

HACIA UN MEJOR CONTROL DE NUESTROS PACIENTES CON ASMA

Manuel Alcántara Villar
(Coordinador)



un
i Universidad
Internacional
de Andalucía
A

CAPÍTULO 6

REALIZACIÓN E INTERPRETACIÓN BÁSICA DE LA ESPIROMETRÍA

CARMEN SEGURA SÁNCHEZ

UGC Alergología.

Hospital Universitario Virgen Macarena

1. Introducción

Durante los últimos años, se han publicado magníficas normativas para la realización de la espirometría¹⁻³, tanto por parte de la American Thoracic Society como de la European Respiratory Society.

Para obtener una adecuada información de la espirometría, deben cuidarse una serie de aspectos técnicos. El control de calidad del equipo empleado en la realización de la espirometría y su calibración es una parte muy importante para una correcta realización de la técnica, que siempre debe realizarse con espirómetros homologados, calibrados periódicamente y con personal formado para realizar correctamente la técnica⁴.

Los espirómetros pueden ser de circuito abierto o de circuito cerrado. En los de circuito abierto, el paciente realiza una inspiración máxima hasta capacidad pulmonar total (TLC) de aire ambiental (sin conectar la boca al tubo del espirómetro) y, a continuación, se conecta al espirómetro para realizar la maniobra espiratoria. Por tanto, el paciente no inhala del espirómetro, por el contrario, en los espirómetros de circuito cerrado, el paciente se conecta al tubo del espirómetro y

realiza varias maniobras respiratorias a volumen corriente para, a continuación, realizar una inspiración máxima hasta TLC seguida de una espiración máxima. Por tanto, el paciente está en todo momento conectado al tubo del espirómetro.

Se recomienda no realizar estudios espirométricos a temperaturas ambientales $< 17^{\circ}\text{C}$ o $> 40^{\circ}\text{C}$ ¹. En gran medida, esta recomendación está basada en el tiempo limitado de enfriamiento de los gases en los espirómetros que miden volúmenes⁵ y en los problemas para estimar los factores de corrección para los espirómetros que miden flujos⁶.

2. Preparación previa

Los pacientes deben evitar determinadas actividades y toma de medicación antes de la maniobra (tabla 1). Además deben permanecer relajados tanto antes como durante la exploración.

La decisión de evitar broncodilatadores de acción larga o corta es clínica y depende de lo que esté buscando el clínico. Si el estudio se realiza para diagnosticar resultará útil evitar los broncodilatadores. Por el contrario, si el estudio se realiza para determinar una repuesta terapéutica, puede optarse por no retirar medicación.

- No es necesario acudir en ayunas aunque es aconsejable evitar comidas abundantes.
- No fumar al menos en la hora previa.
- Se evitará la ingesta de estimulantes o depresores del sistema nervioso central (café, té, alcohol, tranquilizantes, hipnóticos, etc.) en las horas previas.
- No usar en las 6 horas previas broncodilatadores de corta duración (inhaladores con salbutamol, terbutalina o bromuro de ipatropio), agonistas β_2 de larga duración en las 12 horas previas (inhaladores con formoterol o salmeterol) y tiotropio inhalador o teofilinas por vía oral en las 36 horas previas, excepto cuando la situación clínica del paciente no lo permita, por indicación expresa del facultativo.
- No realizar ejercicio físico vigoroso, al menos 30 minutos antes.
- Se recomienda llevar ropa ligera, no ajustada (cuellos, corbatas, fajas) que incomoden y, si es posible, aflojarla, para así poder realizar la prueba de una forma cómoda.
- Si tiene prótesis dental, comuníquese al técnico.

Tabla 1. Normas antes de realizar la espirometría.

3. Contraindicaciones

La realización de la espirometría puede resultar físicamente demasiado exigente para algunos pacientes. En la siguiente tabla, se exponen las contraindicaciones absolutas y relativas para la realización de dicha maniobra.

Relativas	Absolutas
<ul style="list-style-type: none"> Falta de comprensión o de colaboración en el entendimiento y la realización de la prueba. 	<ul style="list-style-type: none"> Neumotórax activo o reciente*.
<ul style="list-style-type: none"> Problemas bucodentales o faciales que impidan o dificulten la colaboración y sujeción de la boquilla. 	<ul style="list-style-type: none"> Hemoptisis activa o reciente*.
<ul style="list-style-type: none"> Náuseas provocadas por la boquilla. 	<ul style="list-style-type: none"> Aneurisma torácico, abdominal o cerebral.
<ul style="list-style-type: none"> Dolor torácico significativo que impida la colaboración para el esfuerzo. 	<ul style="list-style-type: none"> Ángor inestable o infarto de miocardio reciente*.
<ul style="list-style-type: none"> Traqueotomía. 	<ul style="list-style-type: none"> Cirugía torácica o abdominal reciente*. Desprendimiento de retina o cirugía ocular reciente*.

