



# Ideap

**Técnica e Interpretación de  
Espirometría en Atención Primaria**  
Programa de Formación

**Juan Enrique Cimas Hernando**  
*Médico de Familia*  
*Centro de Salud de Contrueces. Gijón. Asturias*

**Javier Pérez Fernández**  
*Médico de Familia*  
*Centro de Salud de La Calzada. Gijón. Asturias*

# 1.2

## Realizando la espirometría

- 6. Realización de la espirometría
- 7. Técnica de realización
- 8. Criterios de aceptabilidad y reproducibilidad

# 6

## Realización de la espirometría

El uso de la espirometría en la valoración de cualquier paciente con síntomas respiratorios pasa de forma ineludible por la obtención de maniobras que cumplan con todos los requisitos de calidad que garanticen la validez de la prueba. Por ello la realización correcta de la técnica adquiere un especial valor y es aquí donde se deberán realizar los mayores esfuerzos para conseguir maniobras técnicamente satisfactorias.

En este capítulo se abordarán todos los aspectos a tener en cuenta para que la técnica de realización cumpla con los criterios de calidad exigibles. En primer lugar definiremos los requerimientos estructurales necesarios para la realización de la espirometría y en segundo lugar, los aspectos técnicos.

### REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES

#### Espacio físico

La mayor parte de los equipos usados en la actualidad tienen un tamaño muy reducido, de forma que no precisan de grandes instalaciones para su colocación.

Es recomendable que se disponga de una pequeña sala donde se pueda colocar una mesa pequeña para apoyar todo el sistema y una silla para el paciente.

Sería recomendable que el lugar elegido estuviese aislado y no se realizasen otras actividades en la misma sala al mismo tiempo para evitar distracciones tanto del técnico como del paciente (fig. 1).

#### Material

Aparte del espirómetro y un mobiliario mínimo que ya se ha descrito anteriormente, sería conveniente disponer en la misma sala de un tallímetro y una báscula, así como de un termómetro de temperatura ambiente y un barómetro, si el aparato no los lleva incluidos.

Asimismo, se debe disponer de diversos contenedores para las boquillas y los filtros desechables (fig. 2).

### CONDICIONES PREVIAS

#### Información previa al paciente

Cuando realizamos cualquier técnica en la que el paciente juega un papel pasivo, poca información debemos administrarle, puesto que lo único que necesitaremos de él es que esté quieto (como al hacer un ECG) o que se coloque en una u otra postura.

Sin embargo, en el caso de la espirometría se precisa que realice de forma voluntaria un gran esfuerzo y que colabore activamente durante toda la prueba; sólo así conseguiremos obtener valores que resulten fiables para su interpretación.

Por ello es muy importante que el paciente sea informado previamente sobre las características de la técnica, qué es lo que esperamos que haga, la naturaleza del estudio, su carácter incruento y el motivo por el que se solicita.



Fig. 1. Espacio habilitado para la práctica de espirometrías.

El lenguaje a utilizar debe ser sencillo, claro, evitando los tecnicismos, comprensible para el paciente y adaptado a su nivel cultural. Un ejemplo de esto sería decirle al paciente “que vamos medir cómo funcionan sus pulmones, y para ello necesitamos que haga todo el esfuerzo que le sea posible soplando de forma intensa desde el inicio de la prueba hasta que no pueda más”.

Además, es importante asegurarnos de que lo comprende y responder a sus dudas o temores en relación con la técnica.

#### Condiciones previas al estudio

Quando se realizan mediciones de función pulmonar se debe asegurar que todas las maniobras cumplan unas condiciones similares en su ejecución. El hecho de que el paciente esté sometido a tratamientos con fármacos o haya fumado en las horas previas, entre otros factores, puede condicionar mediciones de valores diferentes a los que presentará en condiciones basales.



Fig 2. Boquillas y filtro desechables.

Quando se quiere conocer la situación del paciente en estas condiciones se debe estandarizar la prueba; sólo esto permitirá dar validez a los resultados y comparar entre los diferentes valores obtenidos para cada paciente.

Son varios los factores que alteran la dinámica bronquial, y por ello deben ser tenidos en consideración:

- **Fármacos:** cualquier fármaco que altere la dinámica bronquial es capaz de modificar los valores que se van a medir. Entre ellos, los más importantes a tener en cuenta por su acción sobre el músculo liso son los broncodilatadores.

Se instruirá al paciente de forma oral y por escrito sobre qué tipo de medicación no puede tomar y desde cuánto tiempo antes es necesaria la abstención (tabla I).

No es necesario que retire otros fármacos que no actúen a este nivel, como, por ejemplo, los antiinflamatorios inhalados u orales.



- Solicitar su colaboración.
- Información sencilla.

**TABLA I**  
**Tiempo mínimo que debe dejarse transcurrir**  
**entre la toma de fármacos y una espirometría**

Fármaco	Tiempo de abstinencia recomendado	Tiempo de abstinencia mínimo admisible
Salbutamol Terbutalina	6 horas	6 horas
Formoterol Salmeterol	24 horas	12 horas
Bromuro de ipratropio	6 horas	6 horas
Bromuro de tiotropio	36 horas	24 horas
Teofilinas de acción corta	8 horas	8 horas
Teofilinas de acción larga	24 horas	12 horas
Cromonas	24 horas	12 horas

- **Alimentación:** no es necesario ayunar antes de su realización, aunque sí es aconsejable evitar comidas copiosas.
- **Bebidas:** en las horas previas no se deben ingerir bebidas que contengan cafeína.
- **Tabaco:** éste es uno de los factores bien conocidos por su capacidad para provocar efectos sobre la vía aérea. Tiene

especial importancia su evitación previamente a la maniobra por ser un irritante que produce broncoconstricción.

