



Taller ESPIROMETRÍA FORZADA

Moderadores:

Juan José Morell Bernabé (nivel básico)
Pediatra de Atención Primaria
Carlos A. Díaz Vázquez (nivel avanzado)
Pediatra de Atención Primaria

Ponentes/monitores:

- **Ignacio Carvajal Uruña**
Pediatra de Atención Primaria, CS de Las Vegas, Las Vegas (Corvera de Asturias), Área Sanitaria III (Avilés), Servicio de Salud del Principado de Asturias
- **Javier E. Blanco González**
Pediatra de Atención Primaria, CS Reyes Magos, Alcalá de Henares (Madrid), Área Sanitaria III (Alcalá de Henares), Servicio Madrileño de Salud

Textos disponibles en
www.aepap.org

¿Cómo citar este artículo?

Carvajal Uruña I, Blanco González JE. Espirometría forzada. En: AEPap ed. Curso de Actualización Pediatría 2005. Madrid: Exlibris Ediciones; 2005. p. 201-216.

Espirometría forzada

Ignacio Carvajal Uruña

Pediatra de Atención Primaria, CS de Las Vegas, Las Vegas (Corvera de Asturias), Área Sanitaria III (Avilés), Servicio de Salud del Principado de Asturias.
ignacio.carvajal@sespa.princast.es

Javier E. Blanco González

Pediatra de Atención Primaria, CS Reyes Magos, Alcalá de Henares (Madrid), Área Sanitaria III (Alcalá de Henares), Servicio Madrileño de Salud.
jblanco@mundofree.com

INTRODUCCIÓN

La exploración de la función pulmonar trata de detectar o confirmar alteraciones fisiopatológicas que apoyen el diagnóstico y permitan valorar la gravedad, la respuesta a la terapia y la evolución de las enfermedades respiratorias en la infancia y la adolescencia¹.

Existe, en la Atención Primaria, un creciente interés en la utilización de técnicas de exploración de la función pulmonar que faciliten la valoración objetiva de las enfermedades respiratorias prevalentes, en especial del asma bronquial².

En el asma bronquial, la espirometría forzada es la técnica de elección para el diagnóstico y la monitorización de la función pulmonar en el niño colaborador, debido a su sensibilidad para detectar los cambios fisiopatológicos que caracterizan la enfermedad³.

CONCEPTOS

La espirometría forzada es una técnica de exploración de la función ventilatoria que mide volúmenes y flujos generados en el curso de una maniobra voluntaria de espiración forzada¹.

Nota: el presente texto es común a los talleres de espirometría nivel básico y nivel avanzado programados en el Curso de Actualización en Pediatría 2005 de la Asociación Española de Pediatría de Atención Primaria.

Para ejecutar una maniobra de espiración forzada es preciso realizar un movimiento espiratorio completo, desde la posición de máxima inspiración (capacidad pulmonar total) hasta la posición de máxima espiración (volumen residual), con la mayor fuerza y rapidez posibles⁴.

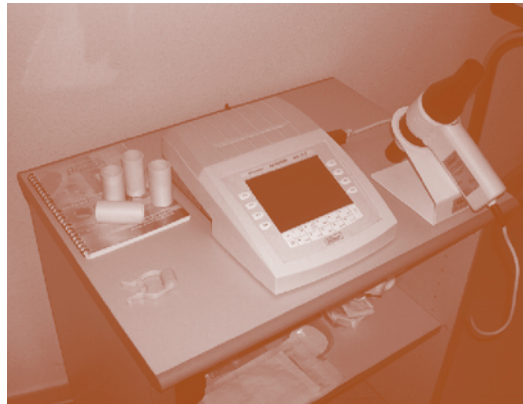
La maniobra de espiración forzada permite alcanzar flujos espiratorios máximos que, a un volumen pulmonar dado, no dependen del esfuerzo voluntario realizado, sino que se encuentran limitados por las características del parénquima y de la vía aérea pulmonar; siendo directamente proporcionales a la presión de retracción elástica pulmonar e inversamente proporcionales a la resistencia de la vía aérea (conceptos de flujo límite y compresión dinámica de las vías aéreas)^{1,4,5}.

ESPIRÓMETROS

Existen dos clases de instrumentos para la realización de la espirometría forzada⁴:

- a) Espirómetros propiamente dichos: miden directamente el volumen de aire espirado recogido en un sistema estanco (espirómetros de campana, fuelle o pistón).
- b) Neumotacógrafos: calculan inicialmente flujos instantáneos y no precisan almacenar el aire espirado para calcular su volumen.
 - Neumotacógrafo tipo Fleish: su cabezal está formado por un conjunto de tubos capilares que convierten el flujo turbulento en laminar y ejercen una resistencia conocida, de forma que el gradiente de presión entre sus extremos permite calcular los flujos instantáneos de aire espirado (Figura 1).
 - Neumotacógrafo de turbina: su cabezal contiene una hélice y un sistema de registro de su velocidad de giro, señal que permite calcular los flujos instantáneos de aire espirado.

Figura 1. Neumotacógrafo tipo Fleish



- Otros tipos de aparatos, menos difundidos en Atención Primaria, son los neumotacógrafos ultrasónicos, de malla y de alambre caliente.