***Aún siendo la definición de reciente diferente para cada uno de los procesos reseñados, consideramos que a partir de la 8ª semana es un plazo prudencial para que el paciente pueda realizar el esfuerzo de la espirometría.**

Tabla 1. Normas antes de realizar la espirometría.

4. Realización de la maniobra

Previo a la realización de la espirometría se registrará la talla (cm), el peso (kg) del paciente y la edad (años). No basta con preguntar los datos, será pesado con ropa ligera y la talla se obtendrá con el sujeto descalzo, cuerpo estirado y cabeza erguida. En caso de una marcada escoliosis u otra deformidad, o si el paciente no puede ponerse en pie, la talla se puede estimar midiendo al distancia máxima entre el extremo de los dedos medios de ambas manos, con la extremidades superiores extendidas al máximo en cruz^{7,8}.

El paciente debe estar en reposo al menos 15 minutos antes de la prueba. En este periodo, podrá recibir las explicaciones necesarias sobre el procedimiento que va a realizarse y como ha de colaborar. Es fundamental que el paciente realice una inspiración máxima antes de comenzar la espiración. Debe estimularse verbalmente al paciente para que exhale brusca e intensamente y que continúe manteniendo el esfuerzo a lo largo de toda la maniobra. Se ha observado reducciones del PEF cuando la inspiración es lenta y/o cuando se realiza una pausa de 4 a 6 segundos antes de comenzar la exhalación⁹ Es conveniente que la inspiración sea rápida y que el periodo de pausa a inspiración máxima sea de sólo 1 a 2 segundos.

Es fundamental observar al paciente y los registros, curvas flujo-volumen y volumen-tiempo, en tiempo real a lo largo de toda la maniobra, para asegurarse de un esfuerzo adecuado, a la vez que se observa al paciente. Si el paciente nota mareo, debemos detener la maniobra, pues puede ocurrir sincope como consecuencia de la interrupción prolongada del retorno venoso al tórax. Esto ocurre más frecuentemente en ancianos y en paciente con limitación al flujo aéreo. En estos pacientes se podría realizar maniobras sin FVC. Las prótesis dentarias bien ajustadas no deben retirarse rutinariamente, puesto que contribuyen a conservar la geometría orofaríngea y los resultados espirométricos son realmente mejores con ellas colocadas¹⁰.

Para que la maniobra pueda ser correctamente interpretada y tenga valor clínico es imprescindible que cumpla unos criterios de calidad en su realización (aceptabilidad y reproducibilidad).

4.1. Criterios de aceptabilidad

4.1.1. Buen comienzo

Éste debe ser brusco, por lo que debemos observar en la curva V/T un inicio con un ascenso neto y brusco. Para conseguir un “tiempo cero” exacto y asegurar que el FEV₁ se obtiene de una curva con esfuerzo máximo, el volumen extrapolado retrógradamente debe ser menor del 5% de la FVC o <0.15 L (ver figura 1). Es importante que los espirómetros incorporen software para calcular el volumen extrapolado y mensajes de alerta para el técnico cuando el mismo supere los valores indicados anteriormente.

La identificación de un pico pronunciado y precoz (PEF) en el bucle espiratorio de la curva flujo-volumen es una importante ayuda cuando se adquiere

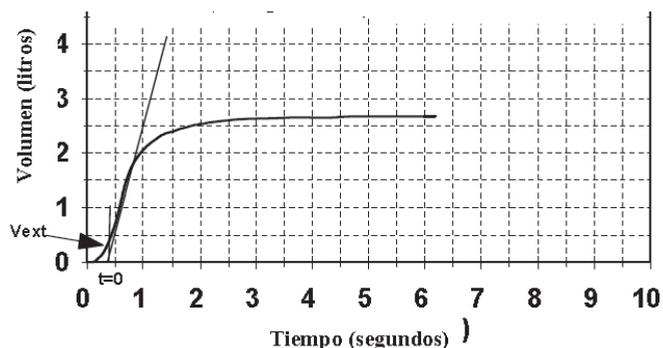


Figura 1. Extrapolación retrograda para calcular el tiempo cero.

pericia en su identificación. Esto es tremendamente importante, porque el FEV_1 obtenido de una curva con un esfuerzo sub-máximo puede ser o bien inferior al obtenido de una curva con esfuerzo adecuado (porque el sujeto no alcance la TLC) o bien mayor que el obtenido de una curva con esfuerzo adecuado (debido a una menor compresión dinámica de las vías aéreas, en los sujetos cuyas vías aéreas son relativamente colapsables).

