

# Pruebas de Función Respiratoria

\*Cuauhtémoc Magaña Hernández

\*\*José Luis López Esceberre

\*\*\*Jesús Cuauhtémoc Magaña Cazares

## PALABRAS CLAVE:

Pruebas de función respiratoria, Espirometría, Pulsioximetría, Asma, EPOC, Bronquitis, Volumen respiratorio, Flujo respiratorio, Enfermedad pulmonar obstructiva crónica, Enfisema, Bronquitis crónica (no obstructiva), Falla cardiaca congestiva, Tuberculosis, Bronquiectasias, neumoconiosis, Bronquiolitis constrictiva y bronquilitis difusa.

\*Médico cirujano y partero, Facultad de Medicina U.N.A.M.

Médico especialista en anestesiología, I.M.S.S.

Especialidad en medicina homeopática, Instituto de Estudios Tecnológicos y Superiores Matatipac, A. C.

Diplomado en investigación clínica, I.M.S.S.

\*\*Medicina general, Universidad Autónoma de Sinaloa.

Especialidad en medicina homeopática, Instituto de Estudios Tecnológicos y Superiores Matatipac, A. C.

\*\*\*Medicina general, Universidad Autónoma de Sinaloa.

Especialidad en medicina homeopática, Instituto de Estudios Tecnológicos y Superiores Matatipac, A. C.

## Resumen

Las pruebas de función respiratoria son métodos de observación que permiten ampliar el horizonte clínico, al tiempo que facilitan la recopilación y la cuantificación de los datos de la función del aparato respiratorio dentro de la búsqueda de “la totalidad sintomática”, situándose como parte de los exámenes recomendados en diferentes guías terapéuticas.

Este trabajo ofrece, además, información puntual acerca de conceptos fundamentales relativos a la fisiología respiratoria y la ventilación pulmonar, y relata detalladamente la naturaleza de la espirometría (mide la capacidad y la rapidez de los volúmenes respiratorios), así como la de la pulsioximetría, una técnica no invasiva que mide la saturación de oxígeno de la hemoglobina en la sangre circulante.

## Abstract

*Respiratory function tests are observational methods that expand the clinical horizon, while facilitating the collection and quantification of information about respiratory function in search of “totality of symptoms”, thereby becoming part of the Recommended therapeutic guidelines in different tests.*

*This work also provides timely information on key concepts of respiratory physiology and pulmonary ventilation, and describes in detail the nature of*

Recibido: octubre, 2013. Aceptado: diciembre, 2013

**KEYWORDS:**

Respiratory function tests, Spirometry, Pulse oximetry, Asthma, COPD, Bronchitis, Respiratory volume, Respiratory flow, Chronic obstructive pulmonary disease, Emphysema, Chronic bronchitis (non-obstructive), Diffuse bronchiolitis congestive heart failure, Tuberculosis, Bronchiectasis, Pneumoconiosis and constrictive bronchiolitis .

*spirometry (measuring the capacity and speed of the respiratory volumes) as well as pulse oximetry, a noninvasive technique that measures oxygen saturation of hemoglobin in circulating blood.*

Como sabemos, el propósito mas importante en la clínica homeopática es llevar a cabo una toma del caso lo más completa posible para posteriormente encontrar el medicamento que necesita el paciente. Así pues, el médico escuchará con atención y detenimiento la narración del enfermo y, posteriormente, realizará una minuciosa exploración física que le permita prescribir con la mayor exactitud posible en base a la totalidad sintomática.

Si se quiere ser todavía más preciso en el diagnóstico, especialmente en la magnitud del daño y el desequilibrio en el que se encuentra el paciente, así como tener constancia de la mejoría producida luego de la prescripción homeopática, hay que echar mano de los estudios de laboratorio y gabinete. Tal es el caso de la pruebas de función respiratoria (PFR).

