

Las 4 reglas de la espirometría

Gabriel Romero de Ávila Cabezón, Jaime González Rey, César Rodríguez Estévez, Rosario Timiraos Carrasco, M^a Angélica Molina Blanco, M^a Isabel Galego Riádigos, Rosa García Palenzuela, Graciela González Belmonte, Rocío Pérez Amor

Cad Aten Primaria
Año 2013
Volume 20
Pág. 7

Médicos de Familia

Grupo de Trabajo de Enfermedades Respiratorias da Agamfec (Asociación Galega de Medicina Familiar e Comunitaria)

ÍNDICE

1. Introducción
2. Definición
3. Indicaciones
4. Contraindicaciones
5. Complicaciones posibles en la realización de una espirometría
6. Algunas nociones sobre la mecánica respiratoria
7. Qué precisamos para realizar una espirometría
8. Características exigibles a los distintos espirómetros
9. Calibración del espirómetro
10. Consideraciones previas
11. Técnica de realización
12. Representación
13. Cómo interpretar una espirometría
14. Criterios de una espirometría correcta
15. Validez o aceptabilidad de las curvas
16. Reproducibilidad de las curvas
17. Valores numéricos de la espirometría
18. Patrones espirométricos
19. Niveles de gravedad
20. Prueba broncodilatadora
21. Algoritmo para la interpretación de espirometrías
22. Conclusiones de la prueba
23. Variantes de la normalidad
24. Relación entre pronóstico, espirometría, síntomas y pruebas de imagen
25. Otras pruebas secundarias a la espirometría
26. Aplicación de la espirometría al estudio de la obstrucción de la vía aérea superior
27. La espirometría en el niño
28. Algunos mitos sobre la espirometría
29. Bibliografía

1. INTRODUCCIÓN

Desde su invención por parte de John Hutchinson en el año 1844 (publicando sus investigaciones en 1846, en el artículo *"On the capacity of the lungs, and on the respiratory functions, with a view of establishing a precise and easy method of detecting disease by the spirometer"*), y a raíz del desarrollo de aparatos de fácil manejo y cómoda interpretación, la espirometría se ha convertido en pieza básica en el diagnóstico y seguimiento de las patologías respiratorias, así como en la valoración del riesgo preoperatorio de estos pacientes, evaluación de la incapacidad laboral o screening de neumopatías en población de riesgo (fumadores, expuestos a sustancias tóxicas, etc.).

Las enfermedades respiratorias constituyen uno de los motivos más frecuentes de asistencia en las Consultas de Atención Primaria y Atención Hospitalaria, en las que la correcta anamnesis, la exploración física detallada, la radiología de tórax y la espirometría forman los cuatro pilares básicos en la valoración de estos enfermos, sin que

“ La ciencia médica tiende a ser cada día más y más compleja, por lo que la misión de aquéllos que se dedican a la docencia debería ser la de simplificar los conocimientos hasta llegar a lo mínimo posible, a encontrar las 4 reglas básicas por las que se rija todo el universo, y explicarlas”.

*Dr. Alberto Hernández
Hospital Vall d'Hebrón, Barcelona*

ninguna de ellas pueda sustituir a las otras, pero también sin que ninguna de ellas pueda ser desechada. La actual tecnología disponible en cuanto a pruebas complementarias (y su abaratamiento) hace que hasta en los consultorios más remotos se pueda acceder con facilidad al diagnóstico por imagen digital y a espirómetros de última generación, complementando a la perfección la valoración integral de pacientes respiratorios. Por eso cada vez más el personal sanitario (y no sólo los neumólogos) debemos estar versados en las indicaciones para realizar una espirometría, en la técnica para llevarla a cabo y en la forma de interpretarla, porque nuestros pacientes lo necesitan.

Esta guía pretende de una forma modesta contribuir un poco a ello.

2. DEFINICIÓN

La espirometría es una prueba de la función pulmonar que mide los volúmenes y flujos respiratorios del paciente, esto es, la capacidad para acumular aire en los pulmones y la capacidad para moverlo.

Existen dos tipos de espirometría:

- **Espirometría simple:** El paciente realiza una espiración máxima no forzada tras una inspiración máxima. Su realización determina los siguientes volúmenes (fig. 1):

- **Volumen tidal o volumen corriente** (VT, VC, o en inglés *Tidal Volume, TV*): Cantidad de aire que se moviliza en una inspiración o espiración normal. Suele ser de unos 6 – 7 ml / kg de peso, es decir, de unos 500 ml en un individuo normal de 70 kgs, que tomaremos como referencia¹.
- **Capacidad vital**, también llamada capacidad vital lenta (CV, CVL, o en inglés *Vital Capacity, VC, o Slow Vital Capacity, SVC*): Cantidad de aire que se moviliza en una inspiración o espiración máximas no forzadas. Suele ser de unos 3 – 5 litros.
- **Volumen de reserva inspiratoria** (VRI, o en inglés *Inspiratory Reserve Volume, IRV*): Diferencia entre el máximo volumen que puede inspirarse en una respiración normal (volumen corriente) y en una respiración máxima. Suele ser aproximadamente de 1 litro.
- **Volumen de reserva espiratoria** (VRE, o en inglés *Expiratory Reserve Volume, ERV*): Diferencia entre el máximo volumen que puede espirarse en una respiración normal (volumen corriente) y en una respiración máxima. Suele ser también aproximadamente de 1 litro.
- **Capacidad inspiratoria** (CI, o en inglés *Inspiratory Capacity, IC*): Cantidad de aire que puede inspirarse después de una espiración normal. Incluye por tanto el volumen corriente y el volumen de reserva inspiratoria, por lo que su valor se encontrará alrededor de 1.5 litros².
- **Volumen residual** (VR, o en inglés *Residual Volume, RV*): Es la

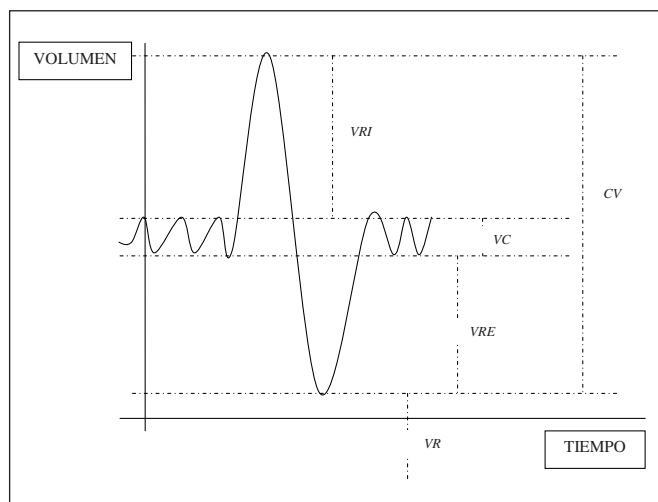


FIG 1. Espirometría simple

cantidad de aire que queda en los pulmones tras una espiración máxima, que por tanto no puede exhalarse nunca. No es accesible su cálculo mediante espirometría, sino que precisa de una pletismografía corporal o técnica de dilución de gases inertes, generalmente helio (estudios sólo disponibles en un laboratorio de Neumología). Su valor ronda entre 1 y 2.5 litros.

- **Capacidad residual funcional** (CRF, o en inglés *Functional Residual Capacity, FRC*): Es la cantidad de aire que queda en los pulmones tras una espiración normal, y que incluye el volumen residual y el volumen de reserva espiratoria. Por tanto, su valor ronda los 2 – 3.5 litros. La espiración normal se realiza de manera pasiva por parte de la caja torácica, por medio de las fuerzas elásticas del pulmón, que recuperan su volumen inicial sin intervención de los músculos intercostales, de forma que la CRF es el resultado del equilibrio entre esas fuerzas elásticas, que tienden a disminuir el volumen del sistema, y las derivadas de la mecánica de la caja torácica, que tienden a aumentar el volumen.
- **Capacidad pulmonar total** (CPT, o en inglés *Total Lung Capacity, TLC*): Cantidad total de aire que pueden llegar a contener los pulmones, y que se obtiene mediante la suma de todos los volúmenes anteriores (CV + VR, o también VC + VRI + VRE + VR). Al incluir el volumen residual, no se puede calcular mediante espirometría. Su valor es aproximadamente de 4 a 6 litros.
- **Espirometría forzada:** El paciente realiza una espiración máxima forzada (en el menor tiempo posible) tras una inspiración máxima. Es la técnica más útil y más habitualmente empleada, ya que además del cálculo de volúmenes estáticos, nos aporta información sobre su relación con el tiempo, esto es, los flujos respiratorios (fig. 2 y 3).

La mecánica de la espiración forzada es muy distinta de la simple, ya que ésta es un proceso mucho más pasivo y dependiente

¹ Recordemos que las condiciones en que se miden los volúmenes pulmonares se refieren siempre a las llamadas condiciones BTPS (Body temperature, Pressure, Water Vapor Saturated), es decir, a la temperatura corporal (37°C), la presión atmosférica ambiental y el vapor de agua a la temperatura corporal ($P_{H_2O} = 47$ mmHg). Cuando el aire sale de los pulmones, se expone a las condiciones ambientales de la sala en que se realice la prueba (condiciones ATPS), que deben ser siempre lo más estables que se pueda. Por eso el propio espirómetro debe tener integrado un medio de conversión de unidades a condiciones BTPS (como veremos a la hora de hablar de qué se le exige a cualquier espirómetro), y por eso entre el aparataje necesario se debe contar con sistemas de medición meteorológica (termómetro ambiental, barómetro e higrómetro), hay que apuntar estos valores en cada prueba que se realice y, en caso de condiciones extremas, tenerlo en cuenta de cara al resultado final. En general por debajo de 17°C y por encima de 40°C se recomienda no realizar espirometrías.
² Como es lógico, la capacidad vital se puede obtener mediante la suma de VC + VRI + VRE, o mediante CI + VRE

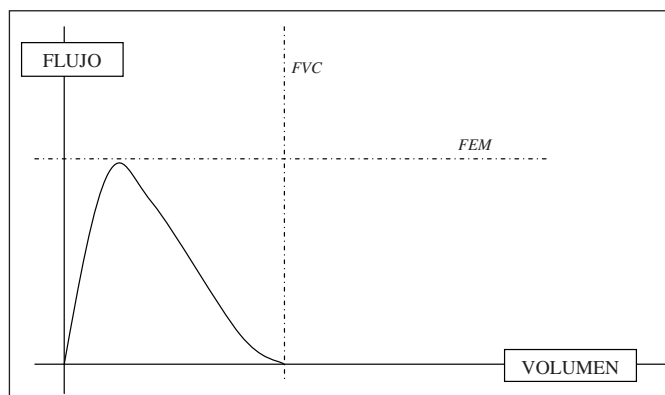


FIG 2. Espirometría forzada

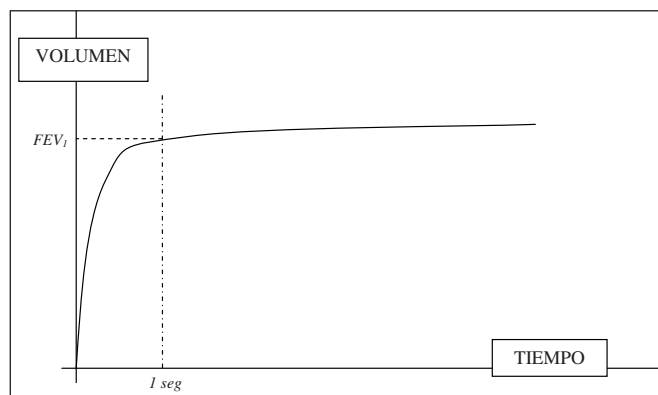


FIG 3. Espirometría forzada

de las fuerzas elásticas del pulmón, mientras que aquélla es eminentemente activa, y dependiente de la fuerza producida por la pared torácica (ver más adelante "Algunas nociones sobre la mecánica respiratoria"). Tras la inspiración forzada (producida activamente por el diafragma y los músculos intercostales inspiratorios), se produce un equilibrio entre la presión alveolar (P_{alv}), negativa, que arrastra aire hacia el interior del pulmón, y la presión de retroceso elástico de la pared (P_{st}), producida por la elasticidad del tejido pulmonar y su tendencia a recuperar la forma. Durante la espiración forzada (que es un proceso activo), los músculos abdominales e intercostales espiratorios comprimen el tórax, y éste a los alveolos, dando lugar a una presión alveolar positiva que empuja aire hacia fuera. Esa cantidad de aire exhalada, y la velocidad a la que se mueve, determina los siguientes valores espirométricos:

- **Capacidad vital forzada (CVF, o en inglés *Forced Vital Capacity, FVC*):** Cantidad de aire que se moviliza en una inspiración o espiración máximas forzadas. Se expresa en mililitros (es un volumen), o como un tanto por ciento frente a una tabla de cifras teóricas para los datos antropométricos del paciente (en relación a su edad, altura, sexo y raza: en España se utilizan desde 1985 las tablas SEPAR, tomadas de Roca et al). Su valor normal es de unos 3 – 5 litros, y debe ser mayor del 80 % del valor teórico.³
- **Volumen espiratorio máximo en el primer segundo (VEMS, o en inglés *Forced Expiratory Volume₁, FEV₁*):** Cantidad de aire que se moviliza en el primer segundo de una espiración forzada. Es un flujo, no un volumen (mililitros / 1 sg), de modo que puede expresarse como ml/s o como un tanto por ciento frente a sus cifras teóricas. Su valor normal es mayor del 80 %.
- **Cociente FEV_1 / FVC** (representado en algunos espirómetros como $FEV_1 / FVC \%$ o $FEV_1\%$): Aporta información sobre qué cantidad del aire total espirado lo hace en el primer segundo. Es una tasa, por lo que suele representarse en tanto por ciento (no frente a valores teóricos, sino respecto a sí misma: tanto por ciento de la FVC que se espira en el primer segundo). Su valor normal es mayor del 70 %.⁴
- **Flujo espiratorio máximo (FEM, o en inglés *Peak Expiratory Flow, PEF*):** Cantidad máxima de aire que puede exhalarse por segundo en una espiración forzada. Es el pico máximo de flujo que se obtiene (ver fig. 2, curva flujo–volumen), y se produce antes de haber expulsado el 15 % de la FVC. Es un marcador especialmente útil en el diagnóstico de asma y en las crisis asmáticas, donde se emplea ya como valor objetivo predictor de gravedad (existen aparatos específicos de bolsillo que sólo miden este dato, pudiendo emplearlos para diagnóstico de la crisis y seguimiento de fondo del asma). Se mide en litros / seg, o como porcentaje del valor de referencia (bien respecto de tablas teóricas para los datos del paciente o, mejor aún, respecto a sus propios datos basales previamente calculados).
- **Flujo espiratorio máximo entre el 25 y el 75 % de la FVC o flujo mesoespiratorio (*Forced Expiratory Flow_{25–75%}, FEF_{25–75%}*):** Aporta información sobre qué cantidad del aire total espirado lo hace entre el 25 y el 75% del tiempo de espiración. Es un flujo, y puede expresarse como ml/s o como un tanto por ciento frente a sus cifras teóricas. Su valor normal es mayor del 60%. Dado que para su cálculo elimina la parte inicial y final de la curva flujo–volumen (que son más esfuerzo–dependientes, y por tanto menos objetivas), se considera un marcador precoz de daño de las pequeñas vías aéreas, de forma que puede verse alterado mucho antes que los otros datos espirométricos

³ En sujetos normales, los valores de la capacidad vital y la capacidad vital forzada son superponibles, pero no así en casos de patología obstructiva, cuando el cierre precoz de las pequeñas vías aéreas puede determinar un descenso de la FVC por atrapamiento aéreo. Por eso tomaremos siempre como referencia los valores de la espirometría forzada, no la estática. Una diferencia entre la FVC y la SVC mayor del 10 % es sugestiva de patología obstructiva. En algunas ocasiones se realiza una espirometría simple añadida a la forzada para comparar la FVC con la SVC, en pacientes en estudio por atrapamiento aéreo, pero no es una técnica de rutina, y aporta datos más bien para estudios de investigación que para el manejo clínico

⁴ No debe confundirse este cociente FEV_1 / FVC con el llamado Índice de Tiffeneau, que se obtiene como FEV_1 / SVC , es decir, con los valores de la espirometría simple. De igual modo que la FVC y la SVC no siempre son superponibles, los cocientes en los que intervienen, tampoco, y el dato que se debe tomar como referencia, y para establecer diagnósticos, es el cociente FEV_1 / FVC , no el Índice de Tiffeneau

Las 4 reglas de la espirometría

- (aunque presenta una marcada variabilidad entre unos pacientes y otros, e incluso dentro del mismo paciente, por lo que sólo es útil de forma orientativa, y no para establecer diagnósticos).
- **Flujo espiratorio máximo en el 50 % (FEF_{50%}):** Medición del flujo forzado en el 50 % de la FVC. Tiene escasa significación clínica, salvo para el estudio de la obstrucción de la vía aérea superior, como veremos más adelante.
 - **Flujo espiratorio máximo en el 25 % (FEF_{25%}) y en el 75 % (FEF_{75%}):** Medición del flujo forzado en el 25 y 75 % de la FVC, respectivamente. Al igual que el anterior, tampoco aportan excesiva información ni tienen repercusión clínica.
 - **Capacidad vital forzada en 6 segundos (CVF₆ o en inglés *Forced Vital Capacity₆, FVC₆*):** Cantidad de aire que se moviliza en los primeros 6 segundos de una espiración máxima forzada. En estudios recientes se ha visto que sirve como un buen sustituto de la FVC, exigiendo menos esfuerzo espiratorio del paciente y permitiendo una buena aproximación al cálculo real que se realiza con una espirometría más prolongada. También se expresaría en mililitros, o como un tanto por ciento frente a una tabla de cifras teóricas.
 - **Cociente FEV₁ / FVC₆:** De igual modo que ocurre con el anterior, se ha visto que este dato sirve como una buena aproximación al cociente FEV₁ / FVC, permitiendo valorar adecuadamente patrones obstructivos, y exigiendo a la vez un menor esfuerzo por parte del paciente. Se han diseñado aparatos de bolsillo (conocidos como COPD₆) que pueden servir como screening previo en pacientes con sospecha de EPOC. En la tabla 1 resumimos los principales estudios de validación de esta versión de "espirometría en 6 segundos" y los puntos de corte utilizados, con la sensibilidad, especificidad y valores predictivos que se obtienen en función de ellos.
 - **Volumen espiratorio máximo en 0.5 segundos (VEMS_{0,5}, o en inglés *Forced Expiratory Volume_{0,5}, FEV_{0,5}*):** Cantidad de aire que se moviliza en los primeros 0.5 segundos de una espiración forzada. Sustituye al FEV₁ en las espirometrías pediátricas.
 - **Límite inferior de la normalidad (LIN, o en inglés *Lower limit of normality, LLN*):** Percentil 5 de la población de referencia para cualquier índice de los anteriores. Se ha propuesto como una forma de relacionar cualquier dato con los de la población de la que procede, especialmente en aquéllos que son valores absolutos y no un porcentaje respecto al teórico, y específicamente

	Prevalencia de EPOC (%)	Punto de corte	Valor predictivo positivo (%)	Valor predictivo negativo (%)	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)
Swanney, 2000	65.6	LIN	87.5	91.1	95	97.4
Demir, 2005	37.7	70	100	54.2	86.1	100
Vandervoede, 2006	45.9	73	92.2	95.1	94.4	93.3
Akpınar–Elci, 2006	14.5	LIN	90.4	98.6	90.5	98
Gleeson, 2006	52.4	LIN	87.5	93.3	97	70
Hansen, 2006	14.9	LIN	90.2	95.2	76.8	98.2
Jensen, 2006	15.5	76	89.2	95.7	76	98.3
Melbye, 2006	25	73	90.8	96.3	89	97
Lamprecht, 2007	15.8	LIN	91.7	95	72.9	98.8
Lundgren, 2007	16	70	91.6	98.4	92	99
Rosa, 2007	15.7	75	85.8	97.7	88.2	97.4
Toda, 2009	35.4	75	75.8	88.4	79	86
Duong–Quy, 2009	13.5	70	71	99.6	97.8	93.8
Represas, 2010	47	75	97	96	87	100
Represas, 2010	47	80	78.6	96	96	76
Miravittles, 2011	45.6	70	90	78.38	69.23	93.55
Miravittles, 2011	45.6	75	82.5	86.81	84.62	84.95

TABLA 1: Estudios de validación de dispositivos de espirometría en 6 segundos

en el cociente FEV_1 / FVC , aunque también se ha empleado con la FVC, el FEV_1 y la capacidad pulmonar total. Se pretende así relativizar los resultados y minimizar los diagnósticos erróneos (tanto el FEV_1 como el cociente FEV_1 / FVC descienden de forma fisiológica con la edad, y eso hace que, si sólo se toma el cociente como criterio diagnóstico de broncopatías crónicas, se produzca un infradiagnóstico en gente menor de 50 años, que tienen de por sí valores más altos, y un sobrediagnóstico en gente anciana, que tienen de por sí valores bajos. Se ha visto que un 35 % de pacientes mayores de 70 años presentan de por sí un cociente FEV_1 / FVC menor del 70 %, aunque no muestren síntomas, y esta prevalencia asciende al 50 % en mayores de 80 años. Esto ha llevado a que las guías más recientes (GesEPOC y la normativa SEPAR 2013 sobre espirometría) empiecen a recomendar el LIN como criterio diagnóstico, sobre todo en edades extremas (mayores de 70 años y menores de 50), aunque todavía hacen falta estudios que comparen realmente el diagnóstico tan solo mediante el cociente FEV_1 / FVC con el diagnóstico mediante el empleo del LIN, y su asociación con el pronóstico de las enfermedades respiratorias. La información de que disponemos hasta ahora es que el diagnóstico de un patrón obstructivo mediante el LIN podría excluir a un número elevado de pacientes con una importante repercusión clínica. Éste es un tema aún sin aclarar por completo, y del que sin duda se realizarán revisiones en el futuro).

- **Volumen extrapolado (VE, o en inglés *Extrapolated Volume, EV*):** Cantidad de aire exhalado antes de que el sujeto comience a realizar un verdadero esfuerzo espiratorio máximo. Se debe a inicios titubeantes de la maniobra, y si es mayor de un 5 % o de 150 ml de la FVC, invalida toda la prueba, ya que falsea los resultados del FEV_1 . La imagen típica que produce ese volumen extrapolado excesivamente grande es la de curvas "en S" (fig. 4 y 5)
- **Tiempo de espiración forzada (TEF, o en inglés *Forced Expiratory Time, FET*):** Duración del esfuerzo espiratorio, que debe ser al menos de 6 segundos (3 sg en niños) para que la maniobra se considere válida. Muchos espirómetros lo indican junto al resto de valores de la prueba, pero depende del modelo de aparato.
- **Tiempo del pico espiratorio (TPE, o en inglés *Peak Expiratory Time, PET*):** Lapso transcurrido en la maniobra hasta la aparición del pico máximo (FEM), que debe situarse en el primer 15 % del trazado, es decir, el primer 15 % de la FVC (fig. 2, curva flujo-volumen), siendo por tanto menor de 90–120 milisegundos. El tiempo del pico espiratorio puede estar aumentado en patologías obstructivas (que prolongan la espiración), en casos de simulación o si aparece un volumen extrapolado excesivo.

(En la práctica clínica habitual, será únicamente con tres valores (FVC, FEV_1 y cociente FEV_1 / FVC) con los que diagnosticaremos

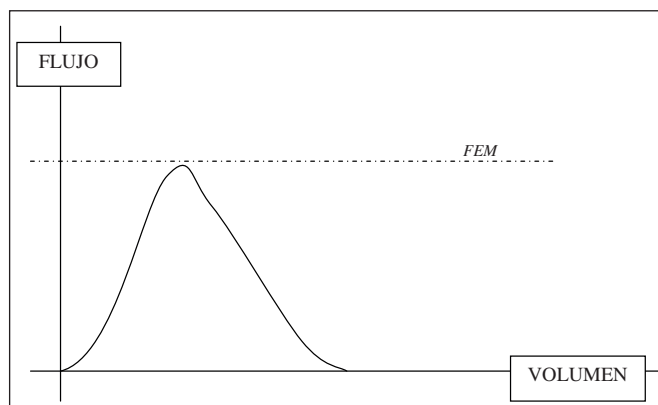


FIG 4. Comienzo titubeante (Flujo - Volumen)

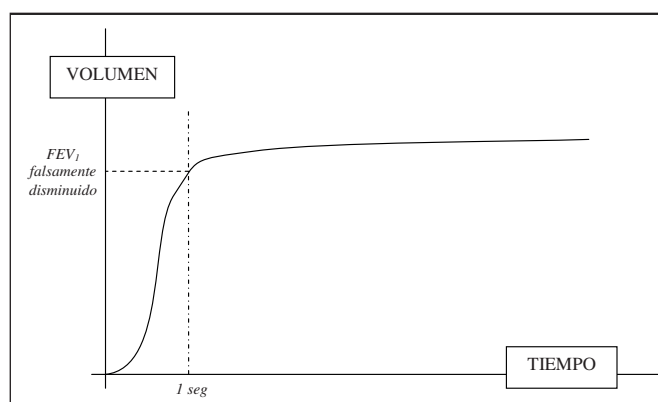


FIG 5. Comienzo titubeante (Volumen - tiempo)

a prácticamente todos los pacientes, dejando pruebas más sofisticadas (espirometría simple, pletismografía, prueba de dilución de gases) para los laboratorios de Neumología. Es bien sabido que los valores espirométricos cambian dentro de una misma persona a lo largo del día, la semana y del año, igual que ocurre con todas las variables biológicas, por lo que no cualquier cambio se considera clínicamente significativo. Para que los datos de la espirometría se considere que se han modificado debe existir una variación sustancial que depende de cuándo se mida, tal y como vemos en la tabla 2)

		FVC	FEV1	FEF25–75%
Variación diaria	Personas sanas	≥ 5 %	≥ 5 %	≥ 13 %
	Pacientes EPOC	≥ 11 %	≥ 13 %	≥ 23 %
Variación semanal	Personas sanas	≥ 11 %	≥ 12 %	≥ 21 %
	Paciente EPOC	≥ 20 %	≥ 20 %	≥ 30 %
Variación anual		≥ 15 %	≥ 15 %	

TABLA 2: Variación que deben presentar los valores espirométricos para considerarse significativos, y no debidos a los propios cambios fisiológicos

- **Inspirometría:** Se denomina así al estudio de la capacidad inspiratoria, que algunos aparatos pueden realizar también junto con la espirometría. La maniobra consiste en una inspiración máxima forzada dentro de la máquina, tras el final de la espiración, cuando en los pulmones únicamente queda el volumen residual, y esto da lugar a la llamada curva inspirométrica (fig. 6). Su utilidad es menor que la de la curva espirométrica, y generalmente se emplea en el estudio de la obstrucción de la vía aérea superior. En este tratado incluiremos también con fines didácticos las curvas inspirométricas correspondientes a cada uno de los trastornos de la vía aérea inferior, reflejando los cambios que se producen, pero dado que la mayoría de espirómetros disponibles no realizan este estudio y que su análisis no es imprescindible, no haremos gran hincapié en su morfología. Al final de la guía aparece un capítulo dedicado íntegramente a la aplicación de la espirometría al estudio de la obstrucción de la vía aérea superior, en el que las curvas inspirométricas son realmente de ayuda.