4.1.2. Buena finalización.

Hay que evitar una finalización brusca. Se puede considerar la prueba bien finalizada cuando se alcanza una meseta final en la que no se aprecia prácticamente variación en el volumen de aire espirado (flujo $< 30\text{mL/s}$) o el paciente ha hecho una espiración durante un tiempo igual o superior a 6 s. En algunas circunstancias (niños, adultos jóvenes y algunos pacientes con restricción) son aceptables períodos más cortos de espiración.

Los criterios para terminación del test son los siguientes:

- El paciente no puede continuar exhalando durante más tiempo.
- La curva volumen- tiempo muestra una meseta obvia. Se considera que la curva muestra una meseta (plateau) cuando no se observan cambios de volumen durante al menos 1 segundo tras un tiempo de exhalación de al menos 6 segundos.
- La espiración forzada es de duración razonable. En los pacientes con obstrucción al flujo aéreo o en los ancianos, frecuentemente son necesarios tiempos de espiración mayores de 6 segundos para alcanzar la meseta.

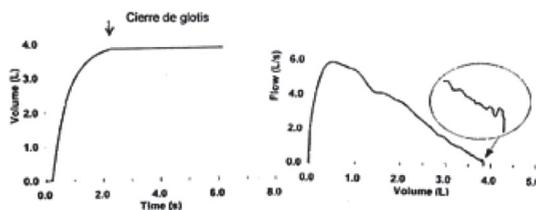
Las maniobras que no cumplan el criterio de finalización del test satisfactoriamente no deben utilizarse para evaluar el criterio de las tres maniobras aceptables. No obstante, la terminación precoz de la maniobra no es por sí misma una razón para eliminarla, pues la información acerca del FEV_1 puede ser válida.

Hay publicaciones que sugieren que la terminación del volumen espiratorio forzado a los 6 segundos (FEV_6) puede sustituir a la FVC, con la ventaja adicional de que requiere un esfuerzo menos prolongado y extenuante^{11,12}. No todos los autores están de acuerdo con esto y se ha demostrado que, cuando se sustituye la FVC por el FEV_6 , se reduce la sensibilidad de la espirometría para detectar obstrucción al flujo aéreo, sobre todo en ancianos y en pacientes con obstrucción leve¹³.

4.1.3. Libre de artefactos.

La morfología de la curva debe estar libre de muescas, melladuras o escalones. La aparición de tos, el cierre de glotis (maniobra de Valsalva) que se considera ausencia de flujo o la vacilación en su realización puede originar valores no reales del FEV_1 y FVC. En estos casos debe considerarse como no aceptable la maniobra. Otras anomalías que interfieren en la medida correcta de los flujos y volúmenes, son las fugas a nivel de la boca y la interposición de la lengua o de la dentadura postiza en la boquilla.

Exponemos a continuación algunos ejemplos de curvas no aceptables:

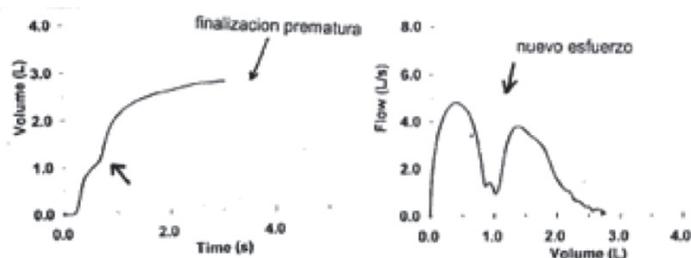


CIERRE DE GLOTIS

En qué consiste: El paciente inicia una maniobra correcta pero en un determinado momento cierra la glotis (como si de una maniobra de Valsalva se tratase).

Qué se ve en la curva volumen-tiempo: tras el inicio ascendente adecuado se observa una planicie (plateau) perfecto.

Qué se ve en la curva flujo-volumen: Puede pasar desapercibida. En un determinado momento la curva cae verticalmente (tal y como muestra la imagen aumentada).

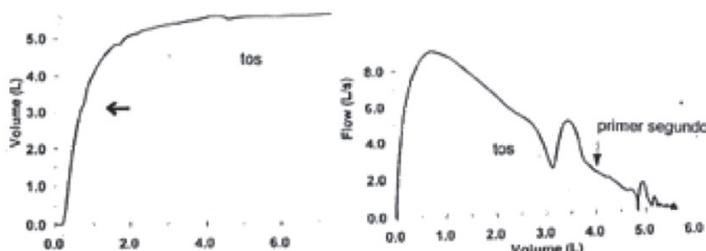


ESFUERZO VARIABLE

En qué consiste: El paciente no realiza un esfuerzo máximo y continuado, sino que una vez iniciada la maniobra reinicia un nuevo esfuerzo.

