



Espirometría: ¿Especie en extinción?

Ricardo Sandoval Padilla¹

RESUMEN. Objetiva, aceptable, repetible y útil, la espirometría continúa siendo un elemento diagnóstico fundamental en la atención del enfermo respiratorio. Muy a pesar de los avances en la informática que han facilitado su uso e interpretación, continúa siendo poco utilizada en consultorios y hospitales. Este artículo pretende introducir al lector con los elementos teóricos fundamentales para su interpretación, al mismo tiempo comprender sus limitaciones e indicaciones con el objeto de facilitar y estimular su empleo. Finalmente se enfoca el momento de indicar otras pruebas diagnósticas complementarias más sofisticadas, con el afán de contribuir a ofrecer un diagnóstico precoz y al tratamiento efectivo del enfermo respiratorio.

Palabras clave: *Espirometría, enfermedad respiratoria.*

ABSTRACT. Objective, acceptable, reliable in a word, useful, spirometry is one of the paramount diagnostic tool in respiratory diseases. Informatics has contributed to facilitate interpretation, nonetheless, its widespread use is still limited. This article pretends offer the theoretical bases necessary to interpreting, understanding its indications and limits looking forward to facilitate and raise its use. Finally the place for further and more sophisticated complementary tests for early detection and treatment of respiratory diseases is considered.

Key words: *Spirometry, respiratory disease.*

INTRODUCCIÓN

La espirometría continúa siendo, para muchos médicos con modesta formación en enfermedades respiratorias, una prueba poco accesible, tanto desde el punto de vista económico al momento de adquirir un espirómetro; así como al momento de interpretar sus resultados.

Es indudable por la gran cantidad de información que obtenemos de la espirometría se está lejos de considerarla obsoleta. Como prueba diagnóstica, por muy poco "natural" que parezca la maniobra, continúa siendo aceptable, objetiva, repetible y muy útil para discriminar los padecimientos pulmonares más frecuentes en la práctica clínica, sin necesidad de ser neumólogo. A pesar de su relevancia, la impresión general es que los médicos generales o especialistas en otras ramas la utilizan poco.

Estudios epidemiológicos realizados en Estados Unidos han considerado a la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) como la 4^a causa de mortalidad,¹

tendencia difícil de superar, según las proyecciones a los siguientes años, a pesar de los notables esfuerzos preventivos.^{2,3} En América Latina la situación ha sido variable, desde México con una prevalencia del 7.8% hasta Montevideo con 19.7%.⁴ La estrategia para detectar este padecimiento precozmente en ausencia de síntomas es a través de la espirometría.⁵

Desde hace varios años el estudio Framingham identificaba a la FVC (Capacidad Vital Forzada) como un factor de riesgo para muerte prematura.⁶ Un poco más recientemente, The Lung Health Study sugería los beneficios potenciales en la función pulmonar de pacientes con EPOC sintomáticos o no, cuando fueron detectados tempranamente y/o tratados en forma oportuna.⁷

Si nuestro paciente, es sintomático respiratorio, con o sin factores de riesgo, ¿tendrá EPOC u otra enfermedad obstructiva? ¿Su EPOC es incipiente? ¿Cómo vamos a tratarlo? ¿Cuál es la respuesta al tratamiento? Tales son los retos clínicos, es ahí donde la espirometría cumple su cometido. Su utilidad resulta entonces indiscutible.

Pero el empleo de la espirometría no se circunscribe únicamente a la detección de la EPOC; ha demostrado ser la prueba más simple y barata para el seguimiento y tratamiento de otras enfermedades obstructivas como el asma o las bronquiectasias, por ejemplo; nos ayuda en los estudios de epidemiología clínica o básica, en la valoración pulmonar preoperatoria, en el abordaje inicial de enfermedades restrictivas pulmonares, etc.

¹ Departamento de Neumología, INCMNSZ.

Correspondencia y solicitud de sobretiros:

Ricardo Sandoval Padilla

Vasco de Quiroga Núm. 15 Colonia Sección XVI. Tlalpan 14000. México D.F.

E-mail: ricalsandoval@yahoo.com.mx

Teléfono + (5255) 54870900 Ext 2244

El auge tecnológico de los últimos años ha contribuido a hacer más accesible los resultados: cálculo de predichos, notificación automatizada sobre la calidad del esfuerzo, etc. Pareciera, sin embargo, que hace falta mucho camino por recorrer. Este artículo pretende sumarse a otros muchos esfuerzos^{5,8} que buscan abordar las principales indicaciones de la espirometría y su interpretación, con el objeto de que tome su lugar como herramienta innegable en la atención en salud, entre neumólogos y no neumólogos, entre médicos graduados y estudiantes. Asimismo, pretende definir la pertinencia de pruebas adicionales o complementarias.

1. TERMINOLOGÍA (Cuadro 1)

La espirometría mide ciertos volúmenes pulmonares y la velocidad con la que estos volúmenes cambian durante un esfuerzo de espiración forzada.