Las PFR son métodos de observación que permiten ampliar el horizonte clínico, al tiempo que facilitan la recopilación y la cuantificación de los datos de la función del aparato respiratorio dentro de la búsqueda de “la totalidad sintomática”, situándose como parte de los exámenes recomendados en diferentes guías terapéuticas. Dentro de las pruebas más utilizadas en la clínica diaria se encuentran la espirometría y la pulsioximetría, las cuales tienen una función de diagnóstico, pronóstico, evaluación y seguimiento a la respuesta terapéutica en las enfermedades crónicas pulmonares. Hablamos, entre otras, del asma, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), antiguamente conocida como enfisema, y algunas patologías más como bronquitis crónica (no obstructiva), falla cardiaca congestiva, tuberculosis, bronquiectasias, neumoconiosis, bronquiolitis constrictiva y bronquilitis difusa<sup>1</sup>.

|   |
|---|
| <p><b>Diagnóstico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico de enfermedades broncopulmonares: asma, EPOC, etcétera.</li> <li>• Diagnóstico diferencial de procesos broncopulmonares.</li> <li>• Estudio de disnea.</li> </ul>  |
| <p><b>Tratamiento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de la respuesta a tratamientos.</li> </ul>  |
| <p><b>Pronóstico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación del pronóstico en la progresión de una enfermedad: neumopatías intersticiales, criterios de trasplante pulmonar, etcétera.</li> <li>• Evaluación de la operabilidad en cirugía de resección.</li> <li>• Pulmonar: cáncer pulmón, cirugía de reducción de volumen, etcétera.</li> <li>• Evaluación del riesgo quirúrgico de otras intervenciones.</li> <li>• Evaluación de la capacidad laboral.</li> </ul> |

**Tabla 1.** Utilidad de las pruebas de función respiratoria.

Los estudios en referencia son auxiliares diagnósticos y pronósticos muy importantes en el proceso preoperatorio, principalmente para la valoración del riesgo quirúrgico y anestésico en cierto tipo de pacientes que por su edad o sus antecedentes (asmáticos, tabáquicos, presencia de EPOC) pudieran tener mayor riesgo. Es un hecho que las PFR han sido subutilizadas tanto por los médicos generales como por los médicos homeópatas.

Estos análisis resultan muy útiles en el diagnóstico y el control de los enfermos que padecen alguna enfermedad respiratoria, e incluso no respiratoria (extratorácica), ya que proporcionan información clara y precisa sobre los aspectos más importantes de la función respiratoria: la mecánica pulmonar y el intercambio gaseoso.

Vale la pena anotar que estas pruebas no proporcionan un diagnóstico etiológico, sino que informan la manera en que se altera la fisiología normal de la respiración, al mismo tiempo que indican si una prescripción homeopática pudo corregir el problema, y en qué magnitud. Es importante señalar que, aún sin presencia de síntomas, un individuo puede tener resistencia aumentada al flujo aéreo por mucho tiempo y una distribución no uniforme del aire inspirado antes de que se presente dificultad respiratoria; de allí que este tipo de pruebas puedan ayudarnos enormemente cuando se sospeche de alguna alteración en el parénquima pulmonar (especialmente en fumadores), detectándola mucho antes de que se manifieste con síntomas.

Su interpretación debe ser clara e informativa, ya que sólo mencionar los valores obtenidos no nos dice nada. La valoración de estas pruebas debe

realizarse con el conocimiento de los demás aspectos del paciente, es decir, dentro de la totalidad del individuo<sup>2</sup>.

## Conceptos fundamentales

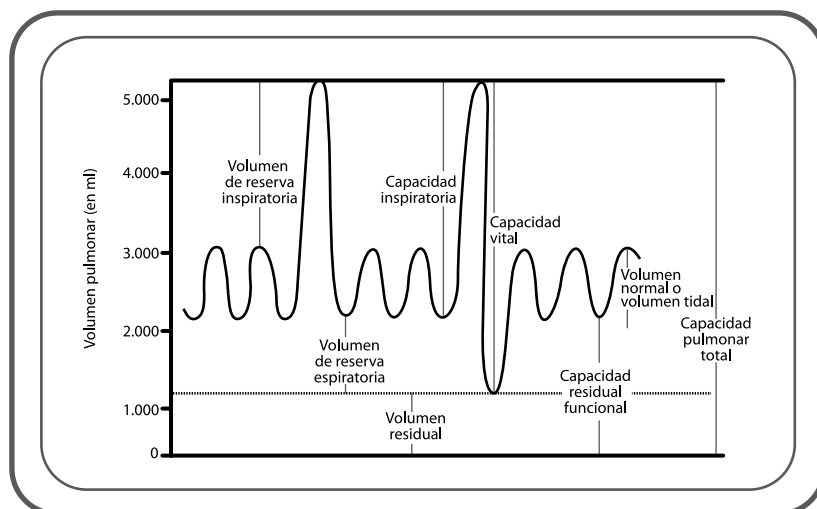
Para entender a las pruebas de función respiratoria es importante recordar algunos conceptos sobre la fisiología respiratoria y la ventilación pulmonar. Se analizan varios volúmenes y capacidades:

**a) Volumen corriente (VC):** es el volumen de aire que una persona inhala y exhala cuando se encuentra en condiciones basales, es decir, es el aire que se mueve en condiciones normales. A este volumen de aire también se le denomina volumen tidal (VT).

