

# Espirometría en el niño colaborador

ANSELMO ANDRÉS

Unidad de Neumología Pediátrica. Servicio de Pediatría. Hospital Universitario de Valme. Sevilla. España.  
Med000585@saludalia.com

La exploración funcional del aparato respiratorio es un método objetivo para valorar la función pulmonar y cuantificar el grado de afectación que produce la enfermedad respiratoria, la progresión de ésta y la respuesta al tratamiento. Dentro de las diversas exploraciones funcionales, la espirometría es la prueba básica de mayor utilidad diagnóstica y sencillez técnica, pero —y esto es importante— necesita la colaboración del niño.

## Puntos clave

● La espirometría forzada es la prueba funcional más frecuentemente realizada en pacientes con enfermedades respiratorias, y puede efectuarse a partir de los 5-6 años.

● No se debe afirmar que un niño de más de 6 años con una enfermedad respiratoria está bien estudiado si no tiene hecha una espirometría de forma correcta.

● El volumen espiratorio forzado en el primer segundo ( $FEV_1$ ) es el parámetro del que se extraen más datos demográficos y epidemiológicos, y el de mayor importancia, dada su fácil reproducibilidad.

● El análisis del  $FEV_1$  permite clasificar la alteración funcional cuantitativamente en: leve, moderada, grave y muy grave.

● El análisis del  $FEV_1$ , de la capacidad vital forzada (FVC) y de  $FEV_1/FVC$  permite clasificar cualitativamente los trastornos pulmonares en 3 patrones diferentes: obstructivos, restrictivos y mixtos.

● Es fundamental, además de los datos cuantitativos de la espirometría y su porcentaje con valores de referencia, el análisis de las curvas flujo/volumen y volumen/tiempo para valorar correctamente una espirometría.

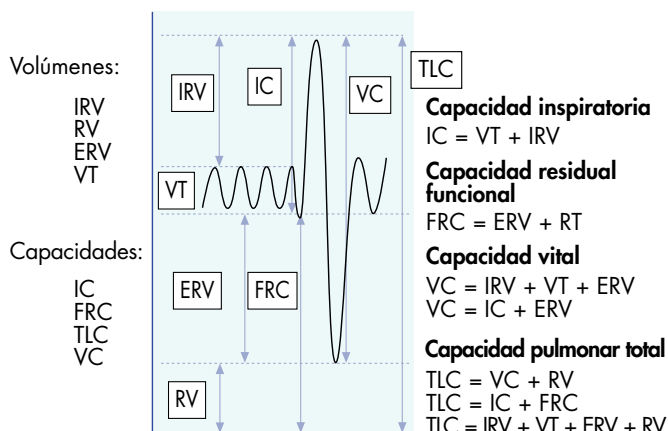
## CONCEPTOS

A la hora de interpretar una espirometría es importante recordar los distintos volúmenes y capacidades que existen o pueden existir en los pulmones. Para ello nos basaremos en un espirograma normal (fig. 1 y tablas 1 y 2).

La espirometría es la técnica que 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.

Aunque con la espirometría podemos determinar volúmenes estáticos y capacidades pulmonares, como la FVC, fundamentalmente determinaremos volúmenes dinámicos, como el volumen espiratorio forzado en el primer segundo ( $FEV_1$ ), el flujo espiratorio máximo, el flujo espiratorio forzado entre el 25 y el 75% de la FVC ( $FEF_{25-75}$ ), etc. Los volúmenes estáticos, como la capacidad residual funcional, no se miden con la espirometría, sino con otras técnicas como la pletismografía o la técnica de dilución de helio.

Hablamos de *espirometría simple* cuando se utiliza todo el tiempo necesario para realizar esta maniobra, es decir, cuando realizamos una respiración lenta no dependiente del tiempo. Pro-



**Figura 1.** Durante la realización de la espirometría simple, en la pantalla del ordenador conectado al neumotacógrafo observamos los diversos volúmenes y capacidades de la fisiología pulmonar. Véanse abreviaturas en tabla 1.