En la *figura 1* se describen los cuatro volúmenes y las cuatro capacidades pulmonares. No todos ellos son medibles a través de la espirometría.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS MANIOBRAS. VALIDEZ DE LA PRUEBA

Para la realización de la prueba, el paciente debe estar cómodamente sentado o de pie, con la espalda vertical, evitando doblar el tronco durante la maniobra, conociendo del objetivo y el procedimiento que va a realizarse.

Se da inicio pidiéndole al sujeto que respire lo más profundo posible, hasta capacidad pulmonar total (TLC) y luego que realice una espiración forzada lo más rápidamente posible. La espiración termina hasta llegar a un volumen en el que no sea posible espirar más, es decir, cuando se alcance una meseta o plateau. La Asociación Americana del Tórax, ha propuesto que el tiempo de espiración aceptable es de 6 segundos.¹⁰ A esta maniobra, se le conoce como de capacidad vital forzada (FVC) siendo la maniobra espirométrica más importante.

La maniobra SVC pretende obtener igualmente la capacidad vital, pero prescindiendo de una maniobra forzada. Puede medirse en la inspiración a partir de una espiración profunda o más frecuentemente midiendo el volumen espirado a partir de una inspiración máxima.

Para determinar la validez de los resultados, debe tenerse al menos tres maniobras aceptables, es decir, espiración mayor de 6 segundos y dejar de exhalar cuando no haya cambio de volumen durante al menos 1 segundo. La mayor parte de espirómetros modernos tienen incorporado un sensor automático que define si el esfuerzo es aceptable o no. La prueba se termina cuando la diferencia entre los FVC o los FEV₁ es menor a 150 mL. Si esto no es así, debe continuarse con las maniobras hasta alcan-

Cuadro 1. Glosario.

Valores espirométricos

VC. Capacidad vital. Cantidad total de aire exhalado, expresado en unidades de volumen, obtenido a partir de una inspiración máxima o viceversa, es decir, cantidad de aire inhalado a partir de una exhalación máxima.

FVC. Capacidad vital forzada. Maniobra de obtención de la CV a través de un esfuerzo de exhalación máximo a partir de una inspiración máxima.

SVC. Capacidad vital lenta. Maniobra en la que se obtiene la capacidad vital con un esfuerzo, sea de exhalación o inhalación no forzado o lento.

FEV₁. Volumen espiratorio forzado en el primer segundo. Cantidad de aire exhalado durante el primer segundo de esfuerzo espiratorio máximo.

FEV₁/FVC. Conocido como Índice Tiffeneau. Su valor se expresa en porcentaje y/o como porcentaje del predicho.⁹

FEV₆. Volumen espiratorio forzado en el 6° segundo.

FEF_{25-75%}. Flujo (velocidad de aire) exhalado en la primera mitad de la FVC. Resulta un flujo promedio entre los primeros 25 y 75% de la FVC. Su resultado se expresa en lts/min.

PEF. Flujo espiratorio pico. Es el flujo máximo obtenido durante la maniobra de FVC.

MVV. Ventilación voluntaria máxima. Cantidad de aire que una persona puede exhalar mientras se encuentra respirando lo más rápido y profundo posible durante 12 a 15 segundos. Se expresa en lts/min.

Volúmenes pulmonares

Vt. Volumen corriente. Volumen de aire inhalado y exhalado durante cada ciclo respiratorio del sujeto en reposo. Se conoce también como volumen tidal o volumen marea.

ERV. Volumen de reserva espiratoria. Volumen máximo de aire exhalado luego de una espiración corriente

IRV. Volumen de reserva espiratoria. Volumen máximo de aire inhalado, medido a partir de una inhalación corriente o normal.

RV. Volumen residual. Volumen de aire remanente en los pulmones luego de una espiración máxima. (No puede medirse con espirometría)

Capacidades pulmonares (Ver figura 1)

Se conoce como capacidad pulmonar a la suma de dos o más volúmenes pulmonares.

FRC. Capacidad residual funcional. Suma de VR y VRE. Refleja la cantidad de aire que existe en los pulmones luego de una espiración normal en reposo.

IC. Capacidad inspiratoria. Sumatoria de VRI y Vt. Es el volumen de aire máximo que puede ser inhalado a partir de una espiración normal en reposo.

TLC. Capacidad pulmonar total. Suma de IC y FRC. No puede medirse tampoco por espirometría, Es la cantidad de aire en los pulmones medida en el punto de la inspiración máxima, incluyendo el volumen residual.

zar los criterios o hasta que 8 pruebas como máximo se hayan realizado.¹⁰

Por lo regular, el volumen exhalado se mide en función del tiempo, curva a la cual se conoce con el nombre de espirograma o simplemente curva volumen/tiempo. Asimismo, se obtiene una gráfica de flujo contra volumen.

En la *figura 2* se plasma un ejemplo de una curva en un sujeto sano pulmonar. Obsérvese que en la curva flujo/volumen, no existen irregularidades, no hay tos, ni dobles esfuerzos, tampoco terminación prematura del esfuerzo. En la curva volumen contra tiempo puede verse también que se ha alcanzado una meseta y que el volumen espirado tiene más de 6 segundos de duración.