**b) Volumen de reserva inspiratoria (VRI):** se trata del volumen que ingresa al pulmón cuando, a partir de una inspiración normal, se hace una inspiración máxima voluntaria.

**c) Volumen de reserva espiratoria (VRE):** de modo contrario, si a partir de una espiración normal se hace una espiración máxima voluntaria, se obtendrá del pulmón un volumen de aire extra. A esto se le llama volumen de reserva espiratoria.

**d) Volumen residual (VR):** este concepto se refiere al volumen de aire que queda dentro del pulmón después de arrojar todo el aire que se pueda expulsar en una exhalación.



**Figura 1.** Representación gráfica de los diferentes volúmenes respiratorios.

Por su parte, las capacidades pulmonares se refieren a los distintos volúmenes de aire característicos en la respiración humana. El pulmón de un ser humano adulto sano puede almacenar entre cinco y seis litros de aire en su interior, pero una cantidad significativamente menor es la que se inhala y exhala durante la respiración. Al describir los procesos del ciclo pulmonar, en ocasiones es deseable que se consideren dos o más volúmenes pulmonares juntos. A dichas combinaciones de volúmenes se les denomina capacidades pulmonares:

**a) Capacidad inspiratoria (CI):** es la cantidad de aire que una persona puede respirar, comenzando en el nivel de una espiración normal y distendiendo al máximo sus pulmones (3,500 mL, aproximadamente). En otras palabras, la capacidad inspiratoria es la suma del volumen corriente y el volumen inspiratorio de reserva ( $CI = VC + VRI$ ).

**b) Capacidad pulmonar total (CPT):** es el volumen de aire que hay en el aparato respiratorio después de una inhalación máxima voluntaria, que corresponde aproximadamente a seis litros de aire. Es el máximo volumen al que pueden expandirse los pulmones con el máximo esfuerzo posible (5,800 mL, aproximadamente). Es decir, la capacidad pulmonar total es la suma del vo-

lumen corriente, el de reserva inspiratorio, el de reserva espiratorio y el residual ( $CPT = VC + VRI + VRE + VR$ ).

**c) Capacidad vital (CV):** es la cantidad de aire que es posible expulsar de los pulmones después de haber inspirado completamente. Son alrededor de 4.6 litros. La capacidad vital es el resultado de sumar el volumen de reserva inspiratorio con el volumen corriente y el de reserva espiratoria ( $CV = VRI + VC + VRE$ ).

**d) Capacidad funcional residual (CFR):** se refiere a la cantidad de aire que queda en los pulmones tras una espiración normal (2,300 mL, aproximadamente). Esto significa que la capacidad funcional residual es la adición del volumen de reserva espiratorio más el volumen residual ( $CFR = VRE + VR$ ).

En términos generales, la cuantificación de cada uno de estos volúmenes y capacidades en condiciones normales puede apreciarse en la tabla 2.

Así pues, una vez que se conozcan los valores de los diferentes volúmenes podremos entender qué es lo que sucede ante las diversas alteraciones patológicas, a los diferentes niveles, y de que forma el pulmón se va alterando.

| Valor                                 | Masculino (mL) | Femenino (mL) |
|---------------------------------------|----------------|---------------|
| Volumen corriente o tidal (VC o VT)   | 500            | 400-500       |
| Volumen de reserva inspiratoria (VRI) | 3100           | 1900          |
| Volumen de reserva espiratoria (VRE)  | 1200           | 800           |
| Volumen residual (VR)                 | 1200           | 1000          |
| Capacidad vital (CV)                  | 4600           | 3200          |
| Capacidad funcional residual (CFR)    | 2300           | 1800          |
| Capacidad pulmonar total (CPT)        | 5800           | 4200          |

Tabla 2. Valores normales aproximados de los diferentes volúmenes pulmonares<sup>3</sup>.