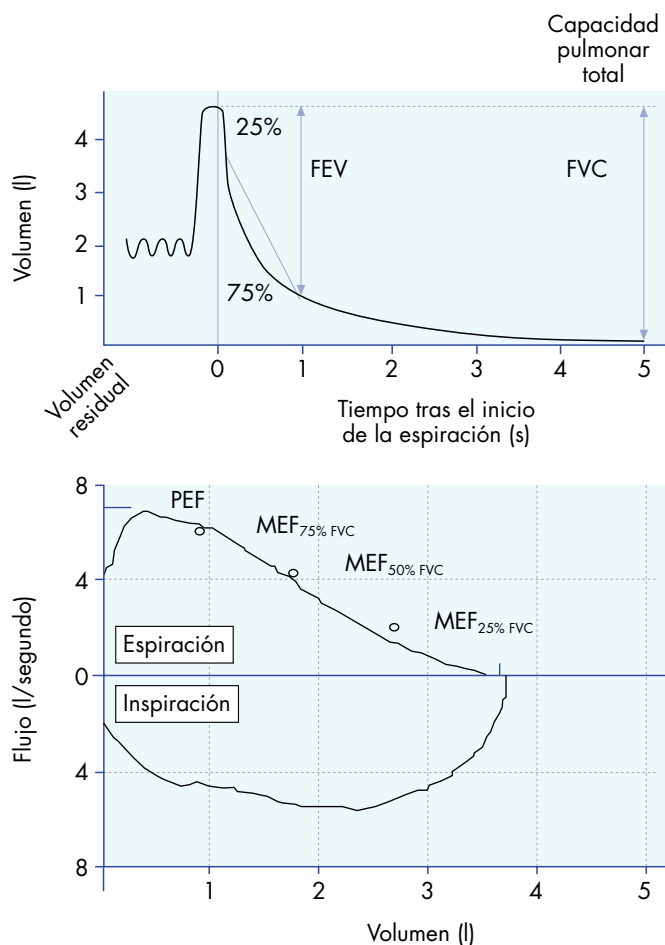
**Información al paciente**  
en [www.apcontinuada.com](http://www.apcontinuada.com)

**Tabla 1.** Definición y abreviaturas de los diferentes parámetros espirométricos. Volúmenes pulmonares estáticos

Siglas	Concepto	Descripción
VC	Capacidad vital	Volumen máximo espirado lentamente después de una inspiración máxima y hasta una espiración máxima
IVC	Capacidad vital inspiratoria	Volumen máximo inhalado desde el punto de máxima exhalación hasta la máxima inspiración, medido durante una maniobra de inhalación lenta
EVC	Capacidad vital espiratoria	Volumen máximo exhalado desde el punto de máxima inspiración hasta la máxima espiración y medido durante una maniobra de exhalación lenta
FVC	Capacidad vital forzada	Volumen máximo espirado en el menor tiempo posible después de una inspiración máxima hasta una espiración máxima
IC	Capacidad inspiratoria	Volumen máximo inspirado desde la capacidad residual funcional $IC = VT + IRV$
ERV	Volumen de reserva espiratorio	Volumen máximo que se puede espirar a partir de una espiración normal
IRV	Volumen de reserva inspiratorio	Volumen máximo que puede ser inspirado a partir de una inspiración normal
VT	Volumen corriente	Volumen inspirado o espirado en una respiración normal (ciclo respiratorio normal)
FRC	Capacidad residual funcional	Volumen contenido en los pulmones al final de una espiración normal $FRC = RV + ERV$
RV	Volumen residual	Volumen contenido en los pulmones después de una espiración forzada $RV = FRC - ERV$ , o $RV = TLC - IVC$
TLC	Capacidad pulmonar total	Volumen de gas contenido en los pulmones después de una inspiración máxima $TLC = FRC + IC$
TGV	Volumen de gas torácico	Volumen de gas contenido en el tórax en cualquier momento del ciclo respiratorio Normalmente se especifica a nivel de FRC

**Tabla 2.** Definición y abreviaturas de los diferentes parámetros espirométricos. Volúmenes pulmonares dinámicos y flujos forzados