Los pulmones de un sujeto normal vacían al menos el 80% de su FVC en el primer segundo. El volumen de aire vaciado en forma forzada en el primer segundo durante una maniobra de FVC se le conoce como FEV₁. Tanto la FVC como FEV₁ se expresan como porcentaje de un predicho, el cual ha sido obtenido previamente por ecuaciones de regresión múltiple, tomando en cuenta variables antropométricas y/o epidemiológicas, tales como: edad, género, talla, raza, etc, obtenidos en miles de sujetos sanos pulmonares.¹¹⁻¹⁴ El índice Tiffeneau o relación FEV₁/FVC descrito hace más de 50 años por Robert Tiffeneau,⁹ es el cociente de ambos parámetros y ayuda a discriminar sobre la presencia de obstrucción o restricción pulmonar.

La relación FEV₁/FVC puede expresarse en cifras absolutas, es decir en porcentaje, o como porcentaje del predicho. Para la interpretación se emplea el valor con cifras absolutas. Por ejemplo, un FEV₁ de 1.5 lts dividido entre FVC 2.5 lts, nos da un Tiffeneau de 0.6 o sea del 60%.

El reciente consenso de las asociaciones europea y americana de neumología,¹⁵ ha sugerido la sustitución de la relación FEV₁/FVC por FEV₁/VC o en su defecto, por FEV₁/FEV₆, al considerar que la primera sobreestima la presencia de obstrucción. Estudios de investigación son los que hacen aguardar la pertinencia de tal recomendación en nuestro medio.

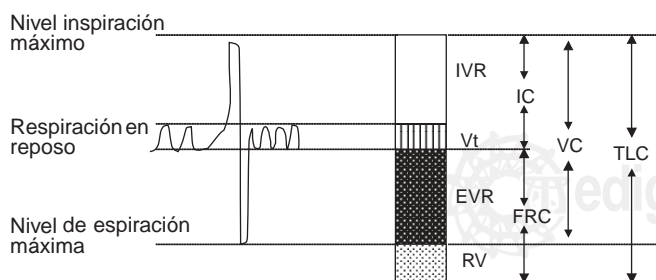


Figura 1. Volúmenes y capacidades pulmonares.

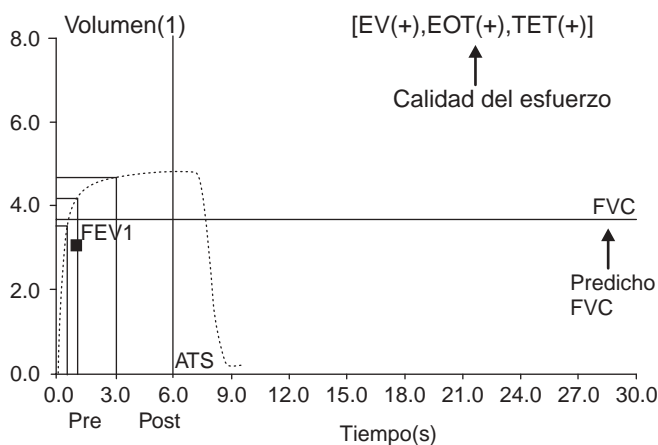
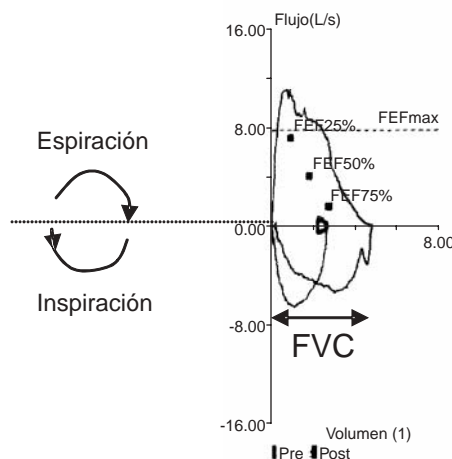
En las *figuras 2, 3, y 4* pueden observarse ejemplos de diferentes espirogramas y curvas flujo/volumen tratando de describir los patrones normal, obstructivo y restrictivo.

Sujeto masculino

Edad: 39 años

Talla: 1.61 mts. Peso 59.30 kg

| | Medido | Predicho | %predicho |
|-----------------------|--------|----------|-----------|
| FVC | 4.88 | 3.64 | 134 |
| FEV ₁ | 4.30 | 3.05 | 141 |
| FEV ₁ /FVC | 88.08 | 82.59 | 107 |



Curva Flujo Volumen

Alcanza Flujo Pico Espiratorio

Curva Volumen Tiempo (espirograma)