## Espirometría

La espirometría, que fue introducida a la clínica por John Hutchinson en 1844, consta de una serie de pruebas muy sencillas que miden la capacidad y la rapidez de los volúmenes respiratorios en la unidad de tiempo; dicho de otro modo, sirve para medir el volumen de aire que el aparato respiratorio puede movilizar en función de un determinado periodo de tiempo. Se trata de una técnica indispensable cuando se sospecha de una alteración respiratoria.

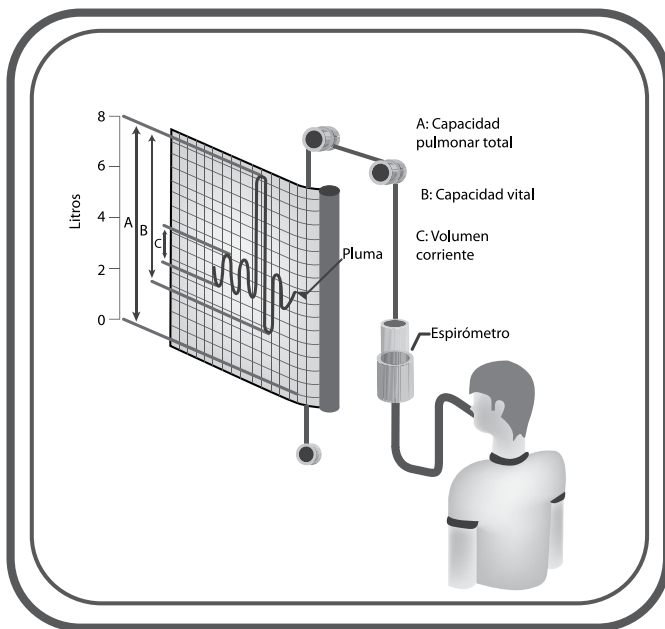


Figura 2. Espirómetro.

La prueba se realiza a una temperatura de entre 17° y 40° C. El paciente debe permanecer en reposo durante 15 minutos, tiempo durante el cual se le debe explicar en qué consiste el procedimiento para evitar que haya fugas alrededor de la pieza bucal (boquilla indeformable). A continuación, la persona realizará un esfuerzo inspiratorio máximo, seguido de una espiración forzada máxima y sostenida; estas maniobras se producen por triplicado<sup>4</sup>.

Se presentan a continuación las variables espirométricas más utilizadas:

a) **Capacidad vital forzada (CVF) o forced vital capacity (FVC)**. Es similar a la capacidad vital (VC), pero esta maniobra es forzada y con la máxima rapidez que el paciente pueda producir.

b) **Volumen espiratorio forzado (VEF y VEF1) o forced expiratory volume (FEV y FEV1)**. Es el máximo de volumen de aire espirado en el primer segundo desde una inspiración máxima. Probablemente, éste sea uno de los parámetros más utilizados en la clínica.

c) La relación entre las dos variables anteriores: FEV1/FVC.

d) **Flujo espiratorio máximo (FEM) o peak expiratory flow (PEF)**. También conocido como flujo espiratorio pico, es la tasa máxima de flujo que puede obtenerse por medio de una maniobra espiratoria forzada. Esta modalidad es una medida simple y reproducible de la obturación de las vías aéreas, toda vez que se correlaciona muy bien con el FEV1<sup>5</sup>.

Así, el análisis de estas variables permite clasificar a la ventilación pulmonar y sus trastornos en diferentes patrones:

- a) Normal.
- b) Obstrutivo, o de limitación del flujo aéreo.
- c) Restrictivo, o de limitación de volumen.
- d) Mixto, o combinación de los dos anteriores.

a) **Patrón normal**. Los valores de referencia se encuentran por encima del 80%.

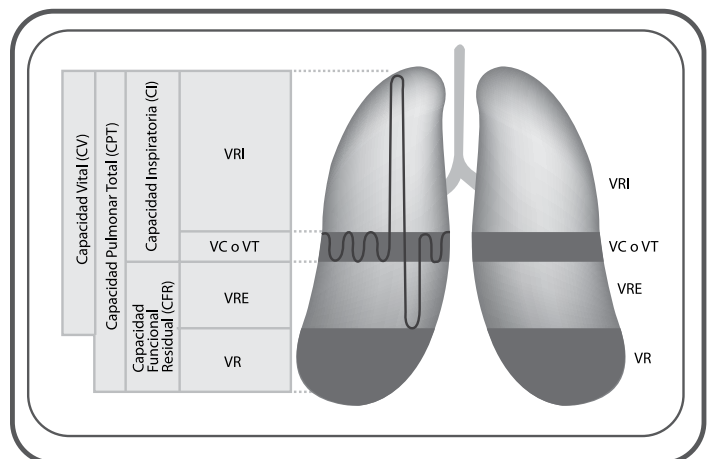


Figura 3. Patrón normal en la ventilación pulmonar.