En la actualidad, los espirómetros y los neumotacógrafos incluyen un microprocesador informático que simplifica de forma considerable su manejo y contribuye a mejorar sus prestaciones:

- a) Informan sobre la adecuación del trazado espirométrico a criterios de calidad o normativos.
- b) Realizan la corrección automática del volumen de aire a condiciones BTPS (temperatura corporal de 37 °C, presión atmosférica ambiental y saturado con vapor de agua).
- c) Automatizan los cálculos de los parámetros espirométricos y su relación con valores teóricos predefinidos.
- d) Proporcionan un informe impreso con los datos necesarios para la interpretación correcta de la prueba.
- e) Muchos aparatos permiten visualizar en tiempo real la representación gráfica de la maniobra de espiración forzada, característica muy aconseja-

ble ya que facilita la selección de trazados satisfactorios.

- f) Algunos modelos incluyen un dispositivo de incentivación pediátrica que muestra en la pantalla del aparato una animación que estimula la realización correcta de la maniobra de espiración forzada.

La robustez, fiabilidad y transportabilidad de los neumotacógrafos, unidas a su elevada rentabilidad para el diagnóstico y seguimiento de las enfermedades respiratorias prevalentes, han facilitado su utilización fuera de los laboratorios de función pulmonar y en el ámbito de la Atención Primaria.

Los espirómetros y neumotacógrafos precisan cumplir para su homologación un conjunto de especificaciones técnicas definidas en las normativas que estandarizan la técnica de la espirometría forzada (Tabla 1)⁶.

VARIABLES ESPIROMÉTRICAS

La espirometría forzada se representa gráficamente en las curvas volumen/tiempo y flujo/volumen^{1,4,5}.

- a) Curva volumen/tiempo: relación entre los volúmenes dinámicos y el tiempo de espiración forzada (Figura 2).

- Muestra el volumen en ordenadas y el tiempo en abscisas.
- Permite extrapolar los parámetros espirométricos de utilidad clínica.

- b) Curva flujo/volumen: relación entre flujos máximos y volúmenes dinámicos (Figura 3).

- Muestra el flujo en ordenadas y el volumen en abscisas.
- El inicio de la curva (30%) es esfuerzo dependiente, mientras que el tramo restante refleja la compresión dinámica de la vía aérea¹.

Parámetros espirométricos^{1,4,5}.

- a) Capacidad vital forzada (FVC): volumen máximo espirado con el máximo esfuerzo y rapidez partiendo desde la capacidad pulmonar total.

Tabla 1. Especificaciones mínimas que debe reunir un espirómetro⁶

Márgenes de lectura	0,5-8 L
Exactitud	5% ó 100 mL
Precisión	3% ó 50 mL
Linealidad	3%
Resolución	25-50 mL
Resistencia	< 1,5 cm H ₂ O/L/s entre 0-14 L
Volumen mínimo detectable	30 mL
Tiempo cero	Cálculo por extrapolación retrógrada
Tiempo de lectura	15 s
Señal de prueba	Jeringa de 3 L y señal eléctrica de 24 curvas flujo/volumen

- Es un indicador de la capacidad pulmonar.
 - Su disminución define las patologías no obstructivas (restrictivas), aunque también puede estar limitada en las patologías obstructivas graves.
- b) Volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁): volumen máximo espirado durante el primer segundo después de su comienzo en el curso de una espiración forzada iniciada a capacidad pulmonar total.
- Es el parámetro de función pulmonar más utilizado debido a su alta reproducibilidad, si bien es esfuerzo dependiente.
 - Su disminución puede traducir patología obstructiva, restrictiva, pérdida de retracción elástica pulmonar o debilidad de la musculatura respiratoria¹.
 - Refleja el tamaño de las vías respiratorias de calibre grueso e intermedio y guarda una correlación lineal e inversa con el grado de obstrucción de la vía aérea.
 - Su mayor utilidad es la valoración de las respuestas broncodilatadora y broncoconstrictora de las vías respiratorias.
- c) Relación entre el volumen espiratorio forzado en el primer segundo y la capacidad vital forzada (FEV₁/FVC): porcentaje de la capacidad vital forzada que se espira en el primer segundo.
- Su disminución define las patologías obstructivas, si bien en las formas graves de este tipo de alteración ventilatoria el descenso de la FVC puede hacer que la relación FEV₁/FVC sea normal.
- d) Flujo espiratorio forzado entre el 25 y el 75% de la capacidad vital forzada (FEF₂₅₋₇₅): flujo medio alcanzado en el tramo de la curva comprendido entre el 25 y el 75% de la capacidad vital forzada.
- Es esfuerzo independiente, si bien su utilidad como parámetro de función pulmonar aislado se resiente de su menor reproducibilidad (posee mayor coeficiente de variación que el FEV₁).
 - Es un índice sensible y específico de la obstrucción de las vías aéreas de tamaño pequeño.
- e) Flujo espiratorio forzado máximo (FEF): ápice de flujo obtenido en el curso de una capacidad vital forzada.
- Se encuentra muy influido por el esfuerzo.
 - Equivale al flujo espiratorio máximo determinado con el medidor específico de flujo pico.
 - Puede estar disminuido en las patologías obstructivas.
- Desde el punto de vista espirométrico, el asma bronquial se caracteriza por:
- a) Curva flujo/volumen: excavación o concavidad en su asa descendente.
 - b) Parámetros espirométricos: FVC normal (o algo disminuida), FEV₁ disminuido y FEV₁/FVC disminuido (patrón obstructivo), el FEF₂₅₋₇₅ está, asimismo, disminuido.