Además, es recomendable que el paciente permanezca *unos minutos en reposo* antes de realizar la maniobra y que acuda a la prueba con *ropa no excesivamente ajustada*.



- No fumar.
- Evitar medicación broncodilatadora.

# 7

## Técnica de realización

Si tenemos en cuenta que la utilidad de la espirometría va a depender de la fiabilidad de los valores que se obtengan, la realización de la técnica adquiere una enorme importancia; tal es así que una espirometría mal hecha es una espirometría inútil, y no solamente esto, sino que puede ser una fuente de confusión para el clínico, que tomará decisiones basadas en datos erróneos.

Además, se debe tener en cuenta que si bien el técnico que la ejecuta debe estar formado adecuadamente, no menos importante es conseguir que cada paciente colabore activamente y siga las instrucciones que se le den en cada momento, lo que suma dificultades a la ejecución de la maniobra.

Una técnica incorrecta, la ausencia de colaboración o la falta de implicación del técnico invalidarán sus resultados.

Estos argumentos, entre otros, han limitado la generalización de esta exploración básica en Atención Primaria e impedido que se pueda abordar el despistaje precoz, diagnóstico y seguimiento de algunas patologías respiratorias comunes (como el asma o la EPOC), donde la medición de la función pulmonar es esencial tanto para el diagnóstico como para el seguimiento del paciente.

El éxito en la ejecución de la espirometría forzada depende de los siguientes factores:

### EL TÉCNICO

La colaboración del paciente es esencial para la obtención de la prueba, y en su con-

secución juega un papel primordial el técnico que la ejecuta.

En la normativa sobre la espirometría forzada publicada por la Sociedad Española de Patología Respiratoria (SEPAR) se considera que el entrenamiento mínimo de un técnico de laboratorio pulmonar para la realización de espirometrías debe ser de al menos seis meses de trabajo supervisado, instrucción en los fundamentos biológicos y conocimientos en patología respiratoria relacionada. Además, se considera que para trabajar con autonomía y ser capaz de detectar errores en el procedimiento y en el funcionamiento de los aparatos se requiere al menos un año de trabajo.

En el mismo sentido se pronuncian las recomendaciones de la American Thoracic Society (ATS), donde también se considera un periodo mínimo de seis meses de entrenamiento para poder realizar la técnica.

Aunque esto es así para los técnicos de laboratorios de función pulmonar, probablemente no sea extrapolable para la atención primaria, donde el profesional que realiza la técnica no se dedica de forma exclusiva a esta tarea. Quizás, más que definir el tiempo de formación, en el ámbito de la atención primaria es más práctico establecer qué condiciones se deben cumplir para que se garantice la realización de pruebas con suficiente calidad para ser usadas en clínica.

El técnico debería cumplir con los siguientes requisitos:



- El técnico precisa de entrenamiento previo.
- Debe reconocer las maniobras correctas y las no válidas.

- Haber recibido formación o entrenamiento previo suficiente en la ejecución de la técnica.
- Tener conocimientos sobre las medidas de función pulmonar.
- Reconocer los errores que pueden presentarse al realizar la maniobra.
- Reconocer el funcionamiento incorrecto del aparato.
- Conocer las curvas que cumplan los criterios de aceptabilidad y reproducibilidad.
- Saber realizar la calibración del espirómetro.
- Conocer las técnicas de limpieza y mantenimiento del sistema.

### LA MANIOBRA

(Todos los comentarios que se exponen a continuación pertenecen a la ejecución de la espirometría forzada).

En primer lugar el técnico debe explicar cómo se debe realizar la maniobra de espiración forzada, siendo aconsejable que demuestre al paciente qué es lo que se pretende usando una de las boquillas desechables. En los pacientes que no conocen la técnica puede ser de utilidad que antes de comenzar ensayen con una de las boquillas; esto permite corregir errores antes de realizar algún registro.

A continuación se identificará al paciente. Se recogerá la fecha, el sexo, edad, talla y peso (sin ropa de abrigo y con el paciente descalzo), según los requerimientos de cada espirómetro en particular. En aquellos en los que resulte imposible realizar mediciones de la talla o si

presentan deformidades de columna muy importantes, se puede usar como talla la envergadura (distancia entre la punta del tercer dedo de ambas manos con los brazos en extensión), aunque hay que considerar que con ello los valores teóricos serán ligeramente mayores que los que le corresponden en realidad.

Antes de comenzar con la maniobra es necesario tener en cuenta algunas consideraciones en su realización.

### Postura del paciente

Una de las primeras cuestiones que se plantean es en qué postura debe estar colocado el paciente o si cualquier postura es adecuada.

La SEPAR recomienda que el paciente permanezca sentado en posición erecta mientras realiza la maniobra. Sin embargo, para la ATS la prueba se puede realizar sentado o de pie, según su elección.

Ambas formas son correctas, teniendo en cuenta que existe una diferencia de unos 70 ml en la FVC a favor de la posición erecta en un adulto de edad media.

El decúbito, por otra parte, no es una posición recomendable. No obstante, si por alguna situación especial se debe realizar la maniobra en esta postura, los valores obtenidos son un 10% menores que los que corresponden al paciente sentado.

Estas diferencias son especialmente relevantes en los pacientes que presentan patología neuromuscular o diafragmática, donde la diferencia entre ambas posiciones puede llegar a ser del 40%-60%, lo cual es útil para la valoración funcional de este tipo de situaciones.

En general, por comodidad para el paciente y evitar mareos o caídas durante la exploración, se debe sentar al paciente. El técnico se situará a su lado y apoyará su mano en el hombro, presionando levemente con el fin de evitar la flexión del mismo durante la maniobra de espiración. Esto permite asegurar una postura correcta durante su desarrollo (figs. 1 y 2).