Siglas	Concepto	Descripción
FEV <sub>1</sub>	Volumen espiratorio forzado en el primer segundo	Volumen máximo espirado durante el primer segundo después de su comienzo en el curso de una espiración forzada iniciada a la capacidad pulmonar total
FEV <sub>1</sub> /FVC o FEV <sub>1</sub> %	Relación FEV <sub>1</sub> /capacidad vital forzada (%)	Relaciona el FEV <sub>1</sub> con la FVC. La relación con la capacidad vital no forzada se conoce como índice de Tiffeneau
FEF <sub>25-75%</sub>	Flujo espiratorio forzado entre el 25 y el 75% de la FVC	Flujo medio alcanzado en el tramo de curva comprendido entre el 25 y el 75% de la FVC
MMEF	Flujo máximo mesoespiratorio	Igual que el FEF <sub>25-75%</sub>
MEF <sub>25% FVC</sub>	Máximo flujo espiratorio al 25% de la FVC	Flujo alcanzado cuando se lleva espirado el 25% de la FVC
MEF <sub>50% FVC</sub>	Máximo flujo espiratorio al 50% de la FVC	Flujo alcanzado cuando se lleva espirado el 50% de la FVC (queda en el pulmón el 50%)
MEF <sub>75% FVC</sub>	Máximo flujo espiratorio al 75% de la FVC	Flujo alcanzado cuando se lleva espirado el 75% de la FVC
FEF o PEF	Ápice de flujo espiratorio (flujo máximo espiratorio)	Pico máximo de flujo obtenido en el curso de una FVC
FIVC	Capacidad vital forzada inspiratoria	Volumen máximo de aire que puede ser inspirado durante una inspiración forzada desde la máxima espiración
PIF	Pico o ápice de flujo inspiratorio	Flujo inspiratorio máximo durante la maniobra de FIVC



**Figura 2.** Tras la realización de la espirometría, se imprimen los resultados en valores reales y los teóricos con respecto a unos valores preestablecidos. Se obtiene además una curva volumen/tiempo (a la izquierda), que permite intuir el valor del  $FEV_1$ , la FVC y el  $FEF_{25-75\%}$ . La curva flujo/volumen nos permite calcular los mesoflujos. Véanse abreviaturas en tabla 2.

porciona datos directos de algunas capacidades y volúmenes estáticos. Básicamente permite la medición de la capacidad vital y sus subdivisiones mediante el empleo de un espirómetro (fig. 1). Cuando dicha maniobra se hace en el menor tiempo posible (en niños, generalmente, en 3 s) se habla de *espirometría forzada*, y es la que habitualmente se realiza en clínica y a la cual nos vamos a referir. Consiste en realizar una espiración con el mayor esfuerzo y rapidez desde la posición de máxima inspiración o de TLC hasta llegar al volumen residual. 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 (fig. 2). Es la prueba funcional más frecuentemente realizada en pacientes con enfermedades respiratorias, y el  $FEV_1$  es el parámetro del que se extraen más datos demográficos y epidemiológicos.

## APARATOS

Para medir la capacidad de aire de los pulmones, así como la velocidad con que éste es expulsado, existen fundamentalmente 2 tipos de aparatos: el espirómetro de volumen (con sistema de fuelle, campana o pistón), que almacena y mide el volumen de

aire expulsado, y el de flujo o neumotacógrafo, que mide los flujos instantáneos sin almacenar volúmenes.

Los neumotacógrafos pueden producir indistintamente curvas flujo/volumen, flujo/tiempo, volumen/tiempo e imprimirlas o registrarlas 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. Las condiciones técnicas mínimas que deben reunir los neumotacógrafos han sido ampliamente recogidas por publicaciones técnicas y a ellas remitimos al lector que esté interesado<sup>1-4</sup>.

## CONDICIONES DE REALIZACIÓN

Tanto con los espirómetros como con los neumotacógrafos se puede realizar la maniobra de espirometría forzada, que es la más utilizada. Además son necesarios un tallímetro, una báscula, un termómetro para medir la temperatura ambiente, un barómetro de mercurio y mobiliario accesorio adecuado.

Es necesario un conjunto mínimo de base de datos para poder comparar las espirometrías sucesivas, así como la identificación del niño, indicar la fecha y hora de realización, la edad, talla, peso, etc. Se anotarán las posibles incidencias durante la espirometría (accesos de tos, falta de colaboración, etc.).

Obtener una espirometría adecuada requiere la cooperación y coordinación del niño, que debe tener más de 5-6 años<sup>5-7</sup>.

Existen diversas normativas y recomendaciones que debemos tener en cuenta<sup>1-3,8-10</sup> y, aunque es una técnica sencilla, exige una serie de condiciones mínimas de realización. Los criterios para considerar una espirometría aceptable en niños quedan recogidos en la tabla 3<sup>4,11-13</sup>.

