



## **Protocolos del GVR (P-GVR-2)**

# **Espirometría forzada**

## **El pediatra de Atención Primaria y la Espirometría forzada**

### **Autor:**

Grupo de Vías Respiratorias de la Asociación Española de Pediatría de Atención Primaria (AEPap)

### **Redactores:**

Carlos Pardos Martínez  
Antonio Pons Tubío  
Isabel Úbeda Sansano

### **Revisión por pares:**

Grupo de Vías Respiratorias: Jose Luis Montón Alvarez (Madrid), Ignacio Carvajal Urueña (Asturias), Juan José Morell Bernabé (Extremadura), Carlos A. Díaz Vázquez (Asturias), Carmen Fernandez Carazo (Andalucía), Luis Bamonde Rodríguez (Galicia), Alfredo Cano Garcinuño (Castilla-León), Pablo Mola Caballero de Rodas (Asturias), Isabel Mora Gandarillas (León), Agueda Garcia Merino (Asturias), Manuel Praena Crespo (Andalucía), Alfonsa Lora Espinosa (Andalucía), Pepa Torregrosa Bertet (Cataluña), Luciano Garnelo Suárez (Galicia), Javier E. Blanco González (Madrid), Begoña Dominguez Aurrecoechea (Asturias), Antonio Jimenez Cortés (Andalucía), Jose Antonio Castillo Laita (Aragón), Carlos Pardos Martínez (Aragón), Maite Callen Blecua (País Vasco), Antonio Pons Tubío (Andalucía), Jesus M. Pascual Pérez (Madrid), Isabel Ubeda Sansano (Valencia), Jose Murcia Garcia (Andalucía), Javier Perez Porcuna (Cataluña)

### **Fecha de publicación:**

19 de Octubre de 2006

### **Cómo citar este protocolo:**

Pardos Martínez C, Pons Tubío A, Ubeda Sansano I, y Grupo de Vías Respiratorias. *Protocolo de Espirometría forzada. El Pediatra de Atención Primaria y Espirometría forzada*. Protocolo del GVR (publicación P-GVR-2) [consultado día/mes/año]. Disponible en: [www.aepap.org/gvr/protocolos.htm](http://www.aepap.org/gvr/protocolos.htm)

#### NOTA

Los conocimientos científicos en que se basa el ejercicio de la medicina son constantemente modificados y ampliados por la investigación. Los textos médicos con frecuencia se ven pronto superados por el desarrollo científico. Los autores y editores de este documento han procurado en todo momento que lo que aquí se publica esté de acuerdo con los más exigentes principios aceptados hoy día para la práctica médica. Sin embargo, siempre cabe la posibilidad de que se hayan producido errores humanos al presentar la información. Además, avances en los conocimientos científicos pueden hacer que esa información se vuelva incorrecta algún tiempo después. Por estos motivos, ni los autores, editores, u otras personas o colectivos implicados en la edición del presente documento pueden garantizar la exactitud de todo el contenido de la obra, ni son responsables de los errores o los resultados que se deriven del uso que otras personas hagan de lo que aquí se publica. Los editores recomiendan vivamente que esta información sea contrastada con otras fuentes consideradas fiables. Especialmente en lo relativo a la dosificación e indicaciones de los fármacos, se aconseja a los lectores que lean la ficha técnica de los medicamentos que usen, para asegurar que la información que se proporciona en este documento es correcta.

Este documento está dirigido a profesionales sanitarios y no a público general.