### Pinza nasal

El uso de la pinza nasal (figs. 3 y 4) durante la realización de la espirometría tiene por objeto el evitar que el paciente pierda aire a través de las fosas nasales; hecho que ocurre cuando se usan sistemas cerrados o se realizan maniobras de capacidad vital lenta.

Sin embargo, durante la ejecución de la maniobra de capacidad vital forzada (FVC) es difícil que el paciente espire por la nariz. Las pérdidas de aire nasal cuando se usan circuitos abiertos como los que se manejan habitualmente (espirómetros de turbina o neumotacógrafos) tienen una influencia prácticamente inapreciable en la medición de la FVC. Esto hace que en la práctica el uso de las pinzas nasales en estos casos no sea imprescindible. Además, no utilizar la pinza nasal añade comodidad para el paciente.

### Boquillas

Las boquillas deben ser de un solo uso, pudiendo utilizar boquillas desechables (fig. 5) o

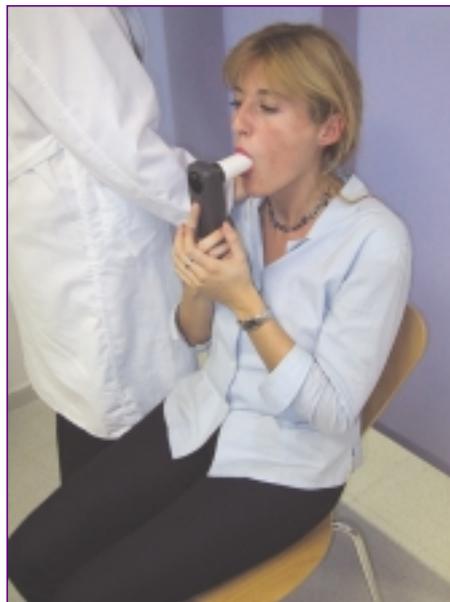


Fig. 1. Posición correcta del cuerpo durante la espirometría. Nótase que el técnico apoya suavemente su mano en el hombro de la paciente para evitar que ésta flexione el tronco.



Fig. 2. Posición incorrecta, con flexión del tronco. El técnico no ha limitado la flexión del tronco apoyando su mano en el hombro del paciente.



Fig. 3. Pinza nasal.



Fig. 4. Pinza nasal colocada, ocluyendo completamente las narinas.

bien reutilizables previa limpieza con cada uso. Serán indeformables, para evitar que la compresión con los dientes disminuya su calibre y produzcan artefactos durante la espiración. En caso de usar boquillas blandas, se deben acortar para aumentar su consistencia.

El técnico debe comprobar que el paciente coloca la boquilla entre sus dientes (sin morderla) y la sujeta con los labios firmemente para evitar las pérdidas de aire (figs. 6 y 7). Siempre hay que comprobar que los labios se fijan alrededor de la boquilla; no es admisible que se frunzan y se apoyen en su abertura, puesto que esta posición disminuye el calibre de la vía aérea en la boca y produce artefactos.

En el caso de que el paciente sea portador de dentadura postiza, no es recomendable retirar ésta, puesto que mejora la sujeción, salvo en caso de el que por su mala adhesión se pueda soltar.



Fig. 5. Boquillas desechables de cartón.



- Evitar la flexión del tronco durante la espiración.
- Evitar las pérdidas de aire a través de la boquilla.



*Fig. 6. Posición correcta de la boquilla en la boca, con los labios perfectamente sellados a la boquilla.*



*Fig. 7. Colocación incorrecta de la boquilla, sin introducirla en la boca y con los labios apoyados en el borde de la boquilla.*

### Filtros

Los filtros usados habitualmente no alteran significativamente la medición de los valores de la espirometría. En cualquier caso, si se utilizan, debe calibrarse el espirómetro con el filtro puesto.

La SEPAR no considera obligatorio su uso, dado que no existe una evidencia clara de transmisión infecciosa durante las exploraciones. (Se comentará más ampliamente en los capítulos 17 y 18, dedicados al mantenimiento y limpieza del aparato) (fig. 8).

### EJECUCIÓN DE LA MANIOBRA

Antes de que el paciente comience la maniobra, se le debe explicar claramente qué es lo que pretendemos que haga. Para ello le



*Fig. 8. Filtro desechable.*

comentaremos que debe coger todo el aire que pueda y expulsarlo luego lo más fuerte y rápido que le sea posible. Un ejemplo de lo que se le podría decir es el siguiente: “coja usted todo el aire que pueda, y cuando yo se lo diga empiece a soplar, intentando echar todo el aire de golpe, lo más fuerte y rápido

que le sea posible, y siga soplando hasta que ya no pueda más o yo le mande parar”.

*La maniobra consta de las siguientes fases:*

1. El paciente realizará una inspiración máxima. Se recomienda que una vez haya sido alcanzada no espere más de dos segundos en ejecutar la espiración, puesto que la fuerza de los elementos elásticos del pulmón son dependientes del tiempo que se mantengan en extensión. De esta forma, si la maniobra se ejecuta de forma inmediata, se consiguen flujos algo mayores que si se realiza una pausa.
2. Con la boca libre de obstáculos, se colocará la boquilla entre los labios, cerrándolos perfectamente sobre la misma.
3. El técnico dará una orden enérgica y tajante para que el paciente comience con la espiración forzada. Esto evitará inicios dubitativos que ocasionen artefactos que afecten la medición.
4. Durante la espiración el técnico animará con insistencia y energía al paciente (quizás con frases como “siga, siga”, “sople, sople”, etc.) para que siga soplando todo lo que pueda, con el objeto de conseguir el máximo esfuerzo posible y evitar una interrupción temprana de la maniobra. Mientras anima, el técnico debe mirar a la pantalla para valorar la curva que se está trazando y comprobar que la maniobra es correcta (fig. 9).