## PARÁMETROS A ANALIZAR EN UNA ESPIROMETRÍA FORZADA

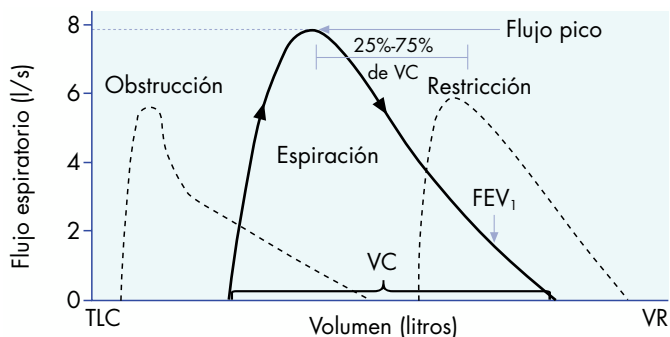
Los parámetros que aportan mayor información se extraen de 2 curvas básicas<sup>14,15</sup> que nos da el aparato: la curva volumen/tiempo y la curva flujo/volumen (fig. 2). Actualmente los equipos de espirometría pueden obtener indistintamente uno u otro trazado. Dentro de esas curvas podemos obtener los parámetros más importantes de esta prueba, que quedan recogidos en la tabla 1 según normativa de la European Respiratory Society<sup>16</sup>.

### Parámetros a analizar según las curvas

#### Curva volumen/tiempo (fig. 2).

El registro de la curva debe mostrar el tiempo en abscisas y el volumen en ordenadas. Permite estudiar la FVC, el  $FEV_1$ , la relación  $FEV_1/FVC$  y el  $FEF_{25-75\%}$ . El primer tramo de la curva es dependiente del esfuerzo del niño. El resto de la curva no puede modificarla el paciente<sup>6</sup>.

**FVC.** Es el máximo aire que puede ser espirado de forma forzada tras una inspiración máxima, es decir, partiendo de la TLC. Es un indicador de capacidad pulmonar y en los individuos normales sus valores son similares a los de la capacidad vital. Está disminuida fundamentalmente en enfermedades restrictivas y en los casos moderados o graves de enfermedad obstructiva.



**Figura 3.** La curva flujo/volumen presenta una morfología normal, que debe compararse con la realizada por el niño, para observar si existen artefactos, como la tos, que impidan valorar correctamente la espirometría. Además, según su morfología, podemos clasificar la posible enfermedad en obstructiva o restrictiva. (Esta figura sólo representa el asa espiratoria de la curva.) FEV<sub>1</sub>: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; VC: capacidad vital; TLC: capacidad pulmonar total; RV: volumen residual.

**FEV<sub>1</sub> (o VEMS).** Es un parámetro de flujo y se define como el volumen espirado en el primer segundo de la FVC. Mide el flujo de la vía aérea central y se considera el patrón de referencia de la espirometría, debido a que tiene una excelente reproducibilidad y especificidad, y por guardar una relación lineal e inversa con la gravedad de la obstrucción bronquial. Es dependiente del esfuerzo. Está disminuido en las enfermedades obstructivas y, en menor cuantía, en las restrictivas.

**Cociente FEV<sub>1</sub>/FVC.** Relaciona el FEV<sub>1</sub> con la FVC. Su valor normal es del 80% y es el indicador espirométrico más sensible de obstrucción bronquial al flujo aéreo<sup>5,6</sup>, aunque en los casos graves la disminución de ambos parámetros es similar y el cociente es normal. Estará disminuido en las enfermedades obstructivas y se-

**Tabla 3.** Criterios para considerar una espirometría aceptable en niños<sup>6,11,13</sup>

Realización de una inspiración profunda (hasta llegar a la capacidad pulmonar total)

Mantener una espiración al menos de 2 a 3 s (la mayoría de los autores considera ideal llegar a 6 s, aunque esto no es habitual en los niños)

Realizar una espiración máxima, hasta el vaciamiento pulmonar total (es decir, hasta llegar al volumen residual)

Obtener una curva de morfología apropiada y libre de artefactos como la tos, final prematuro, inicio retrasado, etc. Es decir, los trazados deben ser continuos y no contener artefactos

Deben realizarse un mínimo de 3 y un máximo de 8 maniobras correctas, con una diferencia entre FVC y FEV<sub>1</sub> inferior al 5% o 100 ml; los valores de las variables se seleccionarán de entre los mejores valores de FVC y FEV<sub>1</sub> obtenidos

Colaboración adecuada, a juicio de quien realice la prueba

FVC: capacidad vital forzada; FEV<sub>1</sub>: volumen espiratorio forzado en el primer segundo.

rá normal o estará aumentado en las enfermedades restrictivas, ya que en éstas la FVC será menor. Tiene una buena sensibilidad y especificidad para detectar obstrucción bronquial.

