



ARTÍCULO ESPECIAL

Protocolo de espirometría simple y forzada. Test broncodilatador.

Simple and forced spirometry protocol. Bronchodilator test

Autores: *Maria Jose Calvo Delgado¹, Ana Pilar Atiénzar Atiénzar², Raúl Godoy Mayoral²*

1. Servicio de Alergología. Complejo Hospitalario Universitario de Albacete. Albacete.
2. Servicio de Neumología. Complejo Hospitalario Universitario de Albacete. Albacete.

INTRODUCCION

La espirometría es una prueba básica y fundamental en el estudio de la función pulmonar, diagnóstico y seguimiento de las enfermedades respiratorias. Su correcta realización conlleva a una adecuada interpretación de los resultados y resulta crucial para la toma de decisiones clínicas asociadas. Por ello, se ha convertido en una herramienta imprescindible en los Servicios de Neumología, así como en otras disciplinas médicas.

Las principales indicaciones consisten en:

- Diagnóstico de patología respiratoria y medición del efecto de la enfermedad sobre la función pulmonar, así como la estimación de gravedad y pronóstico.
- Monitorización del curso de enfermedades respiratorias y del efecto de las intervenciones terapéuticas sobre éstas.
- Evaluación del riesgo de procedimientos quirúrgicos, especialmente torácicos y abdominales altos.
- Cribado de enfermedad pulmonar en individuos de riesgo (fumadores mayores de 35 años con IPA mayor a 10 o individuos con exposición ocupacional a agentes neumotóxicos).
- Valoración del estado de salud, exámenes físicos rutinarios y evaluación de disfunción por seguro médico y valoraciones legales.
- Estudios epidemiológicos e investigación clínica.

Por otro lado, aunque es una prueba segura, algunas circunstancias contraindican su realización y deben ser individualizadas (Tabla 1).

EQUIPAMIENTO NECESARIO

Para realizar una espirometría será necesario contar con una serie de materiales y equipamiento específico:

- **Espirómetro:** Un espirómetro es un dispositivo médico utilizado para medir la capacidad pulmonar y la función respiratoria de una persona. Se emplea para evaluar y

diagnosticar enfermedades pulmonares, monitorear la respuesta al tratamiento y realizar estudios de la función respiratoria. Hay diferentes tipos de espirómetros, de volumen o cerrados (húmedos, secos) y de flujo o abiertos (neumotacógrafos, turbina, ultrasonidos).

Tabla 1. Contraindicaciones de la espirometría

Inestabilidad hemodinámica	Síncope tusígenos
Embolismo pulmonar mal anticoagulado	Cor pulmonare agudo
Neumotórax reciente (2 semanas tras la reexpansión)	Hipertensión endocraneal
Hemoptisis aguda	Pacientes confusos o demenciados
Infecciones respiratorias activas (TBC, influenza, norovirus)	Cirugía cerebral (<4 semanas), ocular (<1 semana) u otorringolaringológica (<1 semana)
Angina inestable	Cirugía abdominal o torácica (<4 semanas)
Aneurismas de aorta torácica (<6cm)	Problemas bucofaciales o dentales que dificulten la colaboración y sujeción de la boquilla
Infarto de miocardio reciente (<7días)	Desprendimiento agudo de retina
Insuficiencia cardíaca descompensada	Diarrea o vómitos agudos
Arritmias auriculares/ventriculares	Embarazo posttérmino
Hipertensión severa/hipotensión	Niños menores de 5-6 años
Colocación de marcapasos (<2 semanas)	

- **Estación meteorológica:** Proporciona una serie de parámetros en tiempo real y precisos para poder calibrar el espirómetro. Los espirómetros más actualizados lo llevan integrado sino será necesario introducirlos manualmente. Necesitaremos para ello, termómetro, barómetro, higrómetro y un altímetro.

La calibración se realizará diariamente. Previo a la calibración será necesario introducir las condiciones ambientales según los requerimientos del aparato. No será conveniente realizar la espirometría con temperaturas inferiores a 17 °C y mayores a 40°C.

- **Jeringa de calibración:** Es un dispositivo mecánico de activación manual. Su función principal es proporcionar un volumen conocido y constante de aire que se utiliza como referencia para ajustar y calibrar el espirómetro. Este procedimiento se realiza antes de realizar pruebas de espirometría para asegurar mediciones precisas.

- **Báscula:** Permite pesar al paciente. Es importante que esté bien calibrada y estar en suelo nivelado.

- **Tallímetro:** Permite medir la talla del paciente. Puede encontrarse formando parte de la báscula o como dispositivo independiente. Se realizará el tallaje sin calzado para poder tallar lo más exacto posible.

