

Exploración funcional I. Espirometría. Test de broncodilatación y de constricción

G. García de Vinuesa Broncano

Podemos definir la espirometría como el análisis de los volúmenes pulmonares y flujos aéreos bajo circunstancias controladas. Constituye una técnica básica e imprescindible para la valoración del enfermo respiratorio desde el punto de vista funcional.

Existen dos tipos de espirometría: espirometría simple y espirometría forzada. La espirometría simple es aquella que se realiza haciendo que el paciente, tras una inspiración forzada, expulse todo el volumen de aire posible sin límite de tiempo. La espirometría forzada es aquella en que se pide al paciente que expulse todo el aire contenido en los pulmones en el menor tiempo posible. Hoy día la espirometría forzada es la que tiene más importancia desde el punto de vista clínico y de ella nos ocuparemos en adelante. La espirometría simple (no objeto de este capítulo), actualmente sólo vale para algunos aspectos concretos que pueden complementar los datos funcionales obtenidos mediante la espirometría forzada¹⁻³.

Se han utilizado para la espirometría dos tipos de aparatos: espirómetro y neumotacógrafo. El espirómetro es un instrumento capaz de medir volúmenes pulmonares. El neumotacógrafo es un instrumento capaz de medir flujos aéreos. Hoy día los aparatos utilizados en la práctica integran ambos.

TÉCNICA

Se obtiene pidiendo al paciente que realice una espiración lo más intensa, rápida y prolongada posible, tras una inspiración forzada. Una vez realizada esta operación podemos obtener una gráfica de volumen/tiempo. (Fig. 1) y una gráfica de flujos/volumen (Fig. 2) que nos van a ofrecer los parámetros espirométricos.

Es importante antes de continuar, recordar una característica fundamental de estas gráficas obtenidas: salvo en su primera porción, la morfología es independiente de la voluntad del paciente, aunque varíe el esfuerzo que realice. Esto ocurrirá a partir del momento en que se igualen las presiones dentro y fuera de la vía aérea, al producirse un colapso de la vía aérea que lleva a una limitación dinámica al flujo aéreo. Este dato es de una gran importancia desde el punto de vista práctico.

REQUISITOS MÍNIMOS

Para que una espirometría tenga validez debe cumplir una serie de requisitos desde el punto de vista técnico y de su realización¹⁻³.

- Desde el punto de vista técnico deben utilizarse equipos que cumplan las normas de estandarización establecidas por los organismos científicos (SEPAR, ATS). Habitualmente los cumplen.

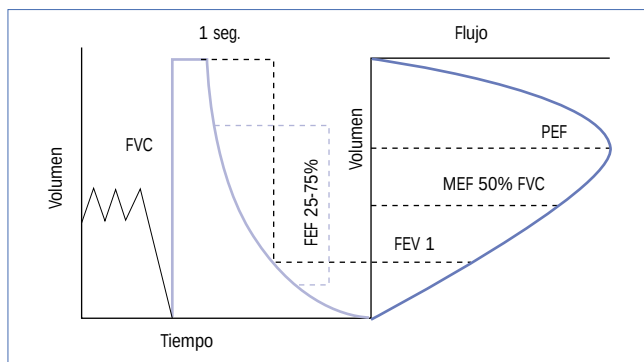


Figura 1. Relación de las gráficas

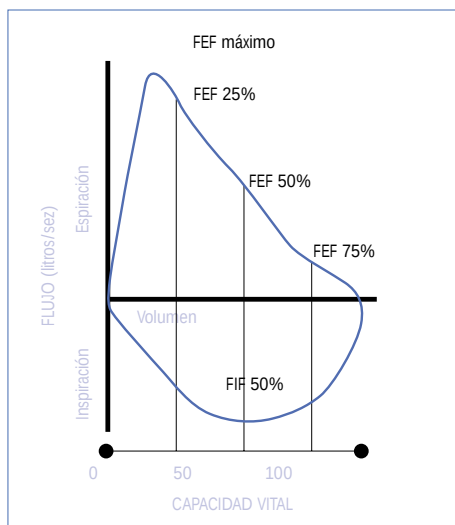


Figura 2. Curva flujo-volumen.