Qué se ve en la curva volumen-tiempo: puede pasar desapercibido. En la rama ascendente de la curva se puede apreciar una pequeña muesca (flecha).

Qué se ve en la curva flujo-volumen: es muy evidente. Se observan varias ondulaciones, como dos curvas consecutivas.

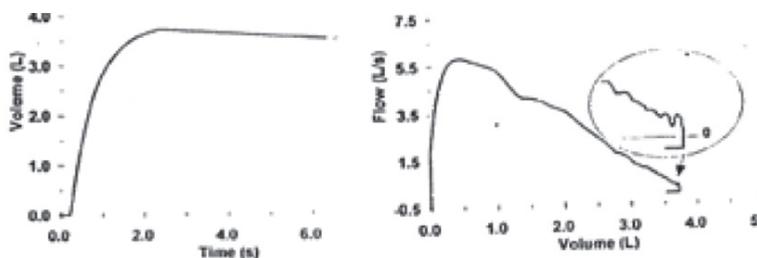


TOS EN EL PRIMER SEGUNDO

En qué consiste: El paciente "tose" durante el primer segundo, lo que afecta directamente al valor del FEV1. La tos no tiene por qué ser evidente, y sí un movimiento espasmódico que inicialmente pasa inadvertido.

Qué se ve en la curva volumen-tiempo: puede pasar desapercibido.

Qué se ve en la curva flujo-volumen: es muy evidente. Se observa que en el trazado de la curva normal se produce una pequeña ondulación. El primer segundo de esta curva se extrapolaba del volumen del primer segundo de la curva volumen-tiempo.



PÉRDIDA DE VOLUMEN

En qué consiste: El paciente realiza una maniobra adecuada, pero en la fase de mantenimiento del esfuerzo se pierde aire (boca mal ajustada a la boquilla, problema del espirómetro, etc.).

Qué se ve en la curva volumen-tiempo: tras una rama ascendente adecuada, en la fase de planicie, esta va cayendo lentamente.

Qué se ve en la curva flujo-volumen: Puede pasar desapercibida. Al final de la curva, esta cae en vertical y luego hace un retroceso (tal y como muestra la imagen aumentada).

5. Criterios de reproducibilidad

En la normativa de la American Thoracic Society de 1987 se consideraban repetibles las curvas que mostraban una variación del FEV_1 o $FVC \leq 100$ ml o $\leq 5\%$. Este criterio se ha modificado más recientemente y se ha propuesto que dos maniobras son reproducibles cuando la variación entre ellas, en lo que se refiere a VC, FVC o FEV_1 es ≤ 200 ml.

El criterio de reproducibilidad no debe interpretarse rígidamente ni debe utilizarse como necesariamente indicativo de una mala calidad de las maniobras. Hay que tener en cuenta que algunos asmáticos sufren obstrucción como consecuencia de las maniobras espirométricas forzadas y, lógicamente, los resultados no cumplirán con los criterios de reproducibilidad. Deberíamos aplicar los criterios de aceptabilidad antes que los de reproducibilidad.

En la siguiente tabla se resumen los criterios de aceptabilidad y de reproducibilidad.

Aceptabilidad

1. Buen comienzo.
 - Volumen extrapolado < 5% de FVC o < 0,15 L.
 - PEF precoz y pronunciado.
2. Buena finalización.
 - Espiración de 6 segundos y/o plateau en curva volumen-tiempo o bien duración razonable y plateau en curva volumen-tiempo.
3. Libre de artefactos.
 - Tos durante el primer segundo.
 - Cierre de glotis.
 - Terminación precoz de la maniobra.
 - Esfuerzo inadecuado.
 - Boquilla obstruida.

Reproducibilidad

- La diferencia entre los dos valores más altos de FVC es ≤ 200 ml.
 - La diferencia entre los dos valores más altos de FEV1es ≤ 200 ml.
- Si se cumplen los criterios anteriores, se concluye la exploración. Si no es así, se continúa la exploración hasta:
- Cumplir los criterios anteriores.
 - Obtener 8 maniobras.

Una vez realizada la maniobra y siendo ésta aceptable y reproducible, la siguiente etapa implica una serie de estimaciones que incluyen la comparación de los resultados con los valores de referencia obtenidos en individuos sanos, identificación de patrones fisiológicos anormales (obstrucción, restricción, mixto) y comparación con valores previos obtenidos en el mismo individuo para evaluar cambios evolutivos.