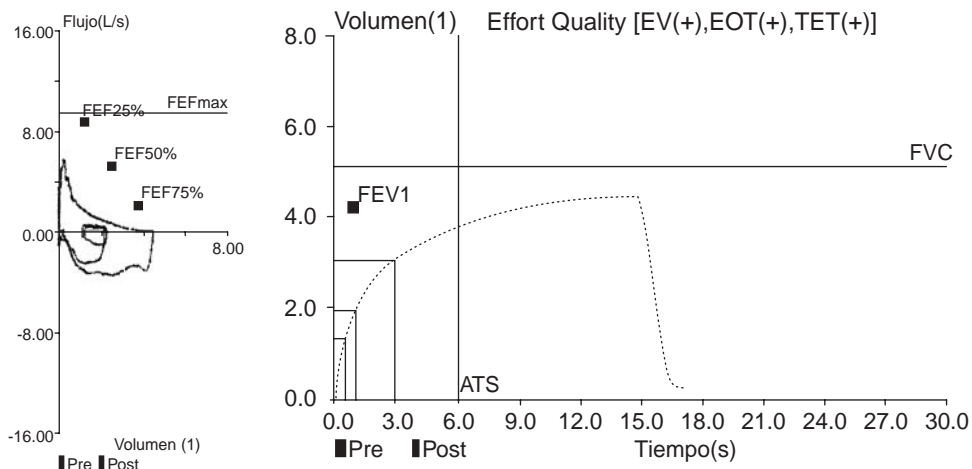
La curva alcanza meseta espiratoria

Esfuerzo espiratorio > 6 segundos

Figura 2. Espirometría normal.

Espirometría: ¿especie en extinción?

| | Medido | Predicho | %predicho |
|-----------------------|--------|----------|-----------|
| FVC | 4.71 | 5.10 | 92 |
| FEV ₁ | 1.95 | 4.19 | 47 |
| FEV ₁ /FVC | 41.36 | 82.38 | 50 |



Curva flujo volumen

Alcanza rápidamente flujo espiratorio pico pero menor al esperado
El flujo cae drásticamente (morfología en “cola de ratón”)

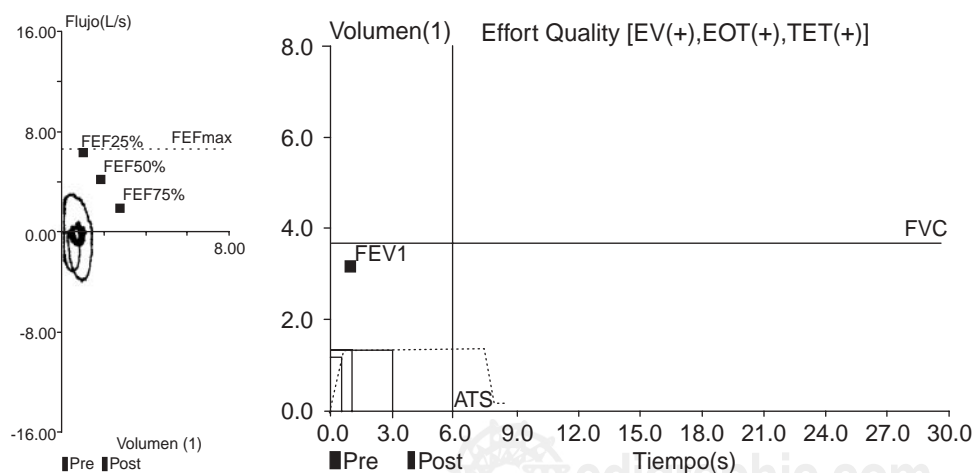
Espirograma

No se alcanza meseta. Limitación salida de aire
Obsérvese que este caso, por ser obstructivo amerita una prueba de reversibilidad con broncodilatador para establecer la severidad.

Sujeto masculino
Edad: 41 años
Talla: 1.79 m Peso 77 kg

Figura 3. Patrón obstructivo.

| | Medido | Predicho | %predicho |
|-----------------------|--------|----------|-----------|
| FVC | 1.37 | 3.67 | 37 |
| FEV ₁ | 1.34 | 3.16 | 42 |
| FEV ₁ /FVC | 98.26 | 86.56 | 114 |



Características

La morfología de la curva flujo volumen es similar a una curva de un sujeto normal, pero de mucho menor tamaño
El espirograma muestra que se alcanza meseta pero muy por debajo del predicho para FVC.

Sujeto femenino
Edad: 25 años
Talla: 1.64 m Peso 55 kg

Figura 4. Patrón espirométrico que sugiere restricción.

3. TIPOS DE ESPIRÓMETRO

En las *figuras 5 y 6* se exponen dos de los tipos de espirómetros más empleados. En el espirómetro de volumen, el individuo se conecta a través de una serie de tubos a una “campana” sensible a los cambios de volumen. Dichos cambios desplazan sensores volumétricos y por una interfaz computarizada dan lugar a las curvas anteriormente descritas. Por este tipo de espirómetros la medición de los cambios de volumen es directa.

En el espirómetro de flujo, el individuo realiza las maniobras a través de un neumatógrafo sensible a los cambios de flujo. La interfaz registra los cambios de flujo y los interpola como cambio de volumen. El espirómetro de flujo registra dichos cambios en forma indirecta.



Figura 5. Espirómetro de volumen.



Figura 6. Espirómetro de flujo.