## El pediatra de Atención Primaria y la Espirometría Forzada.

Concepto de espirometría forzada .....	4
Representación gráfica .....	4
Parámetros espirométricos de mayor utilidad clínica .....	4
Técnica de realización .....	4
Selección de resultados .....	5
Interpretación .....	6
Prueba de broncodilatación.....	6
Test de ejercicio.....	7
El asma como indicación fundamental de espirometría en atención primaria ...	8
 Bibliografía .....	 9
 Figura 1: curva volumen-tiempo.....	 10
Figura 2: curva flujo-volumen.....	10
Figura 3: curvas espirométricas no reproducibles.....	11
Tabla I: clasificación de las alteraciones funcionales ventilatorias.....	12
Tabla II: clasificación de la gravedad del asma según las características de la función pulmonar.....	12
Tabla II: clasificación de la gravedad de la agudización del asma según el índice de obstrucción al flujo aéreo .....	12

## CONCEPTO DE ESPIROMETRÍA FORZADA

Es la técnica empleada para medir **algunos volúmenes y flujos** que se generan en el curso de una **maniobra voluntaria de espiración forzada**. Para ejecutar esta maniobra 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 posible.

## REPRESENTACIÓN GRÁFICA

La espirometría forzada se representa gráficamente con dos tipos de curvas:

- 1) **CURVA VOLUMEN/ TIEMPO (FIGURA 1)**
- 2) **CURVA FLUJO/ VOLUMEN (FIGURA 2)**

## PARÁMETROS ESPIROMÉTRICOS DE MAYOR UTILIDAD CLÍNICA

- 1) **Capacidad vital forzada (FVC):** volumen máximo espirado con el máximo esfuerzo y rapidez partiendo desde la capacidad pulmonar total.
- 2) **Volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>):** volumen máximo espirado durante el primer segundo después de su comienzo en el curso de una espiración forzada iniciada a capacidad pulmonar total.
- 3) **Relación entre el volumen espiratorio forzado en el primer segundo y la capacidad vital forzada (FEV<sub>1</sub>/FVC):** porcentaje de la capacidad vital forzada que se espira en el primer segundo.
- 4) **Flujo espiratorio forzado entre el 25% y el 75% de la capacidad vital forzada (FEF<sub>25-75</sub>):** flujo medio alcanzado en el tramo de la curva comprendido entre el 25% y el 75% de la capacidad vital forzada.
- 5) **Flujo espiratorio forzado máximo (FEF):** ápice de flujo obtenido en el curso de una capacidad vital forzada.

## TECNICA DE REALIZACION

### 1) ESPACIO FÍSICO Y EQUIPAMIENTO

Ambiente agradable y atractivo para los niños. No olvidar la jeringa de calibración y el adaptador pediátrico.

### 2) PREPARACIÓN

- a) **Consejos previos** al día de la prueba. Informar verbalmente y por escrito. Si es posible retirar los broncodilatadores las 6-12 horas previas.
- b) **Registrar las condiciones ambientales:** temperatura, presión atmosférica y humedad relativa.
- c) **Calibración.**
- d) **Registrar las características del sujeto:** sexo, edad, talla y peso.
- e) **Instruir al niño o adolescente** según su edad y capacidad de aprendizaje para conseguir la colaboración máxima.

### 3) REALIZACIÓN DE LA MANIOBRA

- 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.
- sujetar la boquilla con los dientes y sellarla con los labios evitando una pausa excesiva en la posición de inspiración máxima.
- iniciar la espiración de manera brusca.
- mantener el esfuerzo todo el tiempo que sea posible.
- en caso necesario, sujetar al niño o adolescente por los hombros para evitar que se incline hacia adelante.

**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 a través de una orden tajante y a prolongar el esfuerzo espiratorio todo lo posible.

**f)** Es preciso **registrar cualquier tipo de incidencia** que acontezca durante la prueba.

## SELECCIÓN DE RESULTADOS

### 1) MANIOBRAS:

#### a) CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD

- **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 ó 0.150 L.
  - tiempo de espiración forzada (FET)  $\geq 3$  segundos en niños menores de 10 años y  $\geq 6$  segundos en niños mayores de 10 años.
  - tiempo de espiración forzada (FET) mayor de 6 segundos, aunque se considera suficiente 3 segundos o incluso menos si existe una meseta.
  - consecución de una meseta al final de la espiración. (ésta es fácil de visualizar en la curva volumen / tiempo).
- **Análisis de las gráficas espirométricas** (especialmente en la curva flujo/volumen) que tendrán una forma apropiada, libres de artefactos, sin pérdidas y sin inicio retrasado ni finalización prematura.