- **Cinta métrica:** Se utilizará en los pacientes con imposibilidad de ponerse de pie, o en los que la talla no

resulte un índice confiable por su desarrollo de estatura. El más estandarizado es la envergadura (tiene una variación del 0 al 7% respecto a la talla).

- Pinzas nasales: Son dispositivos utilizados para cerrar suavemente las fosas nasales, están diseñadas para aplicar presión suave pero firme lo que ayuda a evitar que el aire escape por la nariz durante la prueba respiratoria.

- Boquillas y filtros desechables: Se utilizará una por paciente. Fabricados con materiales que permiten el paso del aire, pero evitan el paso de partículas y microorganismos.

- Hardware: Consiste en una estación de trabajo, que contenga monitor, teclado, ratón e impresora.

- Software: Específico para el espirómetro y el programa que se utilice.

- Cámara de inhalación: Es un dispositivo diseñado para mejorar la administración de medicamentos inhalados. Su función es ayudar a los pacientes a inhalar medicamentos de manera más efectiva y coordinada, particularmente aquellos que pueden tener dificultades para sincronizar la activación del inhalador con la inhalación profunda.

- Productos de limpieza: Se utilizará para los productos reutilizables y para desinfectar el espirómetro y la estación de trabajo entre un paciente y otro. El uso correcto del producto vendrá indicado según cada fabricante.

- Equipo de protección personal: Variarán según la situación epidemiológica en vigor y el centro en el que nos encontramos.

ESPACIO FÍSICO

Para poder realizar una espirometría de calidad, será necesario cumplir una serie de condiciones. Necesitaremos una sala para ubicar el espirómetro con un tamaño específico no inferior a 2.5 x 3 metros, que sea cómoda tanto para el paciente como para el profesional que realice la prueba.

Es importante que tenga un buen aislamiento acústico, y que el uso de la sala permita realizar sin interrupciones las técnicas en las mejores condiciones posibles.

La sala estará dispuesta con una mesa para ubicar la estación de trabajo, una toma de corriente cercana, y sillas de respaldo recto y sin brazos, dejando suficiente espacio para que el profesional que realice la espirometría se sitúe al lado del paciente.

PERSONAL

El personal que realiza esta técnica debe de estar correctamente entrenado y cualificado y haber recibido un adiestramiento específico de tres meses mínimo de experiencia.

Para realizar las maniobras será necesario de dotar al profesional con conocimientos básicos de fisiología pulmonar y de las medidas necesarias para conseguir técnicas adecuadas y correctas, conocer las indicaciones y contraindicaciones de la prueba, reconocer posibles errores que el paciente pueda cometer en la técnica y como evitarlos, valorar las curvas y saber elegir e interpretar la más adecuada y evaluar las capacidades del paciente antes de realizar la prueba, tanto física como intelectualmente. Se preferirá la continuidad del profesional en la sala con posibilidad de formación periódica continuada.

RECOMENDACIONES AL PACIENTE

El profesional ofrecerá al paciente la información necesaria para poder realizar la prueba en las mejores condiciones posibles. Será necesario que se le ofrezca una información clara y una preparación previa.

- Verificar que el paciente no tenga ninguna patología que contraindique realizar la prueba y se comunicará si actualmente presenta alguna enfermedad infecciosa (Covid19, TBC, VIH, Hepatitis..)
- Comprobar si ha tomado algún tipo de fármaco o broncodilatadores previos que puedan alterar la función pulmonar. Antes de una espirometría diagnóstica evitaremos utilizar:

Tabla 2. Tiempo de espera de fármacos antes de realizar espirometría	
Fármacos broncodilatadores	Horas
Agonistas beta-2-adrenérgicos de acción corta.	Al menos 6h antes.
Agonistas beta-2-adrenérgicos de acción larga.	Al menos 24h antes.
Agonistas beta-2-adrenérgicos de acción ultra-larga.	Al menos 36h antes.
Anticolinérgicos de acción corta.	Al menos 12h antes.
Anticolinérgicos de acción larga.	Al menos 36-48h antes.
Teofilinas retardadas.	Al menos 36-48h antes.

- Evitar fumar una hora antes de realizar la prueba.
- No tomar estimulantes (té, café, colas, alcohol) cuatro horas antes y comidas copiosas dos horas antes de la prueba.
- Será recomendable que permanezca unos 15 minutos en reposo antes de realizar la maniobra.
- No realizar grandes ejercicios físicos una hora antes de la prueba.
- Debe llevar ropa cómoda.
- Retirar prótesis dentarias que no sean fijas.