**Índice de Tiffeneau.** Es la relación FEV<sub>1</sub>/capacidad vital. Su valor normal es del 70-75%. No se debe confundir con la relación FEV<sub>1</sub>/FVC, ya que en algunas circunstancias la FVC es algo menos que la capacidad vital, debido al colapso dinámico de la vía aérea<sup>5</sup>.

**FEF<sub>25-75</sub>.** Se mide en la parte central de la curva y no considera el 25% inicial de ésta, que es dependiente del esfuerzo. Es un parámetro muy sensible de obstrucción de vías aéreas finas<sup>6</sup>. Tiene una gran sensibilidad para captar la obstrucción bronquial en fases muy tempranas, pero no tiene tan buena especificidad como el FEV<sub>1</sub>.

### Curva flujo/volumen (fig. 2)

Es la representación gráfica de la relación entre flujos máximos y volúmenes dinámicos. El trazado de la curva nos permitirá valorar la espiración, sobre todo en la zona no dependiente del esfuerzo. Tiene un punto máximo al iniciar la espiración –pico espiratorio de flujo o ápice de flujo espiratorio (PEF)– y va disminuyendo progresivamente hasta llegar al volumen residual. La curva suele ser convexa, mientras que tiende a la concavidad en las enfermedades obstructivas.

Los espirómetros actuales incorporan también un “inspirómetro”, que representa una curva no sólo del aire espirado, sino también del aire inspirado. De esta forma se obtiene una curva o bucle flujo/volumen<sup>4,5</sup>. La rama inspiratoria se genera tras una inspiración forzada desde el volumen residual hasta la TLC. El primer 30% de la rama espiratoria del asa flujo/volumen es dependiente del esfuerzo, y el resto es dependiente de la compresión dinámica de las vías aéreas y, por lo tanto, no guarda relación con el esfuerzo<sup>5,6</sup>. Con esta curva podemos estudiar:

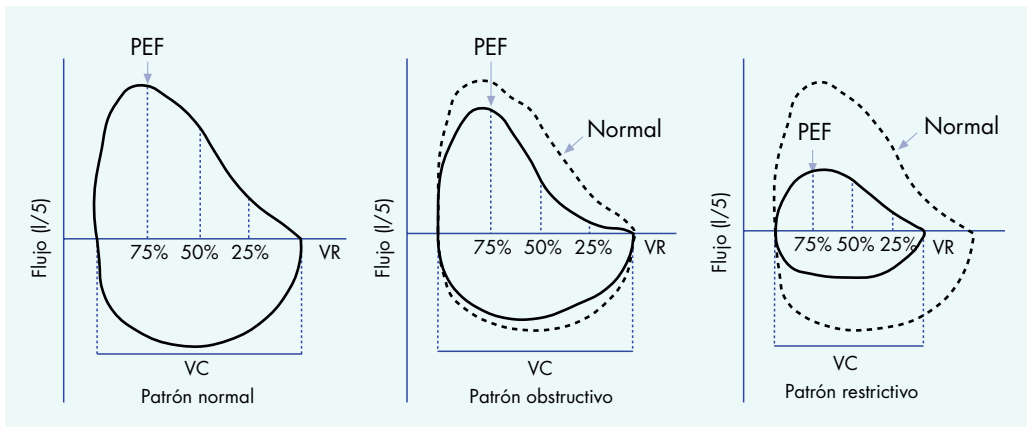
– **El PEF.** Representa el máximo flujo que una persona puede espirar en el curso de una espiración forzada. Está muy influido por el esfuerzo muscular y se considera, por tanto, dependiente de la colaboración del niño. Puede estar disminuido en enfermedades obstructivas.

