

Guía rápida para la espirometría

El objetivo de este manual es proporcionar a los profesionales de atención primaria la información necesaria para realizar, evaluar e interpretar la espirometría y comprender su papel y limitaciones para el diagnóstico y seguimiento de las enfermedades respiratorias.

INTRODUCCIÓN

La espirometría es una prueba objetiva que mide el volumen de aire que una persona puede exhalar y la velocidad (flujo) a la que puede hacerlo.¹⁻⁶ Es obligatoria para el diagnóstico y seguimiento de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), e importante para el asma, fibrosis pulmonar idiopática y tos crónica. La espirometría también es útil en la evaluación del impacto de algunas enfermedades sistémicas en el sistema respiratorio y en determinar el riesgo antes de una intervención quirúrgica.

¿QUÉ HAY QUE HACER?

Antes de la prueba

Al realizar una espirometría, tenga en cuenta las posibles contraindicaciones (Tabla 1).

Esta prueba depende en gran medida de la colaboración de la persona y de las circunstancias de la prueba, por lo que debe explicarse previamente y el médico que la solicita decidirá si la persona debe dejar de tomar algún medicamento respiratorio antes de la prueba (véase Tabla 2 para los tiempos mínimos). Puede que no sea necesario suspender la medicación si el propósito de la prueba es determinar si la función pulmonar de la persona puede mejorar mediante un tratamiento adicional al suyo habitual.

Instruir a la persona para que no fume, vapee o utilice pipa de agua y que se abstenga de realizar ejercicio físico intenso durante al menos una hora antes de la prueba, así como no consumir otras sustancias tóxicas al menos desde 8 horas antes de la prueba. Pídales también que no acudan con ropa ajustada. La espirometría debe realizarse en una habitación cómoda y bien ventilada (idealmente, específica para espirometría), con la persona sentada en una silla sin brazos, ruedas ni altura regulable. Debe haber báscula, estadiómetro y una estación meteorológica básica (si no está ya integrada en el espirómetro). El espirómetro debe tener un margen de error máximo de $\pm 2,5\%$ verificado con una jeringa de calibración de 3L.

Preparación de la persona para espirometría

No todas las personas son capaces de realizar espirometrías de buena calidad,

Cuadro 1: Contraindicaciones para la espirometría.

Cualquier situación que ponga la salud de la persona en grave riesgo al realizar un esfuerzo significativo como:

- Hemoptisis importante
- Neumotórax activo o reciente. Haber sufrido un neumotórax en el pasado no contraindica la espirometría
- Enfermedad CV inestable (p. ej., angina de pecho, IM, TEP)
- Aneurismas cerebrales, torácicos o abdominales
- Desprendimiento de retina reciente o cirugía ocular reciente (por ejemplo, cataratas)
- Cirugía torácica o abdominal reciente

Situaciones en las que no se pueden obtener pruebas con una calidad mínima aceptable tales como:

- Incapacidad para comprender las instrucciones o falta de voluntad para seguir las instrucciones
- No comprender bien la maniobra (por ejemplo, niños menores de 6 años, deterioro mental, algunas personas mayores)
- Mal estado físico (por ejemplo, caquexia)
- Presencia de una traqueotomía. Si se considera necesario realizar una espirometría en una persona con traqueotomía, debe ser remitida a un centro especializado
- Problemas orales y/o faciales que impidan el correcto sellado de la boca alrededor de la boquilla (por ejemplo, parálisis facial)
- Náuseas al insertar la boquilla

CV: cardiovascular; IM: infarto de miocardio; TEP: tromboembolismo pulmonar.

Cuadro 2: Tiempo mínimo entre la toma de determinados fármacos y la realización de la espirometría.

Fármaco	Tiempo mínimo de abstinencia permitido (horas)
Salbutamol, terbutalina, Ipratropio	6
Formoterol, salmeterol	12
Indacaterol, olodaterol, vilanterol	24
Aclidinio	12
Tiotropio, glicopirronio, Umeclidinio	24
Teofilinas de acción corta	8
Teofilinas de liberación sostenida	12
Cromonas	24

pero la destreza del profesional puede mejorar la calidad de los resultados.