6. Valores de referencia

Para interpretar correctamente el resultado de una espirometría o del PEF, es necesario relacionarlo con los valores obtenidos en individuos normales. Si se efectúa mediciones espirométricas a un grupo de individuos normales se encuentra una gran dispersión de valores. Los estudios han demostrado que la variabilidad de los índices espirométricos es explicada por varios factores¹⁴:

- **Talla.** Explica una parte importante de la variabilidad. Obviamente, las personas más altas tienen valores espirométricos mayores.
- **Edad.** Los valores espirométricos aumentan proporcionalmente al crecimiento y desarrollo de los pulmones en los niños y adolescentes, alcanzando los máximos valores entre los 20 y 25 años, aproximadamente. Posteriormente se produce una lenta caída que se explica fundamentalmente por una pérdida de la elasticidad pulmonar.
- **Sexo.** A igualdad de los otros factores, los hombres adultos tienen valores mayores que los de las mujeres. Esta diferencia se produce en el periodo de la pubertad. Antes de este periodo no existen diferencias significativas entre niños y niñas.
- **Factores étnicos.** Existen diferencias de volumen pulmonar entre las diferentes razas, lo que se explica, probablemente, por diferencias en las proporciones de los segmentos corporales. Los valores espirométricos son menores en las personas de raza negra e intermedias en los caucásicos.

6.1. Tablas de valores normales

Considerando los factores mencionados, se construyen tablas de valores normales o nomogramas, de los cuales es posible obtener valores esperados de CVF, VEF₁ y relación VEF₁/CVF. También existen tablas de valores normales para PEF (Figura 1).

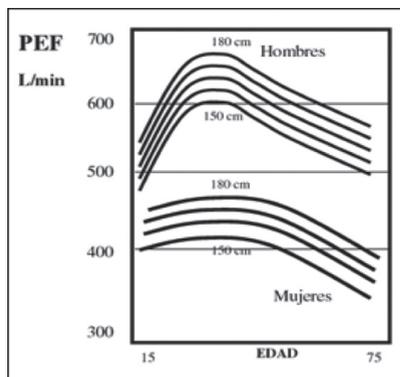


Figura 1

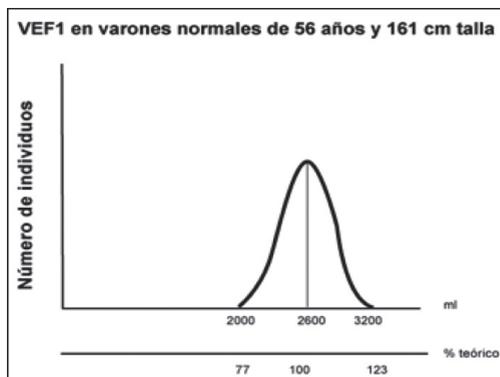


Figura 2

En la Figura 2 se muestra una distribución de frecuencias de uno de los índices espirométricos usados en clínica, el VEF_1 , en individuos sanos. Todos ellos tienen igual edad, sexo y talla. Se puede apreciar que existe una distribución normal con un promedio de aproximadamente 2600 ml, al cual se asigna el valor 100% del teórico. La dispersión de los valores en estos individuos normales es relativamente alta, pues se observan valores que varían entre 2000 (77%) y 3200 ml (123%), pese a que se ha excluido la variabilidad causada por los factores raciales, sexo, edad y talla. Esto implica que existen otros factores, hasta ahora desconocidos, que causan variabilidad en los valores.

Es importante tener en cuenta que los valores de referencia aportados por diferentes autores muestran importantes diferencias, probablemente achacables a discrepancias en los criterios de selección, condicionantes étnicos, factores ambientales, etc. Un ejemplo es la discrepancia que podemos observar en la tabla siguiente¹⁵.

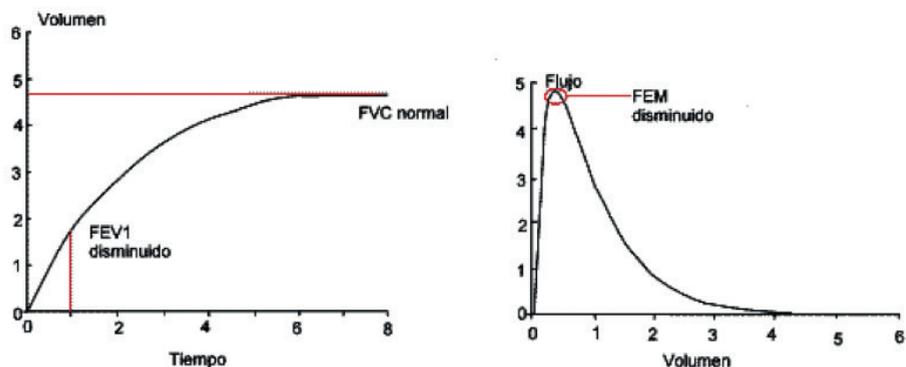
Autor	Rango edad	Nº individuos	FEV ₁ (en litros)
Morris (1971)	20-84	571	3,63
Cherniack (1972)	15-79	870	3,74
Quanjer (1977)	21-64	189	3,59
Crapo (1981)	15-91	125	3,96
Knudson (1983)	25-84	86	3,81
Roca (1986)	20-70	443	3,95

7. Interpretación de los resultados

7.1. Obstructivo: Indica disminución de flujo aéreo bien por aumento de las resistencias de las vías aéreas (asma, bronquitis) bien por disminución en la retracción elástica del parénquima (enfisema).