**b) Patrón obstructivo.** Se refiere a la reducción del flujo aéreo que se produce por el aumento de la resistencia de las vías aéreas (asma, bronquitis), o bien, por la disminución de la retracción elástica del parénquima (enfisema). Dicho de otro modo, es la disminución del flujo espiratorio máximo con respecto a la capacidad vital forzada, y se detecta mediante la relación FEV1/FVC, la cual será menor del 70%.

Las causas de los patrones obstructivos son: la contracción del músculo liso que recubre la pared de los bronquios en un episodio agudo de asma; edema e infiltración celular inflamatoria de la mucosa; retención de secreciones; neoplasias; estenosis cicatricial; cuerpo extraño y disminución del soporte elástico de las vías aéreas intrapulmonares.

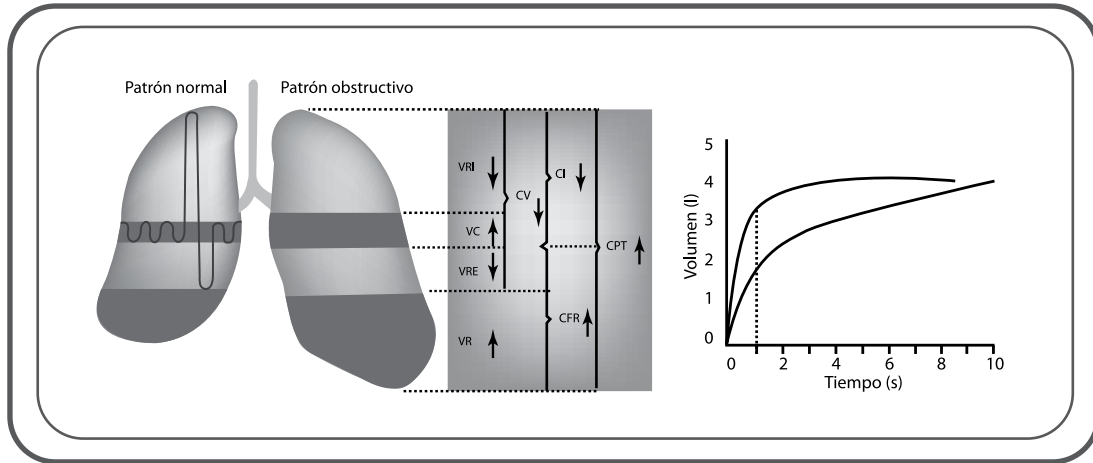


Figura 4. Patrón obstructivo en la ventilación pulmonar.

**c) Trastorno ventilatorio restrictivo.** Indica una disminución del volumen de aire que circula en las vías aéreas, la cual se produce por el decremento de la capacidad vital y la capacidad pulmonar total (CPT), ya sea por alteraciones del parénquima (fibrosis, ocupación, amputación), del tórax (rigidez, deformidad) o de los músculos respiratorios y/o de su innervación.

La capacidad pulmonar total es la suma de la capacidad vital y el volumen residual, por lo que para una identificación completa de la afección será necesario medir los volúmenes estáticos del pulmón, incluyendo el volumen residual (mediante pletismografía). En condiciones de consulta externa se sospecharía de una patología con restricción pulmonar si existe FVC disminuida, acompañada de un FEV1 disminuido.