#### b) CRITERIOS DE REPETIBILIDAD

Una prueba de espirometría forzada requiere un mínimo de tres maniobras aceptables según los criterios antes descritos. Se considera que las maniobras cumplen criterios de repetibilidad cuando:

- Los dos mejores valores de FVC no difieren entre sí más de 0.150 L y los dos mejores valores de FEV1 no difieren entre sí más de 0.150 L.

- En el caso de que la FVC sea igual o menor de 1 L, se exige que estas diferencias no sean mayores de 0.100 L.

## 2) PARÁMETROS:

a) **FVC y FEV<sub>1</sub>**: 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 + FEV<sub>1</sub> mayor).

**NO INTENTAR INTERPRETAR UNA PRUEBA QUE, POR MAL REALIZADA, PUEDA SER CAPAZ DE INDUCIR A ERROR**

## INTERPRETACIÓN

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, los cuales se expresan porcentualmente respecto a valores de población sana de referencia excepto la FEV<sub>1</sub>/FVC .

### 1) VALORES ESPIROMÉTRICOS NORMALES:

a) FEV<sub>1</sub>/FVC igual o superior al 80%.

b) FEV<sub>1</sub> y FVC iguales o superiores al 80% de sus valores teóricos.

c) FEF<sub>25-75</sub> igual o superior al 65% de valor teórico.

### 2) PATRONES DE ALTERACIONES ESPIROMÉTRICAS:

la espirometría forzada permite clasificar las alteraciones ventilatorias en (**TABLA I**):

#### a) **TIPO OBSTRUCTIVO**

- se caracterizan por la disminución de la relación FEV<sub>1</sub>/FVC y del FEV<sub>1</sub> , con una FVC normal (o ligeramente disminuida) y un FEF<sub>25-75</sub> también disminuido. En las formas graves se puede producir un descenso mayor de la FVC conformando un cociente FEV<sub>1</sub>/FVC normal.

- en la curva flujo/ volumen se aprecia una excavación o concavidad en su asa descendente.

#### b) **TIPO NO OBSTRUCTIVO (RESTRICTIVAS)**

- se caracterizan por una relación FEV<sub>1</sub>/FVC normal o aumentada, con una disminución de la FVC.

- la curva flujo/ volumen tiene una morfología casi normal pero a escala reducida.

#### c) **TIPO MIXTO**

- 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. Es

imprescindible su realización en el diagnóstico de asma.

## EJECUCIÓN

- 1) Realización de la espirometría forzada en situación basal.
- 2) Administración de un fármaco broncodilatador:
  - dosis: salbutamol 400 mcg (4 pulsaciones intercaladas por 30 segundos).
  - sistema: inhalador en cartucho presurizado (MDI) con cámara de inhalación.
- 3) Permanecer en reposo durante 10-15 minutos.
- 4) Realización de la espirometría forzada postbroncodilatador.

## EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

- 1) La variable espirométrica empleada en la demostración de la reversibilidad es el FEV<sub>1</sub>.
- 2) En la actualidad, se considera que la mejor manera de valorar la respuesta broncodilatadora es el cambio porcentual respecto al valor teórico del FEV<sub>1</sub> ya que este índice no depende de la edad, talla ni del calibre bronquial.

## INTERPRETACIÓN

- 1) 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.
- 2) La prueba broncodilatadora negativa nunca excluye la posibilidad diagnóstica del asma.

## TEST DE EJERCICIO

El test de carrera libre es una **prueba de broncoprovocación no específica** que trata de demostrar la respuesta obstructiva exagerada generada con el ejercicio físico. En atención primaria está indicado para la valoración de los síntomas sugerentes de asma relacionados con el ejercicio físico (sibilantes, fatiga, tos, necesidad de pararse para respirar).