- **Curva de volumen-tiempo:** En este tipo de curva se aprecia perfectamente que el aire tarda más en expulsarse, lo que se manifiesta por una disminución de la pendiente de la curva (la curva se “desplaza” hacia la derecha), alcanzándose la CVF mucho más tarde que en la curva normal.
- **Curva de flujo-volumen:** La parte descendente de la curva muestra una concavidad hacia arriba, que será tanto más pronunciada cuanto mayor sea el grado de obstrucción.

Así pues, en el patrón obstructivo tendremos: VEF_1/CVF (disminución del flujo espiratorio máximo respecto de la capacidad vital forzada) $<70\%$, CVF 80% de su valor de referencia y $VEF_1 <80\%$ de su valor de referencia.



En resumen:

- CVF NORMAL.
- VEF_1 disminuido.
- VEF_1/CVF disminuido

Clasificación de la Severidad

Se han postulado diferentes métodos^{4,15} para categorizar la severidad del deterioro de la función pulmonar basándose en el valor del FEV_1 como porcentaje del teórico. Uno de ellos⁴ se indica en la tabla siguiente, pero conviene tener en cuenta que el número de categorías y el punto de corte exacto son arbitrarios.

Grado de severidad	FEV_1 % teórico
Leve	> 70
Moderado	60-69
Moderadamente grave	50-59
Grave	35-49
Muy grave	<35

Las enfermedades que pueden producir obstrucción pueden localizarse en la gran vía aérea o central (laringe, tráquea y bronquios fuentes), o bien en la vía aérea periférica:

Vía aérea central:

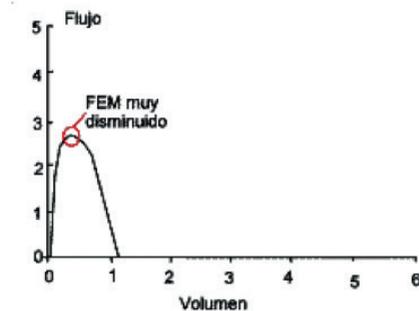
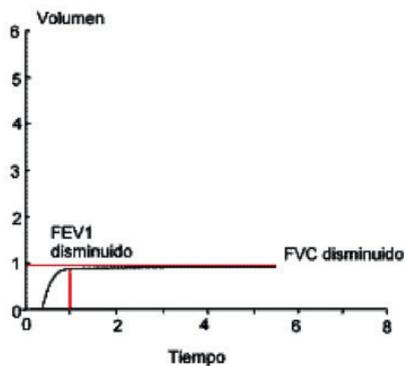
- Estenosis traqueales post intubación.
- Parálisis en aducción de cuerdas vocales.
- Compresión de la tráquea por masas o tumores.
- Cuerpos extraños.

Vía aérea periférica:

- Asma bronquial.
- Bronquitis crónica.
- Enfisema.
- Bronquiolitis obliterante.
- Condromalacia.

7.2. Restrictivo: Disminución de CPT bien por alteración del parénquima (fibrosis, ocupación, amputación), del tórax (rigidez, deformidad) o de los músculos respiratorios y/o de su inserción.

- **Curva de volumen-tiempo:** La principal característica del patrón restrictivo es la limitación de la CVE, lo que condiciona que el VEF_1 se reduzca en parecida proporción. Así pues, la curva de volumen/tiempo será similar a una normal, pero con volúmenes reducidos; es decir, será como una curva normal “en miniatura”.
- **Curva de flujo-volumen:** La curva es parecida a la normal, pero más estrecha por la disminución de la CVE, lo que le da su característico aspecto picudo. La curva será más estrecha cuanto mayor sea el grado de restricción.



El dato característico de la restricción es la limitación de la capacidad vital con una reducción proporcional de los flujos; esto condiciona que la proporción de aire que sale en el primer segundo respecto al total permanezca normal. En el patrón restrictivo tendremos: VEF_1/CVF 70%, $CVF < 80\%$ del valor de referencia y $VEF_1 < 80\%$ del valor de referencia.

En resumen:

- CVF disminuido.
- VEF_1 disminuido.
- VEF_1/CVF NORMAL.