REALIZACIÓN

Con el fin de asegurar la fiabilidad de las variables determinadas, la técnica de la espirometría forzada ha sido estandarizada en distintas normativas internacionales, realizadas por la *European Respiratory Society* (ERS)⁷

y la *American Thoracic Society* (ATS)⁸⁹, y nacionales, realizada por la Sociedad Española de Patología del Aparato Respiratorio (SEPAR)¹⁰.

Condiciones previas

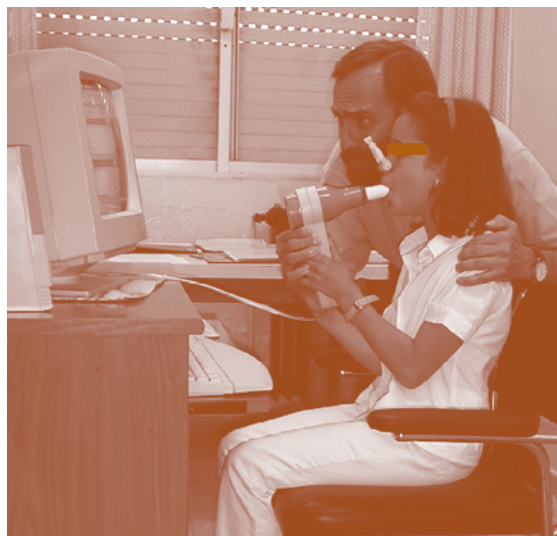
- a) Espacio físico:
 - Ambiente agradable (que no induzca al temor) y ausencia de ruido y posibles elementos de distracción.
 - Situación de confort térmico.
- b) Equipamiento:
 - Neumotacógrafo.
 - Jeringa de calibración.
 - Boquillas pediátricas no deformables y desechables.
 - Tubo adaptador para conectar las boquillas pediátricas al cabezal del neumotacógrafo.
 - Pinzas nasales.
 - Papel para el sistema de impresión del neumotacógrafo.
 - Cámara de inhalación.
 - Fármaco agonista- β_2 adrenérgico de acción corta.
 - Báscula y tallímetro.
 - Estación meteorológica (termómetro, barómetro e higrómetro).
- c) Calibración: el espirómetro debe ser calibrado diariamente con una jeringa de precisión de tres litros.

Preparación

- a) Consejos previos al día de la prueba (informar verbalmente y por escrito):
 - Explicar de forma breve al niño o adolescente y a su familia las características de la prueba y los motivos de su realización.
 - Evitar la administración de agonistas β_2 -adrenérgicos inhalados durante un mínimo de 6 horas en el caso de los fármacos de acción corta y de 12 horas en el caso de los preparados de acción larga (si se ha precisado su utilización, debe ser puesto de manifiesto para la interpretación correcta de la prueba).
 - Indicar que durante la prueba se debe evitar la ropa que oprima el tórax y los cinturones muy apretados.
- b) Registrar las condiciones ambientales: temperatura, presión atmosférica y humedad relativa.
 - Introducir en el espirómetro la temperatura, presión atmosférica y humedad relativa ambientales para referir los resultados a condiciones BTPS.
 - La prueba no debe realizarse si la temperatura es inferior a 17 °C o superior a 40 °C.
- c) Registrar las características del sujeto: sexo, edad, talla y peso.
 - Pesar y tallar al niño o adolescente.
 - Introducir en el espirómetro la edad, sexo y datos antropométricos.
- d) El técnico responsable de la realización de la prueba debe instruir al niño o adolescente según su edad y capacidad de aprendizaje para conseguir la colaboración máxima¹¹:

- En primer lugar, tranquilizar asegurando el carácter no doloroso de la prueba (es importante evitar que el niño pequeño sufra ansiedad).
- Explicar las características del estudio y la colaboración esperada utilizando un lenguaje comprensible para su edad ("queremos saber cuánto aire te cabe dentro de los pulmones y cómo eres capaz de sacarlo fuerte y rápido... para ello tienes que llenar el pecho de aire como si fuera un globo y soplar como el lobo del cuento de los tres cerditos... como si apagaras las velas de una tarta de cumpleaños").
- Advertir de que debe comenzar la espiración después de oír la orden de inicio, y se le seguirá animando a lo largo de toda la maniobra de espiración forzada.
- Poner especial énfasis en la importancia de iniciar el esfuerzo con el máximo volumen de aire en los pulmones y de forma decidida y enérgica, así como de mantener la espiración el mayor tiempo posible.
- Hacer una demostración práctica de la maniobra de espiración forzada.