Es muy importante la calibración frecuente de los equipos. En aquellos que van a ser utilizados en hospitales o con fines de investigación, lo recomendable es la calibración diaria antes de iniciar las pruebas.¹⁰

Debido a que el equipo es compartido entre diversos pacientes, nunca estará de más enfatizar sobre la necesidad de filtros bacterianos y la desinfección de los tubos de conexión, tratando de evitar infecciones cruzadas.

4. INDICACIONES PARA LA ESPIROMETRÍA

Es muy claro que con la espirometría se trata de hacer objetivo las anomalías funcionales del individuo. Las indicaciones y contraindicaciones de la espirometría se muestran en los *cuadros 2 y 3*.¹⁰ En términos generales, debe recordarse que está indicada en aquellos fumadores mayores de 40 años con antecedentes de tos progresiva con o sin expectoración o individuos con o sin sintomatología pero con antecedentes de exposición a irritantes. Igualmente en el seguimiento de diversas enfermedades pulmonares; cuando se pretende conocer la respuesta al tratamiento o los efectos deletéreos de los mismos, como de la bleomicina o la amiodarona. Resulta indispensable para la valoración pulmonar preoperatoria.

Con excepción del infarto del miocardio no existen contraindicaciones absolutas para la espirometría, pero

Cuadro 2. Indicaciones para espirometría.

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Detectar enfermedades pulmonares Historia de síntomas respiratorios <ul style="list-style-type: none"> Dolor torácico u ortopnea Tos con expectoración Disnea o sibilancias Hallazgos al examen físico <ul style="list-style-type: none"> Anormalidades caja torácica Cianosis Disminución en el murmullo vesicular Hipocratismo digital Anormalidades en exámenes de laboratorio <ul style="list-style-type: none"> Gasometría arterial Radiografía o tomografía de tórax Conocer la severidad o progreso de las enfermedades pulmonares <ul style="list-style-type: none"> EPOC, asma, fibrosis quística Enfermedades intersticiales, etc Cardíacas <ul style="list-style-type: none"> Hipertensión pulmonar Desórdenes neuromusculares Valoración pulmonar preoperatoria <ul style="list-style-type: none"> Cirugía torácica Cardíaca Trasplante de órganos Evaluación de discapacidad en medicina del trabajo <ul style="list-style-type: none"> Exposicionales |
|--|

Cuadro 3. Contraindicaciones de la espirometría.

| |
|---|
| Infarto agudo del miocardio de 1 mes de evolución |
| Náuseas, vómitos, vértigo |
| Estados confusionales |
| Dolor torácico o facial |
| Aneurismas torácicos |
| Hemoptisis de origen desconocido (puede agravarse con la maniobra de FVC) |
| Neumotórax |

sí condiciones en las que el resultado de la prueba puede ser subóptimo, por lo que deba diferirse. Algunas se citan en el *cuadro 3*.

5. INTERPRETACIÓN

Uno de los problemas de la espirometría es que conlleva un notable esfuerzo y cooperación del paciente, así como un minucioso control de calidad de los equipos y la técnica empleada. Es conveniente que tanto el personal médico o técnico que se dedican a este quehacer hayan recibido un adiestramiento básico o al menos pongan en práctica las instrucciones previamente publicadas con este fin.¹⁵

De la espirometría se pueden obtener cuatro resultados posibles: patrón normal, obstructivo, sugerencia de patrón restrictivo y desórdenes mixtos. Por su mayor especificidad y reproducibilidad, los parámetros más importantes para tener en cuenta al momento de interpretar una espirometría son: FVC, FEV₁ y relación FEV₁/FVC.

En el *cuadro 4* se describen los límites inferiores de lo considerado normal para las principales pruebas de función respiratoria, incluyendo la espirometría. El primer parámetro a interpretar es la relación FEV₁/FVC, cuyo límite inferior de la normalidad, ha sido propuesto en 0.70 ó 70%.

Este valor, ciertamente arbitrario y nacido de estudios y estrategias epidemiológicas¹⁶ mundiales cada vez está siendo sustituido por FEV₁/VC (VC obtenida sin la maniobra forzada) o por FEV₁/FEV₆ con el objeto de no sobrestimar la obstrucción en la población geriátrica ni de subestimarla en los jóvenes.¹⁵ No obstante, hasta no tener ecuaciones para nuestro medio, así como la disponibilidad de una detección automatizada de la percentila 5 incorporada a los computadores de los espirómetros, se seguirá empleando el tradicional FEV₁/FVC con su límite anteriormente propuesto.

En la *figura 7* se esquematizan los patrones: normal, obstructivo y restrictivo.