Es conveniente tener en cuenta que una obstrucción severa puede simular una restricción, como consecuencia de la presencia de atrapamiento aéreo. En este último caso, la TLC será normal y, por este motivo, el diagnóstico definitivo de trastorno restrictivo no debe hacerse únicamente mediante espirometría. No obstante, la respuesta al tratamiento puede ayudar a identificar la presencia de atrapamiento aéreo como causa de restricción simulada en el asma.

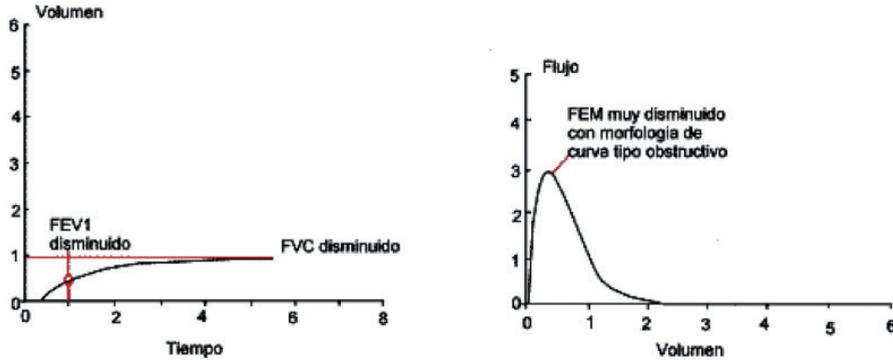
La restricción torácica puede tener su origen a nivel cutáneo, en las estructuras óseas del tórax, en los nervios y músculos que controlan la respiración, en la pleura y el parénquima pulmonar:

- Rigidez de la piel: Grandes quemados.
- Rigidez de la caja torácica: Cifoescoliosis, Toracoplastia, Espondilitis anquilosante.
- Enfermedades de los músculos: Miastenia gravis, Polimiositis, Parálisis diafragmática.
- Enfermedades neurológicas: Síndrome de Guillain-Barré, Poliomiéritis.
- Rigidez pulmonar: Fibrosis pulmonar idiopática, Neumoconiosis, Sarcoidosis.
- Ocupación alveolar: Neumonía, Hemorragia pulmonar, Edema pulmonar.
- Disminución del parénquima pulmonar: Neumectomía, Lobectomía.
- Anormalidades pleurales: Derrame pleural, Fibrosis pleural.
- Poca movilidad toracoabdominal: Ascitis, Dolor torácico.

7.3. Mixto: Combina características de ambos.

- **Curva de volumen-tiempo:** Podemos decir que la curva del patrón mixto es como una obstructiva “en miniatura”

- **Curva de flujo-volumen:** Se observará tanto de limitación del flujo aéreo como de restricción. Por lo tanto, en el patrón mixto puede verse: $VEF_1/CVF < 70\%$, $CVF < 80\%$ del valor de referencia y $VEF_1 < 80\%$ del valor de referencia.



En resumen:

- CVF disminuido.
- VEF_1 disminuido.
- VEF_1/CVF disminuido

	Obstrutivo	Restrictivo	Mixto
CVF	Normal	↓	↓
VEF_1	↓	↓	↓
VEF_1/CVF	↓	Normal	↓

8. Respuesta broncodilatadora

Es una prueba sencilla que se realiza fundamentalmente para:

- 1) Diagnóstico de asma bronquial.
- 2) En el paciente con EPOC para establecer el grado de reversibilidad de la vía aérea. De todas formas el VEF_1 puede verse influenciado por múltiples factores, por lo que, para pacientes con EPOC, no es una técnica

excesivamente útil para conocer cuáles serán los que respondan al tratamiento con corticoides inhalados.

La respuesta broncodilatadora se determina mediante los cambios en el FEV_1 tras la administración de un β -adrenérgico inhalado. La exploración se inicia con al menos tres maniobras espirométricas basales de calidad aceptables, como se ha explicado anteriormente. A continuación se administra 4 dosis de 100 mcg de salbutamol MDI (dosis total = 400 mcg). Esta dosis asegura que la respuesta se localiza en la parte alta de la curva dosis-respuesta a salbutamol. No obstante, puede utilizarse una dosis más baja si hay riesgo de efectos cardiovasculares no deseables o temblor. También puede utilizarse terbutalina y, en algunos casos, bromuro de ipatropio a una dosis total de 160 mcg (4 inhalaciones de 40 mcg). Tras 10-15 minutos después de los beta-agonista de acción corta y 30 minutos después para el bromuro de ipatropio, se realizan otras tres maniobras espirométricas aceptables. La modificación de los flujos para determinar la respuesta broncodilatadora puede conducir a importantes errores y, por este motivo, parámetros como el FEF_{25-75} o FEF_{50} no deben utilizarse para ver reversibilidad, a no ser que los mismos se obtengan a isovolumen, es decir, dependen muy directamente de la FVC, si ésta cambia tras el broncodilatador, el FEF_{25-75} no son comparables con los obtenidos en la basal.