Figura 4. Realización de la espirometría forzada



Realización de la maniobra (Figura 4)^{11,12}

- a) Posición: preferentemente sentado, con la espalda recta y la barbilla elevada.
- b) Colocar la pinza de oclusión nasal (no imprescindible si sólo se realiza la maniobra espiratoria).
- c) Fases de la espiración forzada:
 - Inspirar de manera rápida, aunque no forzada, hasta llenar completamente de aire los pulmones.
- d) La prueba se puede completar con una maniobra de inspiración forzada hasta llegar de nuevo a la posición de inspiración máxima.
- e) El técnico debe estimular al niño o al adolescente con palabras y, sobre todo, con lenguaje gestual y corporal que inciten a realizar una inspiración máxima, a iniciar la espiración de manera brusca y a prolongar el esfuerzo espiratorio todo lo posible².
- f) Es preciso registrar cualquier tipo de incidencia que acontezca durante la prueba.

SELECCIÓN DE RESULTADOS

Maniobras

- a) Número¹⁰:
- Mínimo: 3 maniobras satisfactorias.
 - Máximo: 8 intentos espiratorios.
 - Las maniobras deben separarse entre sí al menos por 30 segundos.
- b) Criterios de aceptabilidad⁷⁻¹⁰:
- Subjetivos (juicio del técnico):
 - 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.
 - Objetivos:
 - Comienzo con volumen extrapolado menor del 5% de la FVC o inferior a 150 ml.
 - Tiempo de espiración forzada (FET) mayor de 6 segundos^{8,9}, aunque se considera suficiente 3 segundos⁴, e incluso menos (hasta 1 segundo en niños menores de 8 años)¹³.
 - Consecución de una meseta o plateau al final de la espiración: volumen < 25 ml en 0,5 segundos o flujo < 50 ml/s en 0,5 segundos¹⁰.
- La bondad del esfuerzo debe constatarse en los análisis de las gráficas espirométricas (especialmente en la curva flujo/volumen), que serán de forma apropiada, libres de artefactos, sin pérdidas y sin inicio retrasado ni finalización prematura.
- c) Criterios de reproducibilidad (Figura 5): existen ligeras diferencias entre las diferentes normativas, siendo la recomendada por la ERS y SEPAR:
- Los dos mejores valores de FVC no difieren entre sí más de 100 ml o $\pm 5\%$ ^{7,10}.
 - Los dos mejores valores de FEV₁ no difieren entre sí más de 100 ml o $\pm 5\%$ ^{7,10}.
 - En la actualidad los propios espirómetros informan en el momento que se consigue la reproducibilidad de la prueba.

Parámetros⁷⁻¹⁰

- a) FVC y FEV₁: los mejores entre los obtenidos en cualquiera de las maniobras satisfactorias.
- b) El resto de parámetros espirométricos se obtienen de la curva satisfactoria mejor (FVC + FEV₁ mayor)^{8,9}.

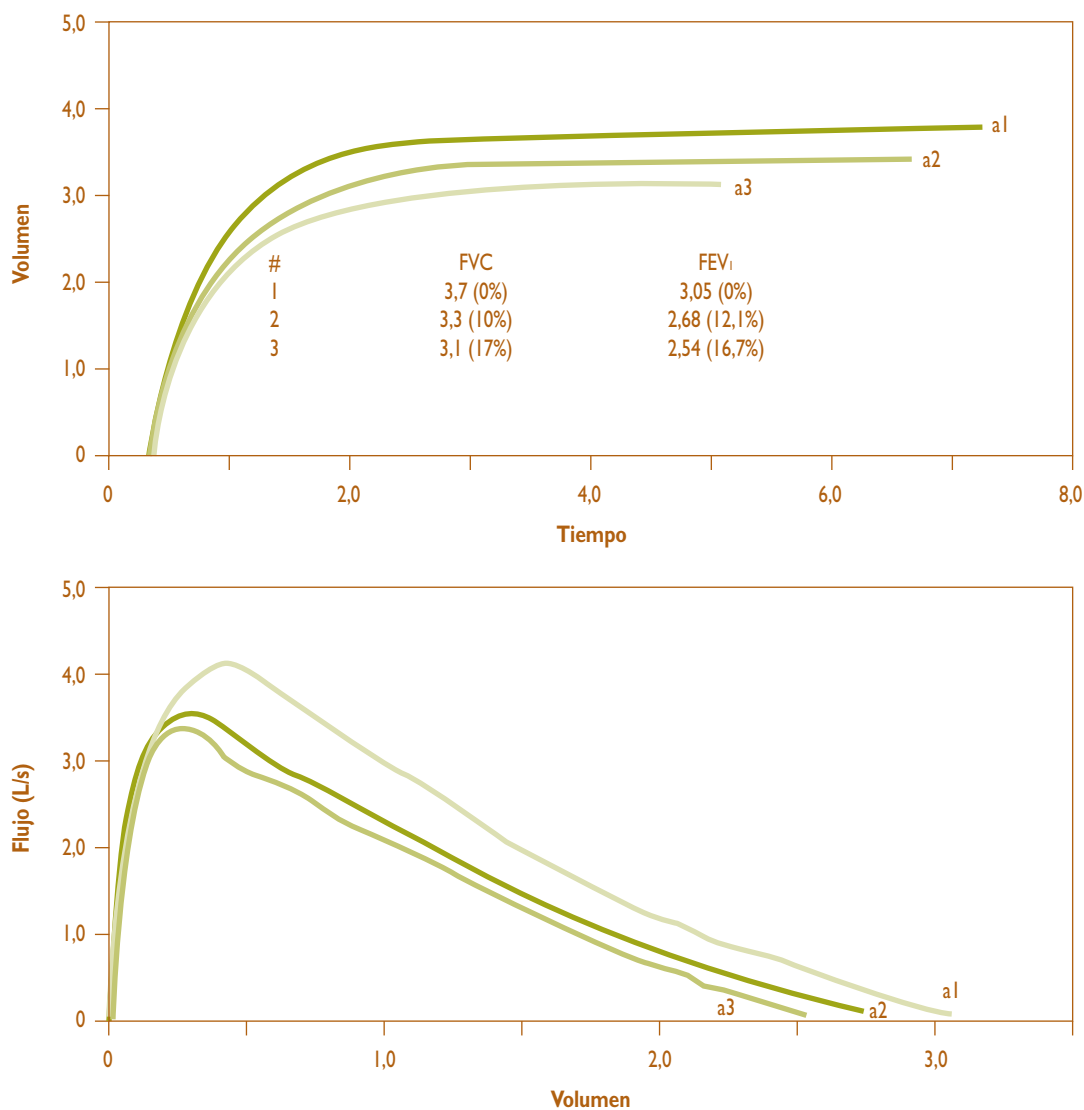
Aun en condiciones ideales, puede haber niños o adolescentes incapaces de hacer una espirometría correcta, situación en la que es preferible no intentar interpretar una prueba que, por mal realizada, pueda ser capaz de inducir a error¹¹.