– **FEF<sub>50</sub> y FEF<sub>25</sub> (MEF<sub>50</sub> MEF<sub>25</sub>).** Flujo espiratorio forzado al 50% y al 25% de la FVC, respectivamente. Son parámetros no dependientes del esfuerzo y estarán disminuidos en las enfermedades obstructivas, sobre todo cuando se afectan las vías aéreas finas.

## INTERPRETACIÓN

La valoración de la espirometría se puede realizar comparando sus resultados con los valores teóricos de referencia (para la edad, el sexo y la talla del niño), observando la morfología de la curva y considerando los cambios de los valores a lo largo del tiempo de seguimiento de la enfermedad. Existen diversos trabajos sobre los valores teóricos o de referencia en niños españoles<sup>17-20</sup>, europeos<sup>21</sup> y americanos<sup>22</sup>. Se consideran valores espirométricos normales cuando:

– Son iguales o superiores al 80% del valor teórico del FEV<sub>1</sub>, FVC y FEM.



**Figura 4.** Curva flujo/volumen con el asa espiratoria (superior) y el asa inspiratoria (inferior). A partir del análisis de la morfología de éstas podemos clasificar el tipo de enfermedad en obstructiva o restrictiva. PEF: pico máximo de flujo; VC: capacidad vital.

- Son iguales o superiores al 75% del valor teórico del  $FEV_1/FVC$ .
- Son iguales o superiores al 65% del valor teórico del  $FEF_{25-75}$ .

Según el valor del  $FEV_1$ , podemos cuantificar el grado de afectación funcional en leve, moderada o grave (tabla 4). Además, según diversos valores obtenidos de la espirometría, podemos clasificar el tipo de alteración ventilatoria en obstructiva, restrictiva o mixta (tabla 4).

La clasificación de la alteración funcional depende de la TLC y de la relación entre sus componentes. Así, la capacidad vital está disminuida tanto en procesos obstructivos como restrictivos, por lo que será el volumen residual el parámetro diferenciador de ambos procesos. El volumen residual se incrementa en las enfermedades obstructivas, lo que da lugar a un incremento del cociente volumen residual/TLC. Debido a que el ritmo de flujo se ve enlentecido, el  $FEV_1$  está disminuido, lo que se traduce en una disminución del cociente  $FEV_1/FVC$ .

En las enfermedades restrictivas la FVC, el volumen residual y la TLC están disminuidos, pero la relación  $FEV_1/FVC$  no se modifica. Por todo ello, la relación  $FEV_1/FVC$  habitualmente nos permite establecer la clasificación de una enfermedad pulmonar sin necesidad de medir volúmenes.

Podemos distinguir los siguientes tipos de alteraciones en la espirometría forzada:

1. Alteraciones ventilatorias de tipo obstructivo. Se caracterizan por una obstrucción de las vías aéreas desde la tráquea a los bronquiolos. Son aquellos procesos limitantes del flujo durante la espiración, lo que dará lugar a una disminución del flujo espiratorio (asma). Se traduce en una disminución marcada del  $FEV_1$  (del FEF y de los flujos mesoespiratorios) y de la relación  $FEV_1/FVC$  menor del 75 al 80%, mientras que la FVC se mantiene normal o ligeramente disminuida.

En una fase muy inicial el  $FEV_1$  puede ser normal, y estar sólo afectados el  $FEF_{25-75}$  y el  $FEF_{50}$ , lo que reflejaría la obstrucción de la vía aérea fina, como sucede en niños con asma leve.

La curva flujo/volumen presenta una concavidad superior, y la curva volumen/tiempo, una elevación progresiva.

2. Alteraciones ventilatorias de tipo no obstructivo (restrictiva). Se produce por una disminución del tamaño del pulmón, por alteraciones en la caja torácica o por alteraciones neuromusculares. Cursa con una disminución del volumen pulmonar y se manifiesta por una disminución marcada del FVC, mientras que permanece normal o está aumentada la relación  $FEV_1/FVC$  mayor del 75-80% (este parámetro sirve para diferenciar el patrón obstructivo del restrictivo). La forma de la curva es generalmente normal, pero más pequeña que la teórica tanto en la curva flujo/volumen como en la de volumen/tiempo.