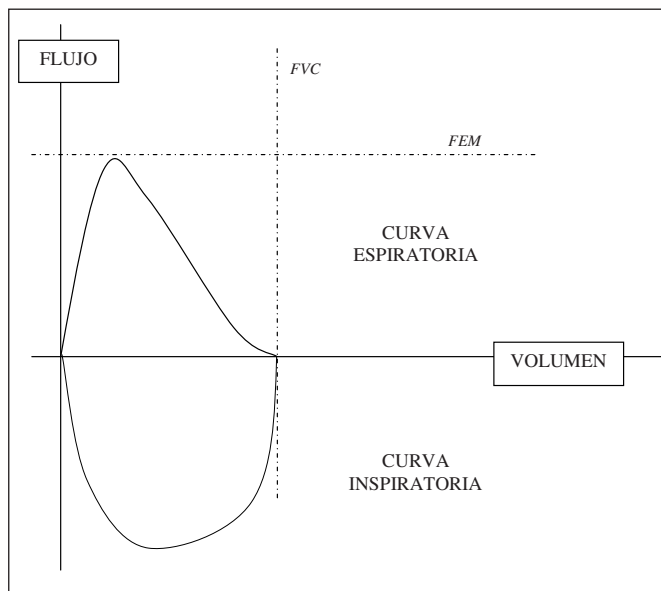


FIG 6. Espirometría e inspirometría

(Otro concepto distinto es el de la inspirometría de incentivo, que es una técnica de educación de la respiración consciente, útil en pacientes respiratorios crónicos (sobre todo EPOC), por medio del empleo de un aparato (inspirómetro de incentivo) que contiene bolitas de distinto peso que el paciente debe aprender a movilizar únicamente por medio de su capacidad inspiratoria. No guarda relación con la prueba de la que aquí hablaremos, y por tanto no será tratada en la presente guía)

Algunos valores empleados en el estudio de la inspirometría son:

- **Volumen inspiratorio máximo en el primer segundo (VIMS, o en inglés Forced Inspiratory Volume₁, FIV₁):** Cantidad de aire que se moviliza en el primer segundo de una inspiración forzada.
- **Flujo inspiratorio máximo en el 50 % (FIF_{50%}):** Medición del

flujo forzado a nivel de la curva inspiratoria en el 50 % de la FVC. Igual que el FIV₁, se utiliza para el estudio de la obstrucción de la vía aérea superior, como veremos más adelante. En sujetos normales, la FEF_{50%} y la FIF_{50%} son prácticamente iguales, del mismo modo que la FEV₁ y la FIV₁ entre sí, salvo en esos casos.

Otros valores de la curva inspirométrica incluyen la capacidad vital forzada inspirométrica (IFVC), el flujo inspiratorio medio (FIF_{25-75%}) y el flujo inspiratorio máximo (PIF). Su concepto e interpretación son análogos a los que ya hemos visto para la curva espirométrica.

Como hemos dicho, es vital comparar los datos obtenidos en cada prueba con las referencias antropométricas del paciente, ya que su interpretación varía:

- **Altura:** Todos los valores aumentan con la altura del paciente, a una misma edad y sexo.
- **Edad:** A partir de la madurez (aproximadamente 20-25 años), todos los índices empiezan a menguar de forma fisiológica con la edad (aunque en esto influye también el descenso progresivo de la altura, lo que hace difícil valorar la influencia única de la edad en esa velocidad de descenso). Dado que el FEV₁ se reduce más que la FVC con el paso de los años, el cociente FEV₁ / FVC también se ve menguado (a partir de los 70 años, un 35 % de la población muestra un cociente menor del 70%, lo que sería diagnóstico de obstrucción, pese a no tener síntomas, y a partir de los 80 años es en el 50 % de la población donde se observa, y este descenso se considera fisiológico).⁵
- **Sexo:** Para una edad y una altura determinadas, los varones muestran unos datos mayores de FVC, FEV₁, FEF_{25-75%} y PEF, pero un valor algo menor que las mujeres del cociente FEV₁/FVC.

(Antiguamente se pensaba que los varones eran más propensos per se al desarrollo de EPOC y cáncer de pulmón, y de hecho durante una época se investigó si las hormonas sexuales femeninas podían mostrar algún efecto protector a nivel pulmonar. En la actualidad la prevalencia de ambas enfermedades es prácticamente igual en ambos sexos, debido al cambio en los patrones de consumo de tabaco, en el que los varones ya no son predominantes, por lo que ahora no se plantean esas teorías, y queda claro que el principal

⁵ Todo esto, por supuesto, con independencia del consumo de tabaco. Sabemos que en la población general no fumadora existe un descenso fisiológico del FEV₁ de aproximadamente 25-30 ml por año de vida a partir de los 20-25 años, mientras que la población fumadora se comporta de dos maneras distintas: la inmensa mayoría presenta una evolución similar a la no fumadora, a diferencia del llamado "grupo susceptible", en el que la tasa de descenso es aproximadamente de 45-50 ml por año de vida. Esto significa, como ya han demostrado numerosos estudios, que sólo ese "grupo susceptible" (alrededor del 15 % de los fumadores) desarrollarán EPOC, y es debido no sólo al hábito tabáquico sino a una especial vulnerabilidad al humo del cigarrillo mediada por factores genéticos, aún no esclarecidos. También está demostrado que no todos los pacientes con EPOC siguen la misma evolución en su descenso del FEV₁ a lo largo del tiempo, mostrando una curva de pérdida de función pulmonar más acelerada, y por tanto peor pronóstico, en casos de persistencia del hábito de fumar, exacerbaciones frecuentes, prueba broncodilatadora positiva, fenotipo enfisema y tratamiento incorrecto. Éstos deben ser los principales objetivos del personal sanitario, con el fin de mejorar su evolución

condicionante para el declive de la función pulmonar es el humo del tabaco)

Otros factores que se han relacionado con alteraciones respiratorias son el consumo de tabaco por parte de la madre durante el embarazo, la prematuridad, las infecciones repetidas en la infancia, o la condición de fumador pasivo durante el desarrollo prepuberal, aunque su verdadera influencia aún no está demostrada, y en todo caso no sería tanta como la de los factores ya conocidos, de los que hablaremos en el siguiente capítulo.

3. INDICACIONES

Las indicaciones para realizar una espirometría son muy variadas, e incluyen cualquier enfermedad que conlleve una dificultad respiratoria:

- **Diagnóstico de enfermedades con síntomas respiratorios:** Las más frecuentes, EPOC y asma, ya que son cuadros que precisan de modo *obligatorio* de la realización de una espirometría para su diagnóstico (demostrar un patrón espirométrico obstructivo, total o parcialmente reversible, como veremos), pero también se realiza en casos de neumopatías intersticiales, hipertensión pulmonar, fibrosis quística, enfermedades neuromusculares o de la pared torácica, y también para evaluar la repercusión en la función pulmonar de otras enfermedades (cardíaca, renal, hepática, etc). En general, en cualquier situación (incluso no puramente subsidiaria de Neumología, como vemos) que conlleve síntomas respiratorios tales como disnea crónica o limitación al flujo aéreo.

En todos los casos, el clínico debe estar siempre atento para lograr la detección precoz de patologías respiratorias, solicitando una espirometría ante la más mínima sospecha de que se estén desarrollando, teniendo en mente los factores de riesgo para su aparición (consumo de cualquier tipo de tabaco o marihuana, rinitis alérgica, cuadros de hiperreactividad bronquial, exposición ocupacional a tóxicos respiratorios, cocinas de carbón o madera, contaminación ambiental, déficit de α_1 -antitripsina, fumadores pasivos, hijos de padres fumadores, bajo nivel socioeconómico), y los síntomas que deben alertarle (tos y expectoración crónicas, disnea, "pitos" al respirar, frecuentes "catarros de pecho" o "catarros que le bajan a los bronquios", infecciones respiratorias frecuentes). Es bien conocido el infradiagnóstico de muchas de estas patologías (alrededor del 73 % en el caso de la EPOC, calculándose además que entre el 1 y el 7 % de la población general asintomática mostraría hiperreactividad bronquial, subiendo al 26 % entre los fumadores y atópicos), y que su detección precoz conlleva un tratamiento de instauración más rápida y la prevención del deterioro de la función pulmonar, en aquellas enfermedades que son progresivas, por lo que su abordaje siempre debe ser una prioridad para el personal sanitario (y no sólo para el neumólogo), y el acceso a la espirometría una necesidad a reivindicar. Sin embargo, a día de hoy el conocimiento general de la población sobre las enfermedades respiratorias y sobre la utilidad de la espirometría aún es pequeño, especialmente en personas de edad

avanzada, aunque va mejorando respecto a estudios más antiguos. Queda mucho por hacer en este terreno, y cualquier esfuerzo de divulgación es poco.

La espirometría tiene por tanto valor diagnóstico y pronóstico de forma independiente en enfermedades respiratorias, permite su seguimiento, orienta sobre el tratamiento más adecuado y es pieza clave en el abordaje de estos enfermos.

TABLA 3: Cuestionario Easy Breathing Survey

Cuestionario validado para niños entre 6 meses y 18 años
Una puntuación total mayor o igual de 1 tiene una sensibilidad del 100 % y una especificidad del 55 % en el diagnóstico de asma.
Un resultado de 0 excluye la enfermedad.
Un resultado mayor o igual a 1 exige realización de espirometría.
Cuestionarios similares en adultos no han sido validados clínicamente.

Preguntas clínicas	Puntuación
Antecedentes de disnea o "pitos" al respirar en el último año	1
Tos nocturna que despierta al niño en el último año	1
Tos o disnea con el ejercicio que obliga a suspenderlo en el último año	1
Persistencia de tos superior a 10 días con los catarros	1
TOTAL	

Añadidos a la importancia de la prueba en sí, existen cuestionarios de valoración clínica, en caso de sospecha de EPOC y asma, que mejoran la rentabilidad de la espirometría, aumentando la probabilidad pre-test de hallar un trastorno (ejemplos en tablas 3 y 4, validez de los distintos cuestionarios para EPOC en tabla 5). En España sólo está validado en español el COPD-PS (tabla 4).

- **Seguimiento de estas mismas enfermedades:** En el caso de la EPOC, que es una patología crónica de evolución progresiva y parcialmente reversible, se considera obligatorio realizar al menos una espirometría cada año, y en pacientes con EPOC grave al menos dos al año, pudiendo acortar más este plazo según la evolución. En el asma, por su tremenda variabilidad, la cadencia debe estar adaptada a la clínica de cada paciente, aunque se sabe que deben realizarse espirometrías de control con frecuencia relativa (algunos estudios señalan que adultos asmáticos presentan alrededor de doce veces más riesgo de desarrollar EPOC que los no asmáticos, convirtiéndose la hiperreactividad bronquial en el segundo factor de riesgo para la EPOC, sólo superado por el tabaco. Así, una de las prioridades en el control y tratamiento del asma bronquial debe ser la prevención de la pérdida de función pulmonar a largo plazo, mediante la valoración de los cambios en la espirometría y la realización de cuestionarios de calidad de vida validados, como el *Asthma Control Test, ACT*, o el *Asthma Control Questionnaire, ACQ*). A la hora de realizar espirometrías de seguimiento en pacientes asmáticos, se recomienda al menos:

TABLA 4: Cuestionario COPD-PS adaptado al castellano

Si el resultado total es igual o mayor de 4, es probable que tenga una Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC). Consulte con su médico. Si el resultado total está entre 0 y 3 pero tiene problemas respiratorios, consulte con su médico. Es el único cuestionario validado para EPOC en España

Preguntas clínicas	Puntuación
1. Durante las últimas 4 semanas, ¿cuántas veces sintió que le faltaba el aliento?	Nunca: 0 puntos
	Pocas veces: 0 puntos
	Algunas veces: 1 punto
	La mayoría de las veces: 2 puntos
	Todo el tiempo: 2 puntos
2. ¿Alguna vez expulsa algo al toser, como mucosidad o flemas?	No, nunca: 0 puntos
	Sólo con resfriados o infecciones del pecho ocasionales: 0 puntos
	Sí, algunos días al mes: 1 punto
	Sí, casi todos los días de la semana: 1 punto
	Sí, todos los días: 2 puntos
3. Durante el último año, ¿ha reducido sus actividades cotidianas debido a sus problemas respiratorios?	No, en absoluto: 0 puntos
	Casi nada: 0 puntos
	No estoy seguro/a: 0 puntos
	Sí: 1 punto
	Sí, mucho: 2 puntos
4. ¿Ha fumado al menos 100 cigarrillos en TODA SU VIDA?	No: 0 puntos
	Sí: 2 puntos
	No sé: 0 puntos
5. ¿Cuántos años tiene?	De 35 a 49 años: 0 puntos
	De 50 a 59 años: 1 punto
	De 60 a 69 años: 2 puntos
	De 70 años en adelante: 2 puntos
TOTAL	

- En la evaluación inicial.
- Como mínimo cada año en asma persistente.
- Como mínimo cada 2 – 3 años en asma intermitente.
- Con más frecuencia si el asma no se estabiliza.

En otras enfermedades, dependerá de la evolución del cuadro, pero al menos siempre que se sospeche un cambio en la función pulmonar. Dada la variabilidad de los valores de referencia, los propios datos del paciente pueden servir como control de su evolución a lo largo del tiempo.

(En las más recientes guías de manejo clínico de la EPOC se contempla ya también el hecho de que los valores espirométricos no deben ser el único criterio de seguimiento de estos pacientes, por lo que, al igual que en el asma, también están empezando a emplearse cuestionarios de valoración clínica validados, como el St. Georges Respiratory Questionnaire (SGRQ), o una versión más rápida y sencilla de realizar, el COPD Assessment Test (CAT), aportando los dos información directa sobre la influencia de la enfermedad en la calidad de vida del paciente EPOC, lo cual deberá tenerse en cuenta junto con los cambios en su función pulmonar)

(No está indicado el uso de la espirometría en la descompensación aguda de enfermedades respiratorias (crisis asmáticas, reagudización de EPOC, etc.), sino tan sólo en su valoración basal y en el estudio de los posibles cambios basales tras la descompensación. En casos de crisis aguda, posponer la espirometría al menos 4 semanas para considerar que no influye)

(En las crisis de asma, lo que sí es útil, por el contrario, es el valor del PEF, tanto en relación a valores teóricos de referencia como, mejor aún, en relación con sus propios valores previos. Existen

TABLA 5: Validez de los principales cuestionarios de cribado diagnóstico en EPOC

	Punto de corte	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	Valor predictivo positivo (%)	Valor predictivo negativo (%)	Clasificación correcta (%)	Área bajo la curva	Nº de ítems
Mullerova (Personal screener for COPD), 2004		92	72.4	92	79.5	88.5	0.66	8
Calverley, 2005		85	45	38	88			
Freeman, 2005	Respuesta múltiple	77.4	76.2	39.7	94.4		0.859	6
Freeman, 2005	Opción B	87.1	71.3	38	96.5		0.85	6
Price, 2006	16.5	58.7	77	37	89			8
Price, 2006	19.5	80.4	57.5	30.3	92.7			8
Martínez (COPD-PS), 2008	5	84.4	60.7	56.8	86.4	69.7	0.73	5
Martínez (COPD-PS), 2008	6	73.4	73.6	63	81.5	73.5	0.74	5
Miravittles (COPD-PS en castellano), 2011	4	93.59	64.8	69.5	92.2	78.11	0.77	5

Las 4 reglas de la espirometría

aparatos diseñados específicamente para medir sólo este valor, llamados peak flow o medidor de flujo espiratorio máximo)

- **Evaluación de la respuesta terapéutica:** Valoración de la función pulmonar tras la instauración de un tratamiento (inhulado u oral). Así, por ejemplo, una mejoría de un patrón obstructivo tras un ensayo terapéutico con corticoides se considera diagnóstico de asma.
- **Screening de enfermedades respiratorias en población sana:** En los últimos años ha aparecido una controversia importante acerca de la recomendación o no de realizar screening, sobre todo

TABLA 6: Recomendaciones para el screening de EPOC: ¿En qué pacientes solicitar una espirometría?

Guía de práctica clínica SEPAR / SEMFYC (2010)	Mayor de 40 años
	Más de 10 paquetes · año
	Con síntomas respiratorios
NICE (2010)	Mayor de 35 años
	Fumadores o ex-fumadores
	(no especifica índice tabáquico)
	Con síntomas respiratorios
GOLD (2011)	No recomienda screening, sino la búsqueda activa de casos en función de los síntomas y los factores de riesgo
GesEPOC (2012)	Mayor de 35 años
	Más de 10 paquetes · año
	Con síntomas respiratorios

de EPOC, en población sana, existiendo un claro desacuerdo entre diversas guías de práctica clínica (tabla 6). En la más reciente de ellas (GesEPOC, 2012), se recomienda realizar una espirometría en personas mayores de 35 años, con un índice tabáquico mayor o igual de 10 paquetes · año⁶ (por tanto fumadores o ex-fumadores, con un consumo acumulado importante), y que presenten síntomas respiratorios (tos, expectoración, disnea), por la alta probabilidad pre-test de diagnosticar una EPOC, y las ventajas que conllevan el diagnóstico y tratamiento precoces. En el resto de población sana se han realizado espirometrías con fines de screening sin apreciar

⁶ Índice tabáquico = (Número de paquetes al día) x (Número de años que lleva fumando esa cantidad) = N° de paquetes · año

No se representa como "paquetes / año", ya que no es una división sino una multiplicación. Es el índice más demostrativo y universal para calcular el consumo de tabaco, ya que no sólo valora la cantidad actual sino también el tiempo que lleva fumándolo, por lo que nos informa sobre el daño pulmonar acumulado. En casos de cambio en la pauta de consumo, valorar cada período de tiempo por separado. Ejemplo: si el paciente fumó 1 paquete al día durante 10 años y después subió a 2 paquetes al día durante 6 años más, el índice tabáquico será de: (1 x 10) + (2 x 6) = 10 + 12 = 22 paquetes · año. En casos de consumo de cigarrillos sueltos, valorar que cada paquete contiene 20 cigarrillos, por tanto: Número de paquetes al día = N° de cigarrillos que fuma / 20.

esa rentabilidad tan marcada (se considera que haría falta realizar 5 espirometrías en población fumadora asintomática para detectar un solo caso de EPOC, mientras que existiría una relación de 1:2 o 1:3 si además los seleccionamos en función de los síntomas). También en ocasiones se realizan espirometrías seriadas durante las revisiones laborales rutinarias, sobre todo en personas sanas expuestas a sustancias tóxicas por vía inhalada, sin que se haya demostrado plenamente su rentabilidad. Como un paso previo al screening se pueden utilizar cuestionarios de cribado diagnóstico (tablas 4 y 5) o aparatos de realización de espirometría rápida (tabla 1), que seleccionan aquellos pacientes más subsidiarios de una prueba reglada. Dentro de los cuestionarios, en España sólo está validado en español el COPD-PS (tabla 4).

- **Valoración preoperatoria:** Sobre todo en cirugía de tórax, y en pacientes con síntomas respiratorios, casos en los que la espirometría permite detectar el riesgo de complicaciones post-operatorias, con valor pronóstico.
- **Resolución de incapacidades laborales de origen respiratorio:** En estas situaciones la espirometría se convierte en la prueba clave para detectar una merma en la función pulmonar, con las connotaciones legales y económicas que esto conlleva.
- **Valoración para el ejercicio físico:** Dentro de un protocolo de evaluación del ejercicio, con espirometrías seriadas al finalizar la prueba, a los 5, 10, 20 y 30 minutos, junto con un test ergométrico (ergoespirometría). Importante en deportistas de alto nivel, tanto para detectar precozmente patologías respiratorias como para el seguimiento de deportistas con enfermedades ya diagnosticadas. Además, también sirve como justificante para el uso de medicamentos inhalados, casi todos ellos incluidos en las listas antidopaje.
- **Deshabitación tabáquica:** En algunos estudios se ha empleado la espirometría como método de concienciación y ayuda motivacional para dejar de fumar, con escaso éxito. La idea era que una detección precoz de obstrucción bronquial en individuos pretendidamente sanos podría disuadirlos de seguir fumando. Sin embargo, la probabilidad pre-test de detectar una alteración en personas sin síntomas es pequeña. Únicamente se ha tenido en cuenta la espirometría con este fin en pacientes persistentemente fumadores ya diagnosticados de EPOC grave, en los que la propia evolución desfavorable de sus parámetros podría servir como incentivo para dejar de fumar.

4. CONTRAINDICACIONES

Las contraindicaciones para la espirometría son escasas, y de sentido común, limitándose a aquellos casos en que el paciente presenta alguna limitación física o mental para la prueba, o que suponga un riesgo importante para su salud:

- **Absolutas:**
 - Inestabilidad hemodinámica.

Las 4 reglas de la espirometría

- Neumotórax activo o reciente, hasta 2 semanas tras la reexpansión pulmonar.
- Tromboembolismo pulmonar, hasta instaurar anticoagulación correcta (al menos 2 dosis de heparina de bajo peso molecular).
- Ángor inestable.
- Infarto agudo de miocardio reciente, hasta 7 días después de encontrarse estable.
- Aneurisma torácico, abdominal o cerebral conocidos.
- Hipertensión intracraneal.
- Situaciones en las que esté indicado el reposo absoluto: fractura vertebral en fase aguda, amenaza de aborto, tras realización de amniocentesis, etc.
- Desprendimiento de retina.
- Cirugía ocular u otorrinolaringológica reciente.
- Cirugía torácica reciente.
- Cirugía abdominal reciente, hasta 1 semana después.
- Cirugía cerebral reciente, hasta 3–6 semanas después.

(En todos los casos, por riesgo de desencadenar un episodio de descompensación. En general, cuando no indicamos otro dato, se considera que el paciente debe permanecer estable durante 8 semanas a partir de estos procesos para considerar segura la prueba)

• Relativas:

- Angina estable crónica: Valorar individualmente la necesidad de realizar la prueba, la tolerancia al esfuerzo que presenta el paciente y su medicación habitual. En ocasiones se recomienda administrar previamente nitroglicerina sublingual para evitar el desencadenamiento del dolor (lo que por otro lado puede aumentar el riesgo de hipotensión y mareo propios de la espirometría, y debe ser tenido en cuenta).
- Traqueotomía: Es una contraindicación menor, ya que se podría adaptar la boquilla del espirómetro a la salida de la traqueotomía, mediante una cánula.
- Parálisis facial y otras alteraciones de la boca: Cuando impiden cerrar bien los labios alrededor de la boquilla del espirómetro, escapándose el aire.
- Náuseas o vómitos frecuentes: Que pueden iniciarse con la prueba.
- Enfermedades transmisibles por vía respiratoria: Tuberculosis y otras infecciones respiratorias. No contraindican la prueba, pero sí haría falta una limpieza más exhaustiva del aparato, sin que

pueda volver a ser utilizado antes de ella. Consultar el manual de instrucciones para los detalles de la técnica de limpieza. Es importante el uso de filtros específicos en estos casos.

- Deterioro físico o cognitivo: Cualquier problema que impida entender las instrucciones o llevarlas a cabo. En el caso de la demencia, dependerá del grado de ésta, así como de la capacidad de comprensión del sujeto y de sus habilidades físicas.

En los niños, es variable la indicación según los mismos criterios, tomándose como referencia que no es obligatorio realizar espirometrías en menores de 5 – 6 años (pueden hacerse si el niño entiende lo que se le pide y valoramos que es capaz, y sin que sea necesario que exhale durante más de 3 segundos, en lugar de los 6 segundos de los adultos. Veremos todas estas diferencias en el capítulo “La espirometría en el niño”, al final de la presente guía).

- Sangrados en vías respiratorias altas: Hemoptisis, gingivorragia. No contraindican la prueba, pero sí haría falta una limpieza más exhaustiva del aparato, sin que pueda volver a ser utilizado antes de ella. Consultar el manual de instrucciones para los detalles de la técnica de limpieza.
 - Enfermedades que imposibilitan mantener la postura erguida: Vértigo en fase aguda. Está descrita la posibilidad de realizar la espirometría en posición de decúbito, aunque sabiendo que todos los valores pueden descender un 10 % sólo por la postura. Si se prevé que el vértigo pueda mejorar en un tiempo corto, es más recomendable posponer la espirometría hasta entonces.
 - Infecciones respiratorias: Pueden alterar los resultados, por lo que deberá ser el médico responsable el que decida en cada caso si le interesa valorar ese posible cambio (espirometría en condiciones patológicas, útil sobre todo en asma intermitente, en la que puede ser diagnóstica) o es mejor posponer la prueba (espirometría en condiciones basales).
- Si se decide posponer, dejar 4 semanas tras la infección para considerar que no influye.
- Prótesis dentarias: Si se mueven, es mejor retirarlas. Si están fijas y no hay riesgo de que se caigan, es mejor mantenerlas, ya que si no, puede alterarse la mecánica orofaríngea y por tanto los resultados.
 - Glaucoma: Por el riesgo de aumento de presión intraocular que supone la prueba. Habría que valorar individualmente cada caso.
 - Crisis hipertensiva: Por el riesgo de empeorarla. Valorar también cada caso, y en general posponer hasta que la tensión arterial media (TAM⁷) se encuentre por debajo de 130 mm Hg.

⁷ Tensión arterial media (TAM) = [Tensión arterial sistólica – Tensión diastólica] / 3 + Tensión diastólica

5. COMPLICACIONES POSIBLES EN LA REALIZACIÓN DE UNA ESPIROMETRÍA

- Mareo e incluso síncope: Por aumento de presión intratorácica, que disminuye el retorno venoso y por tanto la precarga.
- Accesos de tos.
- Broncoespasmo.
- Aumento de presión intraocular: Especialmente peligroso en pacientes diagnosticados de glaucoma.
- Aumento de presión intracraneal.
- Incontinencia urinaria.
- Descompensación de patologías inestables: Neumotórax, ángor, desprendimiento de retina, asma, cirugía torácica o abdominal recientes.