PROCEDIMIENTO

Preparación del paciente

Para realizar la técnica de manera adecuada es fundamental que el paciente mantenga una participación activa y cooperativa con el profesional.

El ambiente será lo más confortable posible sin ruidos ni distracciones.

Utilizar un lenguaje claro sin tecnicismos.

Pesar y tallar al paciente, sin calzado y con la menor ropa posible, con la espalda apoyada en el tallímetro.

Explicar en qué consiste la prueba y las maniobras a realizar, es importante que el paciente comprenda, ya que si no colabora o realiza la prueba con mala técnica los resultados serán inválidos.

Sentarse en una silla erguida, con la espalda apoyada en el respaldo sin cruzar las piernas.

La boquilla deberá estar colocada a la altura de su boca, de modo que el paciente se encuentre cómodo. Mantendrá los labios bien sellados para evitar fugas de aire. Colocarse las pinzas nasales. El profesional debe de estar ubicado al lado del paciente. Mostraremos cómo debe de realizar la técnica, resaltando la importancia de colaboración.

MANIOBRA DE REALIZACIÓN DE ESPIROMETRÍA. ESPIROMETRÍA SIMPLE Y FORZADA

Durante esta prueba, una persona respira dentro de un dispositivo llamado espirómetro, el cual mide la cantidad y la velocidad del aire que se inhala y exhala. Los registros que se realizan se denominan espirogramas. Existen 2 tipos de espirometrías según la maniobra que se realice para hacer la prueba: simple y forzada.

Espirometría simple:

Con esta prueba se conseguirá medir los volúmenes pulmonares estáticos, la medición de estos no dependerá del tiempo. Pediremos al paciente respire tranquilamente, hasta que la línea de base o Capacidad Residual Funcional (CRF) sea estable (mínimo tres respiraciones) y que tras una inspiración máxima o Capacidad total pulmonar (TLC) expulse todo el aire durante el tiempo que necesite hasta el volumen residual (VR).

Para que la técnica sea correcta deberá realizar mínimo 3 intentos y un máximo de 8, con dos espirometrías reproducibles.

Espirometría forzada

Para ejecutar la maniobra de espiración forzada se procederá a realizar una inspiración rápida (hasta TLC) hasta llenar completamente de aire los pulmones y se realizará una espiración brusca, lo más fuerte posible con una pausa menor de 2 segundos, se debe mantener el esfuerzo de espiración todo el tiempo que sea posible. Con la maniobra de la espiración forzada se alcanzan flujos espiratorios máximos que se encontrarán limitados por las características de la vía aérea pulmonar y del parénquima, siendo proporcionales a la presión de retracción elástica pulmonar y de forma inversamente proporcional a la resistencia de la vía aérea.

Es fundamental realizar una explicación sencilla y clara en el orden cronológico correcto sin usar palabras técnicas.

Se utilizan frases como: <<Mediremos cuanto aire le cabe en los pulmones y cuánta fuerza tiene usted para soplar, por eso será de importancia que cuando yo le indique que tome aire, tome todo el que usted pueda, y cuando le diga que ¡sople!, lo haga con todas sus fuerzas>>.

Se indica que no hace falta que el paciente memorice nada. El paciente se coloca las pinzas nasales y se indicará que empiece respirando normal y que coja todo el aire que pueda (a modo de ejemplo se realizará una inspiración profunda para que el paciente lo vea) sellando fuerte la boquilla del aparato a sus labios, sujetándolo con los

dientes y dejando la lengua debajo de la boquilla, después se le explicará que tiene que soplar con todas sus fuerzas lo más rápido que pueda hasta que no le quede nada de aire en los pulmones o le indiquemos detenerse, utilizaremos palabras cortas, sencillas y enérgicas como: <<¡sople! ¡sople! ¡sople! o ¡siga!, ¡siga!, ¡siga!>>.

No deberá sobrepasar más de 2 segundos entre el final de la inspiración y el comienzo de la espiración.

Si el profesional que dirige la prueba observa cualquier artefacto en la curva que la invalide, se detendrá la prueba. Se controlará que el paciente sople durante el máximo tiempo posible, pero sin sobrepasar los 15 segundos e intentando un mínimo de 6 segundos.

Para que una prueba sea aceptable, deberá repetirse hasta conseguir tres curvas aceptables y reproducibles, no excediendo de ocho maniobras, ya que podrían agotar al paciente, si no se consigue realizar tres maniobras correctas, se citará al paciente en otra ocasión.