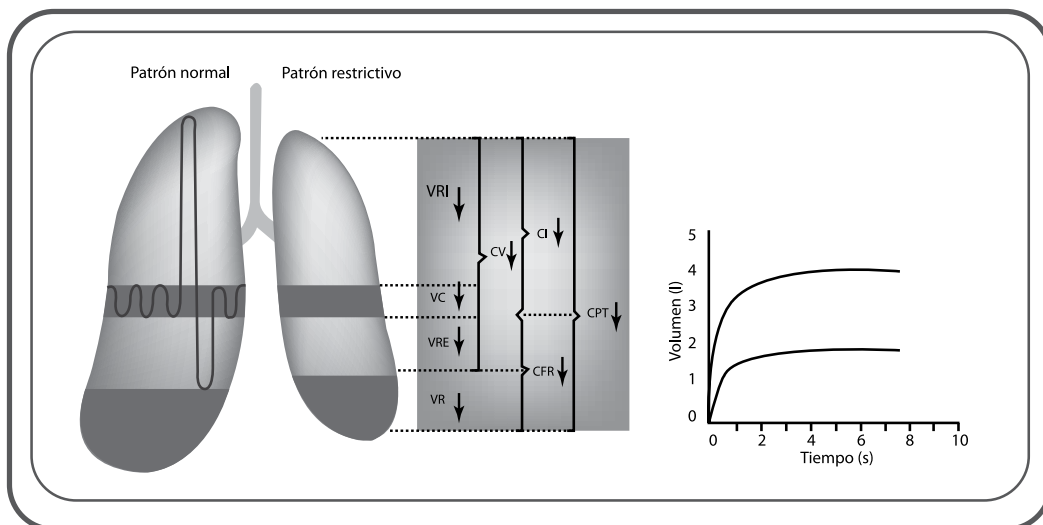


Figura 5. Trastorno ventilatorio restrictivo en la ventilación pulmonar.

**d) Patrón mixto.** Combina las características de los dos anteriores. Algunos pacientes con EPOC muy evolucionados, por ejemplo, tienen un grado de obstrucción tal que presentan cierto grado de atrapamiento aéreo. En estos casos, ese aire atrapado se comporta como volumen residual, por lo que disminuye la FVC. Para diferenciar esta situación de otra que tuviera realmente obstrucción y restricción (una bronquitis crónica en un paciente con fibrosis pulmonar, por ejemplo) hay que recurrir a un estudio completo de volúmenes pulmonares en un laboratorio de función pulmonar. En atención primaria sospecharemos de un síndrome mixto si encontramos en la espirometría una FVC disminuida, así como un FEV1 y un FEV1/FVC disminuidos.

El diagnóstico de EPOC se establece cuando el FEV1 está por debajo del 80% del predicho, o si la relación FEV1/FVC es menor a 0.7. Un FEV1 normal excluye el diagnóstico de EPOC.

Vale la pena señalar que al valorar una espirometría es recomendable analizar la relación FEV1/FVC para saber si existe una obstrucción de las vías aéreas; luego se debe hacer lo mismo con la FVC para comprobar si existe restricción, y por último el análisis correspondiente del FEV1.

Si lo que se pretende es valorar la respuesta al tratamiento de un paciente con obstrucción de vías aéreas, el parámetro más adecuado es el FEV1<sup>6</sup>.

|          | <b>Obstructivo</b> | <b>Restrictivo</b> | <b>Mixto</b> |
|----------|--------------------|--------------------|--------------|
| FVC      | Normal             | ↓                  | ↓            |
| FEV1     | ↓                  | ↓                  | ↓            |
| FEV1/FVC | ↓                  | Normal             | ↓            |

**Tabla 3.** Resumen de los patrones espirométricos.

Así pues, en la medida en que los resultados de las pruebas se alejen de los valores normales el paciente se encontrará en condiciones más graves; de modo contrario, si los valores regresan a la normalidad estaremos ante el medicamento adecuado. Este tipo de pruebas nos permitirán obtener un parámetro objetivo y cuantificable de la evolución del paciente.

## Contraindicaciones de una espirometría

En virtud de que una espirometría implica un esfuerzo importante por parte del paciente, es necesario

| <b>Trastorno obstructivo</b> |        | <b>Trastorno restrictivo</b> |        |
|------------------------------|--------|------------------------------|--------|
|                              | FEV1   |                              | FVC    |
| Leve                         | > 70%  | Leve                         | > 70%  |
| Moderada                     | 60-69% | Moderada                     | 60-70% |
| Moderadamente grave          | 50-59% | Moderadamente grave          | 50-60% |
| Grave                        | 35-49% | Grave                        | 34-50% |
| Muy grave                    | <35%   | Muy grave                    | <34%   |

**Tabla 4.** Clasificación de la gravedad en las enfermedades respiratorias, de acuerdo con la Sociedad Torácica Estadounidense (*American Thoracic Society*)<sup>7, 8</sup>.

tomar en cuenta que existen contraindicaciones relativas: presión diastólica en reposo >110 mmHg o presión sistólica en reposo >200 mmHg; lesiones espinales u oculares recientes; pacientes poco colaboradores o incapaces de realizar la prueba por debilidad; dolor, fiebre y disnea, así como falta de coordinación o psicosis.