6. ALGUNAS NOCIONES SOBRE LA MECÁNICA RESPIRATORIA

Inspiración:

El músculo principal de la inspiración es el diafragma, que aumenta el diámetro transversal y ántero–posterior del tórax, elevando la presión intrapleurales y tirando así de los pulmones para que se expandan debido a sus propiedades elásticas. La espiración no forzada por el contrario es pasiva, haciendo que los pulmones recuperen su forma debido a esas mismas propiedades elásticas. En situaciones en que el movimiento del diafragma está restringido (embarazo avanzado, obesidad, ropas ajustadas o enfisema severo que acarrea aumento de aire retenido no funcionando y horizontalización del diafragma), su contracción es menos eficiente, y el trabajo respiratorio aumenta. Cuando existe parálisis de una mitad del diafragma debido a una lesión del nervio frénico que se ocupa de su contracción (parálisis hemidiafragmática), se produce lo que se llama movimiento paradójico, por el que esa mitad del diafragma se desplaza al revés que el que sí funciona (se eleva con la inspiración, al disminuir la presión intratorácica, y desciende con la espiración, al normalizarse ésta), aunque generalmente no produce consecuencias patológicas.

El segundo lugar en importancia en la inspiración lo ocupan los músculos intercostales externos, que aumentan de forma activa los diámetros ántero–posterior y transversal del tórax. Están inervados por los nervios intercostales, pero la lesión de éstos rara vez influye en la respiración.

Por último se encuentran los músculos accesorios de la inspiración (escalenos, músculos abdominales, esternocleidomastoideos (ECMs) y los pequeños músculos de la cabeza y el cuello), que no influyen de manera notable en la respiración normal, pero sí en casos de ejercicio extremo o enfermedades respiratorias avanzadas, donde el agotamiento del resto de músculos aumenta su importancia (escalenos y ECMs *tiran*

del tórax hacia arriba, mientras que los músculos abdominales reducen la presión intraabdominal y *tiran* del diafragma, en lo que se conoce como “respiración paradójica”, signos típicos todos ellos en pacientes con broncopatía crónica en estadio terminal).

Espiración:

La espiración normalmente es un mecanismo pasivo, por el que las propiedades elásticas de los pulmones hacen que éstos recuperen su forma y expulsen pasivamente el aire (tras el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono). Sólo se vuelve activa en algunas situaciones, como el ejercicio y las maniobras respiratorias forzadas. Los principales músculos de la espiración forzada son los abdominales (rectos mayores del abdomen, oblicuos mayor y menor, y el transversal del abdomen), que aumentan la presión intraabdominal y empujan el diafragma hacia arriba, aumentando la presión intratorácica y exprimiendo el aire de los pulmones.

En segundo lugar están los músculos intercostales internos, que al contraerse disminuyen los diámetros ántero–posterior y transversal del tórax, *empujando* hacia fuera el aire de los alvéolos.

Propiedades elásticas del pulmón:

Esas propiedades elásticas de las que hemos hablado se deben básicamente a la llamada sustancia tensioactiva pulmonar (formada por el fosfolípido dipalmitoil fosfatidilcolina, o DPFC), sintetizada en el alvéolo por las células alveolares tipo 2, y cuyas funciones básicas son aumentar la distensibilidad del tejido pulmonar (reduciendo el trabajo de expandirse durante la inspiración, y facilitando que vuelva a su forma original durante la espiración), y mejorar la estabilidad de los alvéolos, manteniéndolos secos (evitando que atraigan agua de los capilares en vez de aire). En casos de ausencia de la sustancia tensioactiva (como en el síndrome de distress respiratorio del recién nacido), los pulmones están rígidos, con áreas de atelectasia alveolar y zonas de edema.

Resistencia de las vías aéreas:

La resistencia al paso del aire generalmente viene medida por las vías aéreas de calibre intermedio, mientras que las vías pequeñas, dado su elevado número, ejercen una resistencia pequeña. Por eso es importante detectar el aumento de la resistencia de las vías pequeñas, como un marcador precoz del desarrollo de una enfermedad obstructiva. En sujetos sanos, la resistencia de las vías aéreas pequeñas hace que éstas se cierren al término de la espiración forzada, sobre todo en la base del pulmón, provocando atrapamiento aéreo. En personas de edad avanzada o con enfermedad obstructiva, el cierre de vías pequeñas es más precoz, y el atrapamiento más llamativo. A este volumen pulmonar con el que empiezan a cerrarse las vías aéreas en la base del pulmón se le denomina volumen de cierre, que es aproximadamente el 10 % de la capacidad vital en sujetos jóvenes,

Las 4 reglas de la espirometría

y del 40 % a los 65 años. Su medición exacta requiere estudios específicos de nitrógeno exhalado, pero un cálculo indirecto puede realizarse valorando el FEF_{25-75%} en una espirometría forzada, ya que representa los valores intermedios de la curva flujo-volumen, que son independientes del esfuerzo espiratorio y por tanto un buen medidor objetivo del proceso de respiración del sujeto. Sin embargo, la gran variabilidad de este índice, tanto entre personas como entre mediciones de un mismo sujeto, hace que no haya sido posible su aplicación a la clínica, más que de una forma puramente orientativa.

7. QUÉ PRECISAMOS PARA REALIZAR UNA ESPIROMETRÍA

En general la prueba apenas necesita de grandes aparatos, pero sí de unas condiciones estrictas:

- Una habitación específica: No tiene por qué dedicarse en exclusiva a espirometrías (en la mayoría de centros es la misma sala en la que a otra hora se realizan analíticas, o consultas médicas o de enfermería). Normalmente se exige un espacio mínimo que pueda contener al menos a dos personas y el aparataje (teniendo en cuenta que el paciente pueda moverse con libertad, incluso si lo hace en una silla de ruedas), de unos 6 m² como referencia, y preferentemente con aislamiento acústico (o al menos, dispuesta en un lugar tal que las voces propias de realizar una espirometría no llamen demasiado la atención del resto de pacientes).
- Jeringa de calibración: Periódicamente es necesario revisar el espirómetro y volver a calibrarlo. Esta periodicidad cambia según el uso que se le dé al aparato (mucho más frecuente en los Servicios de Neumología, donde se llevan a cabo espirometrías a diario y se suele calibrar a diario, mientras que en Atención Primaria se realizan habitualmente un día a la semana). Es una técnica sencilla que apenas lleva cinco minutos. Consultar el manual de instrucciones para los detalles concretos.
- Aparatos para medición antropométrica del paciente: Báscula y tallímetro. Cinta métrica si precisa valorar la envergadura, en casos de deformidades de la pared torácica que hacen que la altura sea poco representativa.
- Aparatos para medición de las condiciones atmosféricas: Termómetro ambiental, barómetro e higrómetro.
- Mesa para el espirómetro: Estable.
- Silla para el paciente: Mejor con respaldo, para que mantenga la espalda recta.
- Pinza nasal: Aprieta las alas nasales y evita que se escape el aire.
- Boquilla desechable o esterilizable: Semi-rígida, no deformable al morderla (error típico en la maniobra de espiración forzada). Habitualmente son de cartón, lo que reduce el gasto de la prueba, pero hace que se deformen fácilmente.
- Filtro bacteriológico: En pacientes que lo requieran (bacilíferos, hemoptisis, etc.).
- Espirómetro: Los más frecuentes son los neumotacómetros y los de turbina. Su conservación y limpieza son sencillas, pero deben realizarse de forma escrupulosa. Consultar el manual de instrucciones para más detalles.
- Broncodilatadores de acción corta (para llevar a cabo el test de broncodilatación): Pueden emplearse agonistas-β₂ (terbutalina, salbutamol, formoterol) o anticolinérgicos (ipratropio). El uso de cámara espaciadora junto al inhalador hace que aumente el depósito pulmonar del fármaco al no tener que coordinar la pulsación con los movimientos respiratorios, además de que su limpieza sea más fácil, aunque para la validez de la prueba no es necesaria si se realiza bien la técnica de inhalación.
- Técnico especializado: Generalmente es el personal de enfermería quien lleva a cabo la prueba, y en otras ocasiones el médico. En todos los casos debe ser personal sanitario versado en la realización e interpretación de espirometrías (cuándo las curvas son válidas, cuándo detener la maniobra, etc.), y con un reciclaje periódico. Es ésta una prueba de fácil aprendizaje, para la que generalmente basta con haber asistido a un curso o talleres de corta duración, y que tampoco precisa de una gran experiencia posterior para sacar conclusiones. Se ha visto que bajo esas premisas pueden realizarse espirometrías de gran calidad en cualquier ámbito de la Sanidad, tanto en Atención Primaria como Hospitalaria.

8. CARACTERÍSTICAS EXIGIBLES A LOS DISTINTOS ESPIRÓMETROS

Todo médico que interprete espirometrías, y todo personal que las realice, debe conocer bien el aparato con el que trabaja. Las especificaciones técnicas y los protocolos de conservación y limpieza se encuentran en el manual de instrucciones, y deben ser revisados para cada espirómetro concreto, aunque las normativas de la SEPAR establecen que en general debe cumplirse:

- Medir volúmenes mayores o iguales a 8 litros y un flujo de 0 a 14 litros/seg, con un volumen mínimo detectable de 30 ml.
- Acumular señal durante 30 segundos.
- Medir el volumen con una exactitud mínima de ± 3 % ó ± 50 ml.
- Resistencia a un flujo de 12 litros/seg inferior a 1.5 cm H₂O/litro/seg.
- Determinar el inicio de las curvas por extrapolación retrógrada.
- Registro gráfico simultáneo, con visualización en pantalla.
- Corrección BTPS (*Body Temperature and Pressure Saturated with Water Vapor*): Factor de conversión de la temperatura y la saturación de vapor de agua entre el pulmón del sujeto y el exterior, transformando los valores a unidades BTPS, es decir a temperatura corporal (37° C), la presión atmosférica ambiental y el vapor de agua a la temperatura corporal (P_{H₂O} = 47 mmHg), para calcular el volumen real de aire exhalado.
- Disponibilidad de valores de referencia adecuados, pudiendo

Las 4 reglas de la espirometría

seleccionar entre ellos el que corresponda a cada área de trabajo y paciente concreto.

- Impresión de resultados: Algunos espirómetros admiten ya conexión mediante USB con un ordenador, convirtiendo el informe final a formato PDF, lo que permite transmitir los datos con facilidad e incluso adjuntarlos a una historia clínica electrónica. Si no, se imprime directamente en papel.
- Calibración con jeringa.

9. CALIBRACIÓN DEL ESPIRÓMETRO

Como todos los aparatos de medición, un espirómetro pierde fiabilidad con el uso, y periódicamente es necesario volver a calibrarlo, para saber que sus mediciones son acertadas. Esa periodicidad depende del uso que se haga de él, debiendo realizar calibraciones diarias en un Servicio en el que se utiliza todos los días (típico en los laboratorios de Neumología), y con menos frecuencia si sólo se emplea una o dos veces en semana (como suele ocurrir en Atención Primaria). En general se recomienda calibrarlo al menos cada día que se vaya a realizar espirometrías. Por ello la jeringa de calibración siempre debe guardarse cerca del aparato, junto con los registros de las últimas calibraciones (en muchos aparatos quedan guardadas en su memoria; si no es así, resulta conveniente escribirlo en un cuaderno o libreta, especialmente útil en Centros que realicen controles de calidad).

La maniobra concreta para la calibración depende de cada espirómetro, y viene indicada en el manual de instrucciones. Normalmente es sencilla y no requiere más de cinco minutos.

10. CONSIDERACIONES PREVIAS

Antes de hacer ninguna maniobra, hay que tener siempre en cuenta:

- Explicar bien al paciente en qué consiste la prueba, y lo que se le va a pedir que haga, mejor si es posible por escrito (ver Anexo 1 para un ejemplo de "Instrucciones previas a una espirometría"). No se exige un consentimiento informado, pero sí su colaboración para que los resultados sean válidos. Explicarle que durante su realización se le darán órdenes enérgicas para animarle a que sople. Asegurarse de que lo ha entendido bien. Son útiles frases del tipo "Sople todo lo fuerte y rápido que pueda, y durante todo el tiempo que pueda, hasta quedar sin aire en el pecho", o "El soplido debe ser fuerte, rápido y mantenido en el tiempo".
- Si se trata de una espirometría con fines diagnósticos, no debe realizar ciertas actividades antes de ella (tablas 7.1 – 7.6). Como regla general, será necesario retirar cualquier fármaco que actúe sobre el componente muscular de la pared bronquial (agonistas β_2 , anticolinérgicos y teofilinas), mientras que no influyen aquéllos que ejercen su efecto sobre la inflamación de la mucosa (corticoides inhalados y antileucotrienos). Un truco para calcular con cuánta antelación hay que retirarlos es indicar al paciente que no se

administre la última dosis de medicación que le correspondería antes de la prueba, sea a la hora que sea, y así se aprovecha la duración terapéutica del fármaco como tiempo de lavado (la antelación dependerá del tiempo que dure su efecto, no de la rapidez con que lo ejerza). Consultar tablas 7.1 – 7.6 para cada fármaco concreto.

- Si se trata de una espirometría de seguimiento, no debe realizar ejercicio vigoroso antes de la prueba, ni ingerir comida abundante, ni tomar sustancias tóxicas, pero sí su tratamiento habitual (pretendemos valorar al paciente como se encuentra con su medicación crónica, ya sabemos que sin ella empeora).
- Mantener al paciente en reposo al menos 15 minutos antes de la prueba.

11. TÉCNICA DE REALIZACIÓN

La espirometría es una prueba sencilla que sin embargo requiere de una técnica precisa y bien realizada. Cualquier error en su ejecución invalida los resultados. El personal que la realice debe estar versado y haber recibido adiestramiento específico (no es preciso un largo aprendizaje, pero sí conocer el porqué de las instrucciones y cómo llevarlas a cabo). Los pasos incluyen:

- Pesar y medir al paciente: Siempre. No hay que fiarse de controles previos ni de lo que afirmen pesar o medir, porque las variaciones pueden ser importantes. Eliminar ropa y calzado, para obtener datos lo más veraces que se pueda.
- Introducir en el aparato las variables antropométricas: sexo, talla, edad, peso, índice tabáquico (no imprescindible). En caso de deformidades torácicas o en miembros inferiores importantes, la talla ya no es representativa, por lo que puede ser sustituida por la envergadura del individuo (distancia entre el tercer dedo de cada mano tras haber colocado los brazos en cruz), debiendo registrarlo en la historia clínica para futuras referencias.
- Introducir variables ambientales: temperatura, presión atmosférica, humedad relativa del aire. Generalmente no hay que modificarlas, si siempre se realizan espirometrías en la misma sala. (Los resultados de la espirometría son sensibles a las condiciones atmosféricas, y hay que tenerlo en cuenta si varían ostensiblemente o si son muy extremas. En general por debajo de 17° C y por encima de 40° C se recomienda no realizar la prueba)
- Introducir valores de referencia: En España se utilizan desde 1985 los de la Sociedad Española de Neumología, SEPAR, tomados de Roca et al, aunque no son tan útiles en edades extremas. En la más reciente normativa sobre espirometrías, la propia SEPAR establece distintas recomendaciones:
 - Edad del paciente entre 6 y 20 años: Emplear los valores de referencia de Casan et al para niños.
 - Edad del paciente entre 20 y 65 años: Emplear los valores de

Tabla 7.1: Antes de una espirometría diagnóstica, evitar:

Actividades	Antelación recomendada	Antelación mínima admisible
Ejercicio vigoroso	Al menos 30 minutos	
Fumar	Al menos 1 hora	
Ingerir comida abundante	Al menos 2 horas	
Estimulantes del SNC (cafeína, teína)	Al menos 4 horas	
Depresores del SNC (alcohol, benzodicepinas)	Al menos 4 horas	

Tabla 7.2: Antes de una espirometría diagnóstica, evitar:

Broncodilatadores		Antelación recomendada	Antelación mínima admisible
Broncodilatadores agonistas β_2 de acción corta (En inglés, Short-acting β_2 -agonists o SABA)	Salbutamol (Albuterol): Aldobronquial®, Buto Air®, Salbuair®, Salbutamol Aldo Union®, Salbutamol Sandoz®, Ventilastin®, Ventoaldo®, Ventolin®.	Al menos 6 horas	
	Terbutalina: Tedipulmo®, Terbasmin®.		
Broncodilatadores anticolinérgicos de acción corta (En inglés, Short-acting muscarinic antagonists o SAMA)	Bromuro de ipratropio: Atroaldo®, Atrovent®, Bromuro de ipratropio Aldo Union®, Bromuro de ipratropio Teva®.	Al menos 6 horas	
Broncodilatadores β_2 de acción larga (En inglés, Long-acting β_2 -agonists o LABA)	Clenbuterol: Ventolase®.	Al menos 24 horas	Al menos 12 horas
	Formoterol: Broncoral®, Foradil®, Formatrix®, Formoterol Aldo Union®, Formoterol Stada®, Neblik®, Oxis®.		
	Salmeterol: Beglan®, Betamican®, Inaspir®, Serevent®.		
Broncodilatadores anticolinérgicos de acción larga (En inglés, Long-acting muscarinic antagonists o LAMA)	Bromuro de acilidinio: Eklira®, Bretaris®.	Al menos 24 horas	Al menos 12 horas
	Bromuro de glycopyrronio: Seebri®, Enurev®.	Al menos 36 horas	Al menos 24 horas
	Tiotropio: Spiriva®.	Al menos 36 horas	Al menos 24 hoas
Broncodilatadores β_2 con efecto de 24 horas (En inglés, Ultra-long-acting β_2 -agonists o Ultra-LABA o ULABA)	Orales	Bambuterol: Bambec®.	Al menos 24 horas
	Inhalados	Indacaterol: Hirobriz®, Onbrez®, Oslif®.	

Tabla 7.3: Antes de una espirometría diagnóstica, evitar:

Metilxantinas		Antelación recomendada	Antelación mínima admisible
Metilxantinas en forma convencional	Teofilina forma convencional: Elixifilin®, Eufilina Venosa®.	Al menos 6 horas	
Metilxantinas en forma retard	Teofilinas forma retard: Pulmeno®, Teromol®, Theo Dur®, Theolair®, Theoplus®.	Al menos 24 horas	Al menos 12 horas

referencia de Roca et al para adultos.

- Edad del paciente mayor de 65 años: Emplear los valores de referencia de García-Río et al para ancianos.

Es importante saber bien cuáles son los valores de referencia escogidos, ya que un error en ese sentido puede hacer cambiar el resultado hasta en un 11 %, y conllevar diagnósticos y pautas de tratamiento incorrectos.

- Introducir factor étnico: Las tablas cambian en función del origen racial.
- Adoptar la postura correcta: Sentado, con la espalda recta, sin cruzar las piernas y sin ropas ajustadas, con pinza nasal que evite que se escape el aire, y sin otros elementos que obstruyan (dentaduras postizas). Se suele recomendar que el técnico mantenga una mano sobre el pecho del paciente, para que no adelante el cuerpo de manera inconsciente durante la espiración. *(Durante la maniobra*

Tabla 7.4: Antes de una espirometría diagnóstica, evitar:

Corticoides		Antelación recomendada	Antelación mínima admisible
Corticoides inhalados (En inglés, Inhaled corticosteroids o ICS)	Beclometasona: Becló Asma®, Beclforte®, Becotide®.	No influyen	
	Budesonida: Budesonida Aldo Union®, Budesonida Easyhaler®, Budesonida Pulmictan®, Miflonide®, Novopulm®, Olfex®, Pulmicort®, Ribujet®.		
	Ciclesonida: Alvesco®.		
	Fluticasona: Flixotide®, Flusonal®, Inalacor®, Trialona®.		
	Mometasona: Asmanex®.		
Corticoides orales o parenterales			

Tabla 7.5: Antes de una espirometría diagnóstica, evitar:

Asociaciones		Antelación recomendada	Antelación mínima admisible
Asociaciones de broncodilatador + corticoide inhalado: Siempre en función del broncodilatador	Beclometasona / Formoterol: Formodual®, Foster®.	Al menos 24 horas	Al menos 12 horas
	Beclometasona / Salbutamol: Butosol®.	Al menos 6 horas	
	Budesonida / Formoterol: Rilast®, Symbicort®.	Al menos 24 horas	Al menos 12 horas
	Salmeterol / Fluticasona: Anasma®, Brisair®, Inaladuo®, Plusvent®, Seretide®		
Asociaciones de broncodilatadores inhalados: Siempre en función del broncodilatador de acción más prolongada que contenga	Ipratropio / Salmeterol: Combiprasal®.	Al menos 24 horas	Al menos 12 horas
	Formoterol / Acidinio	Al menos 24 horas	Al menos 12 horas
	Indacaterol / Glycopyrronio: Ultibro®, Xoterna®.	Al menos 36 horas	Al menos 24 horas
Asociaciones con broncodilatador por vía oral o parenteral: Siempre en función del broncodilatador de acción más prolongada que contenga	Betametasona / Diprofilina / Guaifenesina: Bronsal®.	Al menos 24 horas	Al menos 12 horas
	Cromoglicato disódico / Isoprenalina: Frenal Compositum®.	Al menos 6 horas	
	Guaifenesina / Terbutalina: Terbasmin Expectorante®.	Al menos 6 horas	
Asociaciones por vía percutánea	Alcanfor / Esencia de Cedrus deodora / Nuez moscada / Trementina / Mentol / Eucalipto / Timol / Vaselina: Vicks VapoRub®.	No influye	

Tabla 7.6: Antes de una espirometría diagnóstica, evitar:

Otros fármacos respiratorios		Antelación recomendada	Antelación mínima admisible
Cromonas	Cromoglicato disódico: Frenal®, Nebulasma®, Nebulcrom®.	Al menos 24 horas	Al menos 12 horas
	Nedocromilo: Tilad®.		
Antiasmáticos sistémicos	Montelukast: Singulair®.	No influyen	
	Zafirlukast: Accolate®, Aeronix®, Olmorán®.		
Inhibidores de la fosfodiesterasa-4	Roflumilast: Daxas®, Libertek®.		
Antigripales			
Antitusígenos			
Antihistamínicos			
Antibióticos			
Mucolíticos y expectorantes			
Alfa-1-antitripsina: Prolastina®, Trypsone®.			
Dornasa Alfa (DNAasa): Pulmozyme®.			

fisiológica de espiración forzada, la glotis sube y tapa las coanas, por lo que la cantidad de aire que se exhala por la nariz es mínima, de modo que la pinza nasal no es obligatoria, salvo en personas que no entiendan la maniobra y soplen por la nariz, o en niños pequeños, en los que no está bien desarrollado el aparato laríngeo y las coanas no se cierran. Si el paciente presenta prótesis dentarias y éstas se mueven, es mejor quitarlas, pero si están fijadas y no hay riesgo de que caigan, es mejor mantenerlas, ya que de lo contrario puede alterarse la mecánica orofaríngea y por tanto los resultados)

Está estudiado que un individuo de pie presenta unos 70 ml más de FVC que sentado. La prueba puede realizarse indistintamente de pie o sentado, pero siempre de la misma forma. Por convenio se suele realizar siempre sentado, para evitar mareos y síncope. También está descrita la posibilidad de una espirometría en decúbito, aunque debe tenerse en cuenta que los valores pueden ser hasta un 10 % inferiores a los obtenidos en sedestación, por lo que esa postura es rara. Siempre que se realice una espirometría en una postura distinta de la sedestación, debe ser por una causa justificada y anotarlo en la historia clínica, de cara a valorarlo posteriormente en sus resultados.

- Llevar a cabo una inspiración máxima no forzada, con una pausa post-inspiración de duración mínima, no más de 1 – 2 segundos. No debe prolongarse más, ya que entonces las fibras musculares pierden sus capacidades elásticas, y no ejercerían la misma fuerza espiratoria.
- Colocar la boquilla entre los labios, cerrándolos bien alrededor de ella.
- Realizar una espiración máxima forzada, que se prolongará hasta exhalar por completo de forma constante, durante un mínimo de 6 segundos (3 segundos en niños menores de 5 – 6 años). El técnico

que realice la prueba debe animar al paciente energicamente (casi siempre con gritos que fomenten el que siga respirando, del tipo de "Más, más, más", o "Sopla, sopla, sopla"), mientras comprueba la evolución de la curva en la pantalla del espirómetro (puede observarse en cualquiera de las dos curvas, tanto en la flujo-volumen como en la volumen-tiempo, aunque suele ser más práctico en esta última, para verificar que el tiempo de espiración supere los 6 segundos). En pacientes con patología obstructiva, que muestran una espiración prolongada, en ocasiones la maniobra puede durar bastante más tiempo (incluso 10–15 segundos), por lo que debe animarse a que continúe soplando mientras pueda, o de lo contrario podría infravalorarse el resultado de la FVC.

- Desechar los resultados obtenidos de manera indebida (maniobra demasiado corta, detenida bruscamente, con tos o inhalaciones durante el transcurso de la espiración, etc.). Si ya se aprecia que el comienzo de la maniobra no es válido, detenerla cuanto antes para evitar que el paciente se canse.
- Se concluye la prueba cuando se dispone de tres resultados válidos (curvas técnicamente satisfactorias) y dos reproducibles (la diferencia en el FEV₁ y la FVC de las tres curvas es inferior al 5% o 100 ml, lo que sea mayor de los dos). Esto hace que a veces se alargue el tiempo de realización de la espirometría, en busca de las curvas más adecuadas. Más allá de ocho-diez intentos, el agotamiento hace que la validez empeore todavía más, por lo que es mejor citar al paciente para otro día e intentarlo de nuevo. Se debe dejar reposar al paciente unos minutos entre intentos, ya que es una prueba que produce bastante cansancio. (Se calcula que en el 10 – 20 % de la población resulta imposible llevar a cabo una espirometría, por muchos intentos que se repitan o por muy preparado que esté el personal)

Las 4 reglas de la espirometría

- Test de broncodilatación: *Obligatorio siempre en una espirometría diagnóstica y recomendable en una de seguimiento.* Administrar una dosis de broncodilatador inhalado de acción corta y repetir la espirometría. El fármaco puede ser un agonista β_2 (terbutalina, salbutamol o formoterol) o un anticolinérgico (ipratropio), y se debe repetir la espirometría a los 10–15 minutos si se emplea un β_2 , o 30–45 minutos si se emplea un anticolinérgico.