- Introduzca los datos de la persona, incluidos la edad, altura y sexo al nacer en el espirómetro.
- Pídales que se quiten las prótesis dentales si hay posibilidad de que se muevan durante la maniobra.
- Siéntele en una silla sin brazos, ruedas ni altura regulable, con la espalda apoyada en el respaldo y ambos pies apoyados en el suelo, sin cruzarse.

Aconsejeles que se sienten erguidos (evitando inclinarse hacia delante) mientras soplan.

- Explique el procedimiento de forma sencilla: "Se trata de una prueba sencilla, pero tendrá que seguir mis instrucciones al pie de la letra. Cuando yo se lo diga inhale profunda y completa-mente" sujete la boquilla con los dientes, con los labios bien cerrados y, sin que la lengua interfiera la salida del aire, expulselo tan fuerte como ►

Cuadro 3: Instrucciones para las personas que se someten a una espirometría en circuito abierto y a una espirometría en circuito cerrado.

Espirometría en circuito abierto	Espirometría en circuito cerrado
<ol style="list-style-type: none"> 1. Siéntese erguido con las piernas sin cruzar y los pies apoyados en el suelo, sin inclinarse hacia delante 2. Exhale completamente y vacíe los pulmones 3. Inspire rápida y profundamente hasta que sus pulmones estén completamente llenos 4. Coloque inmediatamente la boquilla en la boca y cierre los labios herméticamente 5. Sin esperar más de 2 segundos, sople lo más fuerte y rápido posible, hasta que sus pulmones estén completamente vacíos o no pueda soplar más 6. Retire la boquilla y respire normalmente. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siéntese erguido con las piernas sin cruzar y los pies apoyados en el suelo, sin inclinarse hacia delante. 2. Colóquese la boquilla en la boca y cierre los labios herméticamente 3. Respire con normalidad durante 2 ó 3 respiraciones 4. Inspire rápida y profundamente hasta que sus pulmones estén completamente llenos 5. Sin esperar más de 2 segundos, espire lo más fuerte y rápido posible hasta que sus pulmones estén completamente vacíos o no pueda soplar más. 6. Manteniendo la boquilla entre los labios, vuelva a inspirar con la mayor fuerza y plenitud posibles 7. Retire la boquilla y respire Normalmente

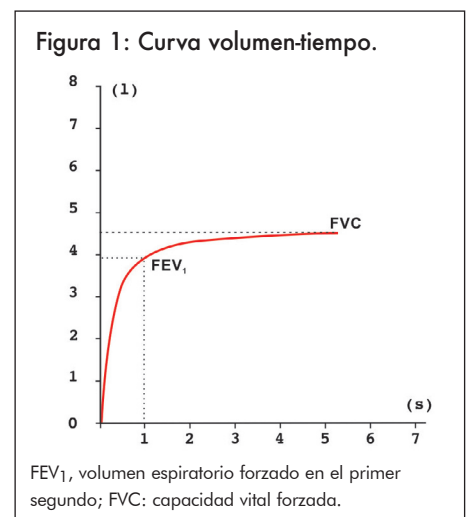
de la normalidad (LLN) del FEV₁%, como punto de corte para determinar la presencia de obstrucción, que corresponde al percentil 5, o a -1,64 en la Z-score del valor de referencia. Sin embargo, el LLN no está incluido en el software de la mayoría de los espirómetros actuales, y sólo se indica, sin necesidad de otras conversiones, en los valores teóricos de la Global Lung Function Initiative (GLI-2012).⁷ Por el momento, el 70% sigue siendo el punto de corte para identificar la obstrucción recomendado por organizaciones internacionales, como la Iniciativa Global para la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (GOLD)^{8,9} a la hora de evaluar a las personas con EPOC.