## EJECUCIÓN

- 1) Realización de la espirometría forzada basal.
- 2) Carrera libre:
  - duración 6 minutos
  - intensidad suficiente para alcanzar una frecuencia cardiaca superior al 85% de la frecuencia máxima para su edad (210 – edad en años).
  - finalización brusca.
- 3) 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 ejercicio.

## EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

- 1) La variable espirométrica empleada en el estudio de la hiperrespuesta es el FEV<sub>1</sub>.
- 2) El resultado se expresa como el cambio porcentual respecto al valor basal del FEV<sub>1</sub>.

## **INTERPRETACIÓN**

- 1) Habitualmente, se considera positivo el descenso porcentual del FEV<sub>1</sub> postejercicio sobre el valor basal del 13-15%.
- 2) Un test de carrera libre negativo no excluye el diagnóstico de asma inducido por el ejercicio.

## **ESPIROMETRÍA: UN RECURSO CLAVE EN EL MANEJO DEL ASMA INFANTIL**

### **1) DIAGNÓSTICO FUNCIONAL DEL ASMA**

- detección del patrón obstructivo.
- demostración de la reversibilidad (prueba de broncodilatación).
- demostración de la hiperreactividad bronquial (test de ejercicio).

### **2) CLASIFICACIÓN DE LA GRAVEDAD DEL ASMA (TABLA II)**

### **3) CLASIFICACIÓN DE LA GRAVEDAD DE LA AGUDIZACIÓN DEL ASMA (TABLA III).**

### **4) SEGUIMIENTO EVOLUTIVO** de la enfermedad y la respuesta al tratamiento farmacológico.

## **BIBLIOGRAFÍA**

American Thoracic Society. Standardization of spirometry-1994 Update. Am J Respir Crit Care Med 1995; 152: 1107-36.

Standardized lung function testing. Official statement of the European Respiratory Society. Eur Respir J 1993; 6 (Suppl 16): 3-102.

Sanchís J, Casan P, Castillo J, González N, Palenciano L, Roca J. Normativa para la práctica de la espirometría forzada. Arch Bronconeumol 1989; 25: 132-42.

Miller MR, Crapo R, Hankinson J, et al. General considerations for lung function testing. Eur Respir J 2005; 26:153-161.

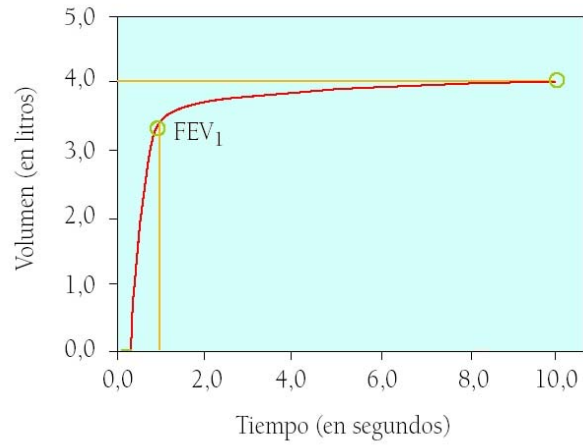
Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, et al. Standardisation of spirometry. Eur Respir J 2005; 26:319-338.

AARC Clinical Practice Guideline. Spirometry, 1996 Update. Respiratory Care 1996; 41: 629-36.