- La maniobra de la realización debe cumplir los siguientes requisitos:
 - Comienzo brusco y expulsión continuada hasta alcanzar un flujo cero (menor de 25 ml/seg) incentivando para que el esfuerzo sea máximo. Si no se consiguiera se efectuará la medida del FEV1 y FEF 25-75 extrapolación retrógrada de la curva de volumen/tiempo. El volumen extrapolado no deberá exceder del 5% de la FVC o 150 ml para ser considerado válido.
 - El tiempo de espiración a de ser de 6 segundos como mínimo.
 - No debe producirse amputación al final de la espiración

- La calidad de la realización debe ser constatada mediante el análisis gráfico la espirometría; es imprescindible para detectar fallos en la realización y saber si la maniobra ha sido correcta.
- Son precisas al menos dos maniobras cuya variabilidad del FVC y FEV1 sea menor del 5% o 200 ml.

Hasta no cumplir estos requisitos no debemos realizar la interpretación de la prueba.

PARÁMETROS (Tabla I)

- Capacidad vital forzada (Forced Vital Capacity) (FVC): volumen de aire expulsado mediante una espiración forzada
- Volumen espiratorio máximo espirado en el primer segundo (Forced Expiratory Volume) (FEV1): volumen de aire expulsado en el primer segundo de la espiración forzada.
- Relación FEV1/FVC: relación porcentual entre FEV1 y FVC. No debe ser confundido con el índice de Tiffeneau (relación FEV1/VC), dado que en circunstancias patológicas la FVC puede ser inferior a la VC debido al colapso dinámico de la vía aérea.
- Flujo espiratorio máximo entre el 25% y el 75% de la FVC (Forced Expiratory Flow 25-75) (FEF 25-75%): relación entre el volumen expulsado entre el 25% y 75% de la FVC y el tiempo que se ha tardado en expulsarlo.
- Flujo espiratorio máximo o flujo pico (Peak Expiratory Flow) (PEF): máximo flujo conseguido durante la espiración forzada.

Tabla I. Parámetros espirométricos.			
Parámetro	Indica	Modo de expresión	
FVC	Volumen	L ó ml	% del valor de referencia
FEV1	Flujo	L ó ml/seg	% del valor de referencia
FEV1/FVC	Valor absoluto	% simple	
PEF	Flujo	L ó ml/seg	% del valor de referencia
FEV 25-75%	Flujo	L ó ml/seg	% del valor de referencia

EXPRESION DE LOS RESULTADOS

Los resultados de la espirometría deben expresarse en forma numérica y gráfica. Para la expresión numérica suelen utilizarse tres columnas: en la primera se anotan los valores de referencia para cada variable, en la segunda, los valores obtenidos en el paciente, y en la tercera, el porcentaje de los valores medidos con relación a los de referencia⁴. Para la representación gráfica es mejor el trazado de flujo/volumen, con el bucle completo

No existe un valor único para los diferentes parámetros de la espirometría. A partir de estudios epidemiológicos se han hecho ecuaciones de predicción para los diferentes parámetros espirométricos a través de las cuales obtenemos los valores de referencia que varían en razón de sexo, edad, talla, raza y peso del paciente.

Los valores de la espirometría se pueden expresar como valor absoluto o en porcentaje sobre el valor teórico de referencia. Se consideraran patológicos cuando se encuentren por debajo de los valores que se establecen como normales. Estos valores son diferentes para los diferentes parámetros estudiados. Para FVC y FEV1 el 80%; para FEV1/FVC entre el 70 y el 85% y para el FEFE 25-75 el 60%.

Es importante recordar que, aunque para el diagnóstico es importante el porcentaje sobre el valor de referencia, para el seguimiento y evolución de los pacientes enfermos son importantes los valores absolutos y su variación.