5.1 Desórdenes obstructivos

El primer paso en la interpretación consiste en revisar el valor obtenido de la relación FEV₁/FVC. En la obstruc-

Cuadro 4. Valores normales de las pruebas de función respiratorias.

| | |
|----------------------|--------------------------------------|
| Prueba | Límite inferior normal ¹⁷ |
| FEV ₁ /VC | Percentila 5 del predicho |
| FVC | 80% predicho |
| FEV ₁ | 80% predicho |
| TLC | Percentila 5 del predicho |
| FRC | 75% predicho |
| RV | 75% predicho |
| DI _{co} | 60% predicho |

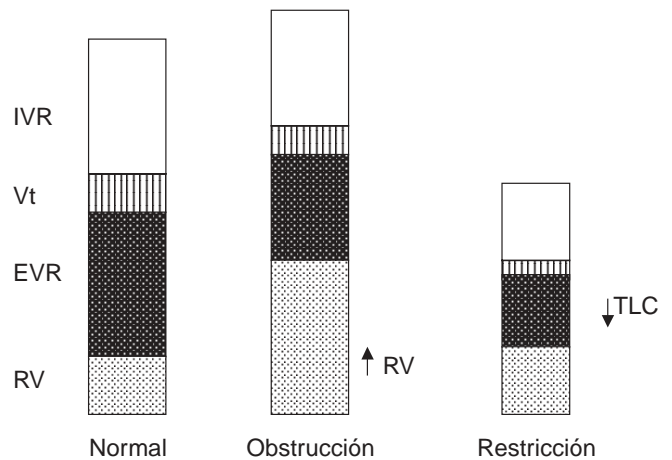


Figura 7. Representación patrones espirométricos.

ción lo encontraremos menor a 0.7; sin embargo, si tenemos un valor de Tiffeneau normal, no se descarta obstrucción hasta corroborar el valor de FEV₁. En la obstrucción se encontrará un FEV₁ menor al 80% del predicho.

La EPOC, asma, bronquiectasias, son algunos ejemplos clínicos de entidades obstructivas.

5.1.1. Respuesta al broncodilatador

Al tenerse diagnóstico de obstrucción, el siguiente paso es optimizar la broncodilatación, a través de una prueba con broncodilatador. Ésta consiste en administrar, por inhalador de dosis medida y espaciador, un β₂ agonista de corta duración y repetir la espirometría 15 minutos después. El más utilizado es el salbutamol, a dosis de 400 µg (4 disparos).

Si obtenemos un cambio del 12% y de 200 mL ya sea en FEV₁ o en FVC, con respecto a la espirometría basal, se dice que ha habido respuesta significativa al broncodilatador.

Evidentemente, la hiperreactividad bronquial es un fenómeno complejo, en el cual participan entre otros, diversos componentes de la vía aérea, como el músculo liso,

nervios, mediadores celulares y humorales. Resultaría muy aventurado asumir, con el único resultado de una prueba sin respuesta significativa al broncodilatador que éste no funciona en el paciente y que hay que discontinuarle.

En su lugar, la prueba de respuesta al broncodilatador es necesaria para abordar el diagnóstico y estadificación de obstrucción. La recomendación es tomar el valor post-broncodilatador.^{5,10,15,16} Un valor de FEV₁ y FVC que corrijen a un valor normal luego de la aplicación del broncodilatador, sugieren, de acuerdo al contexto clínico, un estadio de obstrucción menor o reversibilidad de la misma, característica de sujetos asmáticos, por ejemplo.

5.1.2. Clasificación de la severidad de obstrucción

Con el valor de FEV₁ post-broncodilatador, se establece el grado de severidad de la misma,^{5,17,18} según puede observarse en el *cuadro 5*.

El número de categorías y los valores de corte en el *cuadro 4* han sido definidos en forma arbitraria, pero permiten no sólo abordar la severidad de la obstrucción, sino definir pautas concretas de tratamiento, así como respuesta al mismo.¹⁴ No hay otra forma de obtener esto, si no es a través de la espirometría.

5.2. Desórdenes restrictivos

Se define restricción pulmonar a toda aquella afectación que curse con una TLC < percentila 5.¹⁵ Todo aquello que impide la expansión pulmonar completa se considera una entidad restrictiva, la obesidad, anomalías en la caja torácica, la fibrosis pulmonar, el embarazo, son algunos ejemplos clínicos.

Con la espirometría solamente se puede sugerir el diagnóstico de restricción, ya que no es posible obtener el RV, ni por lo tanto la TLC. Es posible sugerir el diagnóstico a través del valor más próximo a la TLC, es decir, a través de la FVC, pero en sí misma ésta no es diagnóstica.

De nuevo, el primer paso es obtener el valor de FEV₁/FVC. En el caso de la restricción, su valor se espera mayor a 0.7. Si el valor de FVC está disminuido, estos dos elementos sugieren el diagnóstico de restricción.

Cuadro 5. Severidad de la obstrucción. FEV₁ post-broncodilatador.

| Severidad | FEV ₁ % predicho |
|------------|-----------------------------|
| Leve | > 70 |
| Moderado | 50-69 |
| Severo | 35-49 |
| Muy severo | < 35 |

Puede encontrarse el valor de FEV₁ también disminuido, pero a expensas de una disminución en la FVC de base. Ante un FEV₁ bajo, el elemento que ayuda a discriminar restricción es la relación Tiffeneau. Un valor bajo orienta a obstrucción, un valor normal o alto de la relación FEV₁/FVC, sugiere restricción.