Existen también contraindicaciones absolutas, como la enfermedad cardiovascular aguda o descompensada en los últimos tres meses, un infarto agudo del miocardio, insuficiencia cardíaca o un accidente vascular cerebral. También en pacientes que hayan presentado neumotórax en los tres meses previos, que tengan riesgo de hemoptisis o ruptura de aneurisma, así como enfermos que hayan sido sometidos a cirugía de tórax, abdomen, ojos u oídos en los últimos tres meses, o que tengan infecciones respiratorias agudas en las últimas dos semanas. Del mismo modo, se encuentran contraindicadas en pacientes con tuberculosis pulmonar activa y en casos de embarazo avanzado o complicado<sup>9</sup>.

La realización de la espirometría en un paciente asmático se realiza de una forma basal; pos-

teriormente, se repite la prueba con la administración de un broncodilatador (por lo general, salbutamol 200 $\mu$ ) para indagar si la obstrucción bronquial es reversible. Debe puntualizarse que una prueba normal no excluye el diagnóstico de asma y obliga a proseguir el protocolo de estudio en este tipo de pacientes, de allí que se recomiende un estudio de variabilidad del flujo espiratorio medio<sup>10</sup>.

La espirometría indicada en el preoperatorio tiene como objetivo:

- a) Identificar a la persona que presenta un riesgo pulmonar preoperatorio.
- b) Establecer regímenes terapéuticos preoperatorio y posoperatorio.

Dichas pruebas hacen posible que un candidato marginal se transforme en uno con riesgo aceptable. Si el FEV es menor del 50%, o si existen signos de compromiso del flujo aéreo, entonces deben indicarse estudios adicionales. Si después de una preparación intensa el volumen espiratorio forzado al primer segundo (FEV1) es menor que 1 L, entonces el riesgo puede calificarse de elevado.