Errores frecuentes en la realización de una espirometría:

- Postura inadecuada: Si el paciente se inclina hacia delante (algo completamente instintivo y natural), el flujo espiratorio será más rápido por la acción de los músculos abdominales, falseando la prueba. Por ello el técnico debe mantener siempre una mano sobre el pecho del paciente, impidiendo que cambie la postura.
- Inspiración o espiración submáximas: Determinan un volumen de aire inadecuado, y un resultado final que impresiona de restrictivo sin serlo.
- Cierre inadecuado de los labios alrededor de la boquilla: Produce escape de aire, que puede llegar a ser importante.
- Vacilación al comienzo de la maniobra espiratoria: Sin esfuerzo máximo, lo que afecta sobre todo al FEV_1 , dando un resultado falsamente obstructivo.
- Taponamiento de la boquilla con la lengua, o morderla.
- Esfuerzos múltiples en lugar de un único esfuerzo máximo.
- Tos.
- Cierre precoz de la glotis: Determina una terminación brusca de las curvas.
- Reinhalación de aire.
- Maniobra indebidamente corta, por cansancio o falta de estímulo del personal sanitario: También hace descender la FVC, mostrando un patrón restrictivo que no es verdadero.

En ocasiones puede ser necesario que el propio técnico que realice la prueba imite la maniobra para enseñársela al paciente, ya que la buena comprensión y voluntad son imprescindibles para obtener unos datos válidos.

12. REPRESENTACIÓN

El informe de una espirometría presenta los siguientes elementos:

- Características de presión atmosférica y temperatura de la sala: Generalmente no cambian de forma apreciable, pero si el espirómetro se encuentra en unas condiciones extremas de presión o temperatura (regiones de alta montaña o a nivel del mar, en verano o invierno, o cerca de potentes fuentes de calor o frío) debe ser tenido en cuenta. Como ya hemos dicho en capítulos anteriores, en general por debajo de 17° C y por encima de 40° C se recomienda no realizar espirometrías.

- Características antropométricas y sexo del paciente: Deben estar acordes con cada sujeto, pues son los que marcan los valores de referencia que manejará el aparato, y con los que compararemos los datos obtenidos. Si se han introducido de forma errónea, la prueba entera queda invalidada.
- Curvas espirométricas: Curva flujo–volumen (fig. 2) y volumen–tiempo (fig. 3). Nos servirán para comprobar la validez y reproducibilidad de la prueba.
- Valores numéricos: De los que nos importan fundamentalmente el FEV_1 , FVC y el cociente FEV_1 / FVC . Nos servirán para catalogar al paciente en un patrón determinado (obstructivo, restrictivo o mixto), gravedad (leve, moderado o grave) y un valor de la prueba broncodilatadora (positiva o negativa). Tomaremos el mayor valor de cada uno de entre las tres curvas válidas (no tienen por qué ser los tres de la misma, sino que pueden tomarse de distintas curvas, siempre el mayor en cada caso). Normalmente el *software* del espirómetro ya elige por sí mismo cuál es la mejor curva de las realizadas, colocándola en primer lugar, e incluso en algunos modelos ya aporta los mejores datos numéricos específicos, bajo el epígrafe “Mejor FEV_1 ” y “Mejor FVC”.

(A la hora de interpretar los valores, distinguir las columnas de cifras que marca el espirómetro: “OBS” (datos observados), “REF” (valores de referencia) y “%” (relaciones porcentuales entre ellos). El cociente FEV_1 / FVC debe analizarse en la columna de “Observado” (ya que es una relación porcentual en sí mismo), mientras que el FEV_1 y la FVC deben analizarse en la columna de “%”. Otros aparatos lo representan como “PRUEBA” y “TEÓRICO”, o como “PRE” y “POST” (si incluyen la prueba broncodilatadora). Cada médico que interpreta espirometrías, y cada personal que las realiza, debe conocer su aparato)

- Cuadrante de Miller (fig. 7): Da información de un solo vistazo acerca del patrón espirométrico del paciente, pero debe ser valorado junto al resto de la información, no en lugar de ella (curvas no válidas o datos introducidos equivocadamente hacen que nos deba dar igual lo que marque el cuadrante de Miller). Tampoco dice nada acerca de la prueba broncodilatadora.

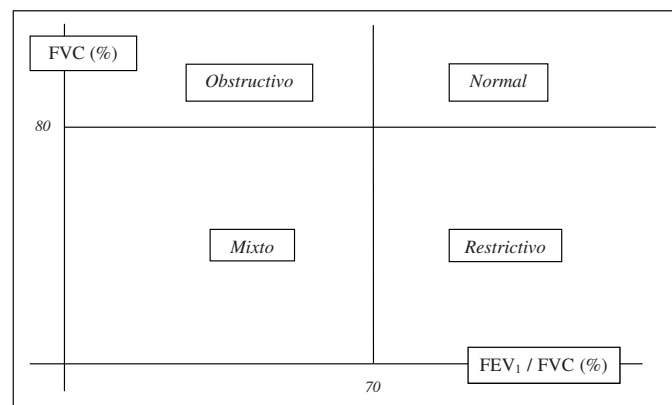


FIG 7. Cuadrante de Miller

Las 4 reglas de la espirometría

- Notas: El personal que realice la prueba debe registrar cualquier contingencia que se produzca (grado de colaboración, complicaciones, si tuvo que medir la envergadura del individuo en vez de su altura, si había usado inhaladores antes de llegar, etc.). Esto permitirá que se tengan en cuenta en todo momento en el futuro.

13. CÓMO INTERPRETAR UNA ESPIROMETRÍA

Los pasos a seguir son, por este orden (y así los desarrollaremos en los siguientes apartados):

- Confirmar los datos personales y antropomórficos introducidos: Si son erróneos, nada de lo siguiente tiene significado alguno.
- Observar las gráficas: Comprobar validez (al menos 3 maniobras válidas) y reproducibilidad (al menos 2 reproducibles) de las curvas.
- Observar los datos numéricos: Ver primero el cociente FEV_1 / FVC , luego la FVC y en tercer lugar el FEV_1 . Con estos valores, catalogar al paciente en patrón obstructivo, restrictivo o mixto, y en leve, moderado o grave.
- Observar los resultados post-broncodilatación: Catalogar la prueba broncodilatadora de positiva o negativa.
- Emitir una conclusión: Patrón espirométrico (obstructivo, restrictivo o mixto), nivel de gravedad (leve, moderado o grave) y prueba broncodilatadora (positiva o negativa).
- Emitir un diagnóstico: En función de los antecedentes, clínica y resultados espirométricos del paciente. En ningún caso la espirometría es sinónimo de un diagnóstico, sino que a partir de ella tan solo podemos emitir un veredicto en forma de patrón (por ejemplo, patrón obstructivo con prueba broncodilatadora positiva, que no es lo mismo que asma, ya que existen pacientes con EPOC que muestran un componente importante de reversibilidad, y eso no significa que sean asmáticos, por lo que debe ser su médico quien los diferencie, según cada paciente concreto).

14. CRITERIOS DE UNA ESPIROMETRÍA CORRECTA

Según la Sociedad Española de Neumología, para que se considere adecuada una espirometría, debe cumplir:

- Criterios de aceptabilidad: Al menos tres curvas que muestren:
 - Inicio correcto.
 - Meseta estable.
 - Trazado de las curvas sin artefactos.
 - Terminación lenta y asintótica.
 - Duración adecuada.
- Criterios de reproducibilidad: Al menos dos curvas que muestren

entre ellas una diferencia de FEV_1 y de FVC menor de 100 ml y del 5 %.

La mayoría de espirómetros ya guardan en su memoria estos criterios, y poseen un software capaz de reconocer cuándo una curva los cumple y cuándo no, por lo que suelen indicarlo en el informe final.

Desarrollaremos estas observaciones en los capítulos siguientes.

15. VALIDEZ O ACEPTABILIDAD DE LAS CURVAS

Para que una espirometría sea considerada válida, debe presentar al menos tres curvas con unas condiciones técnicas adecuadas, constatables sólo con ver las gráficas, que deben tener:

- Comienzo brusco: La maniobra de espiración debe ser forzada, animando al paciente a soplar con todas sus fuerzas. Eso se traduce en unas gráficas con un ascenso rápido pegado al eje de ordenadas, y una curva flujo-volumen con un pico único y manifiesto (fig. 2 y 3). De lo contrario, el FEV_1 aparecerá erróneamente disminuido, por una salida de aire excesivamente lenta al principio (fig. 4 y 5). En ocasiones pueden verse picos múltiples en la curva flujo-volumen por distintos esfuerzos espiratorios, que también invalidan la maniobra (fig. 8). No es necesario que el comienzo de las curvas coincida exactamente con el comienzo del eje de abscisas, sino que el *software* del aparato es capaz de eliminar ese tiempo sin

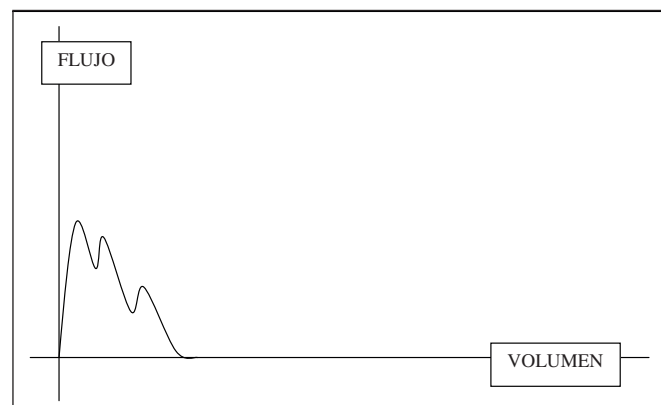


FIG 8. Picos múltiples

actividad ("pegar la curva a la izquierda"), igual que desechar un comienzo titubeante y valorar tan solo cuando el trazado asciende de verdad (ese volumen que se elimina por un inicio titubeante, llamado volumen extrapolado, debe ser menos del 5 % de la FVC y de 150 ml para que no invalide la prueba entera).

- Meseta estable: Tiempo intermedio sin cambios de al menos 1 segundo en la curva volumen-tiempo.
- Evolución progresiva: Bajada lenta en el caso de la curva flujo-volumen, ascenso continuado en la volumen-tiempo, sin muescas ni alteraciones en su trazado. Cambios bruscos deberán ser tomados

como errores (tos, inspiración en mitad de la maniobra, etc.), como puede verse en la figura 9.

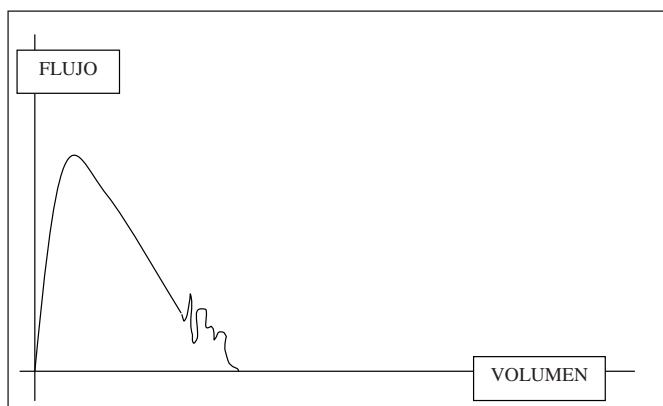


FIG 9. Tos

- Terminación asintótica: Finalización progresiva hasta agotar el aire, no brusca ni truncada en el tiempo (fig. 10), hasta un momento en que el flujo sea menor de 0.025 litros/seg, que es la marca a partir de la cual el espirometro da por terminada la prueba.

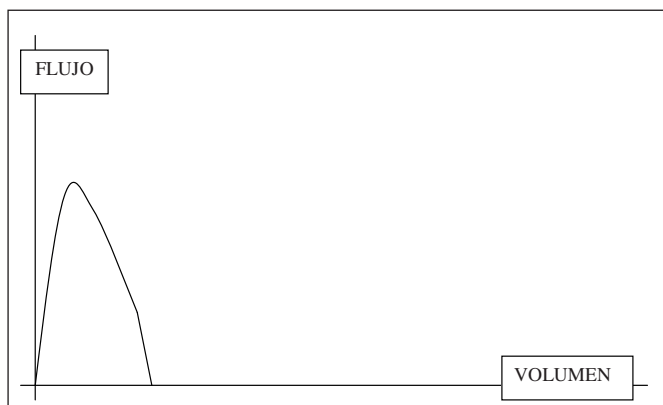


FIG 10. Terminación brusca

- Duración adecuada: Al menos 6 segundos (3 segundos en niños menores de 5 – 6 años), para que sea aceptable. El técnico que realice la prueba debe seguir animando al paciente como mínimo hasta que pase el tiempo requerido. En pacientes con obstrucción crónica, que presentan un alargamiento del tiempo espiratorio por su propia enfermedad, pueden requerirse incluso 10 – 15 segundos para vaciar toda su capacidad vital, por lo que la espirometría debe continuarse mientras el paciente pueda, ya que eso supondrá una mejor estimación de su FVC real. Por tanto los criterios de terminación de una espirometría serán:
 - Al menos duración de 6 segundos.
 - Meseta (*plateau*) de al menos 1 segundo sin cambios en su actividad (< 0.025 litros/sg).

- Flujo espiratorio por debajo de 30 ml / sg.
- Finalización asintótica.

Muchos espirometros calculan ya directamente lo que llaman tiempo de espiración forzada (en inglés, *Forced Expiratory Time, FET*), que es exactamente cuánto ha sido en segundos la duración de la maniobra, y que suelen mostrar en el registro final.

(Muchos errores en la realización deberán ser ya tomados en cuenta por el propio técnico, que es el que mejor observa al paciente toser o no llevar a cabo una espiración correcta, por lo que será él mismo quien deseche ese intento en el mismo momento de la espirometría, haciendo que lo repita. La curva flujo–volumen suele ser más útil para detectar errores que la volumen–tiempo)

16. REPRODUCTIBILIDAD DE LAS CURVAS

Las curvas se consideran reproducibles si se obtienen al menos dos con una variación entre ellas menor del 5 % o de 100 ml (muchos espirometros ya calculan este dato de forma automática). También es tarea de quien realiza la prueba el determinar esta variación, pues no se debe dar por concluida la espirometría mientras no se disponga al menos de tres curvas válidas y dos reproducibles, o por agotamiento del paciente.

17. VALORES NUMÉRICOS DE LA ESPIROMETRÍA

Nos fijaremos básicamente en cuatro y en sus datos, considerándose normales los que aparecen en la tabla 8.

Tabla 8. Cifras normales de los valores espirométricos	
Cociente FEV ₁ / FVC	70 – 85 %
FEV ₁	80 – 120 %
FVC	80 – 120 %
FEF _{25–75%}	> 60 %

18. PATRONES ESPIROMÉTRICOS

Existen sólo cuatro posibilidades en la interpretación de una espirometría: patrón obstructivo, patrón restrictivo, patrón mixto o espirometría normal.

- **Patrón obstructivo:** El paciente presenta una limitación al flujo aéreo, esto es, una obstrucción a la salida del aire (bien un broncoespasmo, fibrosis bronquial, etc.), lo que determina que el flujo espiratorio sea menor, compensándolo con un mayor tiempo de espiración (*al aire le cuesta salir, pero si esperamos más tiempo acabará por salir todo*). En ocasiones se compara con una enorme cisterna llena de agua, que tuviera en su base una cañería para vaciarla, y una obstrucción importante en esa cañería. La cantidad de agua que saldrá por la cañería en un segundo será menor que si no tuviera la obstrucción, pero si esperamos un tiempo suficiente,

Las 4 reglas de la espirometría

acabará por vaciarse toda la cisterna.

Esto se observa en la espirometría como:

- Disminución del cociente FEV_1 / FVC (menor del 70 %): Es el dato que define la obstrucción.
- Disminución del FEV_1 (menor del 80 %).
- FVC normal (disminuido, menor del 80 %, en casos avanzados).

Otros datos:

- Disminución del $FEF_{25-75\%}$ (menor del 60 %): Marcador de obstrucción en vías aéreas pequeñas.
- Disminución del PEF (menor del 80 %): Marcador de gravedad en cuadros obstructivos.
- Aumento del volumen residual y la capacidad pulmonar total (en casos avanzados): Sólo objetivable en laboratorios de Neumología.
- Aumento del cociente volumen residual / capacidad pulmonar total (en casos avanzados): Sólo objetivable en laboratorios de Neumología.

En la representación gráfica se aprecia una curva flujo-volumen de altura reducida (flujo espiratorio disminuido) con volumen total mantenido (fig. 11), y una volumen-tiempo de menor altura pero que termina llegando a los mismos valores (fig. 12).

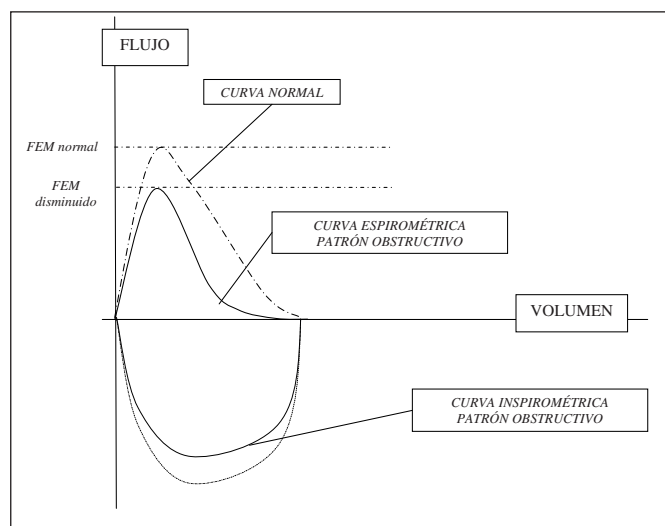


FIG 11. Patrón obstructivo (Flujo - Volumen)

Es típica la imagen cóncava en la curva flujo-volumen (fig. 11), y el ascenso lento en la volumen-tiempo (fig. 12), que sólo de un vistazo nos suelen hacer pensar ya en un patrón obstructivo.

Ejemplos de este patrón son el asma, la EPOC, las bronquiectasias, la fibrosis quística y la bronquiolitis.

En ocasiones puede ocurrir que las enfermedades obstructivas, al

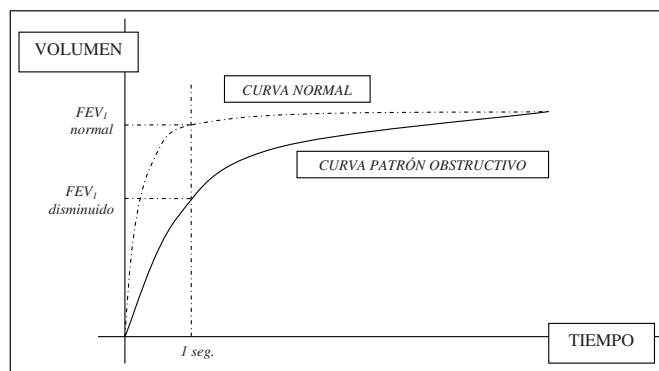


FIG 12. Patrón obstructivo (Volumen - tiempo)

progresar en el tiempo, den lugar a una cantidad importante de aire atrapado (enfisema), lo que hace que aumente el volumen residual (y la capacidad pulmonar total, a expensas de él, por lo que aumenta el cociente volumen residual / capacidad pulmonar total), disminuya la FVC, y el cociente FEV_1 / FVC pueda normalizarse o incluso invertirse, lo que complica el diagnóstico diferencial. En esos casos, el descenso del $FEF_{25-75\%}$ por debajo del 60 % permite distinguir que se trata de una obstrucción, y el FEV_1 , que no se altera por ese fenómeno y permanece bajo, sirve como marcador de gravedad. En ocasiones se realiza también una espirometría simple para comprobar que existe una diferencia marcada entre la FVC y la SVC, lo que apunta a una patología obstructiva (por el cierre precoz de la vía aérea pequeña en patologías obstructivas crónicas, que produce atrapamiento de aire).

- **Patrón restrictivo:** El paciente presenta una disminución de la capacidad para acumular aire (por alteración de la caja torácica, o por disminución del espacio alveolar útil, como en el enfisema o por cicatrices pulmonares extensas), sin embargo los flujos son normales, porque no existe ninguna obstrucción a su salida (el aire sale con normalidad, pero no hay mucho). En ocasiones se compara con un globo lleno de aire que esté menos inflado de lo normal, pero que no presenta ninguna dificultad para expulsar el aire que tiene, que es menos del que debería.

Esto se observa en la espirometría como:

- Disminución de la FVC (menor del 80 %): Es el dato que define la restricción.
- FEV_1 normal o disminuido (menor del 80 %): La restricción determina que la caja torácica "se hinche" menos, por lo que las fuerzas elásticas que intervienen en la espiración se ven mermadas, y eso hace que el flujo pueda descender. Aunque la espiración forzada, que es la que medimos, no depende tanto de esas fuerzas elásticas como de la contracción activa de los músculos implicados (abdominales e intercostales internos), en pacientes con enfermedad restrictiva sí llega a notarse su influencia, y el FEV_1 puede disminuir.
- Cociente FEV_1 / FVC normal o aumentado: Si desciende el FEV_1 ,

Las 4 reglas de la espirometría

en todo caso es un descenso parejo al de la FVC, y el cociente no suele alterarse, aunque puede aumentar, por el descenso mayor de la FVC que del FEV₁.

Otros datos:

- FEF_{25-75%} normal o disminuido (menor del 60 %), por las mismas razones que el FEV₁.
- PEF normal o disminuido (menor del 80 %), por las mismas razones que el FEV₁.
- Volumen residual y capacidad pulmonar total normales o disminuidos (en ocasiones, y según la enfermedad que lo origine, puede aparecer un volumen residual elevado, por atrapamiento aéreo, que también produce un fenómeno de restricción al no ser un aire útil por no intercambiarse nunca): Sólo objetivables en laboratorios de Neumología.

(En casos de patrón restrictivo, y a diferencia de la obstrucción pura, sí es necesario complementar el estudio espirométrico con una pletismografía corporal o una prueba de dilución de gases, con el fin de valorar volúmenes pulmonares de los que no obtenemos información sólo con una espirometría forzada. De hecho en la reciente normativa SEPAR 2013 sobre espirometría se apuesta por denominar a este patrón como "trastorno no obstructivo", reservando el término de restricción para cuando se hayan podido comprobar los volúmenes pulmonares)

En la representación gráfica se aprecia una curva flujo-volumen de altura parecida o levemente inferior pero con un menor volumen global (fig. 13), y una volumen-tiempo que no llega al valor normal de la capacidad pulmonar total, con una FEV₁ que puede ser normal o baja (fig. 14).

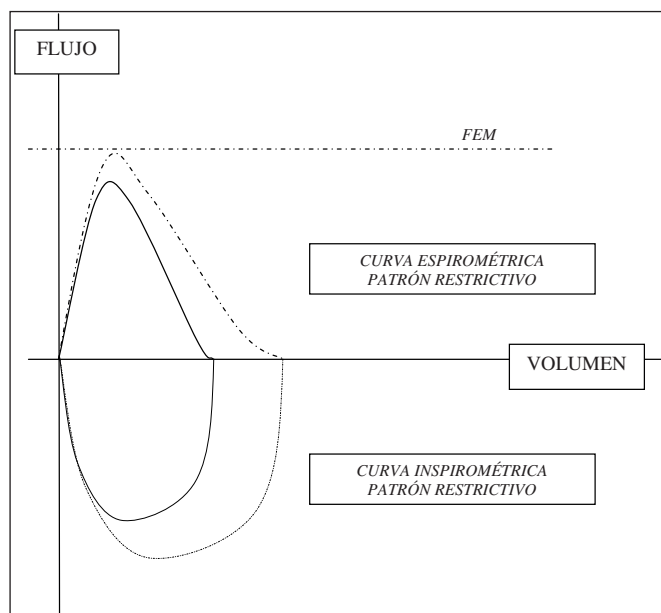


FIG 13. Patrón restrictivo (Flujo - Volumen)

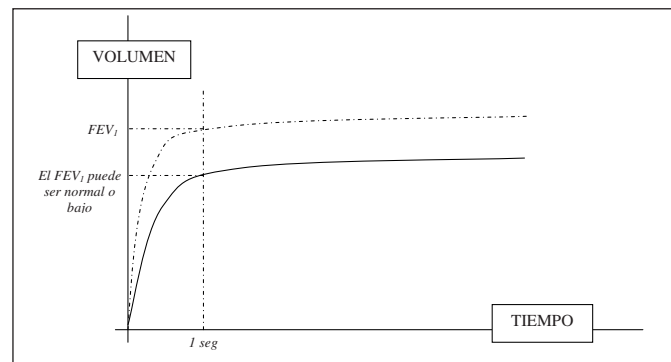


FIG 14. Patrón restrictivo (Volumen - tiempo)

Ejemplos de este patrón son las enfermedades de la pared torácica (cifoescoliosis, obesidad, espondilitis anquilosante), neuromusculares (parálisis diafragmática, miastenia gravis, síndrome de Guillain-Barré, distrofias musculares), sarcoidosis, fibrosis pulmonar, neumoconiosis, neumopatías intersticiales, enfisema o bronquiectasias (por importante fenómeno de atrapamiento aéreo).

• **Patrón mixto:** Una combinación de los anteriores, generalmente por evolución de cuadros que al principio sólo eran obstructivos o restrictivos puros. Esto da lugar a que los hallazgos varíen según qué trastorno predomine en el paciente:

- FEV₁ disminuido: Más que en cualquier otro patrón, ya que asocia el descenso propio de la restricción (por falta de expansión de la caja torácica), con el propio de la obstrucción (por alargamiento del tiempo espiratorio).
- FVC disminuida: Por el componente restrictivo.
- Cociente FEV₁ / FVC normal, aumentado o disminuido, según qué componente predomine más: Lo más frecuente es que esté también disminuido, por suma de los descensos del FEV₁ y la FVC.

Otros datos:

- FEF_{25-75%} disminuido (menor del 60 %), por las mismas razones que el FEV₁.
- PEF disminuido (menor del 80 %), por las mismas razones que el FEV₁.
- Volumen residual y capacidad pulmonar total que pueden ser normales, aumentados o disminuidos, según la enfermedad que lo provoque: Sólo objetivables en laboratorios de Neumología.

La curva flujo-volumen aparece con un pico menor y una menor duración (fig. 15), mientras que la volumen-tiempo muestra un ascenso más lento de lo normal y un volumen total también disminuido (fig. 16).

Ejemplos de este patrón son la evolución terminal de la EPOC, bronquiectasias o enfermedades neuromusculares.