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Tipos de curvas espirométricas

El primer paso para interpretar correctamente un resultado espirométrico es comprobar la aceptabilidad de las curvas generadas durante la maniobra utilizando dos gráficos diferentes: el gráfico volumen-tiempo (V-T) y el gráfico flujo-volumen (F-V). El examen de las curvas de cada uno de estos gráficos indicará si la maniobra se ha realizado correctamente y puede considerarse como aceptable, o si ha habido errores significativos que requieren una repetición de la prueba.

- **Gráfico volumen-tiempo:** El volumen se mide en litros en el eje y (vertical), mientras que el tiempo se mide en segundos en el eje x (horizontal). Una curva V-T normal tiene una subida inicial pronunciada, ya que gran parte del aire se expulsa en el primer segundo. A continuación, la pendiente se suaviza gradualmente hasta aplanarse, cuando alcanza el volumen máximo (FVC). El volumen de aire expulsado en el primer segundo es el FEV₁ (Figura 1).



- **Gráfico flujo-volumen:** En este tipo de gráfico, el flujo se mide en litros por segundo en el eje y (vertical), y el volumen se mide en litros en el eje x (horizontal). La curva F-V normal tiene una subida inicial muy pronunciada, cerca del eje vertical (flujo) hasta alcanzar un pico (flujo espiratorio

pueda durante tanto tiempo como sea posible hasta que sus pulmones estén completamente vacíos o yo le diga que vuelva a inspirar. Entonces, vuelva a coger aire profunda y completamente".

- Tras la explicación, muestre usted mismo al paciente el procedimiento demostrando una capacidad vital forzada (FVC) y una capacidad capacidad vital inspiratoria forzada (FIVC).
- Ajuste el conjunto de la boquilla a una altura adecuada para la persona, asegurándose de que la barbilla forme un ángulo de 90° con el el pecho. Pídale que coloque la boquilla entre los labios y asegúrese de que la lengua no obstruya la abertura.
- Si está realizando una maniobra de medida de curva inspiratoria, utilice la pinza nasal para evitar fugas innecesarias. No es necesario su uso si la maniobra es solo espiratoria.
- La persona debe recibir una orden clara y concreta para iniciar la espiración forzada. No deben transcurrir más de 2 segundos entre el final de la inspiración completa y el inicio de la maniobra de exhalación forzada (tiempo de vacilación).
- El bucle flujo-volumen de la pantalla debe vigilarse en todo momento para detectar cualquier alteración que pueda obligar a detener la maniobra.
- La persona debe ser animada durante toda la maniobra, motivada con exclamaciones como: "¡Siga, siga!" o "¡Sople, sople!". Este paso es crucial para garantizar el éxito de la maniobra.
- Repita la prueba hasta que tenga tres curvas aceptables y repetibles (con un máximo de 8 intentos). Se podrían repetir más intentos si la persona se siente bien y los acepta.

Véanse en el cuadro 3 las diferencias de técnica para realizar una espirometría en circuito abierto o cerrado (que incluye un paso de inspiración forzada).

PRINCIPALES VARIABLES OBTENIDAS

Aunque los espirómetros modernos pueden generar resultados con multitud de variables, 3 parámetros básicos son suficientes para interpretarlos:

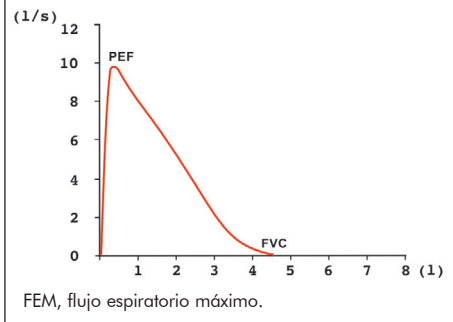
- la FVC (capacidad vital forzada) medida en litros, el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁), medida de flujo expresada en litros por segundo, y la relación entre ambos (FEV₁/FVC), expresada como cociente o porcentaje.
- La FVC es el volumen total de aire que se puede exhalar con fuerza después de una inspiración lo más profunda posible. Asegúrese de que la persona ha vaciado todo el aire disponible de sus pulmones para terminar la maniobra.
- El FEV₁ es el volumen exhalado en el primer segundo de una maniobra forzada.
- La relación entre el volumen espiratorio forzado en el primer segundo y la capacidad vital forzada (FEV₁/FVC), también conocida como la razón espiratoria forzada (FER o FEV₁%), indica el porcentaje de la capacidad vital forzada que es espirada durante el primer segundo de la maniobra. Es el parámetro clave para medir la obstrucción de las vías respiratorias.

DIAGNÓSTICO DE LA ENFERMEDAD OBSTRUCTIVA DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS

En condiciones normales, en el primer segundo de la espiración forzada, se exhala más del 70% de la FVC. Si la relación FEV₁/FVC es inferior al 70%, significa que existe una obstrucción de las vías respiratorias.

Para reducir el infradiagnóstico de obstrucción en pacientes jóvenes y el sobrediagnóstico en los ancianos, lo que ocurre cuando se utiliza el límite fijo del 70%, proponemos utilizar el límite inferior

Figura 2: Curva flujo-volumen



máximo [FEM]). A partir de ahí disminuye en una línea mayormente recta, con una pendiente menos pronunciada, hasta que termina alcanzando asintóticamente el eje x (volumen), señalando la FVC (Figura 2).

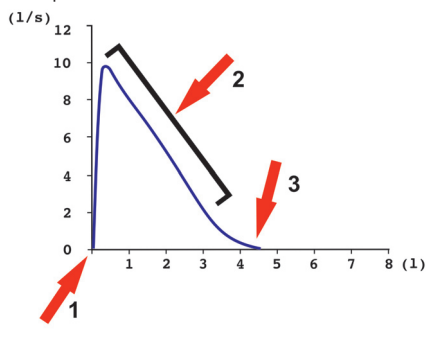
Aceptabilidad de las maniobras

Observando las curvas, es posible identificar una maniobra correcta y, por tanto resultados relevantes. La curva debe indicar que el inicio de la prueba ha sido correcto, explosivo, y que el pico de esfuerzo está muy cerca del inicio de la maniobra; que la forma de la curva es adecuada, sin irregularidades que apunten a un flujo incorrecto o anormal; y que termine correctamente de forma gradual y no brusca, verificando que prácticamente todo el volumen previamente inspirado ha sido exhalado (Figura 3).

Figura 3: Criterios de aceptabilidad de cada curva individual como se muestra en los gráficos de flujo-volumen y volumen-tiempo.

Se indican tres puntos críticos

- 1) que tenga un inicio brusco y sin vacilaciones
- 2) que tenga un ascenso rápido y vertical hasta el pico de flujo y una curva descendente suave y continua sin artefactos
- 3) que no haya indicios de terminación prematura



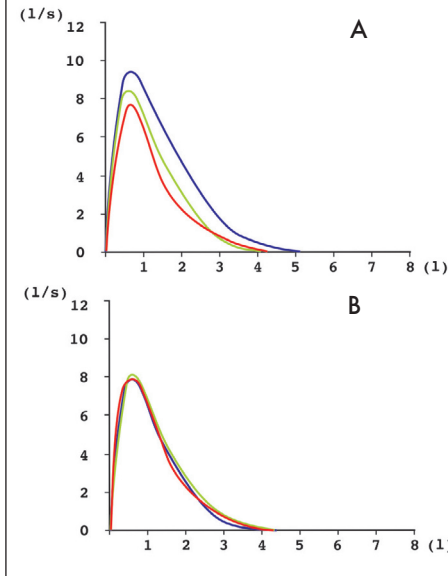
Para determinar si ha habido un buen inicio en cada curva, se utiliza el Volumen Extrapolado (BEV) (calculado por el propio espirómetro), que debe ser < 100 ml o el 5% de la FVC, lo que sea mayor.