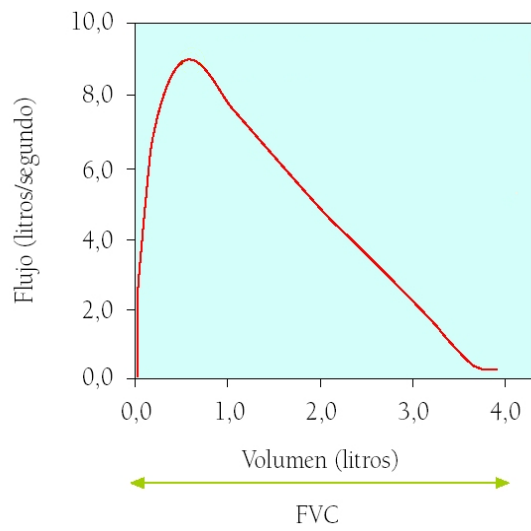
Pardos Martínez C, Fuertes Fernández-Espinar J, Nerín de la Puerta I, González Pérez-Yarza E. Cuándo se considera positivo el test de broncodilatación. An Esp Pediatr 2002; 57: 5-11.

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: 659-68.

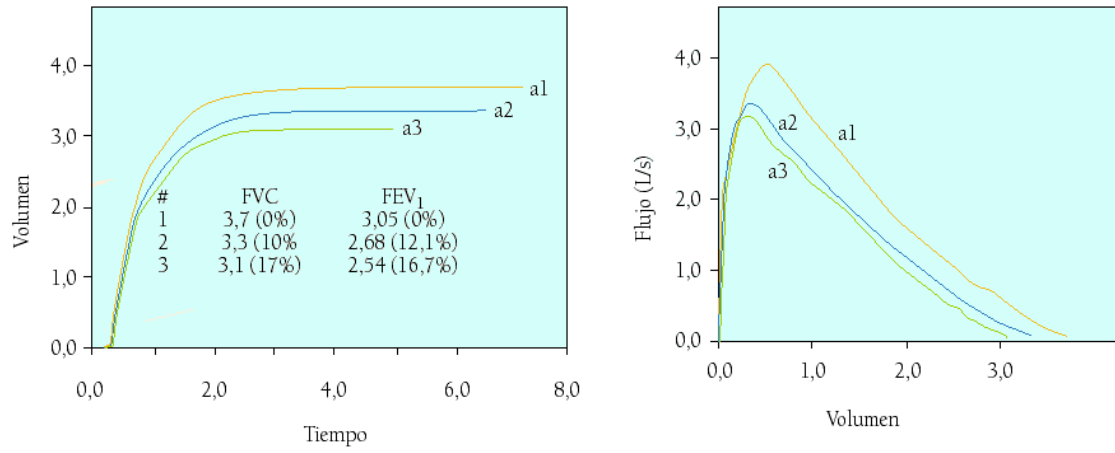
**FIGURA 1:** Curva espirométrica volumen/ tiempo.



**FIGURA 2:** Curva espirométrica flujo/ volumen.



**FIGURA 3:** Curvas espirométricas no repetibles



**TABLA I.-** Clasificación de la gravedad del asma según las características de la función pulmonar.

	<b>FEV<sub>1</sub> (porcentaje sobre el valor teórico)</b>
<b>Leve intermitente</b>	≥ 80%
<b>Leve persistente</b>	≥ 80%
<b>Moderada</b>	60-80%
<b>Grave</b>	≤ 60%

**TABLA II.-** Clasificación de la gravedad de la agudización del asma según el índice de obstrucción al flujo aéreo

	<b>FEV<sub>1</sub> (porcentaje sobre el valor teórico)</b>
<b>Leve</b>	≥ 70%
<b>Moderada</b>	70-50%
<b>Grave</b>	≤ 50%

**TABLA III.-** Clasificación de las alteraciones funcionales ventilatorias.

	<b>Patrón obstructivo</b>	<b>Patrón no obstructivo</b>
<b>FVC</b>	Normal o disminuido	Disminuido
<b>FEV<sub>1</sub></b>	Disminuido	Normal o disminuido
<b>FEV<sub>1</sub>/ FVC</b>	Disminuido	Normal o aumentado
<b>FEV<sub>25-75</sub></b>	Disminuido	