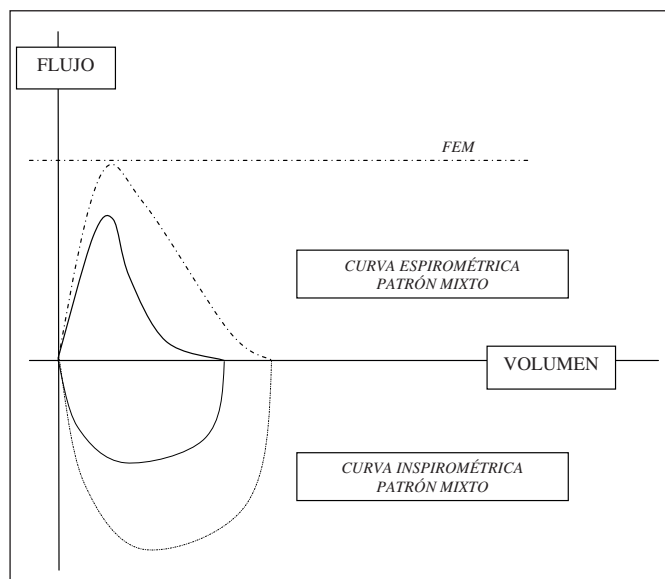


FIG 15. Patrón mixto (Flujo - Volumen)

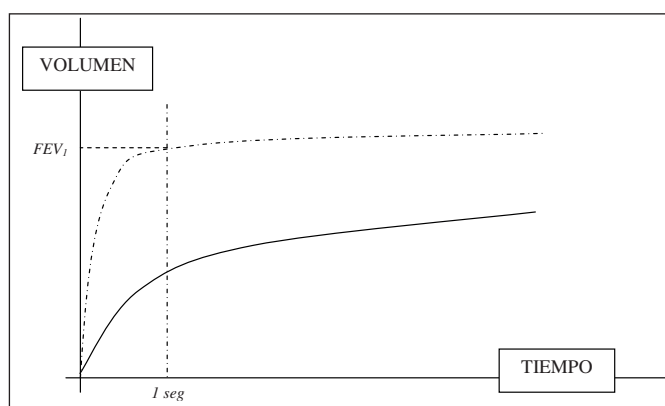


FIG 16. Patrón mixto (Volumen - tiempo)

(De igual modo que ocurre con la restricción, en la reciente normativa SEPAR 2013 sobre espirometría se apuesta por denominar a este patrón como “coexistencia de un defecto obstructivo y no obstructivo”, reservando el término de patrón mixto para cuando se hayan podido comprobar los volúmenes pulmonares mediante pletismografía o prueba de dilución de gases)

Podemos ver todos los patrones resumidos en la tabla 9.

19. NIVELES DE GRAVEDAD

Los patrones obstructivo y restrictivo presentan distintos grados de afectación, que se miden, respectivamente, según las cifras del FEV₁ y la FVC respecto a sus valores de referencia, como podemos ver en la tabla 10. Existen distintas normativas, tanto la de la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR) como la de la American Thoracic Society (ATS) / European Respiratory Society (ERS). En España empleamos la normativa de la SEPAR.

Tabla 9. Patrones espirométricos			
	Obstructivo	Restrictivo	Mixto
FEV ₁ / FVC	Disminuido (< 70 %)	Normal o aumentado	Normal, aumentado o disminuido, según qué patrón predomine
FEV ₁	Disminuido (< 80 %)	Normal o disminuido (< 80 %), pero no tanto como en el obstructivo	Disminuido (< 80 %)
FVC	Normal (> 80 %) (menor en avanzados)	Disminuido (< 80 %)	Disminuido (< 80 %)
FEF _{25-75%}	Disminuido (< 60 %)	Normal o disminuido (< 60 %)	Disminuido (< 60 %)
PEF	Disminuido (< 80 %)	Normal o disminuido (< 80 %), pero no tanto como en el obstructivo	Disminuido (< 80 %)
RV*	Aumentado en casos avanzados	Normal, disminuido o aumentado (según la enfermedad que lo provoque)	Normal, disminuido o aumentado (según la enfermedad que lo provoque)
TLC*	Aumentado en casos avanzados (a expensas del RV)	Normal, disminuido o aumentado (según la enfermedad que lo provoque)	Normal, disminuido o aumentado (según la enfermedad que lo provoque)
RV / TLC*	Aumentado en casos avanzados	Normal, disminuido o aumentado (según la enfermedad que lo provoque)	Normal, disminuido o aumentado (según la enfermedad que lo provoque)
Curva flujo-volumen	Morfología cóncava	Morfología normal	Morfología cóncava
	Pico del PEF disminuido	Pico del PEF normal o disminuido, pero no tanto como en el obstructivo	Pico del PEF marcadamente bajo
Curva volumen-tiempo	Volumen total normal	Volumen total disminuido	Volumen total disminuido
	Ascenso lento	Ascenso rápido	Ascenso lento
	FEV ₁ disminuido	FEV ₁ normal o disminuido, pero no tanto como en el obstructivo	FEV ₁ marcadamente bajo
	Volumen total normal	Volumen total disminuido	Volumen total disminuido

* Sólo objetivable en laboratorios de Neumología, mediante pletismografía corporal total o prueba de dilución de gases

Tabla 10. Clasificación de gravedad según los resultados espirométricos				
Normativas	Niveles de gravedad	Patrón obstructivo: fijarse en la FEV ₁ postbroncodilatación	Patrón restrictivo: fijarse en la FVC postbroncodilatación	Patrón mixto
SEPAR	Leve	Mayor o igual al 65 %	Mayor o igual al 65 %	Informar por separado del componente obstructivo (FEV ₁) y del restrictivo (FVC)
	Moderado	50 – 64 %	50 – 64 %	
	Grave	35 – 49 %	35 – 49 %	
	Muy grave	Menor del 35 %	Menor del 35 %	
ATS / ERS	Leve	Mayor o igual al 70 %	Mayor o igual al 70 %	
	Moderado	60 – 69 %	60 – 69 %	
	Moderada grave	50 – 59 %	50 – 59 %	
	Grave	35 – 49 %	35 – 49 %	
	Muy grave	Menor del 35 %	Menor del 35 %	

En caso de presentar un patrón mixto, deberemos informar ambos componentes por separado: gravedad del componente obstructivo (fijándonos en el FEV₁) y gravedad del componente restrictivo (fijándonos en la FVC).

No confundir estos niveles de gravedad del patrón obstructivo (que obedecen sólo al estudio espirométrico, tabla 10) con la Clasificación de niveles de gravedad de la EPOC en función de la espirometría según distintas sociedades (tabla 11), o con la Clasificación de la GEMA de la gravedad del asma en adultos (tabla 12) y en niños (tabla 13), aplicables una vez que el paciente ya ha sido diagnosticado, y que además tienen valor pronóstico, ya que, por ejemplo, en la EPOC la hipoxemia no aparece hasta valores del FEV₁ por debajo del 50 %, mientras que la hipercapnia y la hipertensión pulmonar son típicas de valores por debajo del 30 %. Por su parte, en el asma, las pautas de tratamiento también vendrán medidas por esa clasificación de gravedad.

Es decir, que a la hora de realizar una espirometría con fines diagnósticos, emplearemos la clasificación de gravedad de la SEPAR (tabla 10) y los resultados de la prueba para realizar un diagnóstico clínico, a partir del cual podremos clasificar según sus guías correspondientes (tablas 11, 12 o 13).

(Las más recientes guías sobre EPOC no dan tanta importancia al clásico protagonismo absoluto del FEV₁ en la valoración de la gravedad del paciente, habiéndose demostrado que los grados de

FEV₁ no guardan relación con la calidad de vida ni el riesgo de exacerbación de los pacientes con EPOC. Por ello actualmente se recomienda una valoración integral de estos enfermos, en la que se tengan en cuenta por igual sus valores espirométricos basales, sus síntomas habituales, el riesgo de exacerbación y las comorbilidades asociadas (tabla 14: esquema de valoración GOLD de la EPOC; tabla 15: esquema de valoración GesEPOC; tabla 16: Índice BODE; tabla 17: Índice BODEx; tabla 18: Supervivencia a los 52 meses en función de la puntuación BODE). Las nuevas propuestas de aproximación a la EPOC en forma de fenotipos apuntan todas en esta dirección, lo que conlleva un planteamiento sustancialmente distinto en cuanto al seguimiento y abordaje de la enfermedad.

Acerca del asma, ya se había establecido desde antes que la gravedad había que valorarla en función de la intensidad del proceso, la frecuencia de síntomas diurnos y nocturnos, la limitación que le supone al paciente para su actividad normal, las cifras de espirometría, la tasa de exacerbaciones y la respuesta al tratamiento, de modo que ya se postulaba esa misma valoración integral que ahora se ha iniciado para la EPOC.

En cuanto al patrón restrictivo, en ocasiones también puede observarse una disociación marcada entre los niveles de FVC, la capacidad de difusión de gases y los valores gasométricos, especialmente en enfermedades pulmonares intersticiales difusas (EPID) y trastornos neuromusculares, por lo que pueden aparecer cuadros de insuficiencia respiratoria grave rápidamente progresiva

Tabla 11. Clasificación de niveles de gravedad en el paciente EPOC según los resultados espirométricos, en función de distintas normativas							
Cociente FEV ₁ /FVC post-PBD	FEV ₁	NICE 2004	ATS / ERS 2004 (post-PBD)	GOLD 2008 (post-PBD)	NICE 2010 (post-PBD)	GOLD 2011 (post-PBD)	GesEPOC 2012 (post-PBD)
< 0.7	≥ 80 %		Leve	I Leve	I Leve	I Leve	I Leve
< 0.7	50 – 79 %	Leve	Moderado	II Moderado	II Moderado	II Moderado	II Moderado
< 0.7	30 – 49 %	Moderado	Grave	III Grave	III Grave	III Grave	III Grave
< 0.7	< 30 %	Grave	Muy grave	IV Muy grave*	IV Muy grave*	IV Muy grave	IV Muy grave

* También se considera Grado IV (Muy Grave) con FEV₁ < 50 % si asocia insuficiencia respiratoria (detalle que ha desaparecido de las guías más recientes).

Tabla 12. Clasificación de la GEMA de la gravedad del asma sin tratamiento en adultos

	Intermitente	Persistente leve	Persistente moderada	Persistente grave
Síntomas diurnos	2 días o menos a la semana	Más de 2 días a la semana	Síntomas a diario	Síntomas continuos
Síntomas nocturnos	No más de 2 veces al mes	Más de 2 veces al mes	Más de 1 vez a la semana	Frecuentes
Tto de rescate	2 días o menos a la semana	Más de 2 días a la semana	Todos los días	Varias veces al día
Limitación de la actividad	Ninguna	Algo	Bastante	Mucha
FEV ₁	> 80 %	> 80 %	60 – 80 %	60 % o menor
Exacerbaciones	Ninguna	Una o ninguna al año	Dos o más al año	Dos o más al año

Tabla 13. Clasificación de la GEMA de la gravedad del asma sin tratamiento en niños

	Episódica ocasional	Episódica frecuente	Persistente moderada	Persistente grave
Episodios	<ul style="list-style-type: none"> · Pocas horas o días de duración. · Menos de uno cada 10–12 sem. · 4–5 al año. 	Menos de uno cada 5–6 sem. Máximo 6–8 al año.	Más de uno cada 4–5 sem	Frecuentes
Síntomas intercrisis	Asintomático. Buena tolerancia al ejercicio.	Asintomático	Leves	Frecuentes
Sibilancias	-	Con esfuerzos intensos	Con esfuerzos moderados	Con esfuerzos mínimos
Síntomas nocturnos	-	-	2 o menos noches por sem	Más de 2 noches por sem
Tratamiento de rescate	-	-	3 o menos días por semana	Más de 3 días por semana
FEV ₁	> 80 %	< 80 %	70–80 %	< 70 %
Variabilidad PEF	< 20 %	< 20 %	20–30 %	> 30 %

aunque inicialmente mostrasen una FVC normal o levemente deprimida.

Por todo ello, los datos de la espirometría no son definitivos a la hora de estudiar un caso concreto, sino que son las condiciones generales las que marcan su estado. En otras palabras, debemos catalogar al paciente, no a sus pruebas).

20. PRUEBA BRONCODILADORA

La prueba broncodilatadora (PBD) se considera imprescindible en toda espirometría diagnóstica, y recomendable en la de seguimiento. Un valor positivo significa la presencia de una obstrucción total o parcialmente reversible, y tiene valor diagnóstico, pronóstico y terapéutico. Su aplicabilidad es la misma tanto si en la medición basal de la espirometría se obtiene un patrón obstructivo, restrictivo o mixto (siempre puede haber un cierto componente de obstrucción reversible que medir con la PBD), o incluso con valores normales (si ya en una primera espirometría sin PBD se obtienen cifras normales, no estaremos ante un caso de EPOC, ya que por definición se trata de una obstrucción sólo parcialmente reversible, pero obstrucción de base sí tiene que haber; sin embargo, es posible que al broncodilatar aparezcan valores mucho mejores, llegando a cambios que se consideran de prueba broncodilatadora positiva, lo cual es muy

sugestivo del diagnóstico de asma, por lo que siempre debe hacerse PBD en una espirometría diagnóstica, incluso en las que haya valores de inicio normales).

En la espirometría de seguimiento (paciente ya diagnosticado, con tratamiento basal), es recomendable realizar una PBD por si en un primer momento hubiera pasado desapercibido un componente de respuesta al broncodilatador que pudiera valorarse en un segundo tiempo. Hasta un 35 % de pacientes con PBD negativa pueden mostrarla positiva en espirometrías sucesivas, lográndose detectar un 88 % de pacientes con PBD positiva con dos pruebas. Se considera que más allá de una segunda espirometría, no está indicado realizar prueba broncodilatadora de rutina a pacientes diagnosticados de EPOC en los que no ha dado ya positiva.

No confundir la prueba broncodilatadora con el ensayo terapéutico, en el que se realiza una espirometría de seguimiento tras pauta de tratamiento inhalado, bien con broncodilatadores o, más frecuentemente, con corticoides.

La PBD se realiza administrando una dosis de un broncodilatador inhalado de acción rápida (agonista β_2 , anticolinérgico o los dos combinados) y repitiendo la prueba a los 10–15 minutos (si se emplea un agonista β_2) o a los 30–45 minutos (si se emplea un

Tabla 14. Clasificación GOLD de la EPOC

Clasificación en función de los valores espirométricos (ver tabla 11)	IV	(C)	(D)	≥ 2	Número de exacerbaciones en el último año
	III				
	II	(A)	(B)	1	
	I			0	
	MRCm < 2		MRCm ≥ 2		
CAT < 10		CAT ≥ 10			
Síntomas					

Tabla 15. Clasificación GesEPOC de la EPOC

Fenotipo agudizador (≥ 2 agudizaciones al año)	Fenotipo agudizador con enfisema	Fenotipo agudizador con bronquitis crónica	Fenotipo mixto EPOC–asma
			Fenotipo no agudizador (< 2 agudizaciones al año)
Fenotipo enfisema	Fenotipo bronquitis crónica		

Tabla 16. Índice BODE

		0	1	2	3
B Body mass	IMC (Kgs / m2)	> 21	≤ 21		
O Obstruction	FEV ₁ (en % frente al valor de referencia)	≥ 65	50 – 64	36 – 49	≤ 35
D Dyspnea	Disnea (Escala MRC)	0 – 1	2	3	4
E Exercise	Prueba de marcha de 6 minutos (Distancia recorrida en metros)	≥ 350	250 – 349	150 – 249	≤ 149

Tabla 17. Índice BODEx

		0	1	2	3
B Body mass	IMC (Kgs / m2)	> 21	≤ 21		
O Obstruction	FEV ₁ (en % frente al valor de referencia)	≥ 65	50 – 64	36 – 49	≤ 35
D Dyspnea	Disnea (Escala MRC)	0 – 1	2	3	4
Ex Exacerbations	Exacerbaciones graves	0	1 – 2	≥ 3	

Tabla 18. Supervivencia de pacientes EPOC a los 52 meses en función de la puntuación BODE

Puntuación	Supervivencia
1 – 2	82%
3 – 4	69%
5 – 6	60%
7 – 10	25%

anticolinérgico o combinación de ambos). No es imprescindible el uso de cámara espaciadora, pero sí aumenta la fracción de fármaco que llega al pulmón (al no tener que coordinar la inhalación con el puff del aparato) y además facilita la higiene de la prueba (los inhaladores no son cómodos de limpiar de un paciente a otro, y en cambio la limpieza de la cámara ya está estandarizada). Si el paciente realiza bien la maniobra inhalatoria, el hecho de usar una cámara espaciadora no influye en la validez de la PBD.

Las 4 reglas de la espirometría

(Una técnica muy extendida es la aplicación de 4 inhalaciones sucesivas de 100 mcg de salbutamol separadas cada una 30 segundos (dosis total: 400 mcg) administradas mediante cartucho presurizado con cámara espaciadora, o 2 inhalaciones de 500 mcg de terbutalina separadas cada una también 30 segundos (dosis total: 1000 mcg), y repetir la espirometría a los 15 minutos. Otra variante es aplicar 8 inhalaciones de 20 mcg de ipratropio separadas cada una 30 segundos (dosis total: 160 mcg) y repetir la prueba

a los 30–45 minutos. También sería aceptable, aunque menos frecuente, el uso de formoterol, por su rapidez de acción. La técnica del salbutamol es la más habitual, pero todas ellas son igual de válidas. La dosis empleada puede ser inferior si se temen efectos secundarios graves, como taquicardia o temblor)

Existe controversia en cuanto a qué valores observar para considerar una PBD positiva o negativa (tabla 19). De acuerdo con las guías más recientes, y de cara a tomar decisiones diagnósticas y terapéuticas, se considera que la prueba broncodilatadora es positiva si el valor absoluto del FEV₁ (no el comparado con los valores de referencia) aumenta al menos un 12 % y 200 ml (hacen falta las dos condiciones a la vez), o si el PEF aumenta al menos un 20 % (o 60 litros/min). Esto significa que la obstrucción responde al uso de broncodilatadores, y por tanto se considera reversible. La diferencia se calcula mediante diversas fórmulas (la mayoría de espirómetros ya lo hacen de forma automática, pero es importante que el personal conozca qué fórmula utiliza el suyo):

$$\text{Incremento en valor absoluto} = \text{Valor post} - \text{Valor pre}$$

$$\text{Incremento en porcentaje} = (\text{Valor post} - \text{Valor pre}) \times 100 / \text{Valor pre}$$

$$\text{Incremento en porcentaje} = 2 \times (\text{Valor post} - \text{Valor pre}) / (\text{Valor post} + \text{Valor pre})$$

$$\text{Incremento en porcentaje} = (\text{Valor post} - \text{Valor pre}) \times 100 / \text{Valor teórico}$$

(Otro concepto distinto es el de reversibilidad de la obstrucción, que no corresponde exactamente al de PBD positiva. En aquellos casos en que aparezca un patrón obstructivo en la primera valoración y, tras administrar un broncodilatador, el cociente FEV₁ / FVC se normalice (pase a mayor de 0.7), no se habla de PBD positiva, sino de reversibilidad de la obstrucción, que descarta cualquier sospecha de EPOC en ese paciente (la EPOC se define por una obstrucción poco o nada reversible, pero no totalmente reversible, por lo que un paciente con reversibilidad de la obstrucción no puede sufrir EPOC, por definición), y sugeriría más bien un asma bronquial)

(Existen pacientes en los que el FEV₁ no se altera lo suficiente tras la administración del broncodilatador, y sí en cambio la FVC, sobre todo en personas con gran atrapamiento aéreo, que puede ser sensible al fármaco y movilizarse. En esos casos también se considera la prueba broncodilatadora como positiva si el valor absoluto de la FVC (no el comparado con los valores de referencia) aumenta al menos un 12 % y 200 ml (hacen falta las dos condiciones a la vez), lo cual tiene importancia en su pronóstico y tratamiento, aunque no se aplica en niños, en los que sólo se aceptan cambios en el FEV₁)

(En la reciente normativa SEPAR 2013 sobre espirometrías también se propone que un cambio del 10 % en la capacidad inspiratoria se considere PBD positiva, aunque la misma guía reconoce que este criterio no está aún suficientemente probado para recomendarlo)

Guías de EPOC	Normativa	Edad	Criterios
Guías de EPOC	ATS / ERS (2005)	Adultos	Cambios en FEV ₁ y/o FVC Aumento mayor del 12 % y 200 ml
	NICE (2010)	Adultos	Cambio en FEV ₁ Aumento mayor del 12 % y 200 ml
	GOLD (2011)	Adultos	Cambio en FEV ₁ Aumento mayor del 12 % y 200 ml
	GesEPOC (2012)	Adultos	Cambio en FEV ₁ Aumento mayor del 12 % y 200 ml
Guías de asma	GEMA (2009)	Adultos	Cambios en FEV ₁ o en el PEF Aumento del FEV ₁ mayor del 12 % y 200 ml, o aumento del PEF mayor del 20 % o 60 litros/min
		Niños mayores de 6 años	Cambio en FEV ₁ Aumento mayor del 12 %
		Niños menores de 6 años	La espirometría generalmente no es útil por incapacidad del niño para realizar la prueba. Si lo fuera, emplear valores de referencia adaptados
	GINA (2011)	Adultos y niños mayores de 5 años	Cambios en FEV ₁ o en el PEF Aumento del FEV ₁ mayor del 12 % y 200 ml, o aumento del PEF mayor del 20 % o 60 litros/min
		Niños menores de 5 años	La espirometría no es útil por incapacidad del niño para realizar la prueba
	Guía de práctica clínica sobre asma del Servicio Vasco de Salud (2005)	Adultos	Cambios en FEV ₁ o FVC Aumento mayor del 12 % y 200 ml
Niños		Cambio en FEV ₁ Aumento mayor del 12 %	

Las 4 reglas de la espirometría

Como ya hemos dicho, ni una prueba broncodilatadora positiva es sinónimo de asma (ya que hasta el 20–25 % de los pacientes con EPOC la presentan), ni una negativa lo excluye, ya que entre crisis no suelen mostrar síntomas. En ocasiones en pacientes asmáticos se observa una espirometría basal normal (sin patrón obstructivo), pero que al administrar el broncodilatador sí mejora sus valores en al menos un 12 % y 200 ml, situación que se considera de prueba broncodilatadora positiva (y muy sugestiva de asma). Por eso siempre hay que hacer PBD en una espirometría diagnóstica, incluso con valores iniciales normales.

Una diferencia entre la espirometría pre y post-broncodilatación mayor de 400 ml también es muy sugestiva de asma.

Las contraindicaciones de la PBD son las mismas que las de la espirometría basal, más las propias del inhalador (temblor y taquicardia, generalmente asociados con salbutamol, y sequedad de boca, empeoramiento de glaucoma o midriasis con los anticolinérgicos).

La PBD con resultado positivo es de por sí un marcador independiente de mal pronóstico en pacientes con EPOC, ya que sabemos que determina más agudizaciones y un declinar más rápido de la función pulmonar.

21. ALGORITMO PARA LA INTERPRETACIÓN DE ESPIROMETRÍAS

La interpretación de una espirometría es una técnica sencilla que aporta mucha información, pero que, como hemos visto, debe hacerse de una manera rigurosa.

El algoritmo completo de interpretación se muestra en la fig. 17.

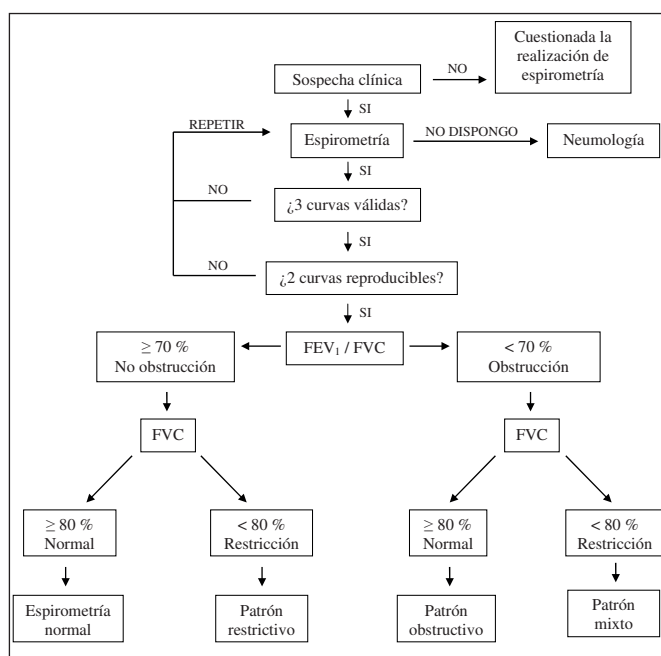


FIG 17. Algoritmo para la interpretación de espirometrías

El orden de interpretación de los datos debe ser:

- Aceptabilidad: Tres curvas aceptables.
- Reproducibilidad: Dos curvas reproducibles.
- Cociente FEV₁ / FVC: Primero de todo, valorar si existe obstrucción (cociente menor de 0.7).
- FVC: En segundo lugar, valorar si existe restricción asociada (FVC menor del 80 %).
- FEV₁ y FVC: Valorar la gravedad, según el patrón que exista (tabla 10).
- Prueba broncodilatadora: Positiva o negativa.

22. CONCLUSIONES DE LA PRUEBA

El resultado de la espirometría se expondrá del siguiente modo:

- Patrón: Obstrutivo, restrictivo o mixto.
- Nivel de gravedad: Leve, moderado o grave. En caso de patrón mixto, se informará de la gravedad de cada componente por separado: patrón mixto, con obstrucción moderada y restricción leve, por ejemplo.
- Prueba broncodilatadora: Positiva o negativa.