Repetibilidad de las maniobras

Además de ofrecer curvas aceptables, la espirometría debe ser repetible para poder ser interpretada; debemos estar seguros de que producirá resultados similares cada vez que se repita. Así pues, tras haber obtenido

Figura 4: Repetibilidad de la curva de flujo-volumen

A: Curvas no repetibles
B: Curvas repetibles.



al menos tres curvas aceptables, la diferencia entre las dos mejores curvas debe ser inferior a 150 ml o del 5% (tanto para la FVC como para el FEV₁), lo que sea mayor. En niños menores de 6 años, debe ser inferior a 100 ml o al 5%, según cuál sea mayor. La mayoría de los espirómetros proporcionan esta información automáticamente (Figura 4).

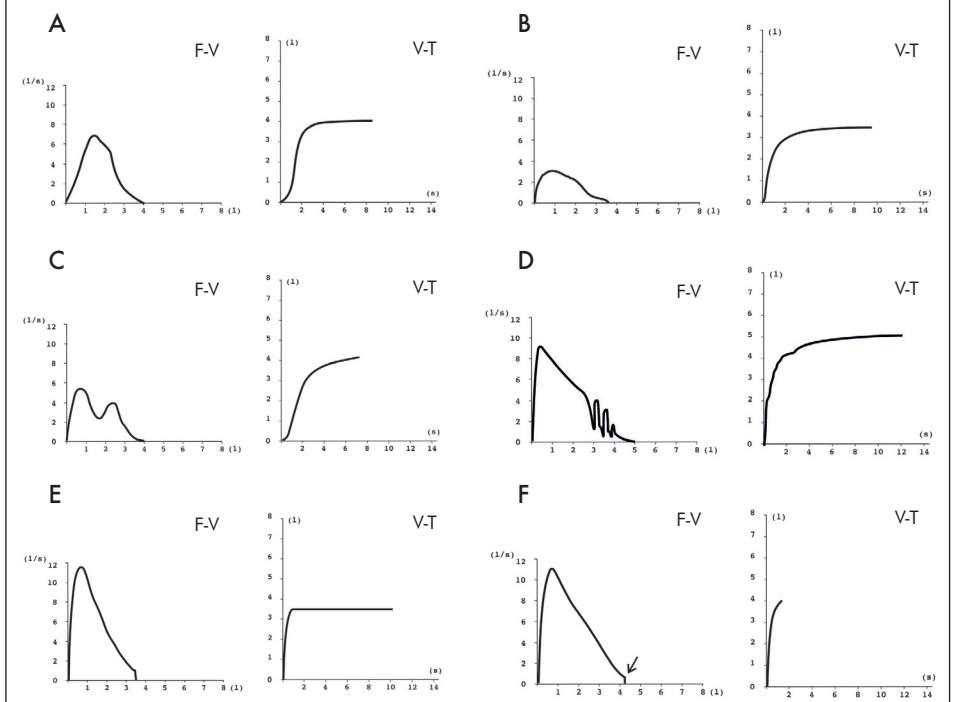
Errores frecuentes

Observando las curvas, es posible identificar errores cometidos por la persona y/o el técnico que pueden perturbar la prueba y requerir una repetición (Figura 5).

Figura 5: Principales errores de la maniobra.

Obsérvese que la curva flujo-volumen suele proporcionar más información sobre la calidad.

A: inicio lento. B: esfuerzo insuficiente. C: esfuerzo variable (doble esfuerzo). D: tos en el primer segundo de espiración. E: cierre de glotis. F: terminación precoz.



La mayoría de los espirómetros muestran advertencias cuando se detectan errores, en la pantalla o en el informe impreso. El profesional sanitario que interpreta los resultados debe tener en cuenta estos mensajes. La Tabla 4 muestra un resumen de los principales criterios de aceptabilidad y repetibilidad.