En algunos casos, sobre un 10-20%, será imposible obtener maniobras correctas, a pesar de que el profesional actúe perfectamente y consiga una buena colaboración.

Errores frecuentes en la espirometría

Postura inadecuada.

Espiración e inspiración submáximas.

Cierre inadecuado de los labios alrededor de la boquilla desechable o taponamiento de la boquilla con la lengua.

No cooperación del paciente.

Vacilación en el comienzo de la maniobra de espiración, sin esfuerzo máximo.

Esfuerzos múltiples en lugar de un solo esfuerzo máximo. Tos.

Maniobra corta por agotamiento, cansancio o mala comprensión.

Retirarse del aparato antes de que el profesional le indique.

INTEPRETACIÓN DE RESULTADOS

Prueba broncodilatadora

- Procedimiento.

Previo al empleo del broncodilatador, se realizarán al menos 3 espirometrías y, posteriormente, se administrará el fármaco. Se recomienda el empleo de 400 µg de salbutamol en 4 puffs separados por intervalos de 30 segundos. Si se usa bromuro de ipratropio, más eficaz en algunos pacientes con diagnóstico de EPOC, se administrará a una dosis total de 160 µg (8 x 20 µg). En ambos casos, se prefiere su utilización en cartuchos presurizados con cámara de inhalación. Tras la administración del broncodilatador se realizará una segunda serie de 3 espirometrías, 15 minutos después de la administración de salbutamol o 30 minutos después si se ha utilizado bromuro de ipratropio.

- Interpretación de resultados.

Se considera como respuesta positiva (o broncodilatación significativa) el aumento del FEV1 $\geq 12\%$ y ≥ 200 ml respecto al valor basal o $> 10\%$ del valor teórico de referencia de FEV1 o FVC. Un criterio de broncodilatación alternativo es un aumento del flujo

espiratorio máximo (PEF) > 20 %, aunque actualmente se desaconseja su uso.

CONCLUSIÓN

La evaluación de la función pulmonar es clave para el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de la patología respiratoria. Por ello, es fundamental una prueba espirométrica realizada adecuadamente para evitar errores diagnósticos y terapéuticos.

Bibliografía:

1. Hurtado Fuentes A, Sánchez Villar C, Golfe Bonmatí A, Alcaraz Barcelona M, García Castillo S, Callejas González FJ, Godoy Mayoral R. Protocolo espirometría simple y forzada. Rev SOCAMPAR.2020;5(3):78-80
2. Sanchez Villar C, Agustin Martinez FJ, Godoy Mayoral R, Ortega Cerrato A, Perez Martinez J. (2021) *Actualización en pruebas de función respiratorias*. Fundación BYOTIC. Albacete.
3. García-Río F, Calle M, Burgos F, Casan P, Del Campo f, Galdiz JB, y cols. Normativa SEPAR. Espirometría. Arch Bronconeumol 2013; 49(9): 388-401.
4. Álvarez Gutiérrez FJ, Barchilón Cohen V, Casas Maldonado F, Compán Bueno MV y cols. Documento de Consenso sobre la espirometría en Andalucía. Medicina de Familia. SEMERGEN. Vol 35(9):457-468.
5. Guía de procedimiento para la Espirometría en Atención Primaria (2021). GdT de enfermedades respiratorias de la semFYC. Congresos y ediciones semFYC. Barcelona.
6. Stanojevic S, Kaminsky DA, Miller M, y cols. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. *Eur Respir J* 2022 Jul 13;60(1):2101499
7. GEMA 5.3. Guía Española para el Manejo del Asma. Luzán 5 Health Consulting, S.A. Madrid.
8. Ruiz Vaca A., Canton Flandes P. (2019). Actuación de Enfermería en la realización de la Espirometría forzada con espirometro DATOSPIR Touch con transductor Lilly. Instituto Nacional de Gestión Sanitaria, Madrid.
9. Gabriel Romero de Ávila Cabezón, Jaime González Rey, César Rodríguez Estévez, Rosario Timiraos Carrasco y cols. Las 4 reglas de la espirometría. *Cad Aten Primaria* 2013(20):7-50.
10. Pardos Martínez C, Sebastian Orduna M.F. Espirometría. *Form Act Pediatr Aten Prim* 2010; 3(2): 117-121.
11. Arce Santiago C., Calabrese Carina A. Guía práctica para la adquisición de espirómetros. *Revista Americana de Medicina Respiratoria* 2021(21):2. Disponible en: https://www.ramr.org/articulos/volumen_21_numero_2/articulos_especiales/articulos_especiales_guia_practica_para_la_adquisicion_de_espirometros.p