3. Alteraciones ventilatorias de tipo mixto. Algunos procesos pueden cursar con ambos tipos de alteraciones ventilatorias, y se

**Tabla 4.** Clasificaciones de la intensidad de la alteración espirométrica y patrones obstructivos, restrictivos y mixtos

	Leve	Moderada	Grave	Muy grave
FVC	65-80%	50-64%	35-49%	< 35%
$FEV_1$	65-80%	50-64%	35-49%	< 35%
Ambos	65-80%	50-64%	35-49%	< 35%
	Patrón obstructivo	Patrón no obstructivo (restrictivo)	Patrón mixto	
FVC	Normal o ligeramente disminuida	Muy disminuida (< 70%)	Disminuida (< 70%)	
$FEV_1$	Disminuido (< 80%)	Disminuido o normal	Disminuido (< 80%)	
$FEV_1/FVC$	Disminuido (< 75-80%)	Normal o aumentado		
$FEF_{25-75}$	Muy disminuido (< 65%)	Disminuido o normal		

precisan técnicas más sofisticadas para completar el estudio funcional (medida de los volúmenes pulmonares estáticos para delimitar el grado de alteración de cada componente).

## INDICACIONES

Las indicaciones para realizar una espirometría en el niño pueden resumirse en las siguientes<sup>4-6,12</sup>:

1. Valoración inicial del niño con enfermedad pulmonar reconocida (sibilancias, tos, disnea, hemoptisis, etc.). Esto permite una correcta clasificación funcional del grado de afectación funcional y servirá de referencia para las posteriores modificaciones que pudieran surgir.
2. Establecer el diagnóstico de asma y cuantificar el grado de afectación pulmonar del niño asmático, para su clasificación. En el momento actual es imprescindible la espirometría para poder realizar el diagnóstico de asma, ya que pondrá de manifiesto la obstrucción bronquial (característica fundamental de la enfermedad) y su reversibilidad (espontánea o tras la administración de broncodilatadores).
3. Seguimiento de la evolución de una enfermedad respiratoria, como el asma y la fibrosis quística, en niños afectados de enfermedades óseas y neuromusculares, deformidades torácicas, etc.
4. Monitorización de la respuesta al tratamiento. En enfermedades obstructivas, como el asma bronquial, la monitorización del FEV<sub>1</sub> permite valorar la respuesta al tratamiento instaurado. En las alteraciones restrictivas la monitorización de la capacidad vital y/o la FVC es útil para controlar la eficacia del tratamiento.
5. Detección de enfermedades respiratorias subclínicas o asintomáticas, como en las enfermedades obstructivas pulmonares, enfermedades intersticiales (es necesario recurrir a técnicas más complejas), etc.
6. Estudios de provocación bronquial (esfuerzo, metacolina) y de broncodilatación (respuesta a los broncodilatadores).
7. Valorar el riesgo de los procedimientos quirúrgicos, especialmente aquellos que pueden representar una pérdida de tejido pulmonar (valoración preoperatoria).
8. Valoración antes y después del pulmonar, por ejemplo, en la fibrosis quística.
9. Descubrir alteraciones funcionales respiratorias en situaciones de riesgo elevado (tabaco, patología laboral, etc.).
10. Detección y localización de estenosis de la vía aérea superior.
11. Estudios epidemiológicos.
12. Evaluación de discapacidades. Programas de rehabilitación.

## CONTRAINDICACIONES

Son relativas y dependen de cada niño y de sus circunstancias. Entre ellas figuran:

1. Falta de colaboración o comprensión en la realización de la prueba.
2. Enfermedades que cursen con dolor torácico intenso (neumotórax) o cardiopatías complejas y/o cianosantes.
3. Hemoptisis reciente.
4. Traqueostomía.