LIMITACIONES

Edad: en general, la capacidad para realizar una prueba de espirometría forzada de forma correcta se incrementa con la edad^{13,14}.

- a) A partir de los 5-6 años de edad, la mayoría de los niños, así como los adolescentes, son capa-

Figura 5. Curvas espirométricas no reproducibles



ces de realizar la técnica de manera satisfactoria en el ámbito clínico habitual (consulta de Atención Primaria).

- b) Aunque cada vez existe mayor experiencia en la realización de la espirometría forzada en niños entre 2 y 5 años de edad¹⁵, y han sido propuestos criterios de aceptabilidad para esa edad¹⁶, por el momento su empleo clínico es muy limitado.

Precauciones y contraindicaciones¹⁰

- a) Contraindicaciones (relativas):

- Neumotórax.
- Hemoptisis.
- Dolor torácico que aumenta con la maniobra de espiración forzada.

- b) Precauciones:
- Tuberculosis pulmonar.
 - Infección por virus de la hepatitis C.
 - Infección por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH).
- Se caracterizan por la disminución marcada del FEV₁ y de la relación FEV₁/FVC, aunque en las formas graves se produce un descenso de la FVC y el cociente FEV₁/FVC puede hacerse normal.
- b) Alteraciones ventilatorias de tipo no obstructivo (restrictivas).

INTERPRETACIÓN

Los parámetros espirométricos se expresan porcentualmente respecto a valores de referencia obtenidos en una muestra representativa de población sana y calculados en función de la edad, el sexo y las características antropométricas (talla y peso).

- a) Referencias internacionales: destacan las de Polgar¹⁷, Knudson (1983)¹⁸ y Quanjer (1993 y 1995)^{7,19}.
- b) Referencias nacionales: a las clásicas de Casan (1984)^{20,21} se han añadido más recientemente las de Morato (1999)²².

Se consideran valores espirométricos normales^{4,23}:

- a) FEV₁ y FVC iguales o superiores al 80% de sus valores teóricos.
- b) FEV₁/FVC igual o superior al 80%.
- c) FEF₂₅₋₇₅ igual o superior al 65% de valor teórico.

Patrones de alteraciones ventilatorias: la espirometría forzada permite clasificar las alteraciones ventilatorias en dos grandes tipos (Tabla II y Figura 6)¹⁴.

- a) Alteraciones ventilatorias de tipo obstructivo.
- Limitan el flujo durante la espiración y cursan con incremento del volumen residual.

- Cursan con disminución de la capacidad pulmonar total.
 - Se caracterizan por disminución de la FVC, permaneciendo normal o aumentada la relación FEV₁/FVC.
- c) Alteraciones ventilatorias mixtas: coexisten ambos tipos de alteraciones ventilatorias y precisan de técnicas sofisticadas para completar su evaluación funcional.

PRUEBA DE BRONCODILATACIÓN

El test de broncodilatación consiste en la repetición de la espirometría forzada después de administrar un fármaco broncodilatador para tratar de demostrar la reversibilidad de la obstrucción al flujo aéreo respecto a la situación basal (Tabla III).