El tiempo de espiración forzada debe prolongarse tanto como se pueda (debe ser de al menos 6 segundos).

5. Si se desea obtener un registro de la fase inspiratoria, se instará al paciente para que, una vez haya finalizado la espiración y sin sacar la boquilla de la boca, realice una inspiración lo más rápida, fuerte y prolongada que pueda.

Siempre se harán como mínimo tres maniobras satisfactorias. En caso de que no se consigan, se pueden repetir hasta un máximo de ocho. A partir de este número y dado que es una prueba esfuerzo-dependiente, el paciente se agota y es difícil que colabore repitiéndola más veces.



*Fig. 9. Forma correcta de hacer la maniobra. El técnico, con la mano apoyada en el hombro de la paciente para evitar la flexión del tronco, anima enérgicamente a continuar soplando, al tiempo que observa en la pantalla del espirómetro las características de la curva.*



- Conseguir el máximo esfuerzo del paciente.
- Animar durante la ejecución de la prueba.
- Realizar un mínimo de tres maniobras aceptables.

Es muy importante que durante el desarrollo de la maniobra el técnico:

- Compruebe que se cumplen todas las condiciones que garanticen una maniobra correcta.
- Se asegure de que el paciente ha espirado todo el tiempo que le ha sido posible.
- También es recomendable que disponga de una pantalla donde visualizar la curva de flujo/volumen. Esto le permite comprobar en tiempo real la evolución de la prueba y si el paciente está realizando el máximo esfuerzo.

#### **PRINCIPALES ERRORES DURANTE LA ESPIROMETRÍA**

Los errores más frecuentemente detectados en la realización de la espirometría son no animar al paciente durante el desarrollo de la prueba (con lo cual no se obtiene un esfuerzo máximo) y la finalización prematura de la maniobra (tiempo insuficiente).

##### **Del técnico**

- No haber dado instrucciones previas.
- Dar instrucciones erróneas.

- Introducir en el espirómetro datos incorrectos de edad, talla, sexo...
- No dar orden de inicio de la espiración forzada.
- No realizar la supervisión de la maniobra.
- No animar en la continuación de la prueba.

##### **Del paciente**

- Haber tomado medicación broncodilatadora o fumado en las horas previas.
- Adoptar una postura incorrecta.
- No colaborar.

##### **Durante la maniobra**

- No realizar una inspiración máxima.
- Comienzo indeciso.
- Dejar escapar aire alrededor de la boquilla.
- Realizar una espiración irregular.
- Cierre de glotis.
- Obstrucción de la boquilla por la lengua o mordedura de la boquilla.
- Finalización temprana.
- Esfuerzo submáximo.
- Toser en el primer segundo.

# 8

## Criterios de aceptabilidad y reproducibilidad

### CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD

Antes de leer los valores de una espirometría es necesario asegurarse de que la maniobra realizada es válida, es decir, que es *aceptable*. El concepto de aceptabilidad es esencial y debe ser el primer paso a realizar al leer una espirometría. De no hacerlo así, se estarán considerando como ciertos valores que pueden no ser reales, con las implicaciones diagnósticas y terapéuticas que ello conlleva.

La aceptabilidad de una maniobra se define por dos tipos de criterios:

- Por observación del técnico que realiza la prueba: debe comprobar que se cumplen los criterios que aseguran que la técnica está realizada en condiciones estándar y además que el paciente realiza una maniobra satisfactoria.
- Por criterios analíticos y morfológicos del registro obtenido y que se refieren al inicio, morfología de la curva y finalización, que en todos los casos deben ser satisfactorios.

Son varios los criterios que deben estar presentes (tabla I).

#### Inicio de la maniobra

La medición del volumen espirado en una maniobra forzada depende de dónde se considere su punto de inicio. Por ello se ha elegido un método que permite estandarizar este

punto. A este método se le llama *extrapolación retrógrada* y al volumen desechado para la medición, *volumen extrapolado* ( $V_{ext}$ ) (ver fig. 4 del cap. 4).

Se entiende que cuanto más lento sea el inicio de la maniobra mayor será el volumen extrapolado ( $V_{ext}$ ); por tanto, en las maniobras aceptables, este valor ha de ser bajo.

No existe un acuerdo generalizado sobre los valores de  $V_{ext}$ : para la ATS debe ser menor del 5% de la FVC o 150 ml; para la European Respiratory Society (ERS), menor del 5% de la FVC y menor de 100 ml, y por último, para la SEPAR, menor del 10% de la capacidad vital o de 100 ml.

#### Duración de la maniobra

Se considera que el tiempo mínimo de esfuerzo espiratorio debe prolongarse durante al menos 6 segundos, a no ser que se objetive una meseta perfecta en la curva volumen/tiempo; sin embargo, para algunos tipos de pacientes, como los niños, adultos jóvenes o aquellos con restricción, puede ser muy difícil alcanzarlos, y se pueden aceptar tiempos de espiración más cortos (figs. 1, 2 y 3).

#### Trazado de la curva

La morfología de la curva nos informará sobre el nivel de colaboración o la presencia de artefactos que afecten la evaluación de la prueba.

Las alteraciones más típicas encontradas son:

### Tos en el primer segundo

La presencia de tos en el primer segundo interfiere con la medición del FEV<sub>1</sub> y, por tanto, invalida la lectura de la espirometría. Su presencia en otros momentos tiene menos importancia y podría permitir realizar su lectura.