## COMPLICACIONES

1. Accesos de tos.
2. Broncospasmo.
3. Dolor torácico.
4. Aumento de la presión intracraneal.
5. Neumotórax.
6. Síncope.

## BIBLIOGRAFÍA



- Importante ●● Muy importante

### ■ Epidemiología

1. Taussig LM, Chernick V, Word R, Farell P, Mellins RB. Standardización de lung function testing in children. *J Pediatr*. 1980;97:668-76.
2. Quanjer PH, Tammeling GJ, Cotes JE, Pedersen OF, Peslin R, Yernault JC. Lung volumes and forced ventilatory flows: report of Working Party on Standardization of Lung Function Test. *Eur Respir J*. 1993;6 Suppl 16:5-40.
3. American Thorax Society Medical Section of the American Lung Association. Standardization of Spirometry. 1994. Update. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152:1107-36.
4. Casan Clará P. La espirometría forzada: ¿la utilizamos adecuadamente? *An Esp Pediatr*. 1999;123 Supl:45-6.
5. ● Liñán Cortés S, Reverté Bover C, Cobos Barroso N. Exploración funcional respiratoria en el niño colaborador. En: Cobos Barroso N, González Pérez-Yarza, editores. *Tratado de neumología Infantil*. Madrid: Ergon; 2003. p. 151-82.
6. 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.
7. Navarro Merino M, Pérez Pérez G. Diagnóstico en el laboratorio. En: Cobos Barroso N, editor. *Asma. Enfermedad crónica infantil*. Madrid: Doyma; 1998. p. 131-58.
8. Sanchis J, Casan P, Castillo J, González N, Palenciano L, Roca J. Normativa para la espirometría forzada. Recomendaciones SEPAR. *Arch Bronconeumol*. 1989;25:132-42.
9. ● American Thoracic Society/European Respiratory Society. *Respiratory mechanics in infants: physiologic evaluation in health and disease*. *Am Rev Respir Dis*. 1993;147:474-96.
10. González Manglado N. Control de calidad en el laboratorio de exploración funcional respiratoria. En: Caminero Luna JA, Fernández Fau L, editores. *Actualizaciones SEPAR 1*. Barcelona: Proas; 1995. p. 163-72.
11. 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.
12. Pérez Frías J, Pérez Ruiz E, Vargas-Machuca MJ, Martínez Valverde A. Espirometría. En: *I Curso sobre función pulmonar en el niño (principios y aplicaciones)*. Madrid: Ergon; 1997. p. 23-9.
13. Batles Garrido J. Estudio de la función pulmonar en niños asmáticos. *An Esp Pediatr*. 2000;53 Supl 1:19-27.
14. Navarro M, Pérez G, Valdivia C. Exploración del aparato respiratorio en pediatría. *Pediatría Integral*. 1996;2:85-102.
15. González Valencia JP. Metodología diagnóstica en neumología pediátrica: radiología, broncoscopia, exploración funcional y gammagrafía pulmonar. *Pediatría Integral*. 2004;8:29-36.
16. ● Quanjer PH, Tammeling GJ, Cotes JE, Fabbri LM, Matiz H, Pedersen OF, et al. Symbols, abbreviations and units. Working party standardization of lung function test European Community for Steel and Coal. *Eur Respir J*. 1993;6 Suppl 16:85-100.
17. Cobos N, Liñán S. Estudio de la función pulmonar: valores de referencia en niños españoles de 5 a 15 años. *Sandoz SAE*; 1984. p. 97-106.
18. Sanz Ortega J, Martorell Aragones A, Álvarez Angel A, Bermúdez Edo JD, Carrasco Moreno JJ, Sainz Rodríguez R, et al. Estandarización de la espirometría forzada. Análisis de la función pulmonar basal (PEF, FEF25-75, FEF50) en una población infantil de referencia. *An Esp Pediatr*. 1990;32:499-506.
19. Sanz Ortega J, Martorell Aragones A, Álvarez Angel A, Bermúdez Edo JD, Carrasco Moreno JJ, Sainz Rodríguez R, et al. Estudio de la función pulmonar basal (FVC, FEV<sub>1</sub>) en una población infantil de referencia. *An Esp Pediatr*. 1990;32:507-12.
20. Morato Rodríguez MD, González Pérez-Yarza E, Empanaza Knörr JL, Pérez Legorburu A, Aguirre Conde A, Delgado Rubio A. Valores espirométricos en niños sanos de un área urbana de la Comunidad Autónoma Vasca. *An Esp Pediatr*. 1999;51:17-21.
21. Quanjer PH, Borsboom GJJM, Brunekreef B, Zach M, Forché G, Cotes JE, et al. Spirometric reference values for white European children and adolescents: Polgar revisited. *Pediatr Pulmonol*. 1995;19:135-42.
22. Wang X, Dockery DW, Wypij D, Fay ME, Ferris BG. Pulmonary function between 6 and 18 years of age. *Pediatr Pulmonol*. 1993;15:75-88.