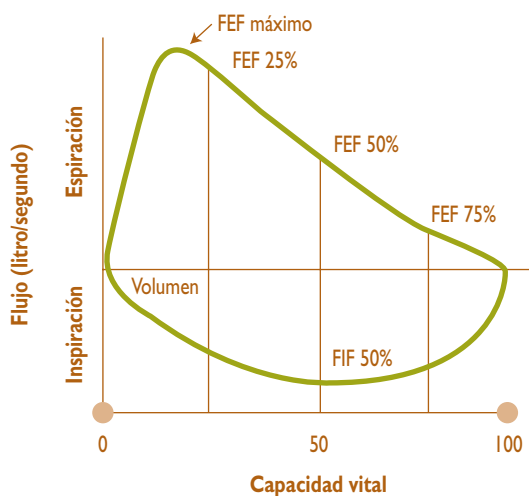
A pesar de su difusión, el test de broncodilatación no está estandarizado en cuanto al fármaco agonista β₂-adrenérgico a utilizar; el método para expresar la respuesta broncodilatadora y el punto de corte para definir su positividad²⁴.

Ejecución:

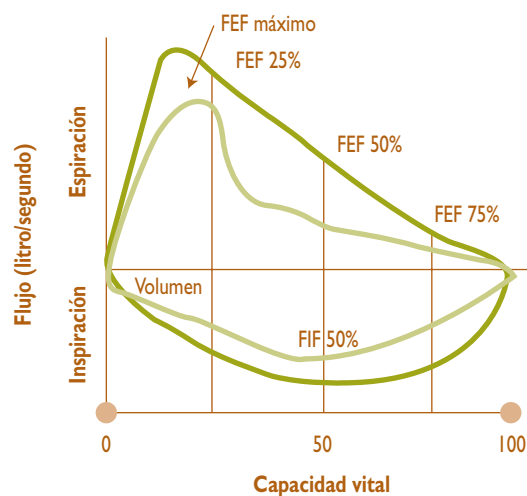
- a) Realización de la espirometría forzada en situación basal.
- b) Administración de un fármaco broncodilatador:
- Dosis: salbutamol 200-400 mcg (2-4 puffs) o equivalente.

Figura 6. Patrones espirométricos

PATRÓN NORMAL



PATRÓN OBSTRUCTIVO



PATRÓN RESTRICTIVO

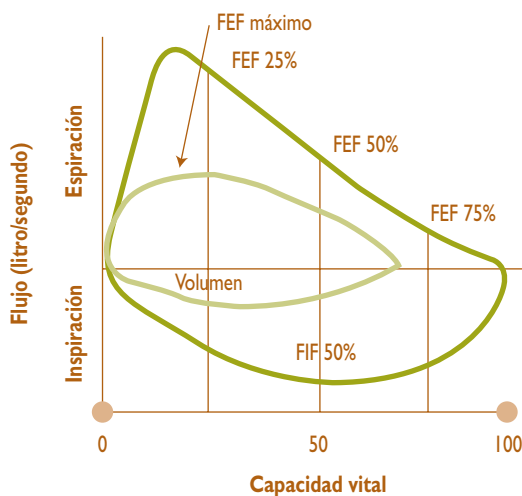


Tabla II. Clasificación de las alteraciones funcionales ventilatorias

	Patrón obstructivo	Patrón no obstructivo
FCV	Normal o disminuido	Disminuido
FEV ₁	Disminuido	Normal o disminuido
FEV ₁ /FCV	Disminuido	Normal o aumentado
FEV ₂₅₋₇₅	Disminuido	—

Tabla III. Test de broncodilatación

Técnica de ejecución

- Realizar una espirometría basal previa a la toma de broncodilatador (pre).
- Administrar un fármaco agonista, β_2 -adrenérgico de acción corta por vía inhalatoria: salbutamol en aerosol con cámara espaciadora 4 dosis sucesivas de 100 mcg (4 puffs).
- El niño o adolescente debe permanecer en reposo (sentado) durante 15-20 minutos.
- Realizar una nueva espirometría transcurrido ese tiempo (post).

Interpretación

- Índices de reversibilidad:
 - Cambio porcentual respecto al FEV₁ basal.

$$\text{Variación (\%)} = \frac{\text{FEV}_1 \text{ post} - \text{FEV}_1 \text{ pre}}{\text{FEV}_1 \text{ pre}} \times 100$$
 - Criterio de positividad: variación mayor del 12%
 - Cambio porcentual respecto al FEV₁ teórico

$$\text{Variación (\%)} = \frac{\text{FEV}_1 \text{ post} - \text{FEV}_1 \text{ pre}}{\text{FEV}_1 \text{ teórico}} \times 100$$
 - Criterio de positividad: variación mayor del 9%
- Un test de broncodilatación negativo no excluye el diagnóstico de asma.

- Sistema: inhalador en cartucho presurizado (MDI) con cámara de inhalación.

del FEV₁, ya que este índice no depende de la edad, la talla ni del calibre bronquial²⁵.

- c) Permanecer en reposo durante 15-20 minutos.
- d) Realización de la espirometría forzada postbroncodilatador:

Interpretación:

- a) Se considera positivo el cambio porcentual del FEV₁ igual o superior al 12% en relación con el valor previo o del 9% en relación con el valor teórico²⁶.

Expresión de los resultados:

- a) La variable espirométrica empleada en la demostración de la reversibilidad es el FEV₁.
- b) En la actualidad, se considera que la mejor manera de valorar la respuesta broncodilatadora es el cambio porcentual respecto al valor teórico

- b) La prueba broncodilatadora negativa nunca excluye la posibilidad diagnóstica del asma.