INTERPRETACION CLÍNICA

El análisis de la espirometría nos permite establecer la existencia o no de una alteración ventila-

toria significativa (Fig. 3) y, caso de existir, clasificarlas en tres tipos: obstructiva, restrictiva y mixta⁵⁻⁷.

ALTERACIÓN VENTILATORIA
OBSTRUCTIVA

Se produce en las enfermedades que cursan con limitación al flujo aéreo, bien causada por aumento de la resistencia de las vías aéreas, como es el caso de la EPOC o del asma, o por disminución de la retracción elástica del pulmón, como ocurre en el enfisema, o por la combinación de ambas causas.

La gráfica espirométrica de estos pacientes adquiere una forma característica con disminución del pico máximo y retardo en la caída.

Se caracteriza por disminución de FEV1, FEV1/FVC (el valor hallado ha de ser menor del 70%) y FEV 25-75%. La FVC se encontrará normal o ligeramente disminuida. Según la intensidad de la alteración se establecen los grados de gravedad de la obstrucción (Tabla II)

ALTERACIÓN VENTILATORIA
RESTRICTIVA

Se produce en las enfermedades que cursan con disminución del volumen pulmonar que puede ser debida a alteraciones del parénquima pulmonar, de la caja torácica o de la musculatura respiratoria y su innervación.

La gráfica espirométrica muestra una disminución global de tamaño con una morfología normal.

Se caracteriza por disminución de la FVC y aumento de la relación FEV1/FVC (ha de ser mayor del 85%). Los flujos pueden estar normales o ligeramente disminuidos.

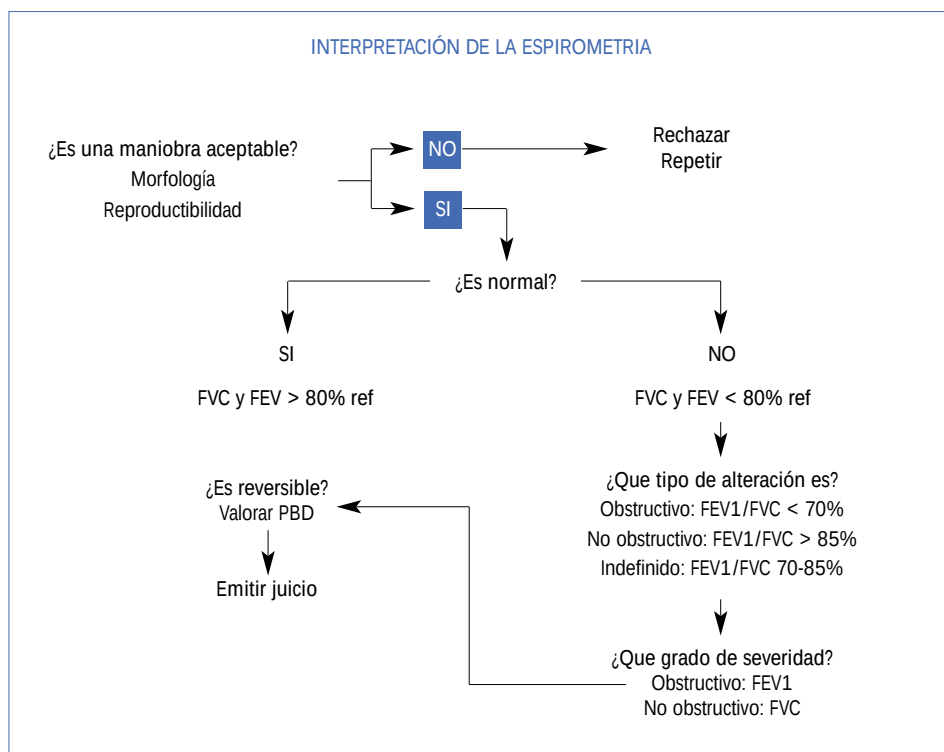


Figura 3. Algoritmo de interpretación

En la alteración restrictiva es donde los volúmenes estáticos aportan datos suplementarios valiosos. Según la intensidad de la alteración se establecen los grados de gravedad de la restricción (Tabla III).

