirando forzosamente hasta alcanzar la TLC.

El técnico debe estimular al niño o al adolescente con palabras y, sobre todo, con lenguaje gestual y corporal incitándole a realizar una inspiración máxima, a iniciar la espiración de manera brusca a través de una orden tajante, y a prolongar el esfuerzo espiratorio todo lo posible. En caso necesario, sujetar al paciente por los hombros para mantener la espalda recta y evitar que se incline hacia adelante durante la maniobra espiratoria.

Es preciso anotar cualquier tipo de incidencia que acontezca durante la prueba.

Se realizarán un mínimo de 3 maniobras satisfactorias. Normalmente no se requieren más de 8 maniobras, aunque en los niños más pequeños pueden requerirse más.

### Interpretación de la espirometría

No se debe intentar interpretar una prueba que, por mal realizada, pueda inducir a error. Se considera necesario cumplir 2 tipos de criterios para considerar una espirometría como correctamente realizada: criterios de aceptabilidad y de repetibilidad<sup>2</sup>. Para leer una espirometría siempre hay que

comprobar, en primer lugar, la validez de las curvas. Tras confirmar que las maniobras realizadas cumplen los criterios de aceptabilidad y repetibilidad, se pasará a valorar los parámetros espirométricos (figuras 1 y 2), (tablas 1 y 2).

### Prueba de broncodilatación

El test de broncodilatación consiste en la repetición de la espirometría forzada después de administrar un fármaco broncodilatador. El objetivo de esta prueba es demostrar la reversibilidad de la obstrucción al flujo aéreo respecto a la situación basal. Es imprescindible su realización en el diagnóstico de asma<sup>5</sup> (tabla 3).

## INDICACIONES

- En la valoración inicial del diagnóstico de asma.
- Después de iniciar el tratamiento, una vez que los síntomas se han estabilizado.
- Durante periodos de pérdida progresiva o prolongada del control del asma.
- Al menos una vez al año, o con mayor frecuencia en función de la gravedad y respuesta terapéutica.

Tabla 1. Criterios de aceptabilidad

- Maniobra realizada con un esfuerzo adecuado
- Inicio desde la posición de inspiración máxima y sin indecisión o falso comienzo
- Con espiración continua y sin rectificaciones
- Sin tos o maniobra de Valsalva
- Sin fugas ni obstrucción en la pieza bucal
- Comienzo con volumen extrapolado menor del 5% de la FVC o inferior a 0,150 l
- Tiempo de espiración forzada  $\geq$  3 segundos en niños menores de 10 años y  $\geq$  6 segundos en niños mayores de 10 años
- Consecución de una meseta al final de la espiración (ver en figura 1)
- Análisis de las gráficas espirométricas (especialmente de la curva flujo/volumen, figura 2)

FVC: capacidad vital forzada.

Tabla 2. Criterios de repetibilidad

- Los 2 mejores valores de FVC no difieren entre sí más de 0.150 l
- Los 2 mejores valores de FEV<sub>1</sub> no difieren entre sí más de 0.150 l
- Si la FVC es igual o menor de 1 l, la diferencia entre los dos mejores valores de FVC y entre los dos mejores valores de FEV<sub>1</sub> no debería ser mayor de 0,100 l.

FEV<sub>1</sub>: volumen máximo espirado en el primer segundo de una espiración forzada; FVC: capacidad vital forzada.

## FÁRMACOS Y ACTIVIDADES QUE PUEDEN ALTERAR LA REALIZACIÓN DE LA ESPIROMETRÍA

Antes de realizar la espirometría, debe conocerse si se han empleado algunos fármacos en las horas previas para poder interpretar adecuadamente los resultados. Si es posible, en el proceso diagnóstico es recomendable no utilizar estas medicaciones para obtener unos resultados totalmente basales<sup>6</sup> (tabla 4).