TEST DE EJERCICIO

El test de carrera libre es una prueba de broncoprovo-

cación no específica que trata de demostrar la respuesta obstructiva exagerada generada con el ejercicio físico.

En Atención Primaria el test de carrera libre está indicado para la valoración de los síntomas sugerentes de asma relacionados con el ejercicio físico (sibilantes, fatiga, tos, necesidad de pararse para respirar)¹¹ (Tabla IV).

Condiciones:

a) Consejos previos:

- Ropa adecuada para realizar ejercicio físico.
- No haber realizado otro esfuerzo el mismo día.

- No haber tomado medicación broncodilatadora en las 12 horas previas.

b) Situación basal clínica de normalidad:

- Ausencia de síntomas.
- Exploración cardiaca y respiratoria normal.
- FVC y FEV₁ superiores al 80% de los valores de referencia.

Ejecución:

a) Realización de la espirometría forzada basal.

Tabla IV. Test de carrera libre

Técnica de ejecución

- Medir las frecuencias cardiaca y respiratoria en reposo.
- Control de la temperatura y humedad ambientales.
- Realizar una espirometría basal (pre).
- Realizar una carrera libre constante de 6 minutos de duración y de intensidad suficiente para elevar la frecuencia cardiaca por encima del 80% de la basal ó 150 latidos por minuto (la carrera debe cesar antes si el niño presenta síntomas).
- Control físico inmediato al finalizar la carrera.
- Realizar espirometrías seriadas a los 0-2, 5, 10, 15 y 30 minutos (post) hasta que la caída del FEV₁ en una de ellas alcance el criterio de positividad (excepcionalmente se pueden realizar todas para comprobar el máximo descenso del FEV₁).
- Administrar un agonista β₂-adrenérgico inhalado si el paciente no se recupera del broncoespasmo en un máximo de 15 minutos.

Interpretación

- Índice de respuesta
 - Porcentaje de caída respecto al FEV₁ basal:
- $$\text{Variación (\%)} = \frac{\text{FEV}_1 \text{ pre} - \text{FEV}_1 \text{ post}}{\text{FEV}_1 \text{ pre}} \times 100$$
- Criterio de positividad: caída mayor del 15%

Un test de carrera libre negativo no excluye el diagnóstico de asma inducido por el ejercicio.

Tabla V. Clasificación de la gravedad del asma según las características de la función pulmonar

	FEV₁ (porcentaje sobre el valor teórico)
Leve intermitente	≥ 80%
Leve persistente	≥ 80%
Moderada	60-80%
Grave	≤ 60%

Tabla VI. Clasificación de la gravedad de la crisis de asma según las características de la función pulmonar

	FEV₁ (porcentaje sobre el valor teórico)
Leve	≥ 70%
Moderada	70-50%
Grave	≤ 50%

b) Carrera libre:

- Duración: 6 minutos.
- Intensidad suficiente para alcanzar una frecuencia cardíaca superior al 85% de la frecuencia máxima para su edad (210 - edad en años)²⁷.

- Finalización brusca.

c) Realización de espirometrías seriadas postejercicio.

- Secuencia: iniciar a los 0-2 minutos de cesar el esfuerzo y repetir cada 5 minutos hasta 30 minutos.
- La máxima broncoconstricción suele ocurrir entre 3 y 15 minutos después de acabar el ejercicio²⁸.

Expresión de los resultados:

- a) La variable espirométrica empleada en el estudio de la hiperrespuesta es el FEV₁.
- b) El resultado se expresa como el cambio porcentual respecto al valor basal del FEV₁.

Interpretación:

- a) Habitualmente, se considera positivo el descenso porcentual del FEV₁ postejercicio sobre el valor basal del 15%, si bien se ha descrito que el punto óptimo de corte corresponde al 13%²⁹.
- b) Un test de carrera libre negativo no excluye el diagnóstico de asma inducido por el ejercicio.

Aplicaciones

La espirometría es un recurso clave para el mane-

jo de la enfermedad asmática en la Atención Primaria³⁰:

- a) Diagnóstico funcional del asma.
 - Detección del patrón obstructivo.
 - Demostración de la reversibilidad (prueba de broncodilatación).
- b) Clasificación de la gravedad del asma (Tabla V).
- c) Valoración de la gravedad de la agudización del asma (Tabla VI).
- d) Seguimiento evolutivo de la enfermedad y la respuesta al tratamiento farmacológico.