En la *curva flujo/volumen* se observaría una espícula u onda en la parte final de la rama espiratoria (fig. 4), que es la zona que se corresponde con el volumen espirado en el primer segundo (dado que en este tipo de curva no se valora el tiempo, el primer segundo se extrapola de la curva volumen/tiempo).

En la *curva volumen/tiempo* puede pasar inadvertido o presentarse como una mínima espícula en el primer segundo (fig. 5).

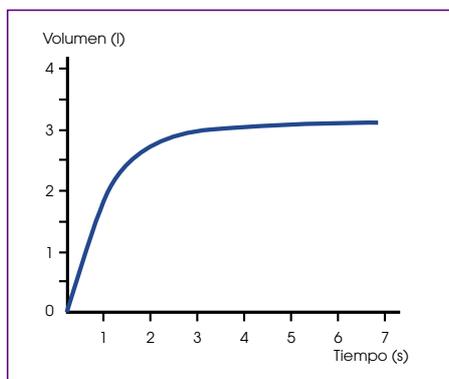


Fig. 1. Curva volumen/tiempo de duración adecuada (más de 6 segundos).

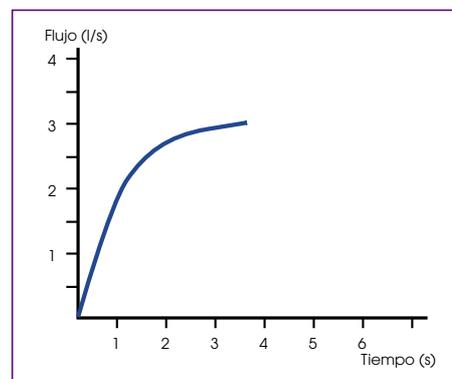


Fig. 2. Curva volumen/tiempo incorrecta por cese prematuro de la maniobra (menos de 6 segundos de espiración).

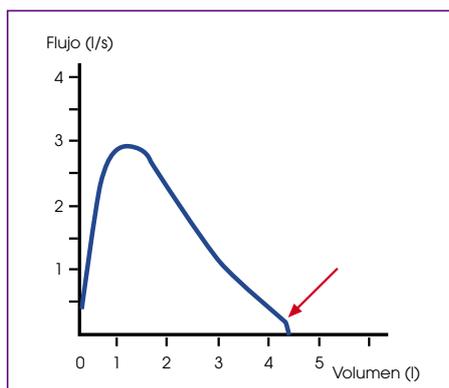


Fig. 3. Terminación prematura de la maniobra de espiración en la curva de flujo/volumen (la curva cae bruscamente).

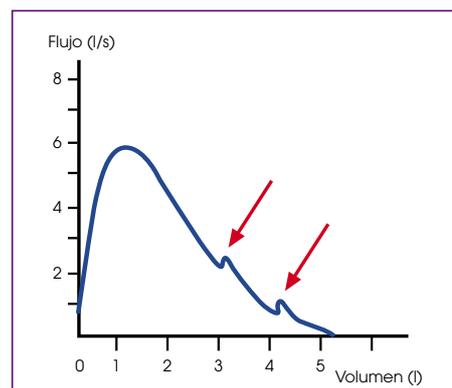


Fig. 4. Episodios de tos en la curva de flujo/volumen.

### Falta de colaboración

El paciente realiza un esfuerzo submáximo durante toda la maniobra; en este caso, es característico que no se alcance el pico de flujo espiratorio máximo.

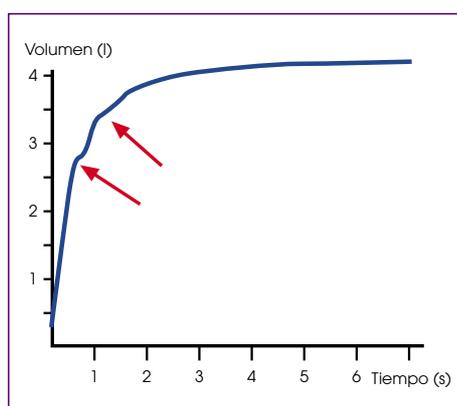


Fig. 5. Episodios de tos en la curva de volumen/tiempo.

En la curva flujo/volumen se ve una curva aplanada sin alcanzar la morfología típica en pico (fig. 6).

En la curva volumen/tiempo no se puede observar. Pasaría inadvertido si sólo se usara este tipo de curva (fig. 7).

### Esfuerzo variable

El paciente, en vez de realizar un esfuerzo continuo y mantenido desde el inicio de la prueba hasta su finalización, realiza varios esfuerzos de distinta intensidad durante la misma.

En la curva flujo/volumen se ven varias ondulaciones, como si realizasen varias curvas (fig. 8).

En la curva volumen/tiempo la mayor parte de las ocasiones pasa inadvertido. Como mucho se pueden llegar a observar algunas muescas en la rama ascendente de la curva (fig. 9).

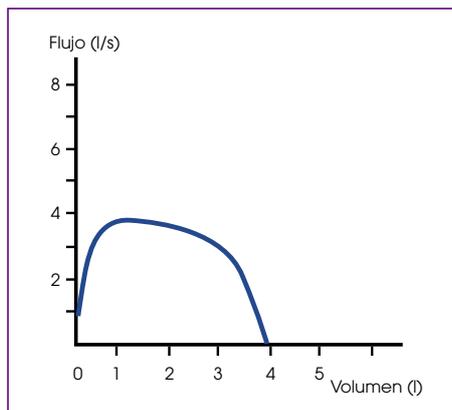


Fig. 6. Forma típica de la curva de flujo/volumen cuando el paciente no se esfuerza adecuadamente. No aparece el PEF, que es el valor más dependiente del esfuerzo.