No hay consenso definitivo para valorar reversibilidad. Los métodos más comunes de expresar esta respuesta son:

1. Porcentaje del valor espirométrico inicial:

$$\frac{(FEV_{1\text{posdilatador}} - FEV_{1\text{predilatador}})}{FEV_{1\text{predilatador}}} \times 100$$
2. Porcentaje del valor teórico:

$$\frac{(FEV_{1\text{posdilatador}} - FEV_{1\text{predilatador}})}{FEV_{1\text{teórico}}} \times 100$$
3. Cambio absoluto en ml:

$$FEV_{1\text{posdilatador}} - FEV_{1\text{predilatador}}$$

El primer método es el más usado. Con respecto a éste, se han propuesto incrementos del 12% y del 15% para decir que la respuesta broncodilatadora es positiva^{1,15,16}, siempre que el incremento del FEV_1 , en valores absolutos sea > 200 ml. Es importante resaltar que la ausencia de respuesta broncodilatadora, no implica que la obstrucción no pueda revertir en el curso de un tratamiento más prolongado.

También debe tenerse en cuenta, que a pesar de que el parámetro generalmente utilizado para evaluar la reversibilidad es el FEV_1 , un aumento aislado de la FVC tras salbutamol (>12% y > 200 ml) no debido a un incremento del tiempo espiratorio es un signo de broncodilatación.

9. Bibliografía

- 1) AMERICAM THORACIC SOCIETY. (1995) «Standardization of spirometry: 1994 update», *Am. J. respire. Crit. Care Med.* 152, pp. 1107-1136.
- 2) CALIFORNIA THORACIC SOCIETY. «Guidelines for the clinical uses of spirometry», <http://www.thoracic.org/ca.html>.
- 3) MILLER M.R., CRAPO R., HANKINSON J., et al. (2005) «General considerations for lung function testing. *Eur Respir J* 26, pp.153-161.
- 4) PELLEGRINO R., VIEGI G., BRUSASCO V., et al. (2005) «Interpretative strategies for lungs function test», *Eur Respir J* 26, pp. 948-68.
- 5) PINCOCK A.C., MILLER M.R. (1983) «The effect of temperature on recording spiograms», *Am. Rev. Respire. Dis.* 128, pp. 894-898.
- 6) HANKINSON J.L., VIOLA J.O., PETSONK E.L., EBELING T.R. (1994) «BTPS correction for ceramic flow sensors», *Chest* 105, pp.1481-1486.
- 7) CSAN P., BURGOS F., BARBERÁ J.A., GINER J. (2002) «Espirometría», *Manual SEPAR de procedimientos, Procedimientos de evaluación de la función pulmonar*, Madrid, Luzan 5, pp. 4-15.
- 8) MILLER M.R., HANKINSON J., BRUSASCO V., et al. (2005) «Standardization of spirometry», *Eur Respir J* 26, pp. 319-338.
- 9) D'ANGELO E., PRANDI E., MILIC-EMILI J. (1993) «Dependence of maximal flow-volume curves on time course of predicting inspiration», *J Appl Physiol* 75, pp. 1155-1159.
- 10) BUCCA C.B., CAROSSA S., COLAGRANDE P., et al. (2001) «Effect of edentulism on spirometric tests», *Am J Respir Crit Care Med* 163, pp.1018-1020.
- 11) ENRIGHT P.L., CONNETT J.E., BAILEY W.C. (2002) «The FEV_1/FVC_6 predicts lungs function decline in adult smokers», *Respir Med* 96, pp. 444-449.
- 12) SWANNEY M.P., JENSEN R.L., CHICHTON D.A., BECKERT L.E., CARDNO L.A., CRAPO R.O. (2000) « FEV_6 is an acceptable surrogate for FVC in the spirometric diagnosis of airway obstruction and restriction», *Am J Respir Crit Care Med* 162, pp. 917-919.
- 13) HANSEN J.E., SAN X.G., WASSERMAN K. (2006) «Should forced expiratory volume in six seconds replace forced vital capacity to detect airway obstruction? », *Eur Respir J* 27, pp. 1244-1250.
- 14) BECKLAKE M.R. (1986) «Concepts of normality applied to the measurement of lung function», *Am. J. Med.* 80, pp.1158-1163.

- 15) AMERICAN THORACIC SOCIETY. (1991) «Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies», *Am. Rev. Respir. Dis* 144, pp. 1202-1218.
- 16) EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY. (1993) «Lung volumes and forced ventilator flows», *Eur. Respir.J.* 6 (suppl. 16), pp. 5-40.