ALTERACIÓN VENTILATORIA MIXTA

Se mezclan características de los dos patrones anteriormente comentados. Para saber con más precisión el grado de alteración de cada componente debemos utilizar los volúmenes pulmonares estáticos.

INDICACIONES

- Detección y evaluación de la disfunción. Rastreo de enfermedades obstructivas crónicas desde sus fases iniciales.
- Evaluar la capacidad respiratoria ante la presencia de síntomas relacionados con la respiración (tos, expectoración, disnea, sibilancias,

etc.) o signos de enfermedad (malformaciones torácicas, radiografía de tórax alterada, etc.). Control evolutivo de la enfermedad. Para ello utilizaremos fundamentalmente valores absolutos

- Monitorización del tratamiento. Las espirometrías seriadas nos van a permitir valorar la eficacia del tratamiento
- Evaluación preoperatorio, fundamental en pacientes con historia de tabaquismo, sintomatología respiratoria o procesos patológicos respiratorios establecidos
- Valoración de capacidad laboral
- Estudio de hiperreactividad bronquial (HRB) presente en muchas enfermedades respiratorias, fundamentalmente asma y EPOC
- Detección estenosis de vías altas (laringe y traquea), tanto por afectación intratorácica como extratorácica.
- Valoración de la afectación respiratoria de enfer-

Tabla II. Patrón obstructivo.	
Parámetros	
FVC	Normal o ligeramente disminuido
FEV 1	Disminuido (<80%)
FEV1 /FVC	< 70%
FEF25-75	Disminuido (<60%)
Grado de alteración	
Ligero	FEV1 65-80% ref
Moderado	FEV1 50-64% ref
Severa	FEV1 35-49% ref
Muy severa	FEV1< 35% ref

Tabla III. Patrón restrictivo.	
Parámetros	
FVC	Disminuido (<80%)
FEV 1	Normal o ligeramente disminuido
FEV1 /FVC	> 85%
FEF25-75	Normal o disminuido
Grado de alteración	
Ligero	TLC 70-80% referencia
Moderado	TLC 60-70% referencia
Severo	TLC < 60% referencia

medades de otros órganos o sistemas.

CONTRAINDICACIONES

- Imposibilidad de realización de maniobra correcta (niños, ancianos, estado físico o mental deteriorado, falta de colaboración).
- TBC pulmonar activa.
- Angor reciente.
- Neumotórax reciente.
- Desprendimiento de retina o cirugía de cataratas reciente.
- Como impedimentos relativos se cuentan la traqueostomía, en particular la que está mal cuidada, con exceso de secreciones, los problemas bucales, las hemiparesias faciales, y el caso raro en que la introducción de la boquilla provoca náuseas e intolerancia en el paciente.

COMPLICACIONES

- Broncoespasmo y accesos de tos
- Dolor torácico.
- Aumento de presión intracraneal.
- Neumotórax.
- Síncope.

TEST DE BRONCODILATACIÓN⁵⁻⁷

Cuando hablamos de test de broncodilatación y test de broncoconstricción hablamos de hiperreactividad bronquial (HRB). Entendemos por hipe-

reactividad bronquial a la hiperrespuesta ante múltiples estímulos (debida a una disminución de umbral de respuesta del músculo liso bronquial ante dichos estímulos). Esa hiperrespuesta se expresa clínicamente como broncoespasmo.

PRUEBA BRONCODILATADORA

Consiste en la realización de una segunda espirometría 15 minutos después de la inhalación de un broncodilatador betaadrenérgico de acción rápida a dosis terapéuticas. La técnica es igual a la utilizada en la espirometría basal.

Estará indicada siempre que queramos valorar HRB o respuesta terapéutica a broncodilatadores. Hoy día se aconseja su incorporación rutinaria a la espirometría.