RESULTADOS DE LA ESPIROMETRÍA

Valores de referencia

Los resultados obtenidos en la prueba deben interpretarse con respecto a los valores teóricos para personas sanas de la misma edad, estatura y sexo al nacer. Los valores obtenidos para cada persona se comparan con estos valores previstos y se expresan como porcentaje del valor observado respecto al valor teórico (valor observado/valor teórico x 100). Un valor del 100% significa que el parámetro observado es igual al teórico. En cuanto a la FVC y el FEV₁, un valor $\geq 80\%$ del valor teórico se considera normal, mientras que un valor < 80

se considera patológico. De forma similar a la explicación previa sobre el cociente (FEV₁%), sería aconsejable utilizar el LLN en lugar del valor fijo del 80% del valor teórico para evitar sobreestimar o subestimar los resultados en algunos casos.

Se recomienda utilizar los valores de referencia de la GLL-2012.

Patrones espirométricos

La interpretación de una maniobra repetible es razonablemente sencilla, dado que sólo son posibles 4 patrones fácilmente distinguibles.

Una simple observación de las curvas puede revelar el patrón de la prueba, aunque es aconsejable verificarlo mediante

Cuadro 4: Resumen de los criterios de aceptabilidad y repetibilidad.²

Aceptabilidad	Buen inicio
	Buena morfología de la curva de FV
	Buena realización de la maniobra
Repetibilidad	

FET: tiempo de espiración forzada; FEV₁: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; FIVC: capacidad vital inspiratoria forzada; FV: flujo-volumen; FVC: capacidad vital forzada; PEF: flujo espiratorio máximo; VT: volumen-tiempo.

la evaluación de los valores numéricos (Figura 6). Para definir los patrones espirométricos, aplique el algoritmo de la figura 7.

APLICACIÓN DE LOS RESULTADOS EN PRÁCTICA CLÍNICA

La espirometría no proporciona un diagnóstico por sí misma, sino que se limita a apoyar o contradecir un diagnóstico de sospecha, basado en datos clínicos y otras pruebas complementarias. Sin embargo, la

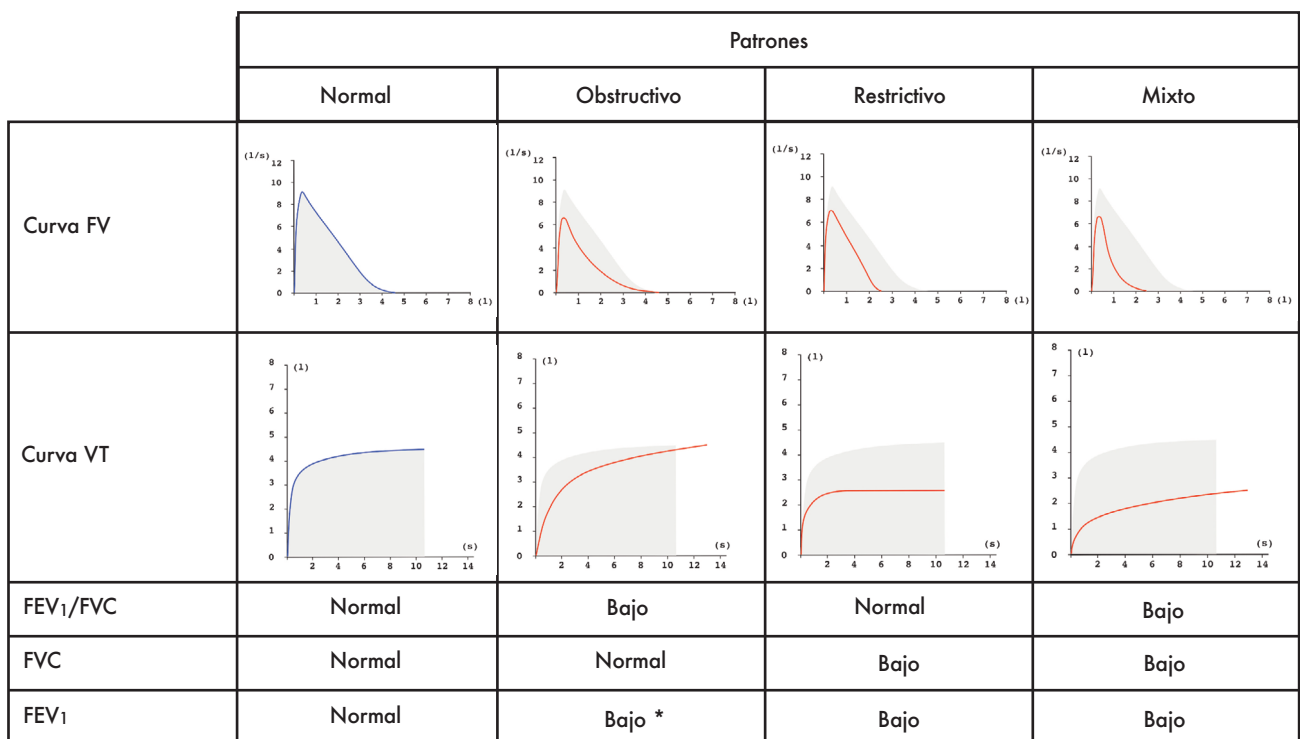
espirometría proporciona claves fundamentales y, analizando sus resultados, es posible identificar cuatro patrones espirométricos: normal, obstructivo, restrictivo y mixto. Estos patrones, junto con los datos clínicos de la persona, permiten realizar un diagnóstico.