Si la espirometría sugiere restricción, de acuerdo a la situación clínica específica, puede orientar al médico a solicitar pruebas de función respiratoria estáticas, como la Dlco o los volúmenes pulmonares (FRC, VR), a fin de establecer un mejor diagnóstico y determinar la severidad del mismo.

5.3. Desórdenes mixtos

En ellos, coexiste la obstrucción y la restricción, es decir tanto FEV₁/VC como TLC están por debajo de la percentila 5. Este resultado, menos frecuente clínicamente, necesita el concurso de pruebas de función respiratoria estáticas

En resumen, en la *figura 8* se exponen los pasos en la interpretación de una espirometría con sus resultados más importantes

6. PARÁMETROS ADICIONALES

FEF_{25-75%}. Es un flujo espiratorio promedio tomado a la mitad de la maniobra de FVC; por ello se le conoce también como flujo espiratorio medio (FEM). Un valor menor al 60% del predicho confirma obstrucción en presencia del resto de parámetros espirométricos indicativos de la misma (FEV₁/FVC, FEV₁).¹⁵ Debido a su alta dependencia de la FVC tiene mucha variabilidad,

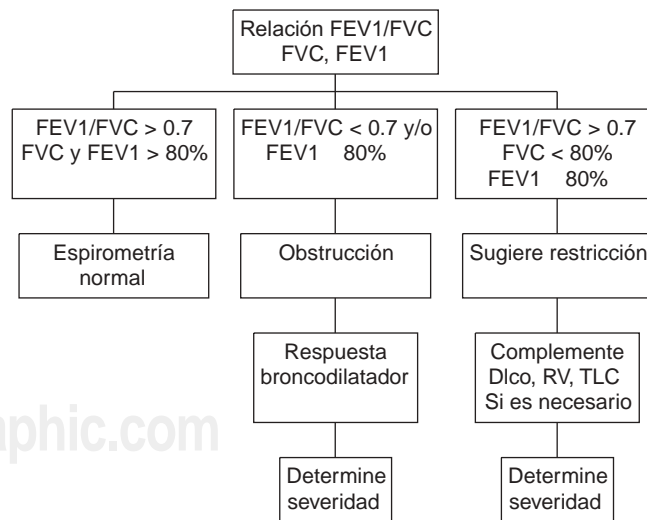


Figura 8. Interpretación de la espirometría.

no es recomendable interpretarle por sí solo, sino dentro de un contexto clínico y/o fisiológico específico. Ya no se considera que refleje el estado de las vías aéreas pequeñas.^{15,16}

La maniobra de ventilación voluntaria máxima (MVV), es otro parámetro empleado, sobre todo para valorar el estado de la fuerza muscular, en el contexto de un diagnóstico de restricción pulmonar. Se le instruye al paciente para que respire lo más fuerte y rápido posible durante 12 a 15 segundos, el resultado se extrapola a 60 segundos. Es altamente dependiente de la cooperación del paciente y por ende conlleva también mucha variabilidad. Si el paciente tiene una espirometría normal, un valor bajo de MVV hace considerar alteraciones neuromusculares en la caja torácica

PEF. Flujo espiratorio pico. Es el mayor valor de flujo espiratorio obtenido durante una maniobra de FVC (Véase curva flujo volumen, *Figura 2*). También muy dependiente del grado de esfuerzo del sujeto. Si el resultado de FEV_1/PEF es mayor del 80%, orienta a alteraciones en la vía aérea central o superior, intra o extratorácica.¹⁹ La medición del PEF por el flujómetro de Wright ha contribuido por muchos años para el control ambulatorio de pacientes con asma, predominantemente en la infancia.²⁰⁻²²

CONCLUSIONES

Gran cantidad y variedad de entidades clínicas respiratorias pueden ser abordadas a través de la espirometría.

La detección precoz de enfermedades obstructivas, el seguimiento y la respuesta terapéutica son entre otros indicaciones de esta prueba.

Aunque no es capaz de diagnosticar restricción, se constituye como la prueba diagnóstica inicial que puede complementarse con el resto de pruebas estáticas, dependiendo de la situación específica.

Es esta una prueba objetiva, repetible, susceptible de ser realizada por personal de salud entrenado e interpretada por médicos no necesariamente neumólogos.

Debe cuidarse el control de calidad de los espirómetros, la calibración frecuente es indispensable.

Tiene el problema de ser muy dependiente del esfuerzo del paciente, por lo que especial énfasis se ha comentado sobre la validez de la prueba, de acuerdo a las recomendaciones internacionales.

Nunca debe descuidarse la prevención de infecciones cruzadas por el equipo.

Aunque su interpretación supone un reto para el clínico, el estudio de este fascinante campo fisiológico asegura diagnósticos más objetivos y nuevas pautas de investigación en nuestro medio.