A partir de aquí, es el clínico el que debe elaborar un juicio diagnóstico, en función de los antecedentes (fumador o no, contacto con sustancias inhaladas...) y la clínica (tos y expectoración crónicas, disnea con tos seca y "pitos" al respirar, etc.). En ningún caso la espirometría nos proporciona el diagnóstico de asma o EPOC, ni de ninguna otra enfermedad (un patrón obstructivo con prueba broncodilatadora positiva puede corresponder tanto a un asmático como a un EPOC, y pacientes con asma pueden presentar espirometrías rigurosamente normales entre las crisis, que obligarán a un estudio mayor), sino que, como ocurre con todas las pruebas, es "complementaria" de la anamnesis y la exploración física en el proceso mucho más complejo de diagnosticar, y no puede sustituirlos. En la tabla 20 vemos algunas enfermedades que cursan con clínica respiratoria y que podrían beneficiarse de la realización de una espirometría para su diagnóstico diferencial, y en la tabla 21, algunos criterios para establecer ese diagnóstico diferencial concretamente entre asma y EPOC. Sin embargo, incluso con toda esta información en ocasiones es casi imposible diferenciarlos (asmáticos fumadores terminan presentando en su evolución cuadros más compatibles con EPOC que con asma, mientras que hay algunos enfermos diagnosticados de EPOC que presentan eosinofilia en esputo o importante reversibilidad), por lo que las últimas publicaciones abogan por la concepción de un fenotipo mixto asma-EPOC que englobe a esos pacientes no claramente definidos, lo que tendría una aplicabilidad pronóstica y terapéutica. Se calcula que aproximadamente un 13 % de los pacientes con EPOC entraría en las características de ese fenotipo mixto, lo que implica un pronóstico peor, con mayor tendencia a las agudizaciones y que

Tabla 20. Algunas enfermedades con clínica respiratoria que pueden beneficiarse de una espirometría para su diagnóstico diferencial

Adulto	Asma
	EPOC
Niño	Enfermedades cardíacas: insuficiencia cardíaca, valvulopatías...
	Bronquiectasias
	Enfermedades pulmonares intersticiales
	Fibrosis quística
	Enfermedades de la pared torácica
	Crisis de ansiedad
Niño	Asma
	Fibrosis quística
	Discinesia ciliar
	Malformaciones cardíacas o pulmonares
	Trastornos laríngeos
	Bronquiectasias
	Tuberculosis
	Reflujo gastroesofágico
	Infecciones respiratorias de repetición

éstas sean de tipo eosinofílico, no víricas ni bacterianas, lo que tendría influencia en el tratamiento a elegir.

Como sabemos, son enfermedades interrelacionadas, no siempre distinguibles, y que abarcan en sí mismas el amplio espectro de enfermedades asociadas a la obstrucción al flujo aéreo, como vemos en la fig. 18.

Todos estos conceptos serán desarrollados con más certidumbre en los próximos años, precisando mejor lo que sabemos de nuestros pacientes.

En definitiva, la contribución de la espirometría es indudable, y como tal debe ser realizada de manera habitual en cualquier enfermo respiratorio.

23. VARIANTES DE LA NORMALIDAD

A la hora de realizar la prueba es posible observar otras formas en las curvas espirométricas que no deben ser tomadas por patológicas, ya que tan solo responden a variantes entre individuos:

- Curva convexa: En personas con una gran capacidad pulmonar (jóvenes, y especialmente deportistas) y por tanto que presentan un flujo mesoespiratorio alto (FEF_{25-75%}), puede observarse una curva flujo-volumen con morfología convexa (fig. 19). A diferencia de la curva cóncava (típica del patrón obstructivo crónico), ésta no es patológica.
- Imagen "en capuchón": En ese mismo tipo de pacientes (jóvenes deportistas con gran desarrollo torácico), la capacidad espiratoria es

Tabla 21. Diagnóstico diferencial entre asma y EPOC

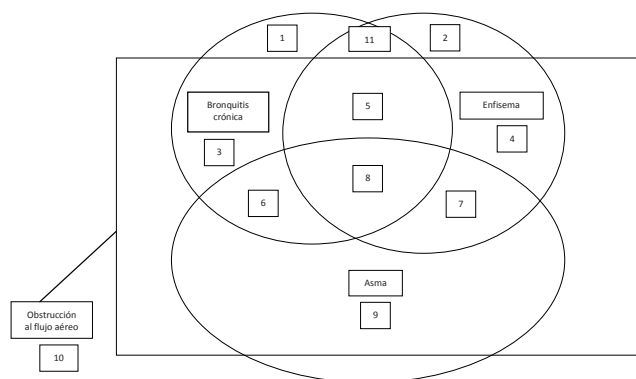
		Asma	EPOC
Etiología	Ambiental	Sensibilización atópica	Humo de tabaco
	Genética	+	+
Edad de inicio		Cualquier edad, más frecuente en menores de 40 años	Después de los 40 años
Antecedentes familiares		Asma y alergia	No valorable
Tabaquismo		Indiferente	Siempre
Enfermedades asociadas		Rinitis, conjuntivitis, dermatitis	Ninguna
Hallazgos en biopsias bronquiales		Eosinófilos	Macrófagos
		Mastocitos	Mastocitos
		Linfocitos T CD4+	Linfocitos T CD8+
Hallazgos en esputo		Eosinófilos	Neutrófilos
Síntomas		Tos, disnea, sibilancias.	Tos, disnea, expectoración, cianosis.
		Expectoración y cianosis infrecuentes	Sibilancias infrecuentes
Variabilidad de los síntomas		Sí	No
Hiperreactividad bronquial		+	+ / -
Exploración física		Sibilancias	Estertores gruesos
Limitación al flujo aéreo		+	+
Prueba broncodilatadora		Significativa	Habitualmente poco o nada significativa
Reversibilidad de la obstrucción		Significativa	No
Respuesta a corticoides		Muy buena	Indeterminada o variable

mayor que en el resto de la población sana, lo que puede aumentar la porción inicial de la curva flujo-volumen, que es voluntaria, no alterando el resto de la curva, y produciendo un aspecto "en capuchón" (fig. 20).

- Mixta con elementos de las anteriores: Ascenso en capuchón y descenso con morfología convexa (fig. 21).

No se les debe conceder demasiada importancia a estas variantes, tan solo registrar sus datos y su morfología para posteriores referencias.

FIG 18. Relación entre ASMA y EPOC



RELACION CLÍNICA Y DIAGNÓSTICA ENTRE ASMA Y EPOC:

- Grupo 1: Bronquitis crónica pura: Clínica de tos y expectoración durante 3 meses al año, 2 años consecutivos, sin obstrucción al flujo aéreo constatable ni diagnóstico de asma.
- Grupo 2: Enfisema puro: Imagen radiológica compatible con atrapamiento aéreo, sin obstrucción al flujo aéreo constatable ni diagnóstico de asma.
- Grupo 3: Bronquitis crónica con obstrucción al flujo aéreo poco reversible: Clínica de tos y expectoración durante 3 meses al año, 2 años consecutivos, asociada a obstrucción al flujo aéreo constatable mediante espirometría, con resultado poco reversible. No diagnóstico de asma.
- Grupo 4: Enfisema con obstrucción al flujo aéreo poco reversible: Imagen radiológica compatible con atrapamiento aéreo, asociada a obstrucción al flujo aéreo constatable mediante espirometría, con resultado poco reversible. No diagnóstico de asma.
- Grupo 5: Cuadro intermedio enfisema – bronquitis crónica, con obstrucción al flujo aéreo poco reversible: Clínica de tos y expectoración durante 3 meses al año, 2 años consecutivos, asociada a imagen radiológica compatible con atrapamiento aéreo, y asociada a obstrucción al flujo aéreo constatable mediante espirometría, con resultado poco reversible. No diagnóstico de asma.
- Grupo 6: Bronquitis crónica con obstrucción al flujo aéreo parcialmente reversible: Clínica de tos y expectoración durante 3 meses al año, 2 años consecutivos, asociada a obstrucción al flujo aéreo constatable mediante espirometría, con resultado parcialmente reversible.
- Grupo 7: Enfisema con obstrucción al flujo aéreo parcialmente reversible: Imagen radiológica compatible con atrapamiento aéreo, asociada a obstrucción al flujo aéreo constatable mediante espirometría, con resultado parcialmente reversible.
- Grupo 8: Cuadro intermedio enfisema – bronquitis crónica, con obstrucción al flujo aéreo parcialmente reversible: Clínica de tos y expectoración durante 3 meses al año, 2 años consecutivos, asociada a imagen radiológica compatible con atrapamiento aéreo, y asociada a obstrucción al flujo aéreo constatable mediante espirometría, con resultado parcialmente reversible.
- Grupo 9: Asma pura: Diagnóstico de asma en no fumadores, constatable mediante espirometría, sin otros componentes asociados.
- Grupo 10: Total de cuadros que muestran obstrucción al flujo aéreo: Incluye la EPOC, el asma y otras enfermedades independientes (bronquiolitis obliterante, bronquiectasias, etc).
- Grupo 11: Cuadro intermedio enfisema – bronquitis crónica, sin obstrucción al flujo aéreo ni diagnóstico de asma.

COMENTARIOS

- Total de pacientes EPOC: 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8.
- Los pacientes con enfermedad obstructiva crónica muestran por definición un cociente FEV1 / FVC menor del 70 %, y que no revierte tras prueba broncodilatadora, por lo que no serán de los grupos 1, 2 ni 11, en los que no aparece obstrucción.
- Los pacientes EPOC más típicos son los del grupo 5 (con componente de enfisema y bronquitis crónica), siendo más raro que muestren un perfil puro.
- El diagnóstico más difícil será el de los pacientes que muestren rasgos comunes de asma y EPOC (grupos 6, 7 y 8), y es para ellos para los que se ha definido recientemente el llamado fenotipo mixto asma – EPOC, en base a una serie de criterios clínicos y espirométricos.
- Las áreas de los grupos no son proporcionales a sus tamaños reales en la población.

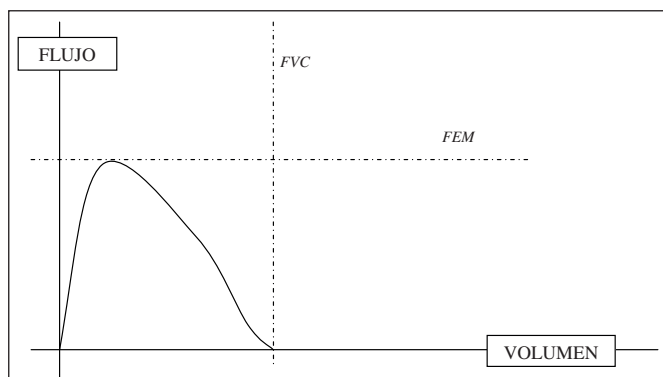


FIG 19. Curva convexa

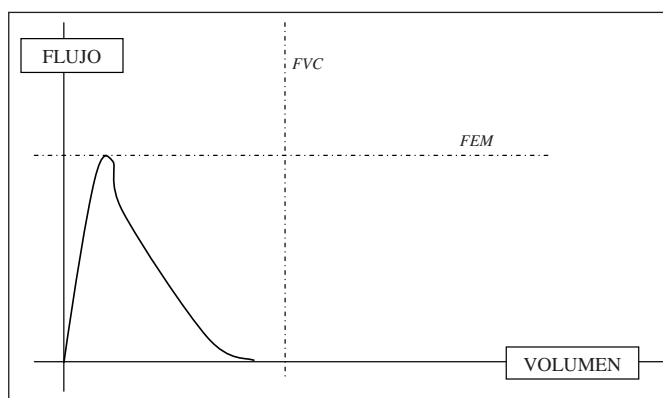


FIG 20. Imagen en capuchón

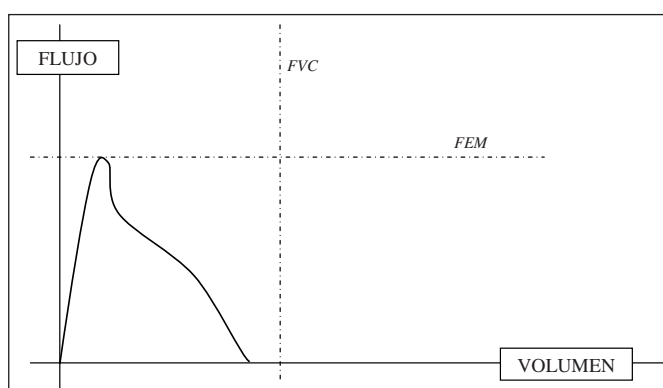


FIG 21. Variantes de la normalidad

24. RELACIÓN ENTRE PRONÓSTICO, ESPIROMETRÍA, SÍNTOMAS Y PRUEBAS DE IMAGEN

Es sabido desde hace tiempo que no existe correlación directa entre los valores espirométricos de un paciente, su calidad de vida, su pronóstico a largo plazo y los resultados de sus pruebas de imagen, por lo que en las últimas recomendaciones internacionales ha dejado de darse valor tan solo a la espirometría para en cambio tener más en cuenta un estudio global de cada paciente.

En el caso del asma, las guías recomiendan desde hace tiempo valorar en conjunto las pruebas funcionales respiratorias con la calidad de vida

general, midiendo la gravedad por medio de ambas (tablas 12 y 13), y realizando el seguimiento a través de cuestionarios validados como el *Asthma Control Test*, *ACT*, o el *Asthma Control Questionnaire*, *ACQ*. Las pruebas de imagen tienen escaso valor salvo en casos concretos (síntomas atípicos o diagnóstico diferencial).

En el caso de la EPOC, tampoco se ha visto relación entre el nivel del FEV_1 (marcador de gravedad) con la calidad de vida o el riesgo de exacerbaciones de la enfermedad, siendo criterios de mal pronóstico un FEV_1 bajo, la persistencia del hábito tabáquico, la prueba broncodilatadora positiva y el número de agudizaciones. Por ello se han desarrollado recientemente cuestionarios de valoración clínica como el *St. Georges Respiratory Questionnaire* (*SGRQ*), o una versión más rápida y sencilla de realizar, el *COPD Assessment Test* (*CAT*), aportando los dos información directa sobre la influencia de la enfermedad en la calidad de vida. Un marcador global bien reconocido de la gravedad de la EPOC, mucho mejor que el FEV_1 aislado, es el índice BODE (tabla 16), ya que aglutina todos los aspectos de la enfermedad en un solo indicador.

Las pruebas de imagen se limitan a detectar atrapamiento aéreo, bronquiectasias o neumonía añadida, pero tampoco se relacionan con el pronóstico del cuadro de base.

En otras patologías la espirometría muestra idéntico perfil: es fundamental en el diagnóstico y seguimiento del enfermo respiratorio, pero no es el único criterio que se debe seguir, ni el que define cómo será la progresión del enfermo. Por todo ello la clave es una valoración integral (signos y síntomas, calidad de vida y pruebas complementarias).

25. OTRAS PRUEBAS SECUNDARIAS A LA ESPIROMETRÍA

En casos de duda diagnóstica (en aquellas situaciones en que el resultado es normal pero el paciente presenta síntomas sospechosos de patología respiratoria, esto es, fundamentalmente de asma, que es la más variable dentro de las enfermedades respiratorias, y típicamente presenta pruebas normales durante períodos intercrisis), algunas prácticas y pruebas que complementan la información que nos aporta la espirometría son:

- Prueba terapéutica con corticoides orales: 40 mg / día de prednisona o equivalente durante 2 semanas y repetir la espirometría, valorando el cambio en la obstrucción (observando el cociente FEV_1 / FVC y el PEF) y en la gravedad de ésta (FEV_1). Una desaparición de la obstrucción o mejoría del FEV_1 tras corticoides se considera muy sugestiva de asma, aunque su negatividad no lo excluye.
- Prueba terapéutica con corticoides inhalados: 1500 – 2000 mg / día de fluticasona o equivalente durante 2 – 8 semanas, y repetir la espirometría. Criterios similares al anterior.
- Medición ambulatoria del PEF: Valoración mediante peak flow dos

Las 4 reglas de la espirometría

veces al día (3 mediciones en cada ocasión y tomar la mejor) durante 1 – 2 semanas (en algunos estudios se ha realizado valoración cuatro veces al día, lo cual aumenta la precisión pero baja el cumplimiento). Una variabilidad del PEF mayor o igual al 20 % es diagnóstico de asma, con el mismo valor diagnóstico que la espirometría, aunque su negatividad no lo excluye.

- **Prueba del óxido nítrico:** Cálculo de la fracción de óxido nítrico exhalado (FE_{NO}), que es un marcador específico de inflamación bronquial por eosinófilos, siendo positivo con valores mayores de 30 – 50 ppb. Su sensibilidad y especificidad son altas, aunque su negatividad no excluye el diagnóstico. Deben retirarse los corticoides inhalados antes de su realización (a diferencia de la espirometría, en la que no influyen). El desarrollo de aparatos portátiles y de fácil manejo hace pensar que esta prueba ganará importancia en el futuro para el diagnóstico de la inflamación bronquial.
- **Test de provocación:** Mediante ejercicio físico o sustancias broncoconstrictoras, como la metacolina, histamina o adenosina, considerándose positivo un descenso del FEV_1 mayor del 20% tras la exposición (y es diagnóstico de asma). Estas pruebas siempre deben realizarse en ambientes estrechamente vigilados. Un resultado negativo hace muy improbable que nos encontremos ante un caso de asma.

Ninguna de estas técnicas debe considerarse nunca sustitutiva de una espirometría con PBD, que es uno de los pilares fundamentales en la Medicina Respiratoria.

26. APLICACIONES DE LA ESPIROMETRÍA AL ESTUDIO DE LA OBSTRUCCIÓN DE LA VÍA AÉREA SUPERIOR

Las obstrucciones de la vía aérea superior (VAS) o vía aérea central (VAC), que comprende la faringe, laringe y tráquea, constituyen una patología distintiva y diferenciada en cuanto a etiología y estudio con respecto a la vía inferior (bronquios y bronquiolos) o vía periférica, de la que ya hemos tratado en el resto de esta obra. Aunque la espirometría no es la prueba más indicada para el diagnóstico de estos procesos de la VAS, superada en utilidad por la broncoscopia y las pruebas de imagen, sí puede verse influenciada y mostrar alteraciones específicas, por lo que hablaremos de ello brevemente.

Las causas más frecuentes de obstrucción de la VAS son:

- Inflamación local.
- Neoplasias.
- Estenosis cicatricial.
- Hipotonía de los músculos faríngeos.
- Cuerpos extraños.
- Parálisis de cuerdas vocales.
- Compresión extrínseca.

La vía aérea superior contribuye en un gran porcentaje a la resistencia global de todas las vías respiratorias, pero hace falta una obstrucción significativa para que pueda afectar a los resultados espirométricos. Así, el FEV_1 sólo empieza a caer cuando el diámetro de la tráquea se encuentra por debajo de 8 mm (valores normales: aproximadamente 15 – 25 mm), y no suelen asociar hipoxemia, mientras que en la curva flujo–volumen sí pueden verse alteraciones más precoces. Existen distintos tipos de obstrucción de la vía aérea superior:

- **Variable:** Afecta sólo durante la espiración o la inspiración, pero no bloquea el aire en la maniobra contraria. Puede deberse a una obstrucción a nivel intratorácico o extratorácico.
- **Fija o continua:** Afecta tanto durante la inspiración como en la espiración. Puede deberse también a una obstrucción a nivel intratorácico o extratorácico.

Es necesario explicar unas breves nociones sobre la mecánica respiratoria de la vía aérea superior, que se representan más detalladamente en la figura 22.

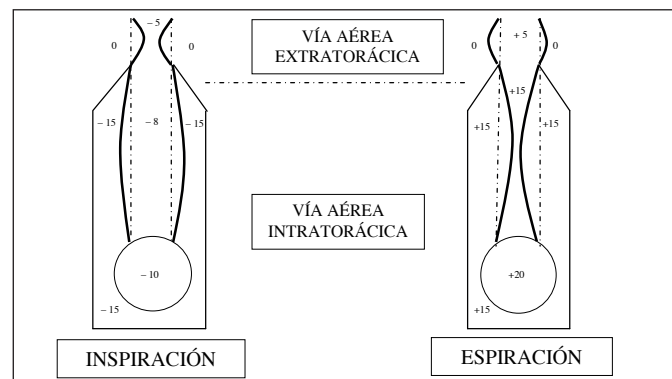


FIG 22. La vía aérea superior durante el ciclo respiratorio

- **Vía extratorácica** (faringe, laringe y porción superior de la tráquea): La presión que rodea a la vía aérea es la atmosférica, que no se va a modificar durante el ciclo respiratorio, mientras que la presión intraluminal depende del aire que circula en su interior, por lo que va a ser negativa en inspiración (presión negativa de la caja torácica que atrae aire ambiental), y positiva en la espiración (presión positiva, sobre todo en la espiración forzada, que es voluntaria). Por tanto, la vía aérea extratorácica se comprime durante la inspiración y se dilata en la espiración, de modo que las obstrucciones afectarán más al componente inspiratorio de las curvas espirométricas (*si ya se comprime de por sí la vía, más si existe una obstrucción*), mientras que las espiratorias pueden ser normales.
- **Vía intratorácica** (porción inferior de la tráquea): En este caso la presión que rodea a la vía aérea es la intratorácica, que varía a lo largo del ciclo respiratorio, de modo que la presión intraluminal va a venir marcada por aquélla. Por tanto, la vía aérea intratorácica se dilata durante la inspiración (la caja torácica tira de ella), y se comprime en la espiración (*el tórax se exprime para expulsar el*

Las 4 reglas de la espirometría

aire), al revés que la vía extratorácica. Esto hace que se alteren más las curvas espiratorias (si ya se comprime de por sí la vía, más si existe una obstrucción), mientras que en las inspiratorias puede no reflejarse. Las obstrucciones fijas, por el contrario, alteran ambos componentes.

Las alteraciones espirométricas van a verse en la curva flujo–volumen, que es la más sensible a la obstrucción. De este modo podemos encontrarlos:

- **Obstrucción variable de la VAS extratorácica:** Se aprecia alteración de la curva inspirométrica, que aparece “decapitada”, mientras que la curva espirométrica suele ser normal (fig. 23). Desciende el FIF_{50%} con normalidad del FEF_{50%}, y el cociente FEV₁ / FIV₁ se eleva por encima de 1.2. Típico en parálisis de las cuerdas vocales, compresión tiroidea y lesiones en quemados.

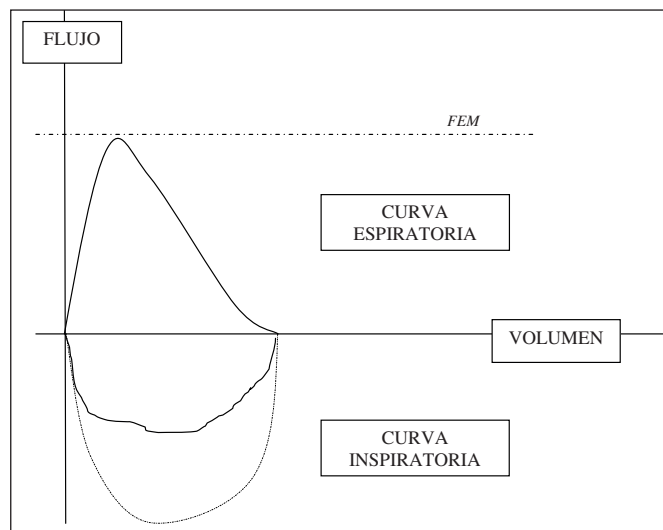


FIG 23. Obstrucción variable de la vía aérea superior de origen extratorácico

- **Obstrucción variable de la VAS intratorácica:** Se aprecia alteración de la curva espirométrica, que aparece “decapitada”, mientras que la curva inspirométrica suele ser normal (fig. 24). Desciende el FEF_{50%} con normalidad del FIF_{50%}, y el cociente FEV₁ / FIV₁ cae por debajo de 0.8. También es sugestivo el aumento del cociente FEV₁ / PEF (por el PEF marcadamente disminuido que aparece, tal y como se ve en la figura 21), con valores por encima de 8, que deben hacer sospechar obstrucción de VAS intratorácica.

- **Obstrucción fija de la VAS:** Afecta a ambas curvas, con imagen “en cajón” o “en meseta” (fig. 25) y descenso consensuado del FIF_{50%} y el FEF_{50%} (cociente FEV₁ / FIV₁ = 0.8 – 1.2, es decir, normal, con un cociente FEV_{50%} / FIF_{50%} también normal), por lo que no es posible distinguir entre una causa intratorácica y extratorácica. Típico en estenosis traqueal post-intubación, neoplasias endotraqueales y estenosis de ambos bronquios principales.

Vemos todos estos datos resumidos en la tabla 22.

Nótese la gran diferencia de morfología con la obstrucción de la vía

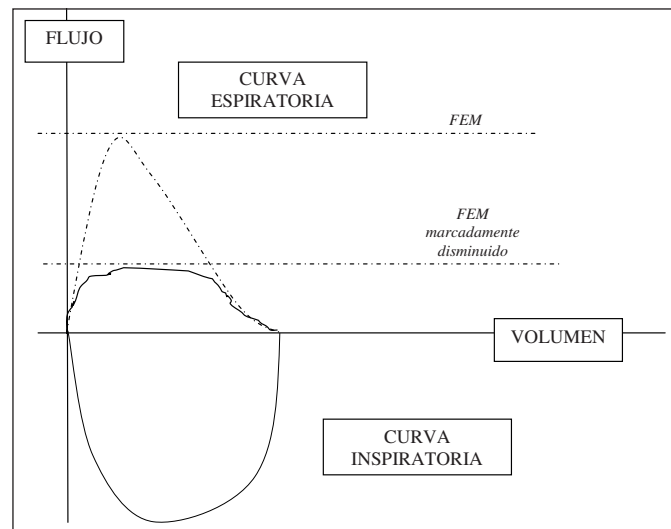


FIG 24. Obstrucción variable de la vía aérea superior de origen intratorácico

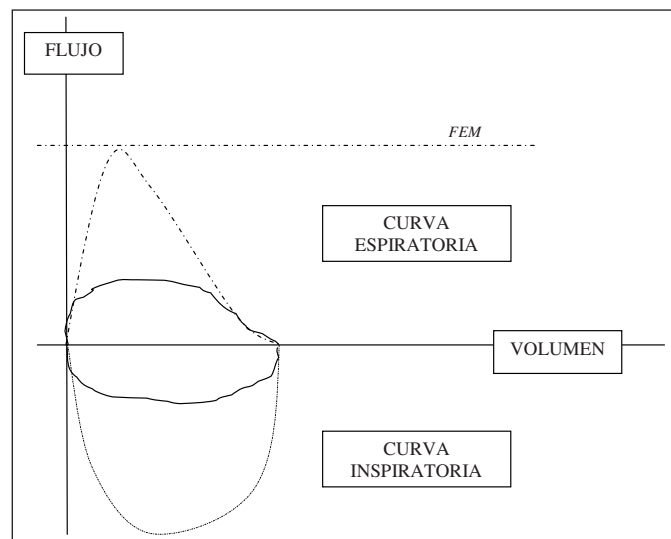


FIG 25. Obstrucción fija de la vía aérea superior

aérea inferior (fig. 11). Todas estas alteraciones deben hacer sospechar inmediatamente una obstrucción de la VAS, que habrá que confirmar mediante otras pruebas (broncoscopia, tomografía computerizada, etc.).