PRUEBA BRONCODILATORA

La prueba broncodilatadora (BD) se utiliza para estudiar la dilatación que puede producirse en los bronquios de la persona después de administrarle un broncodilatador

(normalmente salbutamol), y si esa broncodilatación alcanza la reversibilidad completa (normalización de un patrón obstructivo). Se comparan la FVC y el FEV₁ pre y post-BD. Si se produce una mejora >10% del valor teórico en el FEV₁ o en la FVC se considera que la prueba tiene una respuesta positiva a la PBD. El criterio anterior de una diferencia de más de 200 ml para considerar una PBD positiva se ha eliminado de las normativas de la ERS-ATS para simplificar la interpretación de la prueba.

Figura 6: Patrones espirométricos en las curvas y variables espirométricas.¹



Bajo: valor disminuido por debajo del límite normal. *En obstrucciones muy leves, el FEV₁ puede permanecer normal.

FEV₁, volumen espiratorio forzado en el primer segundo; FV, flujo-volumen; FVC, capacidad vital forzada; VT, volumen-tiempo.

PRÓXIMOS PASOS

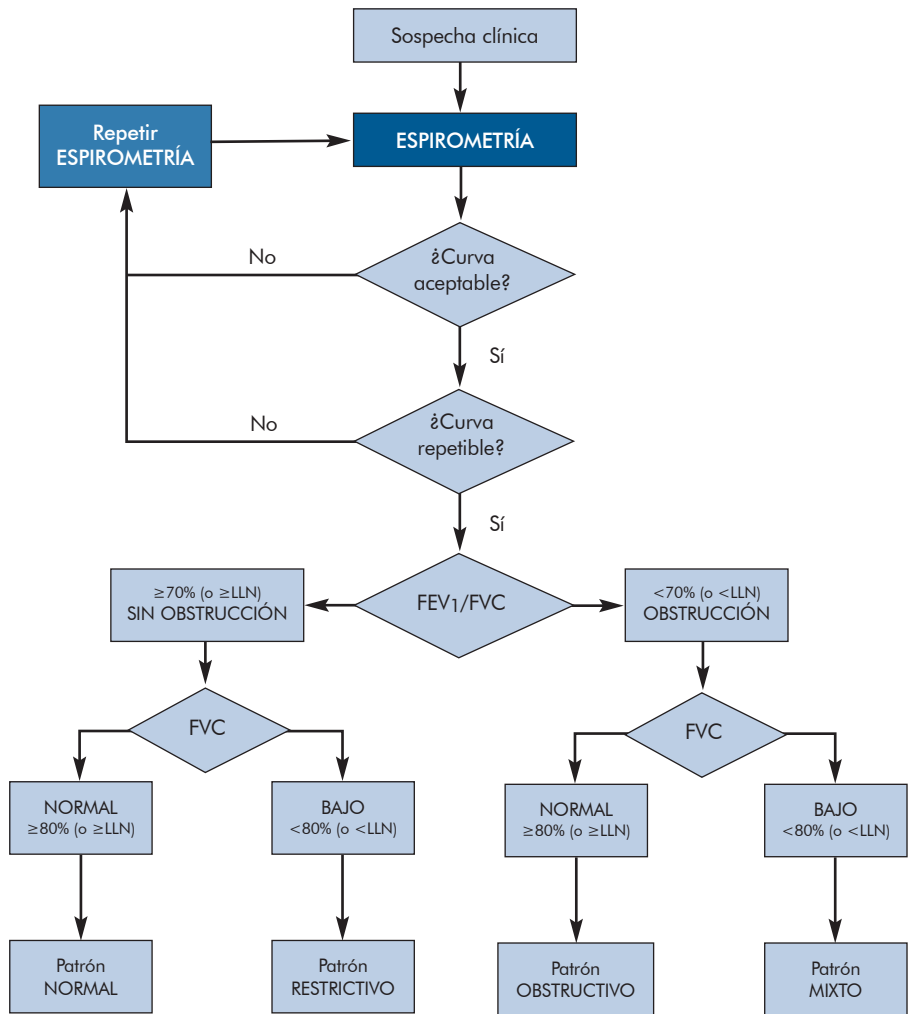
En los casos en que la espirometría revele un patrón mixto (obstrucción + restricción), la persona debe someterse a una prueba de volumen pulmonar (por ejemplo, pletismografía), para evaluar si la FVC reducida se debe a una enfermedad restrictiva o es sólo una restricción funcional del volumen debido al atrapamiento aéreo, con un aumento del volumen residual, lo que ocurre en la mayoría de las personas con casos graves de EPOC.