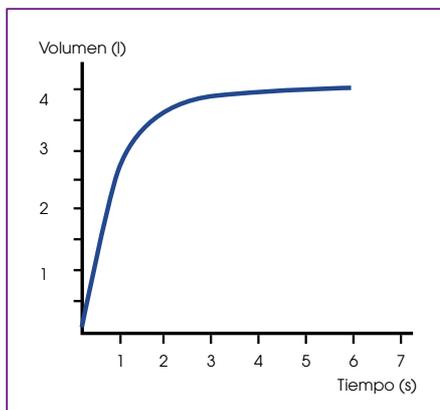


Fig. 7. Curva de volumen/tiempo cuando el paciente no se esfuerza adecuadamente. Como puede apreciarse, es casi normal, por lo que esta circunstancia pasaría inadvertida.

Esto mismo se puede observar en las curvas obtenidas por intentos de simulación. En estos casos, durante el registro de la maniobra se ven varias curvas como las de la figura 10.

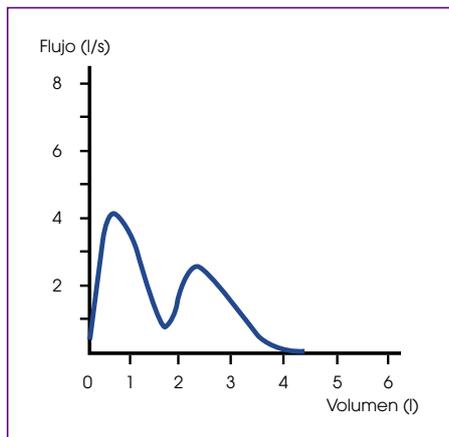


Fig. 8. Curva de flujo/volumen en esfuerzo variable. En este caso, el paciente ha hecho dos esfuerzos con una pequeña pausa en medio.

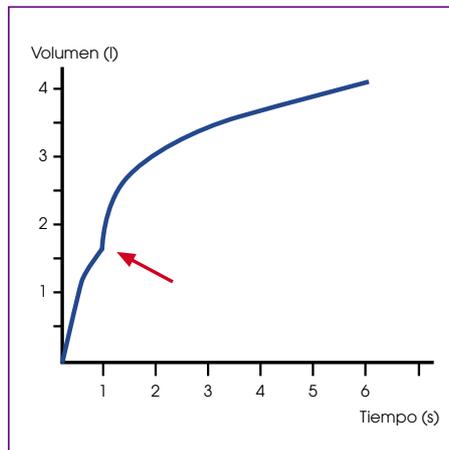


Fig. 9. Pequeña muesca en la curva de volumen/tiempo por esfuerzo variable. A menudo esta circunstancia pasa inadvertida en este tipo de curva.

Un trazado similar a éste se podría deber a una condromalacia traqueal, pero en este caso la morfología de la curva se repetiría en las sucesivas maniobras. En los simuladores, sin embargo, se obtendrían siempre curvas diferentes, puesto que es muy difícil (si no imposible) simular siempre el mismo flujo.

### Cierre de glotis

Se produce por realizar una maniobra de valsalva durante la espiración forzada.

En la *curva volumen/tiempo* se ve una planicie perfecta que forma un ángulo con la parte ascendente de la curva (fig. 11).

En la *curva flujo/volumen* se objetiva una caída vertical de la parte descendente. En ocasiones, en este tipo de curva puede detectarse mal esta situación, dado que aparece en la parte final de la espiración (fig. 12).

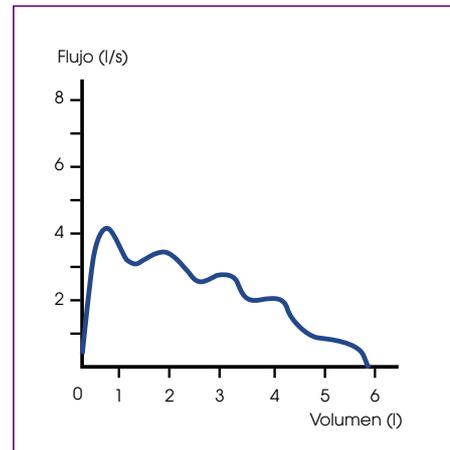


Fig. 10. Intento de simulación en la curva de flujo/volumen.

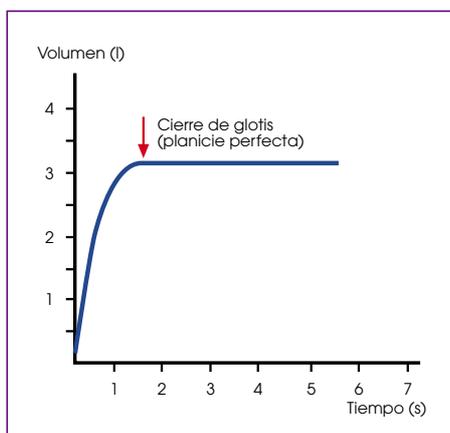


Fig. 11. Aparición de una meseta perfecta en la curva de volumen/tiempo por cierre de glotis.

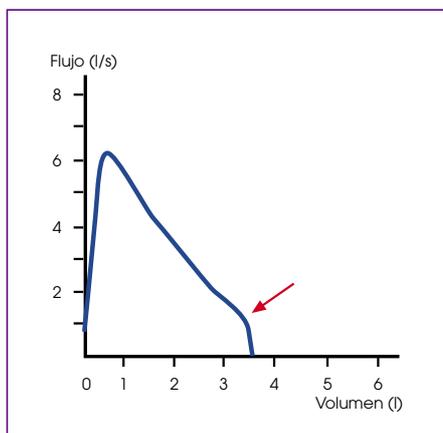


Fig. 12. Caída brusca y rectilínea de la curva de flujo/volumen en el cierre de glotis.