INTERPRETACIÓN

La consideraremos positiva cuando FVC obtenga un aumento mayor de 7% del valor en la espirometría basal FEV1 obtenga un aumento mayor de 11% del valor en la espirometría basal FEF 25-75 obtenga un aumento mayor de 35% del valor en la espirometría basal.

La PBD es un prueba de gran especificidad pero de baja sensibilidad. Así pues es importante considerar que:

- una PBD positiva siempre habla de HRB (que habrá de valorarse a la luz de de la información clínica).
- una PBD negativo no excluye la existencia de

HRB (así mismo debe ser valorada con la clínica, pudiendo precisar otras pruebas de HRB inespecífica)

TEST DE PROVOCACIÓN⁸

Este test está indicado para el estudio de la HRB en paciente con clínica sugerente que presentan espirometría normal y PBD negativa. Pretende provocar un broncoespasmo controlado y detectable mediante la inhalación de diferentes sustancias o la realización de determinadas maniobras que tienen como consecuencia una acción broncoconstrictora conocida.

CLASIFICACIÓN

Según si el test investiga o no el agente etiológico específico que produce la HRB los test de provocación se clasifican en específicos e inespecíficos.

Los test específicos utilizan como estímulo el agente probablemente responsable de la etiología de la HRB (Alergeno). Proporciona una información de tipo cualitativo y entraña en riesgo en su hipersensibilidad inmediata o retardada, por lo que debe realizarse en adecuado ambiente intrahospitalario con las debidas precauciones.

Los test inespecíficos utilizan como estímulos sustancias farmacológicas (metacolina, histamina, adenosina, sustancias hiperosmolares) o agentes físicos (esfuerzo, aire frío y seco). La información es sólo cuantitativa, es decir nos dice si existe HRB y, si es así, cuanta existe. La elección de una u otra sustancia va a depender de cada laboratorio, aunque el más extendido es el test de metacolina. En general existe buena correlación entre los diferentes test.

TÉCNICA

Para realizar este test se realiza una espirometría basal; posteriormente se administra la sustancia, o se realiza la maniobra, y se hace una nueva espirometría comparando los resultados.

Los parámetros habitualmente utilizados son el FEV1, muy reproducible y poco sensible o la conductancia específica (SGaw), muy sensible y poco reproducible, aunque se han utilizado otros

como el V50 o FEF 25-75% y otros.

El test más extendido es el test de metacolina y a el nos referiremos en adelante.

INTERPRETACIÓN

En este test la respuesta puede establecerse de dos maneras: como dosis de provocación o como curva dosis-respuesta

En el primer caso tendremos en cuenta la dosis de metacolina capaz de producir una broncoconstricción significativa. Esta dosis suele indicarse con las sigla PD (provocation dose) seguida de un número, a modo de índice que expresa el valor, en %, de caída de FEV1 establecido como significativo para considerar la prueba positiva.

La aceptada PD20 pondría de manifiesto la cantidad de metacolina necesaria para reducir un 20% el FEV1 desde su valor basal. La dosis empleada suele expresarse como unidades inhalatorias (inhalación de una solución que contenga 1 mgr de agente activo por ml). Cuanto más hiperreactivo es el individuo, más pequeña será la dosis necesaria para alcanzar el PD 20.

Cuando se utiliza el valor de la Sgaw, que es más variable se utiliza como porcentaje el 35%.

En el segundo caso, si analizamos la curva dosis-respuesta, analizaremos la sensibilidad (dosis de provocación) y la reactividad (intensidad y progresión de la respuesta broncoconstrictora una vez que se ha desencadenado.)

Los valores de referencia, dada la variabilidad de la metodología deben establecerse con exactitud en cada laboratorio. Es muy importante tener en cuenta que no existan factores que puedan alterar la HRB al realizar la prueba (betaadrenergicos,,anticolinergicos, infecciones respiratorias, sensibilizantes externos,...)