De la misma manera, el paciente debería evitar las actividades reflejadas en la tabla 5. Antes de la prueba se debe

Tabla 3. Prueba broncodilatadora

<b>EJECUCIÓN</b>
Realización de la espirometría forzada en situación basal. Administración de salbutamol 400 µg (4 pulsaciones intercaladas por 30 segundos) con cámara de inhalación. Permanecer en reposo durante 10-15 minutos. Realización de la espirometría forzada postbroncodilatador.
<b>EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS</b>
La variable espirométrica empleada en la demostración de la reversibilidad es el FEV <sub>1</sub> La mejor manera de valorar la respuesta broncodilatadora es el cambio porcentual respecto al valor teórico del FEV <sub>1</sub>
<b>INTERPRETACIÓN</b>
Se considera positivo el cambio porcentual del FEV <sub>1</sub> igual o superior al 12% en relación con el valor previo, o del 9% en relación con el valor teórico La prueba broncodilatadora negativa nunca excluye la posibilidad diagnóstica del asma

**FEV<sub>1</sub>**: volumen máximo espirado en el primer segundo de una espiración forzada; **FVC**: capacidad vital forzada.

Tabla 4. Fármacos que alteran la realización de la espirometría

MEDICACIÓN	TIEMPO DE SUSPENSIÓN
Agonistas beta de acción corta	6-8 horas
Agonistas beta de acción larga	12-24 horas
Teofilinas de acción corta	12 horas
Teofilinas de acción retardada	24 horas
Antileucotrienos	24 horas
Anticolinérgicos	12-24 horas

Tabla 5. Actividades que deberían evitarse antes de realizar una espirometría

ACTIVIDAD	TIEMPO DE SUSPENSIÓN
Ejercicio intenso	30 minutos
Comida copiosa	2 horas
Fumar	1 hora
Consumo de alcohol	4 horas

preguntar por dichas actividades y dejar constancia de ellas en caso afirmativo.

## LIMPIEZA DEL ESPIRÓMETRO

Los tubos, las conexiones y las boquillas no desechables se deben limpiar con agua y detergente; posteriormente se sumergirán en una solución de glutaraldehído al 2% durante 15 minutos y a continuación se aclaran con agua.

El neumotacómetro se sumergirá en una solución de jabón enzimático durante 10 minutos y luego se aclarará con agua destilada; a continuación se sumergirá en una solución de glutaraldehído al 2% durante 20 minutos y de nuevo se aclarará con agua destilada. El secado final se realizará con un secador eléctrico, como los empleados para el cabello, lo que acelera considerablemente el proceso. Es recomendable leer las especificaciones técnicas de cada aparato respecto a su limpieza y mantenimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Pérez-Yarza EG, Villa JR, Cobos N, Navarro M, Salcedo A, Martín C, et al. Espirometría forzada en preescolares sanos bajo las recomendaciones de la ATS/ERS: estudio CANDELA. *An Pediatr (Barc)*. 2009;70:3-11.
2. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. ATS/ERS task force: standardisation of lung function testing: standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26:319-38.
3. Miller MR, Crapo R, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, et al. General considerations for lung function testing. *Eur Respir J*. 2005;26:153-61.
4. Chavasse R, Johnson P, Francis J, Balfour-Lynn I, Rosenthal M, Bush A. To clip or not to clip? Noseclips for spirometry. *Eur Respir J*. 2003;21:876-8.
5. Pardos Martínez C, Fuertes Fernández-Espinar J, Nerín de la Puerta I, González Pérez-Yarza E. Cuando se considera positivo el test de broncodilatación. *An Esp Pediatr*. 2002;57:5-11.
6. Oliva C, Gómez D, Sirvent J, Asensio O. Estudio de la función pulmonar en el paciente colaborador. Parte I. *An Pediatr (Barc)*. 2007;66:393-406.

## OTROS RECURSOS DE INTERÉS

- Protocolos del GVR. El pediatra de Atención Primaria y la espirometría forzada. Actualización 2009. [http://www.aepap.org/gvr/pdf/espirometria\\_forzada\\_p\\_gvr\\_2\\_2009.pdf](http://www.aepap.org/gvr/pdf/espirometria_forzada_p_gvr_2_2009.pdf).

- Curso IDEAP, muy completo sobre técnica e interpretación de la espirometría en atención primaria. 2003 <http://www.faes.es/cursos/ideap/curso/index.html>.
- Consenso entre las sociedades americana y europea de respiratorio en relación a la estandarización de la espirometría, publicado en Eur Respir J en 2005 (en inglés). <http://www.thoracic.org/statements/resources/pfet/PFT2.pdf>.