Bibliografía

Más información en: www.ipcr.org/dth14.

1. Cimas JE, et al. Guía de procedimiento para la espirometría en atención primaria. Barcelona: semFYC ed, 2021.
2. Graham BL, et al. Am J Respir Crit Care Med 2019; 200:e70–e88.
3. Miller MR, et al. Eur Respir J 2005;26:319–38.
4. National Asthma Council Australia. The spirometry handbook for primary care. Melbourne; National Asthma Council Australia: 2020. Available at: <https://www.nationalasthma.org.au/living-with-asthma/resources/health-professionals/information-paper/spirometry-handbook>. Accessed March 2023.
5. García-Río F, et al. Arch Bronconeumol 2013;49: 388–401.
6. Global Initiative for Asthma (GINA). Global Strategy for Asthma Management and Prevention, Updated 2021. Available at: <https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2021/05/GINA-Main-Report-2021-V2-WMS.pdf>. Accessed March 2023.
7. Quanjer PH, et al. Available at: <https://www.ers-education.org/lrmedia/2012/pdf/266696.pdf>. Accessed March 2023.
8. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease: 2022 Report. Available at: <https://goldcopd.org/2022-gold-reports-2/>. Accessed March 2023.
9. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Spirometry guide: Spirometry for health care providers. Available at: <https://goldcopd.org/gold-spirometry-guide/>. Accessed March 2023.

Figura 7: Algoritmo para determinar el patrón de una espirometría.¹



FEV₁, volumen espiratorio forzado en el primer segundo; FVC, capacidad vital forzada.

NOTAS