### Pérdida de volumen

Ocurre cuando se produce una pérdida de aire por el sistema (fuelle, tubuladuras, mala oclusión labial...) durante una maniobra realizada correctamente.

En la *curva volumen/tiempo* se objetiva una caída lenta de la curva en la fase de meseta (fig. 13).

En la *curva flujo/volumen* se puede ver una caída en la parte final descendente seguido de un retroceso (fig. 14).

### Terminación de la maniobra

Este criterio se usa para asegurar que se ha obtenido un esfuerzo suficiente para conseguir una medida correcta de la capacidad vital forzada.

Para la SEPAR y la ERS la finalización de la maniobra se produce cuando el volumen espiratorio es menor de 25 ml en 0,5 segundos o si el sistema mide flujo cuando éste sea inferior a 50 ml/s durante 0,5 segundos.

Lógicamente, si en la curva de flujo/volumen la curva corta el eje de volumen, eso significa que el flujo es cero, por lo que se puede dar por terminada la maniobra, aunque haya transcurrido poco tiempo.

Sin embargo, para la ATS la maniobra acaba cuando se cumple alguna de las siguientes circunstancias:

- La curva volumen/tiempo muestra una clara meseta. Este criterio se basa en la ausencia de cambio en el volumen durante al menos 1 segundo después de un tiempo de espiración de al menos 6 segundos.
- El paciente es incapaz de seguir espirando.
- La espiración forzada tiene una duración razonable. Los pacientes que presentan obstrucción de las vías aéreas necesitan en general más de 6 segundos para conseguir la meseta; en algunos casos, hasta 20 segundos. No obstante, hay que tener en cuenta que una duración mayor de

15 segundos no suele comportar cambios trascendentes en clínica y sí puede producir malestar, síncope o fatiga en los pacientes.

De cualquier forma, la finalización temprana no es una razón por sí sola suficiente para desechar la maniobra totalmente, puesto que se puede obtener información válida del  $FEV_1$ .

La finalización temprana se vería en la curva flujo/volumen como una caída en perpendicular hacia la línea horizontal de base en vez de la caída suave y asintótica con la línea que se produce en la finalización correcta (figs. 15 y 16).

#### CRITERIOS DE REPRODUCIBILIDAD

Puesto que la espirometría es una prueba dependiente del esfuerzo, se debe asegurar

que las maniobras obtenidas se realizan con el máximo esfuerzo que el paciente es capaz de conseguir. Sólo los esfuerzos máximos son reproducibles (o repetibles) por el mismo sujeto.

Si no es así, estaremos ante maniobras con esfuerzos submáximos que darán una información errónea. Reproducir en varias ocasiones un esfuerzo submáximo similar es realmente difícil; por ello, para evitar este problema y obviar las variaciones entre respiraciones, se plantea la necesidad de obtener curvas reproducibles, que básicamente se trata de curvas aceptables cuyos valores son muy similares entre sí (figs. 17 y 18).

Si se dispone de un espirómetro donde sólo se recojan las curvas volumen/tiempo, se debe realizar el cálculo de la variabilidad de forma manual, según los criterios que se exponen a continuación. Pero, en general, con



Determinar la aceptabilidad de una maniobra es una condición imprescindible antes de leer e interpretar los resultados.

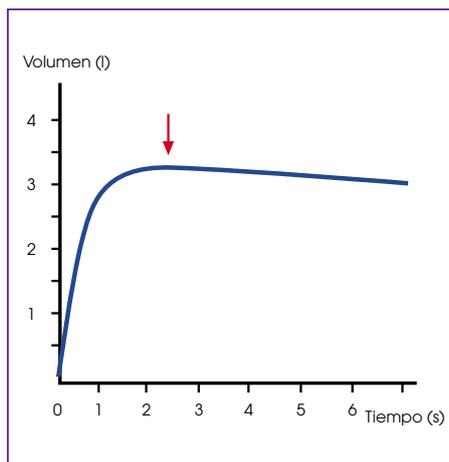


Fig. 13. Descenso de la meseta de la curva de volumen/tiempo cuando se produce una pérdida de aire en el sistema.

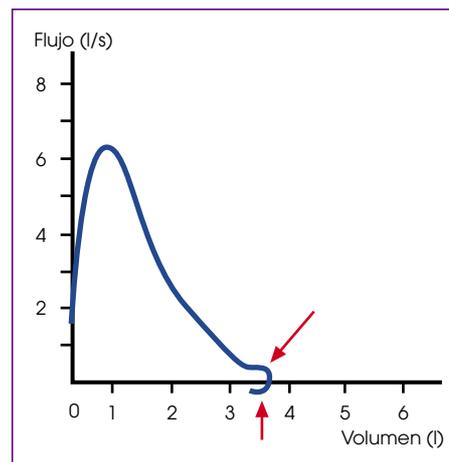


Fig. 14. Pérdida de aire por el sistema, visto en la curva de flujo/volumen.

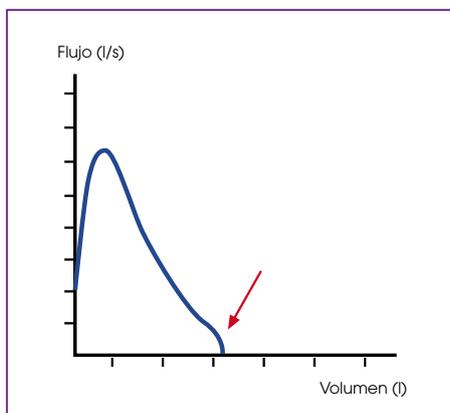


Fig. 15. Terminación temprana en la curva de flujo/volumen.