La interpretación final del test sería la siguiente:

- una respuesta positiva confirma el diagnóstico de HRB. Recordar que se trata de un fenómeno muy inespecífico y plurietiológico (asma, EPOC, bronquiectasias, infecciones respiratorias, tóxicos,...).
- una respuesta negativa indica que la HRB no es causa de los síntomas del paciente.

INDICACIONES

1. Diagnóstico de pacientes con historia clínica indicativa de asma y cuya espirometría muestra valores de referencia o ligeramente obstructivos y test broncodilatador negativo.
2. Evaluación de la eficacia de medidas preventivas y terapéuticas en diversas enfermedades respiratorias que cursan con HRB: asma, EPOC, etc.
4. Estimación de la hiperrespuesta bronquial tras infección respiratoria o inmunización reciente.
5. Estudio del componente de hiperrespuesta bronquial en enfermedades de otros órganos o sistemas
6. Estudio de la hiperrespuesta secundaria al tabaco y otros irritantes (Ozono SO₂, polivinilo, dimetiletanol amina).
7. Estudios epidemiológicos de agentes laborales y polucionantes. Valoración médico-laboral previa al empleo expuesto a TDI (disocianato de tolueno), pino rojo, etcétera.

CONTRAINDICACIONES

Absolutas

- Limitación basal al flujo aéreo severa (FEV₁ < 40% valor referencia).
- Infarto de miocardio reciente (< 3 meses) o angor inestable.
- Accidente cerebrovascular reciente (< 3 meses).
- Enfermedad aneurismática arterial.
- Hipersensibilidad a la histamina o fármacos colinomiméticos (cuando se empleen dichos fármacos).
- Arritmia severa.

Relativas

- Obstrucción de la vía aérea inducida por las maniobras forzadas de la espirometría.
- Moderada limitación al flujo aéreo con FEV₁ < 60% del valor de referencia.
- Asma agudizado.

- Hipertensión arterial no controlada.
- Infección reciente del tracto respiratorio superior (4-6 semanas).
- Embarazo.
- Epilepsia que requiere tratamiento.

COMPLICACIONES

Habitualmente son muy raras, pudiendo aparecer sobre todo por el frío y el esfuerzo: espasmos de glotis y coronario. Es de destacar la ausencia de complicaciones cuando se utilizan fármacos broncoconstrictores. Los mayores descensos en los parámetros espirométricos se observan en niños y en pacientes con clínica previa.

El tratamiento con broncodilatadores de acción rápida es muy eficaz.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sanchis J, Casan P, Castillo J, González N, Palenciano L, Roca J. Normativa para la espirometría forzada. Recomendaciones SEPAR núm. 1. Barcelona: Ediciones Doyma S.A.; 1985. Arch Bronconeumol 1989; 25: 132-142.
2. American Thoracic Society. Standardization of spirometry 1994 update. Am J Respir Crit.Care Med 1995; 152: 1107-1136.
3. Quanjer PhH. Standardization of lung function tests-1993 update. Report working party for the European Community for Steel and Coal. Eur Respir J 1993; 5 Suppl 16.
4. Roca J, Sanchis J, Agustí-Vidal A, et al. Spirometric reference values for a mediterranean population. Bull Eur Physiopathol Respir 1986; 22: 217-224.
5. Snider GL, Kory RC, Lyons HA. Grading of pulmonary function impairment by means of pulmonary function tests. Dis Chest 1967; 52: 270-271.
6. GN. Agustí A.Función pulmonar aplicada. Editorial Mosby/Doyma, S.A. Barcelona 1995:16-42
7. Procedimientos de evaluación de la función pulmonar SEPAR 2002. Luzán 5, S.A. de Ediciones
8. A Valencia Rodríguez, P Casan Clarà, M Perpiñá Tordera y MD Sebastián Gil.Recomendaciones SEPAR para las pruebas de provocación bronquial inespecífica. Arch Bronconeumol 1998; 34: 36-44.