27. LA ESPIROMETRÍA EN EL NIÑO

Todos estos datos y requerimientos a la hora de realizar una espirometría, de los que hemos hablado en el resto de esta guía, deben ser adaptados a las características propias de los niños, que normalmente no son superponibles a las condiciones del adulto:

- Está indicado realizar la prueba en todos los niños sugestivos de patologías que mermen su función respiratoria (lo más frecuente, el asma). Esta indicación debe matizarse según la edad concreta, no estando obligados por debajo de 5 – 6 años (se le considera incapaz de entender lo que se le pide), y de su capacidad para

Tabla 22. Estudio de la aplicación de la espirometría a la obstrucción de la vía aérea superior

	Obstrucción variable		Obstrucción fija
	Extratorácica	Intratorácica	
Curva espirométrica	Normal	Decapitada	Ambas decapitadas (imagen "en cajón" o "en meseta")
Curva inspirométrica	Decapitada	Normal	
FEF _{50%}	Normal	Disminuido	Disminuido
FIF _{50%}	Disminuido	Normal	Disminuido
Cociente FEF _{50%} / FIF _{50%}	Elevado (> 1)	Descendido (< 1)	Normal (~ 1)
FEV ₁	Normal	Disminuido	Disminuido
FIV ₁	Disminuido	Normal	Disminuido
Cociente FEV ₁ / FIV ₁	Elevado (> 1.2)	Descendido (< 0.8)	Normal (0.8 – 1.2)
PEF	Normal	Muy disminuido	Muy disminuido
Cociente FEV ₁ / PEF	Normal	Elevado (> 8)	Elevado (> 8)

realizar la maniobra. Niños menores pero con el desarrollo físico e intelectual adecuados podrían ser candidatos a espirometrías, mientras que en niños mayores que no la entiendan habría que desecharlo.

- Todo espirómetro tiene una función de incentivación para el niño, bien en forma del dibujo de un sol que asciende por el cielo conforme él sopla, o un pescador que captura un pez, etc. Este tipo de feedback siempre es útil para mantener su atención y lograr su colaboración plena (algo que en esta prueba, como hemos visto, resulta crucial).
- La importancia clínica de la espirometría es sin embargo menor que en los adultos, ya que la mayoría de niños con patología comprobada presentan pruebas normales entre las crisis. Aun así, es de ortodoxia obtener una espirometría con patrón obstructivo reversible (o un PEF monitorizado variable, o una prueba terapéutica positiva) antes que diagnosticar de asma sólo por la clínica.
- Los patrones obstructivo y restrictivo se definen por los mismos valores que en el adulto, y que ya hemos visto en capítulos previos.
- La gravedad del asma viene mucho más medida por el valor del cociente FEV₁ / FVC que por el propio FEV₁, por lo que utilizaremos mucho más ese criterio.
- La prueba broncodilatadora se considera positiva si hay un cambio en el FEV₁ mayor o igual al 12 %, pero no se aplica la condición de los 200 ml por el menor volumen pulmonar total del niño (tabla 19).

- El tiempo máximo exigido para la espiración se reduce de 6 segundos a 3. La mayoría de niños son capaces de exhalar todo el aire en 2–3 segundos, y sólo un pequeño porcentaje llega a los seis, por lo que puede darse como válida una curva de esa duración mientras la morfología sea correcta. En la más reciente guía sobre espirometría publicada por la SEPAR incluso se distingue por edades:

- 8 – 10 años: Duración no inferior a 3 segundos.
- 6 – 8 años: Duración no inferior a 2 segundos.
- Menos de 6 años: Duración no inferior a 1 segundo.

- La reproductibilidad de las curvas también se adapta: no debe haber una diferencia mayor de 100 ml o el 10 % del FEV₁ (en lugar del 5 %).

- De igual modo, el volumen extrapolado es diferente: en lugar de tener que ser inferior a 150 ml o el 5 % de la FVC, en los niños para que se acepten unas curvas deben presentar un volumen extrapolado inferior a 80 ml o el 12.5 % de la FVC.

- En los niños el FEF_{25–75%} informa de la hiperrespuesta bronquial inespecífica, pero su reproducibilidad intrasujeto es menor incluso que en los adultos y menor que la del FEV₁, por lo que su utilidad es escasa.

- En casos de espirometría no definitiva, es útil emplear una prueba terapéutica con corticoides orales (1 mg / kg durante 2 semanas), y repetir la espirometría.

- Si ni aun así logramos un resultado concluyente, estaría indicada una prueba de provocación bronquial, bien con ejercicio o con sustancias broncoconstrictoras.

- En los últimos tiempos se ha logrado realizar espirometrías correctas incluso en niños de 3 años. En esos casos habría que valorar especialmente el uso de valores de referencia adecuados a su edad, y tomar como valor más el FEV_{0,5} que el FEV₁, dado su corto tiempo de espiración.

28. ALGUNOS MITOS SOBRE LA ESPIROMETRÍA

a) ¿Está indicado realizar una espirometría a toda la población general?

Durante años se ha postulado el valor de la espirometría en el screening de población sana, con el fin de detectar precozmente enfermedades respiratorias cuya evolución pueda ser prevenida (y de hecho es una prueba casi siempre presente en las revisiones laborales rutinarias, sobre todo en las de trabajadores expuestos a sustancias inhaladas). Con el paso del tiempo se ha visto que la rentabilidad de este proceder es pequeña, y la probabilidad pre-test de detectar una enfermedad incipiente no lo justifica (se calcula que haría falta realizar cinco espirometrías en población sana para detectar un caso de EPOC, mientras que la relación sube a 1:2 o 1:3 en personas seleccionadas

Las 4 reglas de la espirometría

con síntomas). En la actualidad sólo se recomienda realizar una espirometría a personas mayores de 35 años, con un índice tabáquico de 10 paquetes · año y síntomas respiratorios (tos, expectoración, disnea), aunque no existe un acuerdo total entre las distintas guías de práctica clínica (como vimos en la tabla 6).

b) ¿Cómo debe realizarse la conservación y transmisión de datos de una espirometría?

En estudios de revisión de la calidad de las espirometrías realizadas tanto en Atención Primaria como en Neumología, se ha visto con regularidad una mala conservación de las pruebas, y una deficiente transmisión de datos entre unos niveles asistenciales y otros (lo más frecuente, ausencia de las curvas espirométricas para comprobar su validez, pero también registros en papel que terminan por borrarse con los años, o de los que directamente no queda constancia).

La espirometría siempre debe guardarse por completo, es decir, tanto los datos personales del paciente como sus valores pre y post-broncodilatación, y las curvas espirométricas (para poder comprobar que son válidas). El cuadrante de Miller es la única parte prescindible, ya que su información es redundante teniendo el resto de datos. De igual forma, cuando se transmitan esos datos de unos servicios sanitarios a otros (de Neumología a Atención Primaria, o viceversa; o entre la asistencia privada y la pública, etc.), siempre deben enviarse de esa misma forma, sin olvidar ninguna parte de los resultados de la prueba.

Las últimas tecnologías en historia clínica informatizada están empezando a incorporar la espirometría como un documento guardable más, pudiendo conservarla en formato digital sin sufrir deterioros, y pudiendo acceder a ella en adelante desde cualquier ordenador conectado a la misma red. Esto además favorece el seguimiento a largo plazo de las enfermedades crónicas (comparando los resultados del paciente con los suyos propios), así como los estudios de revisión.

c) ¿Hay que hacer prueba broncodilatadora siempre que se hace una espirometría?

La espirometría diagnóstica siempre debe llevar asociada una prueba broncodilatadora (PBD), por los siguientes motivos:

- Si un paciente muestra un patrón obstructivo o mixto en la primera valoración, tendremos que saber si esa obstrucción es o no reversible, lo que supone connotaciones diagnósticas, pronósticas y terapéuticas (diagnóstico diferencial asma – EPOC, pautas de tratamiento, etc.).
- Si muestra un patrón restrictivo o normal, puede existir una obstrucción encubierta que responda a broncodilatadores, observándose una mejoría mayor del 12 % y de 200 ml, lo que se considera PBD positiva, y en este caso muy sugestiva del diagnóstico de asma (episodios de broncoespasmo con normalidad intercrisis,

espirometría basal normal y PBD positiva).

En la espirometría de seguimiento (pacientes ya diagnosticados), la prueba broncodilatadora también es recomendable, ya que incluso en esos casos es posible identificar una reversibilidad que pueda habernos pasado desapercibida en pruebas anteriores.

d) ¿Se puede hacer una espirometría a una paciente embarazada?

Es bien sabido que alrededor del 7 % de las mujeres embarazadas padece asma, convirtiéndose en la enfermedad respiratoria más frecuente durante el embarazo, y que del 20 al 50 % presenta crisis durante la gestación (más frecuente en el asma persistente grave), al tiempo que se ha descrito una mayor frecuencia de complicaciones del embarazo en pacientes asmáticas (hipertensión, placenta previa, hemorragias, bajo peso al nacer, partos prematuros o necesidad de cesárea), generalmente mediadas por la hipoxemia secundaria al mal control del asma. Por ello es necesario tener en cuenta que toda paciente asmática embarazada debe llevar un seguimiento más estrecho que durante el resto de su vida (con controles cada 1 – 2 meses), una educación sanitaria más completa y un tratamiento adecuado. Esto exige tanto la puesta en práctica de cuestionarios de control del asma (*Asthma Control Test o ACT*, o el *Asthma Control Questionnaire o ACQ*) como la realización de espirometrías cuando se sospechen cambios en la función pulmonar basal. De hecho se recomienda espirometría de rutina en pacientes embarazadas con asma persistente, al valorar que la función pulmonar y la gravedad del asma podrían variar durante la gestación.

No existe ninguna contraindicación formal para la realización de una espirometría durante el embarazo, en condiciones normales, ni absoluta ni relativa, y de hecho en la mayoría de Servicios de Neumología y Alergología existe suficiente experiencia en la monitorización del asma en embarazadas, habiendo superado ese miedo inconsciente que pudiera tenerse al principio. Sí deben tenerse en cuenta una serie de consideraciones previas:

- En aquellas pacientes en que esté indicado el reposo absoluto (amenaza de aborto, o tras la realización de una amniocentesis) no debe llevarse a cabo una espirometría, igual que ningún otro esfuerzo. El riesgo en esas pacientes supera con mucho a los posibles beneficios.
- Embarazos muy avanzados pueden suponer una compresión del diafragma que simule un patrón restrictivo. El médico que la interprete deberá tenerlo en cuenta para no crear confusión, comparando los resultados con los propios de la paciente antes de estar embarazada, y fijándose principalmente en los cambios de su patrón obstructivo, y menos en un posible componente restrictivo no conocido anteriormente, que se debería a su embarazo.
- El embarazo conlleva un empeoramiento del retorno venoso y un aumento de la presión intraabdominal que teóricamente podría

Las 4 reglas de la espirometría

aumentar el riesgo de mareo y síncope durante la prueba, aunque en la práctica no se haya observado este fenómeno. En el momento actual no existen revisiones de calidad que puedan sacarnos de dudas.

De modo que la conclusión es obvia: Si la paciente no tiene por qué guardar reposo absoluto y la espirometría está realmente indicada, no existe razón alguna para no llevarla a cabo.

e) ¿Los resultados de la espirometría pueden tener valor legal?

Completamente. De hecho los resultados de una espirometría bien realizada sirven como aval para tramitar minusvalías por enfermedades respiratorias, y como justificante de la necesidad de tratamiento inhalado en deportistas (en los que muchos fármacos se encuentran en las listas antidopaje). Por ello el personal sanitario debe ser exquisito a la hora de interpretarla, por el riesgo de establecer falsos diagnósticos que acarreen tratamientos e implicaciones a largo plazo sin deber.

f) ¿Tiene sentido realizar espirometrías en Atención Primaria de Salud?

Durante los últimos tiempos se están desarrollando por todo el territorio español programas dependientes tanto de las Gerencias de Atención Primaria como de los propios Servicios de Neumología para llevar la espirometría a los Centros de Salud, descentralizando el diagnóstico y seguimiento de los pacientes respiratorios. Diversos estudios han demostrado que, con un período de formación corto, y siguiendo los estándares nacionales de la SEPAR, se pueden lograr resultados totalmente equiparables a los de la Atención Hospitalaria, con el beneficio añadido de no tener que desplazar al paciente hasta el hospital, descongestionar las listas de espera y obtener una valoración integral de cada patología por parte del mismo médico, sin necesidad de recurrir a otros niveles asistenciales salvo que existan dudas en el diagnóstico o cuadros que no se puedan manejar en Atención Primaria.

Hablando en términos económicos, realizar una espirometría lleva aproximadamente 10 – 15 minutos y cuesta unos 40 euros (con 40 euros más si realizamos prueba broncodilatadora), precisando un equipo que tiene un precio de entre 2000 y 6000 euros, con unos costes de mantenimiento bajos y una calibración que realiza el propio personal sanitario. Por todo ello es una prueba perfectamente asequible para la Atención Primaria de Salud, añadido al hecho de su fácil manejo y su enorme rentabilidad clínica.

Por otro lado, estamos hablando de patologías que deben ser prioritarias en los programas de Atención Sanitaria de cualquier país (las enfermedades respiratorias constituyen la tercera causa de muerte en España, siendo de las más infradiagnosticadas: se calcula que hay un 73 % de pacientes EPOC sin diagnosticar, lo que supone más de un millón y medio de personas con síntomas y sin ningún tratamiento,

calculándose además que entre el 1 y el 7 % de la población general asintomática mostraría hiperreactividad bronquial, subiendo al 26 % entre los fumadores y atópicos). Por tanto, la generalización de la espirometría en Atención Primaria no sólo es posible, sino que a día de hoy es inexcusable.

Sin embargo, aún vemos cómo su realización en el primer nivel es escasa (sólo el 62 % de los Centros de Salud españoles las llevan a cabo, y de entre los que no, un 26 % disponen de aparato pero no lo emplean, mientras que en Atención Hospitalaria la presencia de espirómetros alcanza el 87 % de los centros). Además, la formación del personal suele ser insuficiente, y la ortodoxia a la hora de realizar e interpretar la prueba es mejorable, en todo lo cual están implicados ya diversos grupos de trabajo de las Sociedades Científicas, con lo que se espera que esta situación mejore con el tiempo.

g) ¿Qué otros métodos diagnósticos existen como alternativa a la espirometría?

La dificultad que aparece en ocasiones a la hora de realizar una espirometría correcta (pacientes poco colaboradores o que no entienden la prueba, incapacidad para exhalar aire durante todo el tiempo necesario, formación insuficiente del personal que la realiza e interpreta), y la poca rentabilidad diagnóstica de llevarla a cabo de forma masiva a toda la población (se calcula que harían falta 5 espirometrías en personas fumadoras para detectar una EPOC, y sólo 2 – 3 si añadimos síntomas compatibles), ha llevado al desarrollo de otras estrategias que servirían como paso previo, pudiendo seleccionar en qué personas tiene más sentido realizar una espirometría. Así, tendríamos:

- **Espirometría de 1 segundo:** Valora el FEV₁ y el PEF como marcadores de obstrucción. Podrían ser útiles además para seguimiento de pacientes ya diagnosticados, fundamentalmente de asma (en los que aparecen crisis aguda de broncoespasmo con mucha más frecuencia que en cualquier otra enfermedad).
- **Espirometría de 2 segundos:** Utilizando la capacidad vital no forzada o lenta en lugar de la FVC, por lo que evitaría el sesgo del atrapamiento aéreo por cierre precoz de vías aéreas pequeñas, como ya comentamos al hablar de los índices.
- **Espirometría de 6 segundos:** El más utilizado de los tres, con mucho. Calcula el FEV₁ y la FVC₆ (en lugar de la FVC), y la relación entre ellos (cociente FEV₁ / FVC₆). Tal y como dijimos al explicar los índices, esto reduciría el trabajo necesario para considerar válida la prueba, además de estudiar otros valores como la probabilidad de padecer una EPOC, la gravedad de ésta y la llamada "edad pulmonar" (índice puramente intuitivo, sin correlación con la clínica ni con la patología en sí). El desarrollo en los últimos años de aparatos de pequeño tamaño, portátiles, baratos y sencillos de manejar ha hecho que pululen por muchas consultas de Atención Primaria y Hospitalaria, ganando adeptos. Vimos en la tabla 1 sus

principales estudios de validación y los distintos puntos de corte. Como principal desventaja, no posee representación visual de las gráficas, por lo que es imposible conocer la validez de la prueba.

- Cuestionarios de selección pre-test: Analizan qué pacientes son más sospechosos de padecer enfermedades respiratorias, y por tanto son los más adecuados para realizarles la espirometría. Vemos ejemplos en las tablas 3 y 4, y una relación de la validez de los principales cuestionarios para EPOC en la tabla 5.

En todos los casos se trata de estudios de orientación de pacientes, nunca sustitutivos de una espirometría correcta. Su utilidad es mayor en centros alejados de núcleos urbanos, en los que no se dispone de un espirómetro y haría falta trasladar al paciente para estudios en profundidad.

h) En dinero, ¿cuánto cuesta realizar una espirometría?

Hablando en términos puramente económicos, y dejando de lado el personal sanitario que hace falta, realizar una espirometría lleva aproximadamente 10 – 15 minutos y cuesta unos 40 euros (con 40 euros más si se precisa prueba broncodilatadora, al tener que repetir la maniobra espiratoria), con un equipo que tiene un precio de entre 2000 y 6000 euros, con unos costes de mantenimiento bajos y una calibración que realiza el propio personal que lo maneja. Además, el entrenamiento necesario para llevar a cabo una espirometría es corto, y no hace falta una gran experiencia para empezar a sacar conclusiones válidas a partir de los resultados. Por todo ello es una prueba perfectamente asequible, añadido al hecho de su fácil manejo y su enorme rentabilidad clínica.

i) ¿Tiene utilidad la espirometría para concienciar a los fumadores de que deben abandonar el tabaco?

El abandono del hábito del tabaco debe ser una meta a conseguir por todo personal sanitario que atienda a pacientes fumadores, tanto si padecen enfermedades derivadas de su consumo como si no, y especialmente en los servicios de Atención Primaria, Neumología y Cardiología, principales ámbitos a los que acceden estas personas. Está bien demostrado que el tabaquismo es la primera causa evitable de muerte prematura en el mundo, y el factor de riesgo más importante para desarrollar EPOC y cáncer de pulmón, así como un factor de riesgo independiente para enfermedades cardiovasculares y para complicaciones importantes en el asma. Dejar el consumo retrasa por sí mismo la pérdida de función pulmonar de los pacientes con EPOC, mejora su supervivencia, mejora la respuesta al tratamiento inhalado y reduce el riesgo de cáncer de pulmón y cardiopatías derivadas de la EPOC evolucionada, por lo que se considera la medida más eficaz y coste-efectiva en la prevención y tratamiento de la obstrucción crónica al flujo aéreo. En el caso del asma, el abandono del tabaco también mejora su evolución, reduce la frecuencia y severidad de las crisis, y mejora la respuesta al tratamiento.

Por todo ello, el tabaco se considera una prioridad absoluta a abordar en todos los niveles del Sistema Sanitario, más aun sabiendo que los pacientes con broncopatías crónicas muestran una tasa de adicción al tabaco y de recaídas en su abandono mayores que el resto de la población fumadora.

En diversos estudios se ha planteado la espirometría como forma de incentivación para dejar de fumar, sin que haya demostrado grandes logros. El hecho de que la probabilidad pre-test de hallar una alteración en personas sin síntomas sea pequeña, hace que generalmente las personas fumadoras obtengan resultados espirométricos normales, con lo que el efecto concienciador se diluye. Sí puede ser útil en pacientes ya diagnosticados de EPOC, cuya pérdida de función pulmonar si continúan fumando es más pronunciada que en el resto de pacientes, por lo que mostrarles su propia curva de descenso puede ser demostrativo. También se ha empleado con este fin el COPD6, aparato de cribaje rápido pre-espirometría en caso de sospecha de EPOC, que además de los resultados de la maniobra espiratoria (FEV_1 , FVC_6 , cociente FEV_1 / FVC_6 y nivel de la clasificación de GOLD según el FEV_1), muestra también la llamada edad pulmonar (estimación a partir de los valores de ese paciente en relación a los esperados para la población general), dato que pese a su escasa significación científica, es muy visual y representativo para el paciente. Por esta razón, sí sería útil a la hora de convencerlo de que tiene que abandonar el tabaco.

29. BIBLIOGRAFÍA

- Hutchinson J. On the capacity of the lungs, and on the respiratory functions, with a view of establishing a precise and easy method of detecting disease by the spirometer. *Med Chir Trans.* 1846; 29: 137–252.
- García-Río F, Calle M, Burgos F et al. Espirometría. *Arch Bronconeumol.* 2013;49:388–401.
- Gáldiz JB, Martínez Llorens J. Nuevos valores espirométricos de referencia. *Arch Bronconeumol.* 2013;49:413–4.
- Cimas Hernando JE, Pérez Fernández J. Ideap: Técnica e interpretación de espirometría en Atención Primaria. Programa de formación. Luzán 5. Madrid, 2003.
- Cimas Hernando JE, Pérez Fernández J. Guía práctica de espirometría forzada. Grupo de Respiratorio en Atención Primaria del Principado de Asturias (GRAPPA).
- Núñez Temes M, Penín España S, Moga Lozano S. Espirometría. En www.fisterra.com. Atención Primaria en la Red.
- Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of COPD (revised 2011). Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Disponible en: www.goldcopd.org
- Pocket Guide for Asthma Management and Prevention (for Adults and Children older than 5 Years). Global Initiative for Asthma (GINA). Updated 2011. Disponible en: www.ginasthma.org.
- Global Strategy for Asthma Management and Prevention. Global Initiative for Asthma (GINA). Updated 2011. Disponible en: www.ginasthma.org.
- Pocket Guide for Asthma Management and Prevention in Children 5 Years and Younger. Global Initiative for Asthma (GINA). 2009. Disponible en: www.ginasthma.org.
- Global Strategy for the Diagnosis and Management of Asthma in Children 5 Years and

Las 4 reglas de la espirometría

- Younger. Global Initiative for Asthma (GINA). 2009. Disponible en: www.ginasthma.org.
- Guía Española de la EPOC (GesEPOC). Arch Bronconeumol. 2012;48(Supl 1): 2–58.
 - Grupo de trabajo de la guía de práctica clínica sobre Atención Integral al paciente con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC). Desde la Atención Primaria a la Especializada. Sociedad Española de Medicina de Familia (semFYC) y Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR); 2010.
 - Esplugues Mota JV, Izquierdo Alonso JL, Román Rodríguez M. Guía de buena práctica clínica en EPOC. Atención Primaria de Calidad. IM&C, S.A. Madrid, 2010.
 - Casan P, Roca J, Sanchis J. Spirometric response to a bronchodilator. Reference values for healthy children and adolescents. Bull Eur Physiopathol Respir. 1983;19:567–9.
 - Castellsaguer J, Burgos F, Roca J, Sunyer J. Prediction equations for forced spirometry from European origin population. Respir Med. 1998;92:401–7.
 - García-Río F, Pino JM, Dorgham A, Alonso A, Villamor J. Spirometric reference equations for European females and males aged 65–85 yrs. Eur Respir J. 2004;24:397–405.
 - De Miguel B. Espirometrías. Algoritmo de interpretación. En www.laria.com. Abril 2012.
 - Soler–Cataluña JJ, et al. Documento de consenso sobre el fenotipo mixto EPOC–asma en la EPOC. Arch Bronco-neumol. 2012. doi:10.1016/j.arbres.2011.12.009
 - Sobradillo P, García–Aymerich J, Agustí A. Fenotipos clínicos de la EPOC. Arch Bronconeumol. 2010;46(Supl 11):8–11.
 - Soler–Cataluña JJ, Martínez–García MA, Catalán P. Impacto multidimensional de las exacerbaciones de la EPOC. Arch Bronconeumol. 2010;46(Supl 11):12–19.
 - Miravittles M, et al. Validación de la versión traducida del Chronic Obstructive Pulmonary Disease–Population Screener (COPD–PS). Su utilidad y la del FEV₁/FEV₆ para el diagnóstico de enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Med Clin (Barc). 2011. doi:10.1016/j.medcli.2011.06.022.
 - Miravittles M, Soler–Cataluña JJ, et Calle M al. Guía Española de la EPOC (GesEPOC). Tratamiento farmacológico de la EPOC estable. Arch Bronconeumol. 2012;48:247–57.
 - Guía de práctica clínica sobre asma. Osakidetza. Servicio Vasco de Salud. 2005.
 - Soriano JB, Calle M, Montemayor T et al. Conocimientos de la población general sobre la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y sus determinantes: situación actual y cambios recientes. Arch Bronconeumol. 2012;48:308–15.
 - GEMA 2009. Guía española para el manejo del asma. Madrid, 2009.
 - GEMA para pacientes. Guía española para el manejo del asma. Madrid, 2011.
 - Puente Maestu L, García de Pedro J. Las pruebas funcionales respiratorias en las decisiones clínicas. Arch Bronconeumol. 2012;48(5):161–169.
 - Burgos F. Guía práctica de la espirometría. Ed. ESMONpharma. Barcelona, 2008.
 - Protocolos y procedimientos del Servicio de Neumología del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau de Barcelona. Barcelona, 2012.
 - Rozman. Medicina Interna. 4ª ed. Elsevier España, S.L. Barcelona, 2010.
 - Manual Washington de Terapéutica Médica. 32ª ed. Wolters Kluwer Health España. Barcelona, 2007.
 - Manual SEPAR de Procedimientos. Módulo 3. Procedimientos de evaluación de la función pulmonar. Luzán 5 Ediciones. Madrid, 2002.
 - Manual de Medicina General y de Familia. Sociedad Española de Médicos Generales y de Familia. 2009.
 - Harrison. Manual de Medicina. 17ª ed. Ed. McGraw–Hill. Madrid, 2010.
 - Martín Escudero P, Galindo Canales M. Ejercicio físico y asma. Ed. YOU & US, S.A. Madrid, 2009.
 - Villegas Fernández F. La espirometría en breve. Pharma and Health Consulting. Madrid, 2008.
 - Izquierdo JL, De Lucas P, Rodríguez JM et al. Características clínicas de dos poblaciones diagnosticadas de enfermedad pulmonar obstructiva crónica por criterios espirométricos GOLD o por el límite inferior de normalidad. Revista de Patología Respiratoria. 2010;13(4):159–64.
 - Izquierdo JL, De Lucas P, Rodríguez JM. El uso del límite inferior de la normalidad como criterio de EPOC excluye pacientes con elevada morbilidad y alto consumo de recursos sanitarios. Arch Bronconeumol. 2012;48:223–8.
 - Boerrigter BG, Bogaard HJ, Vonk–Noordegraaf A. Spirometry in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. A Hemodynamic Roller Coaster? Am J Respir Crit Care Med Vol 186, Iss. 4, pp e6–e7, Aug 2012.
 - Alonso Matia R, Quintano Jiménez JA, Vázquez Castro J. Guía rápida para el manejo del asma 2011. Reig Jofré Group. 2011.
 - Canales L, Heredia JL. Radiología en la EPOC. Guía JANO. Barcelona, 2010.
 - Represas C, Botana MI, Leiro V et al. Validación del dispositivo portátil COPD–6 para la detección de patologías obstructivas de la vía aérea. Arch Bronconeumol. 2010;46:426–32.
 - NICE Chronic obstructive pulmonary disease quick reference guide. NICE clinical guideline 101. Junio 2010.
 - Stockley R, Rennard S, Rabe K et al. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica. 2008.
 - Calvo E. Métodos de detección de casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica en atención primaria. PubEPOC. 2011;1;5–14.
 - Miller MR, Hankinson J, Brusasco V et al. Standardisation of spirometry. Series ATS/ERS Task Force: Standardisation of Lung Function Testing. Eur Respir J 2005; 26: 319–338.
 - Miller MR, Crapo R, Hankinson J et al. General considerations for lung function testing. Series ATS/ERS Task Force: Standardisation of Lung Function Testing. Eur Respir J 2005; 26: 153–161.
 - Wanger J, Clausen JL, Coates A et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. Series ATS/ERS Task Force: Standardisation of Lung Function Testing. Eur Respir J 2005; 26: 511–522.
 - Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V et al. Series ATS/ERS Task Force: Standardisation of Lung Function Testing. Eur Respir J 2005; 26: 948–968.
 - Molina París J, Núñez Palomo S, Méndez–Cabeza Velázquez J, et al. EPOC a examen. Ed. Elsevier Doyma, S.L. Barcelona, 2010.
 - Llauger Rosselló MA, Domínguez Olivera L, Izquierdo Guerrero A. La EPOC y las personas. Ediciones Mayo S.A. Barcelona, 2012.
 - Alonso Matia R. Actualidad y controversias en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Ed.Glosa. Barcelona, 2010.
 - Martínez González A. Evolución de la EPOC: Importancia de un diagnóstico precoz. Editores Médicos, S.A. Barcelona, 2010.
 - Lung Function Testing. European Respiratory Society Monograph, Vol. 31, 2005.
 - Solange Caussade M. Espirometría y pletismografía en niños escolares y adolescentes. Neumol Pediatr 2006; 1(1): 26–29
 - Badorrey I, Morera–Prat J. Diccionario del asma. Ed. Temis Medical, S.L. Barcelona, 2009.
 - Documento de consenso sobre Espirometría en Andalucía. Neumosur – Samfyc – Semergen Andalucía – Neumosur Enfermería. 2010.
 - Badía JR. Preguntas y respuestas en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Ed. Temis Medical S.L. Barcelona, 2009.
 - Murray & Nadel’s Textbook of Respiratory Medicine. 5th ed. Saunders. 2010.
 - Conoce la EPOC. Guía para la difusión del conocimiento sobre la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica. Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica. 2011.