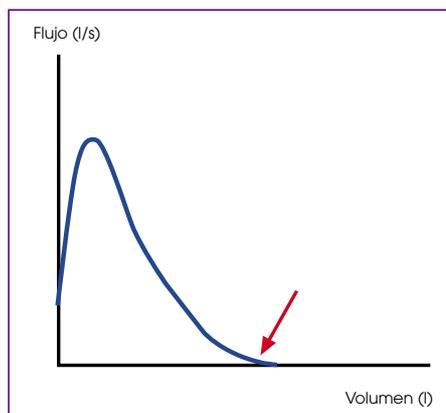


Fig. 16. Terminación correcta de la curva de flujo/volumen, con tendencia asintótica respecto al eje de abscisas hasta que lo corta, marcando así la FVC.

### TABLA I Criterios de aceptabilidad

• **La curva está libre de los siguientes artefactos:**

- Tos en el primer segundo.
- Cierre de glotis
- Terminación prematura.
- Esfuerzo variable.
- Escapes de aire.
- Obstrucción de la boquilla.

• **Comienzo aceptable:**

- Volumen extrapolado menor del 5% ó 100 ml.

• **Hace una espiración satisfactoria:**

- Al menos 6 s de duración.
- Consigue una meseta en la curva de volumen/tiempo.
- Duración razonable de la meseta.
- El paciente no puede continuar la espiración.

los espirómetros automatizados usados habitualmente, el cálculo lo realiza el propio sistema y nos informa del resultado. Idealmente se debería visualizar la variabilidad en la pantalla del espirómetro, en tiempo real, para decidir si se debe o no continuar realizando maniobras.

Para su determinación es necesario que el paciente haya realizado tres maniobras aceptables. La reproducibilidad se obtendrá de la diferencia entre las dos mejores curvas, y que según las diferentes normativas será:

- Para la SEPAR no podrá haber una diferencia mayor del 5% o de 100 ml de la FVC entre las dos mejores curvas y sin sobrepasar ninguno de los dos criterios.
- La ERS considera que dos curvas son reproducibles si la diferencia en la FVC y  $FEV_1$  entre las dos mejores es menor o igual al 5% y 100 ml.
- Para la ATS existe reproducibilidad si la diferencia entre la FVC y el  $FEV_1$  es menor o igual a 200 ml.

## II

### Realizando la espirometría

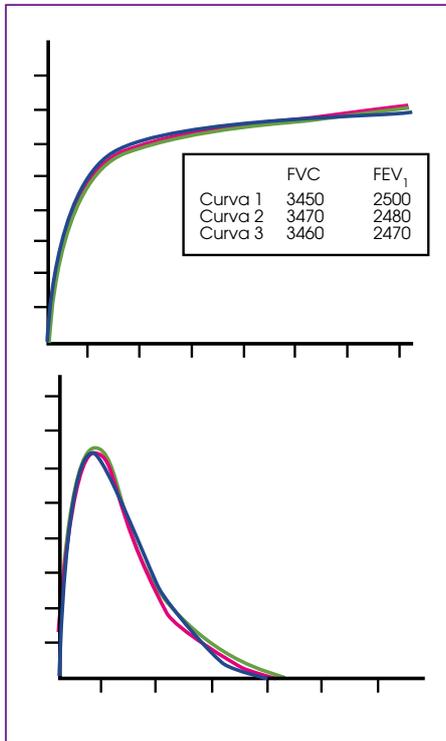


Fig. 17. Curvas de volumen/tiempo y de flujo/volumen reproducibles.

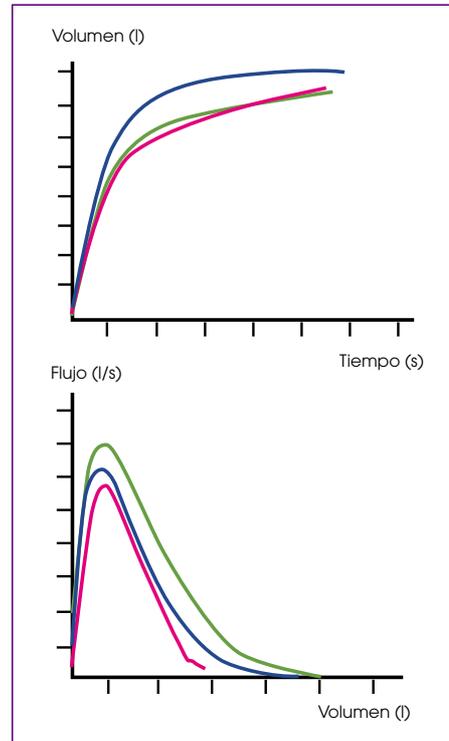


Fig. 18. Curvas de volumen/tiempo y de flujo/volumen con variación no aceptable (mala reproducibilidad).

Se debe tener en cuenta, además, que en algunos pacientes (sobre todo en obstrucciones severas) puede ser difícil conseguir una prueba reproducible, porque la propia maniobra de espiración puede provocar broncoespasmo e inducir una mayor variación de los valores medidos.

El siguiente paso para la interpretación de la espirometría, tras haber comprobado

que las maniobras cumplen con los criterios de aceptabilidad y reproducibilidad, es elegir los resultados de la espirometría, y para ello lo más aceptado es usar la maniobra que contenga la FVC y el FEV<sub>1</sub> cuya suma sea la máxima entre las maniobras aceptables.

Todos los datos se deben expresar en condiciones BTPS (ver capítulo 4).



Una curva es reproducible si la diferencia entre la FVC de las dos mejores curvas es < 5% y 100 ml.