REFERENCIAS

1. Murray CJ, Lopez AD. Evidence-based health policy-lessons from the Global Burden of Disease. Study. Science 1996; 274: 740-743.
2. Murray CJ, Lopez AD. Global mortality, disability, and the contribution of risk factors: Global Burden of Disease Study. Lancet 1997; 349: 1436-1442.
3. Hoogendoorn M, Rutten-van Molken MP, Hoogenveen RT, van Genugten ML, Buist AS, Wouters EF, Feenstra TL. A dynamic population model of disease progression in COPD. Eur Respir J 2005; 26: 223-233.
4. Menezes AM, Perez-Padilla R, Jardim JR, Muino A, Lopez MV, Valdivia G, Montes de Oca M, Talamo C, Hallal PC, Victora CG. PLATINO Team. Chronic obstructive pulmonary disease in five Latin American cities (the PLATINO study): a prevalence study. Lancet 2005; 366: 1875-81.
5. Pauwels RA, Buist AS, Calverley PM, Jenkins CR, Hurd SS. GOLD Scientific Committee. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. NHLBI/WHO Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) Workshop summary. Am J Respir Crit Care Med 2001; 163: 1256-1276.
6. Kannel WB, Hubert H, Lew EA. Vital capacity as a predictor of cardiovascular disease: the Framingham study. Am Heart J 1983; 105: 311-315.
7. Anthonisen NR, Connett JE, Kiley JP, Altose MD, Bailey WC, Buist AS et al. Effects of smoking intervention and the use of an inhaled anticholinergic bronchodilator on the rate of decline of FEV_1 . The Lung Health Study. JAMA 1994; 272: 1497-1505.
8. Currie GP, Legge JS. ABC of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. BMJ 2006; 332: 1261-1263.
9. Similowski T, Dore MF, Marazzini L, Orvoen-Frija E, D'Angelo E, Derenne JP, Milic-Emili J. Forced expiration. Various current concepts, 50 years after Robert Tiffeneau. Rev Mal Respir. 1997; 14(6): 431-43.
10. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, Crapo R, Enright P, van der Grinten CPM, Gustafsson P, Jensen R, Johnson DC, MacIntyre N, McKay R, Navajas D, Federsen OF, Pellegrino R, Viegi G, Wanger J. General Considerations for Lung Function Testing. Eur Respir J 2005; 26: 153-161.
11. Pérez-Padilla R, Valdivia G, Muino A, López MV, Márquez MN, Montes de Oca M, Talamo C, Lisboa C, Pertuzé J, Jardim JRB, Menezes AMB. Valores de referencia espirométrica en 5 grandes ciudades de Latinoamérica para sujetos de 40 ó más años de edad. Arch Bronconeumol 2006; 42: 317-325.
12. Hankinson JL, Odenratz JR, Fedan KB. Spirometric reference values from a sample of the general US population. Am J Respir Crit Care Med 1999; 159: 179-187.
13. Wang X, Dockery DW, Wypij D, Fay ME, Ferris BG jr. Pulmonary function between 6-18 years of age. Pediatr Pulmonol 1993; 15: 75-88.
14. Quanjer PH, Tammeling GJ, Cotes JE, Pedersen OF, Peslin R, Yernault JC. Lung volumes and forced ventilatory

- flows. Report Working Party Standardization of Lung Function Tests, European Standardization of lung Function Tests, European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society. *Eur Respir J* 1993; 6: Suppl. 16, 5-40.
15. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, Crapo R, Enright P, van der Grinten CPM, Gustafsson P, Jensen R, Johnson DC, MacIntyre N, McKay R, Navajas D, Federsen OF, Pellegrino R, Viegi G, Wanger J. Standardization of spirometry. *Eur Respir J* 2005; 26: 319-338.
 16. Enright PL, Studnicka M, Zielinski J. Spirometry to detect and manage chronic obstructive pulmonary disease and asthma in the primary care setting. *Eur Respir Mon* 2005; 31: 1-14.
 17. American Thoracic Society. Lung Function Testing: Selection of Reference Values and Interpretative Strategies. *Am Rev Respir Dis* 1991; 144: 1202-1218.
 18. American Thoracic Society. Evaluation of impairment/disability secondary to respiratory disorders. *Am Rev Respir Dis* 1986; 133: 1205-1209.
 19. Empey DW. Assessment of upper airways obstruction. *BMJ* 1972; 3: 503-505.
 20. Wasserman RL, Baker JW, Kim KT, Blake KV, Scott CA, Wu W, Faris MA, Crim C. Efficacy and safety of inhaled fluticasone propionate chlorofluorocarbon in 2-to 4-year-old patients with asthma: results of a double-blind, placebo-controlled study. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2006; 96: 808-18.
 21. Brand PL, Duiverman EJ, Waalkens HJ, van Essen-Zandvliet EE, Kerrebijn KF. Peak flow variation in childhood asthma: correlation with symptoms, airways obstruction, and hyperresponsiveness during long-term treatment with inhaled corticosteroids. Dutch CNSLD Study Group. *Thorax* 1999; 54: 103-7.
 22. Brauer AF, Roorda RJ, Brand L. Home spirometry and asthma severity in children. *Eur Respir J* 2006. <http://erj.ersjournals.com/cgi/rapidpdf/09031936.06.00118205v1.pdf>