ANEXO 1: INSTRUCCIONES PREVIAS A UNA ESPIROMETRÍA

La espirometría es una prueba fundamental para conocer el estado de su respiración. Su médico ha decidido pedir esta prueba para un buen diagnóstico y / o seguimiento de sus enfermedades. Aunque no es peligrosa, sí hay ciertas cosas que debe saber antes de realizarla:

- La espirometría consiste en que usted sople a través de una máquina para estudiar si sus pulmones funcionan correctamente. Tendrá que soplar todo lo fuerte y rápido que pueda, y durante todo el tiempo que pueda, hasta quedar sin aire en el pecho. El soplido deberá ser fuerte, rápido y mantenido en el tiempo. Cualquier otra maniobra (soplido débil, corto o con tos entre medias) no será útil, y habrá que repetirla.
- Es preciso que colabore activamente durante la prueba. A diferencia de otros estudios, en los que el paciente no tiene que hacer nada, la espirometría requiere que usted se esfuerce, o de lo contrario los resultados no valdrán. Precisamente por esto, durante su realización se le darán órdenes enérgicas para animarle a que sople.
- Deberá acudir con ropa ligera que no le apriete, evitando cosas como corbatas o fajas, con el fin de que sus pulmones puedan moverse con naturalidad.
- Si tiene prótesis dental, comuníquelo antes de realizar la prueba.
- Venga con tiempo para estar en reposo unos 15 minutos antes de realizarla.

Contraindicaciones absolutas o relativas para una espirometría

(si padece alguna de éstas, o sabe que se va a encontrar en estas situaciones para cuando está citado, avise al personal sanitario):

- Neumotórax activo o reciente.
- Angina de pecho o infarto agudo de miocardio recientes.
- Desprendimiento de retina o cirugía de los ojos recientes.
- Aneurisma torácico, abdominal o cerebral conocidos.
- Trombosis pulmonar, y qué tratamiento está llevando a cabo.
- Situaciones en las que esté indicado el reposo absoluto: fractura vertebral, amenaza de aborto, tras realización de amniocentesis, etc.
- Cirugía reciente de cualquier tipo.
- Traqueotomía.
- Parálisis facial.
- Tuberculosis.
- Glaucoma.
- Sangrado a través de encías, boca, garganta, etc.
- Vértigo.
- Gripe, catarro y otras infecciones respiratorias.

Se recomienda evitar antes de una espirometría:

- Ejercicio vigoroso: Evitar al menos 30 minutos antes.
- Fumar: Evitar al menos una hora antes.
- Comida abundante: Evitar al menos 2 horas antes.
- Café y té: Evitar al menos 4 horas antes.
- Alcohol, somníferos y tranquilizantes: Evitar al menos 4 horas antes.
- Medicamentos: Consulte a su médico. Él le explicará si debe dejar su medicación antes de la prueba, y en caso de que sea así, con qué antelación.

NOTAS DOS EJERCICIOS

medicación

Medicamentos, y la antelación con la que debe dejarlos:

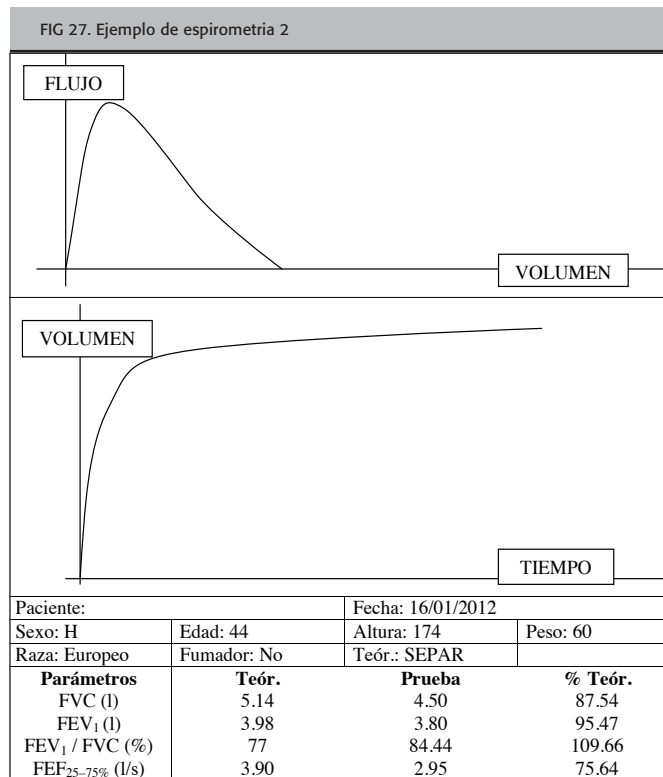
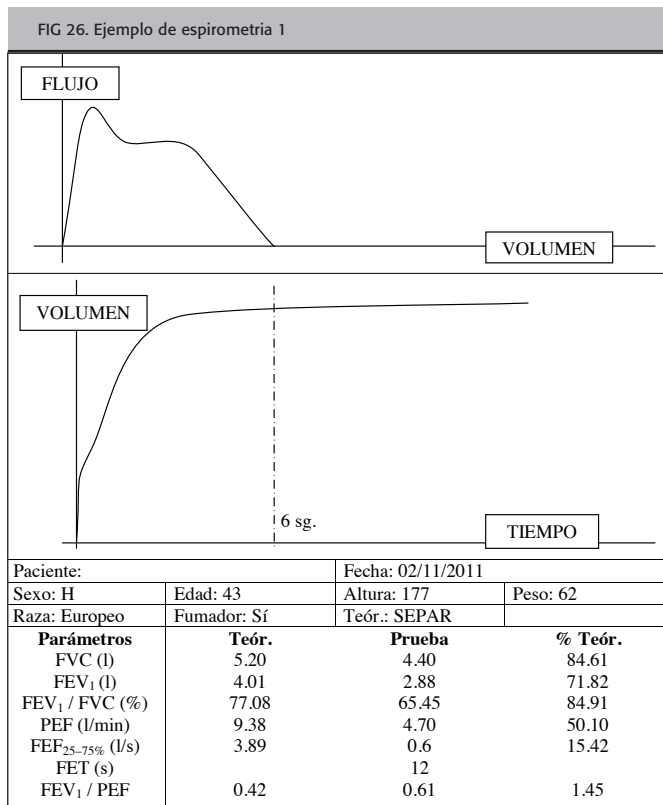
.....

.....

.....

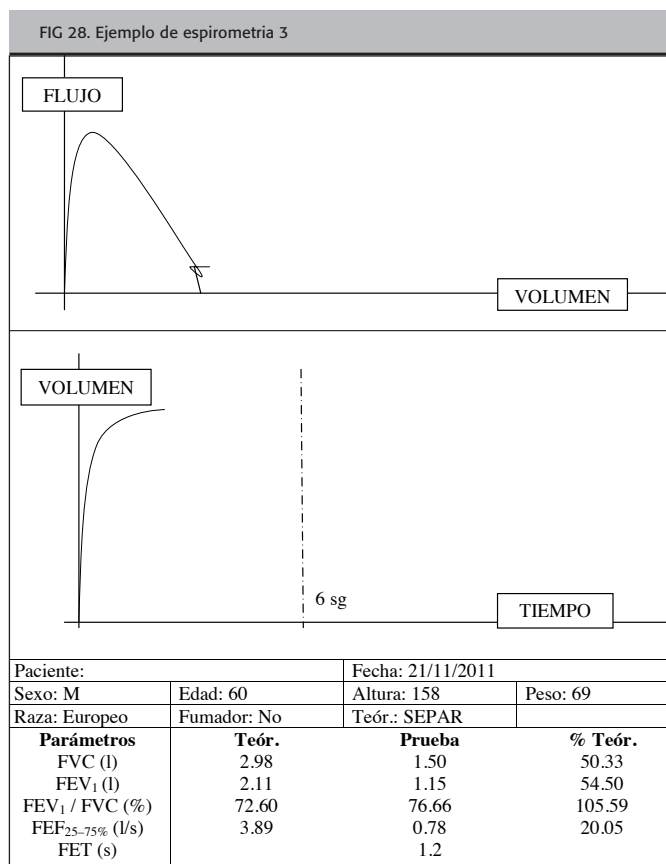
ANEXO 2: EJEMPLOS PRÁCTICOS DE ESPIROMETRÍAS

A continuación, en las figuras 26 a 35 se incluyen ejemplos de espirometrías para resolver con lo explicado en el texto. La tabla 23 muestra la resolución correcta de cada prueba.

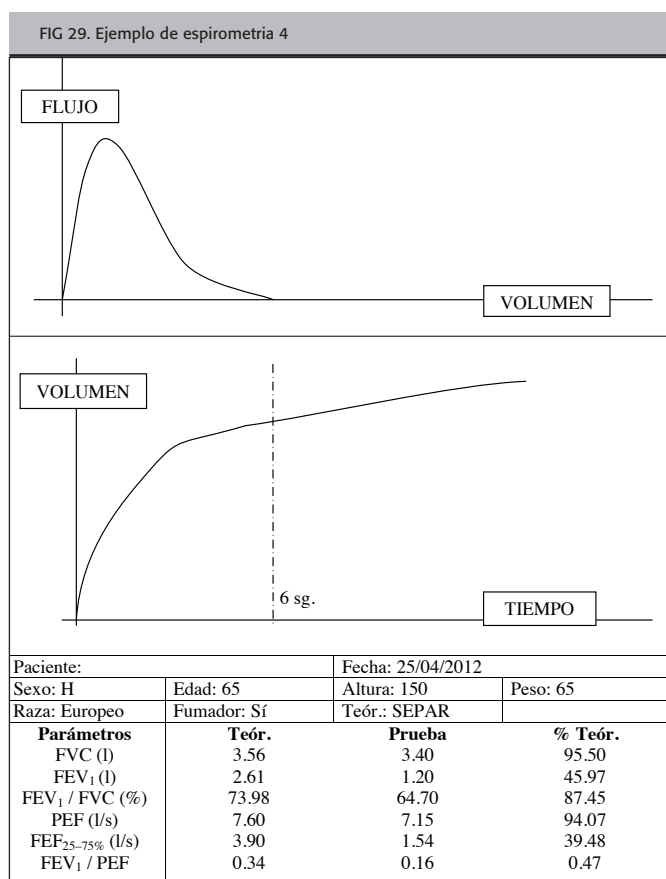


NOTAS DO EXERCICIO

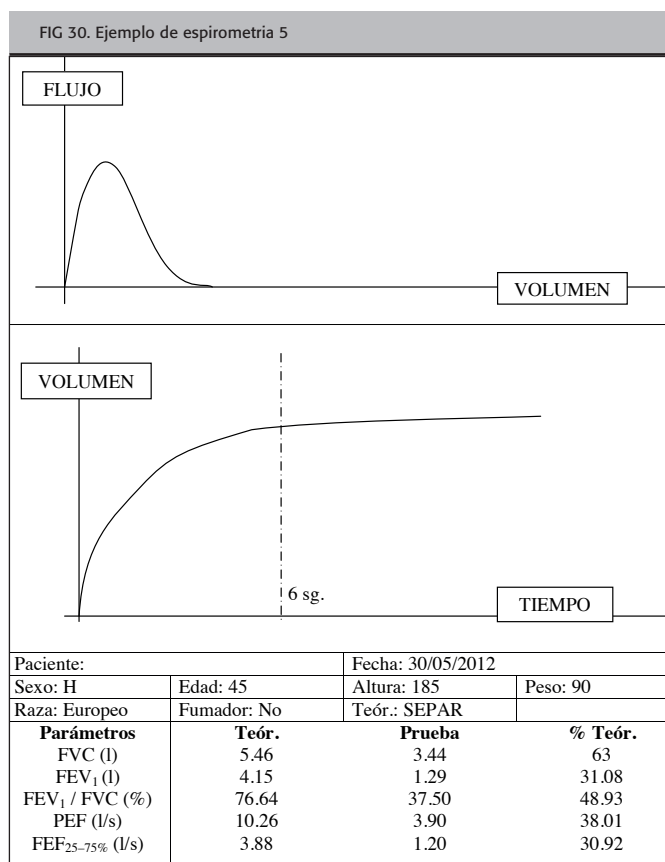
NOTAS DO EXERCICIO



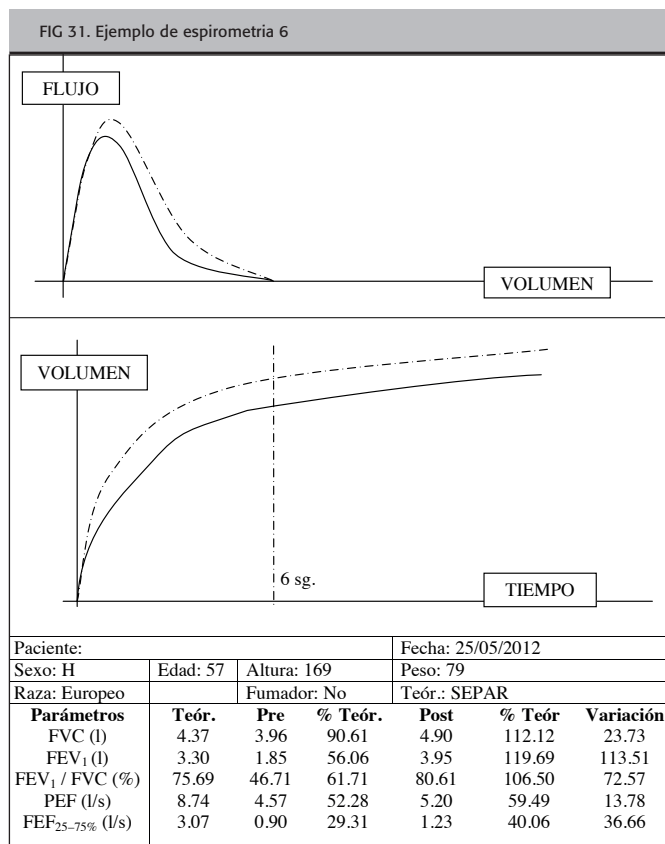
NOTAS DO EXERCICIO



NOTAS DO EXERCICIO

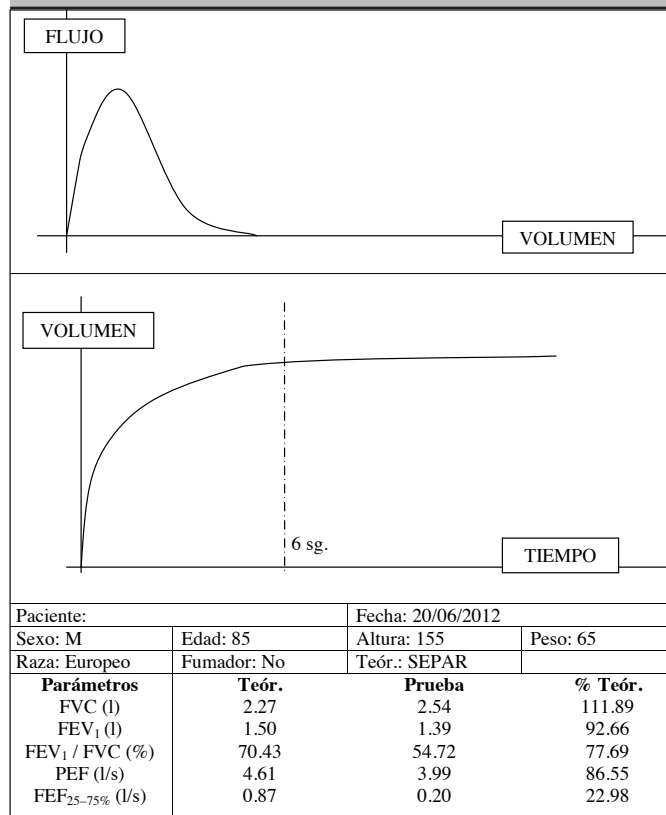


NOTAS DO EXERCICIO



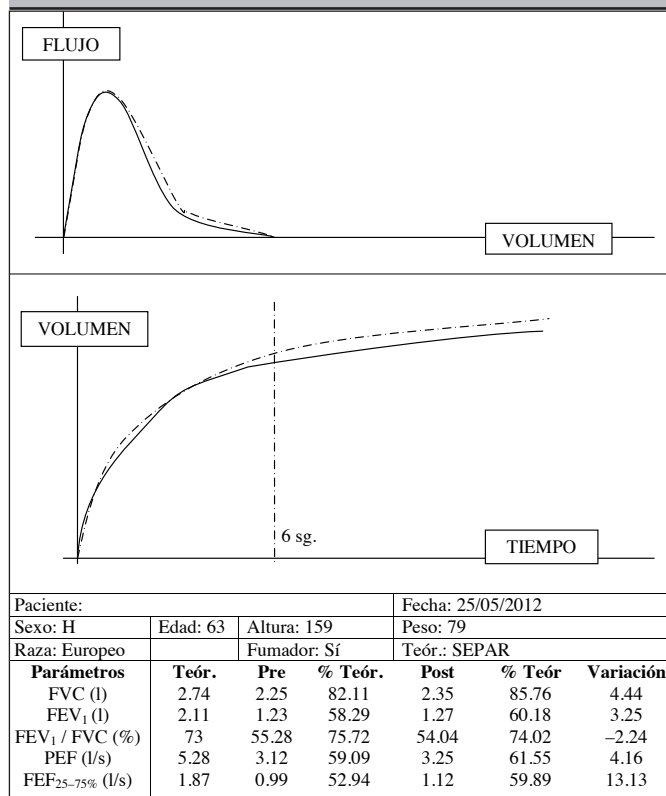
NOTAS DO EXERCICIO

FIG 32. Ejemplo de espirometría 7

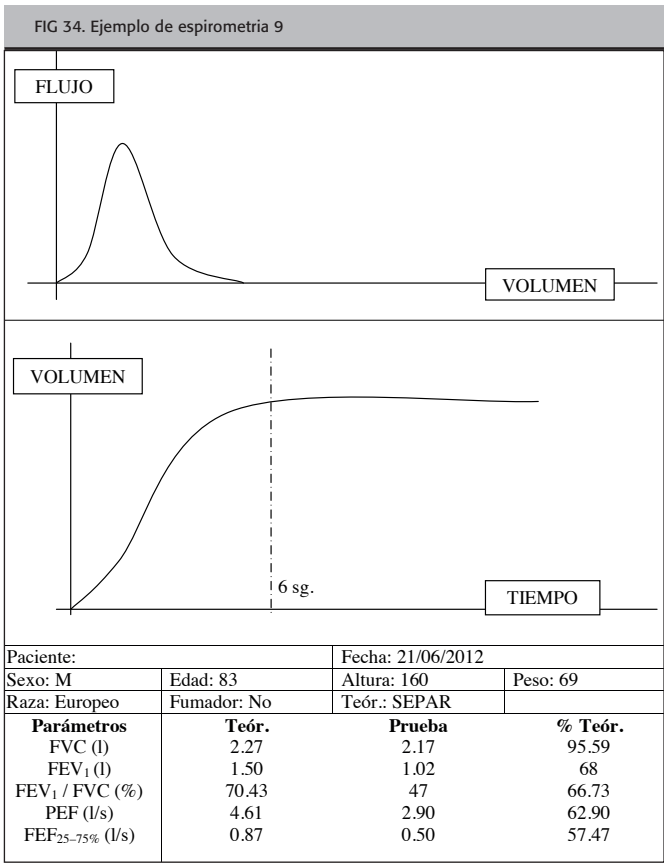


NOTAS DO EXERCICIO

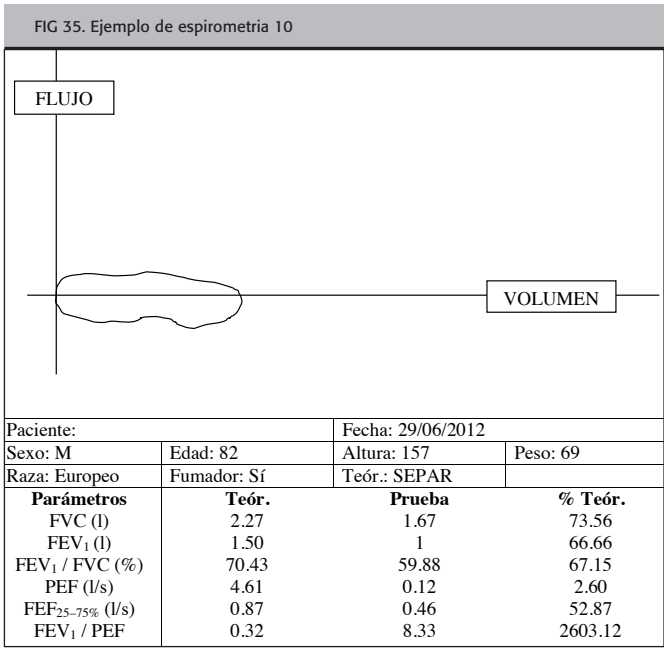
FIG 33. Ejemplo de espirometría 8



NOTAS DO EXERCICIO



NOTAS DO EXERCICIO



NOTAS DO EXERCICIO

Tabla 23. Soluciones de las espirometrías de ejemplo	
Figura 26 Ejemplo 1	Espirometría no válida por doble esfuerzo espiratorio, constatable en ambas gráficas (pese a que los datos numéricos son perfectamente compatibles con un patrón obstructivo puro).
Figura 27 Ejemplo 2	Espirometría normal (contrastar con la clínica por si hubiera que realizar más estudios).
Figura 28 Ejemplo 3	Espirometría no válida por tiempo insuficiente, como puede verse en los valores numéricos, ya que el paciente sólo ha soplado 1.2 segundos (pese a que los datos son perfectamente compatibles con un patrón restrictivo puro).
Figura 29 Ejemplo 4	Patrón obstructivo puro (Cociente < 70 %, FVC normal). Grado grave (FEV ₁ entre 35 y 49 %).
Figura 30 Ejemplo 5	Patrón mixto (Cociente < 70 %, FVC < 80 %). Componente obstructivo muy grave (FEV ₁ < 35%) y restrictivo moderado (FVC entre 50 y 64 %)
Figura 31 Ejemplo 6	Patrón obstructivo puro (Cociente < 70 %, FVC normal). Grado moderado (FEV ₁ entre 50 y 64 %). Prueba broncodilatadora marcadamente positiva (FEV ₁ mejora más del 12 % y de 200 ml, incluso más de 400 ml, lo que apunta más a un diagnóstico de asma). Reversibilidad de la obstrucción (Cociente pre-broncodilatador < 70 %, cociente post-broncodilatador > 70 %, lo que descarta el diagnóstico de EPOC y apunta más al de asma).
Figura 32 Ejemplo 7	Patrón obstructivo puro (Cociente < 70 %, FVC normal). Grado leve (FEV ₁ mayor del 65 %). <i>Obsérvese el FEF_{25-75%} marcadamente descendido (< 60 %), que indica obstrucción de pequeñas vías aéreas, aunque el FEV₁ sea normal.</i>
Figura 33 Ejemplo 8	Patrón obstructivo puro (Cociente < 70 %, FVC normal). Grado moderado (FEV ₁ entre el 50 y 64 %). Prueba broncodilatadora negativa (ni la FEV ₁ ni la FVC aumentan más del 12 % y 200 ml, ni el PEF aumenta más del 20 % o 60 l/min).
Figura 34 Ejemplo 9	Espirometría no válida por comienzo titubeante, que invalida toda la maniobra (pese a que los datos numéricos son perfectamente compatibles con un patrón obstructivo puro, ya que el comienzo es lento y eso disminuye la FEV ₁ y el PEF, pero el paciente puede llegar a exhalar toda su FVC).
Figura 35 Ejemplo 10	Obstrucción fija de la vía aérea superior, que afecta tanto a la curva espiratoria como inspiratoria. <i>Antecedentes: Paciente EPOC conocido que sufrió infarto agudo de miocardio, por lo que requirió ingreso en UCI e intubación. A partir de aquello, muestra estenosis traqueal cicatricial que altera la espirometría.</i>