Bibliografía

1. Liñán Cortés S, Reverté Bover C, Cobos Barroso N. Exploración funcional respiratoria en el niño colaborador. En: Cobos Barroso N, González Pérez-Yarza (eds.). Tratado de neumología Infantil. Madrid: Ergon; 2003. p. 151-182.
2. García Benito C, García Río F. ¿Qué podemos hacer ante la escasa implantación de la espirometría en Atención Primaria? Aten Primaria. 2004;33:261-266.
3. Brand PL, Roorda RJ. Usefulness of monitoring lung function in asthma. Arch Dis Child. 2003;88:1021-1025.
4. Pérez Frías J, Pérez Ruiz E, Cordon Martínez AM, Rodríguez Vives MA. La espirometría forzada. III Curso de función pulmonar en el niño (principios y aplicaciones). Libro de ponencias. San Sebastián: Ergón; 2001. p.19-28.
5. Payo Losa F. Exploración de la función ventilatoria pulmonar. Bases fisiológicas. Espirometría. Curso Práctico sobre asma infantil. Libro de Ponencias. Oviedo: Ergón; 1997. p.17-20.
6. Casan Clará P. La espirometría forzada. IV Curso de función pulmonar en el niño (principios y aplicaciones). Libro de ponencias. San Sebastián: Ergón; 2003. p. 51-53.
7. Quanjer PH, Tammeling GJ, Cotes JE, Pedersen OF, Peslin R, Yernault JC. Lung volumes and forced ventilatory flows. Report of working party standardization of lung function tests, European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society. Eur Respir J. 1993;16 (Suppl): 5-40.
8. American Thoracic Society. Standardization of spirometry - 1987 Update. Am Rev Respir Dis. 1987;136:1285-1298.
9. American Thoracic Society. Standardization of spirometry - 1994 Update. Am J Respir Crit Care Med. 1995;152:1107-1136.
10. Sanchís Aldás J, Casán Clará P, Castillo Gómez J, González Mangado N, Palenciano Ballesteros L, Roca Torrent J. Normativa para la espirometría forzada. Recomendaciones SEPAR Nº 1. Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica. Barcelona: Doyma; 1985.
11. Pardos Martínez C. Espirometría. Ejecución e interpretación. En: Cano Garcinuño A, Díaz Vázquez C, Montón Álvarez JL (eds). Asma en el niño y adolescente (2ª edición). Madrid: Ergón; 2004. p. 41-58.
12. Enright PL. How to make sure your spirometry tests are of good quality. Respir Care. 2003;48:773-776.
13. Arets HG, Brackel HJ, van der Ent CK. Forced expiratory manoeuvres in children: do they meet ATS and ERS criteria for spirometry? Eur Respir J. 2001;18:655-660.
14. Enright PL, Linn WS, Avol EL, Margolis HG, Gong H Jr, Peters JM. Quality of spirometry test performance in children and adolescents: experience in a large field study. Chest. 2000;118:665-671.
15. Eigen H, Bieler H, Grant D et al. Spirometric pulmonary function in healthy preschool children. Am J Respir Crit Care Med. 2001;163:619-623.
16. Aurora P, Stocks J, Oliver C, et al; London Cystic Fibrosis Collaboration. Quality control for spirometry in preschool children with and without lung disease. Am J Respir Crit Care Med. 2004;169:1152-1159.
17. Polgar G, Promadhat V. Standard values. In: Pulmonary function testing in children: techniques and standards. Philadelphia: W.B. Saunders; 1971. p. 87-212.
18. Knudson RJ, Lebowitz MD, Holberg CJ, Burrows B. Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging. Am Rev Respir Dis. 1983;127:725-734.
19. Quanjer PhH, Bossboom GJ, Brunekreet B, et al. Spirometric reference values for white European children and adolescents: Polgar revisited. Pediatr Pulmonol. 1995;19:135-142.
20. Casan P. Valores espirométricos de referencia para niños y adolescentes sanos. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona: 1984.
21. Roca J, Sanchís J, Agustí-Vidal A, et al. Spirometric reference values for a mediterranean population. Bull Eur Physiopathol Respir. 1986;22:217-224.
22. Morato Rodríguez MD, González Pérez-Yarza E, Emparanza Knorr JL y cols. Valores espirométricos en niños sanos de un área urbana de la Comunidad Autónoma Vasca. An Esp Pediatr. 1999;51:17-21.
23. Andrés A. Espirometría en el niño colaborador. An Pediatr Contin. 2005;3:181-186.

24. Garmendia Iglesias A. Test de broncodilatación. I Curso sobre la función pulmonar en el niño. Libro de ponencias. San Sebastián: Ergón; 1997. p. 45-47.
25. Waalkens HJ, Merkus PJ, van Essen-Zandvliet EE, et al. Assessment of bronchodilator response in children with asthma. Dutch CNSLD Study Group. *Eur Respir J.* 1993;6:645-651.
26. Pardos Martínez C, Fuertes Fernández-Espinar J, Nerín de la Puerta I y cols. Cuándo se considera positivo el test de broncodilatación. *An Esp Pediatr.* 2002;57:5-11.
27. Haby MM, Anderson SD, Peat JK, Mellis CM, Toelle BG, Woolcock AJ. An exercise challenge protocol for epidemiological studies of asthma in children; comparison with histamine challenge. *Eur Respir J.* 1994;7:43-49.
28. Brudno DS, Wagner JM, Rupp NT. Length of postexercise assessment in the determination of exercise-induced bronchospasm. *Ann Allergy.* 1994;73:227-231.
29. Godfrey S, Springer C, Bar-Yishay E, Avital A. Cut-off points defining normal and asthmatic bronchial reactivity to exercise and inhalation challenges in children and young adults. *Eur Respir J.* 1999;14:659-668.
30. Díaz Vázquez C. *Espirometría.* Oviedo: Grupo Regional de Trabajo sobre Asma Infantil en Atención Primaria (ed.). 1998, p. 1-11.