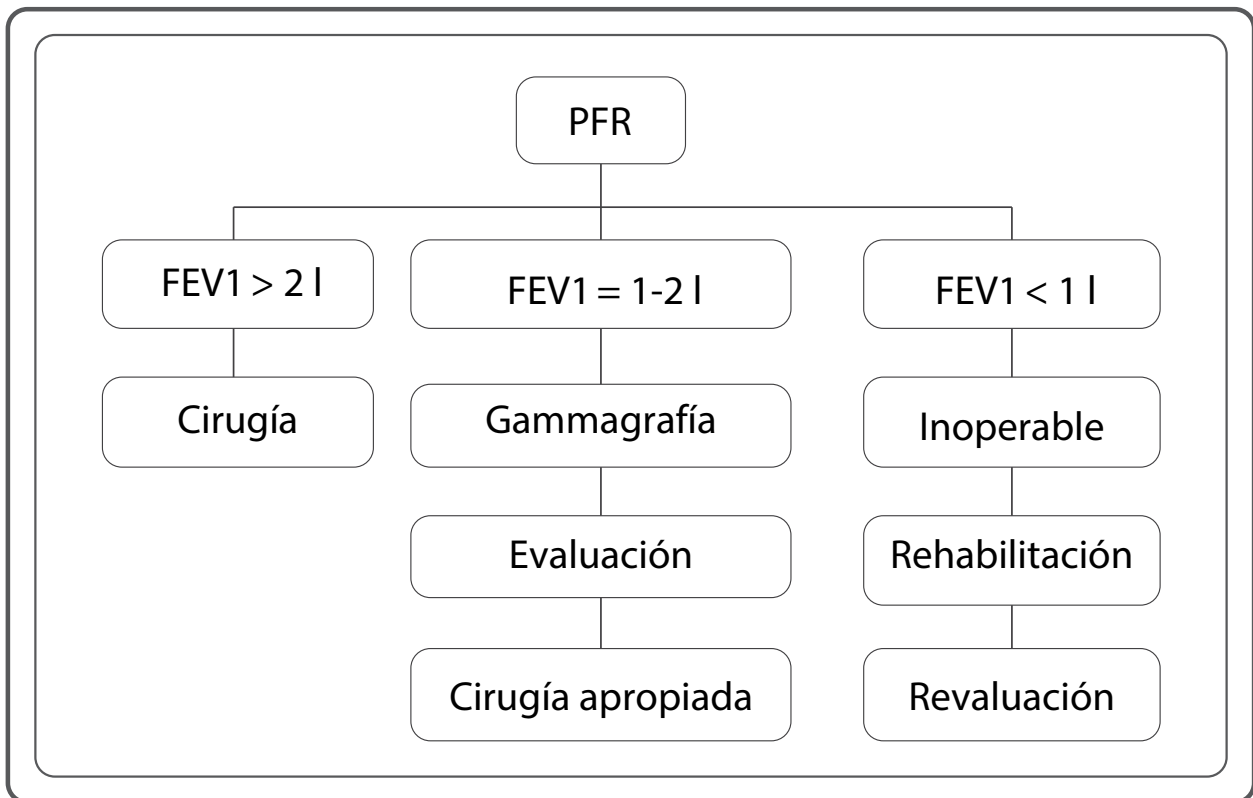


Figura 6. Papel de la espirometría en la valoración quirúrgica.



## Pulsioximetría

La pulsioximetría es una técnica no invasiva que mide la saturación de oxígeno de la hemoglobina en la sangre circulante. Se utiliza un pulsioxímetro, que es un método fotoeléctrico que se coloca en los dedos de la mano o del pie, o bien, en el lóbulo de la oreja del paciente. El aparato emite luces con longitudes de onda roja e infrarroja que viajan de manera secuencial de un emisor hasta un fotodetector a través del paciente. Al medir la absorbancia de cada longitud de onda causada por la sangre arterial (componente pulsátil), es posible calcular la saturación de oxígeno en sangre.

Esta metodología es muy útil, toda vez que permite valorar condiciones en donde la oxigenación del paciente puede variar rápidamente y de un momento a otro, como es el caso de las salas de urgencias y de terapia intensiva que atienden a pacientes neumopatas y con problemas cardiacos. También es muy útil para conocer la efectividad del tratamiento en individuos con padecimientos respiratorios crónicos.

En casos de EPOC, la pulsioximetría ayuda en el control de pacientes inestables con enfermedad grave, o bien, cuando se presenta empeoramiento de síntomas u otros signos de reagudización. Incluso

puede llegar a ser una herramienta que los pacientes pueden usar en casa para ayudarles en el manejo de su enfermedad bajo supervisión de sus médicos.

Es pertinente hacer énfasis en que la pulsioximetría es un complemento, pero no sustituye a la espirometría en la evaluación de pacientes con EPOC. Mientras que la espirometría nos proporciona el diagnóstico y la clasificación de la enfermedad, la pulsioximetría nos proporciona el grado de compromiso respiratorio en tiempo real. Así, debe puntualizarse que aunque la pulsioximetría es muy útil como auxiliar en la toma de decisiones ante un paciente con dificultad respiratoria, de ninguna manera puede sustituir una buena evaluación clínica; por lo tanto, los datos que proporciona no tienen un valor diagnóstico<sup>11</sup>.

Si tomamos como ejemplo al asma, podemos afirmar que la pulsioximetría complementa los datos obtenidos por la espirometría para valorar la gravedad de las exacerbaciones de los cuadros y su respuesta al tratamiento homeopático. Por otra parte, en casos de infección de vías aéreas inferiores, como neumonía, influenza o infecciones pulmonares relacionadas con el síndrome de inmunodeficiencia adquirida (VIH/sida), la pulsioximetría puede ser útil para evaluar la gravedad de la enfermedad y, junto con otros criterios, determinar cuándo se debe remitir al paciente a un tratamiento hospitalario.

| <b>Índice de saturación de oxígeno</b>                                    | <b>Conducta a seguir</b>  |
|---|---|
| 95%   | Medicación inmediata.   |
| 90-95%  | Tratamiento inmediato y monitorización de la respuesta al mismo; valoración; derivación al hospital.          |
| 81-90%  | Se considera un enfermo grave, con hipoxia severa. Obliga oxigenoterapia, tratamiento y traslado al hospital. |
| 80%   | Valorar intubación y ventilación mecánica.  |
| Niños con menos de 92% de saturación, remitir al hospital <sup>12</sup> . |   |

**Tabla 5.** Conducta clínica a seguir dependiendo del índice de saturación de oxígeno.

## Indicaciones, aplicación y utilidad

Existen algunas pruebas que complementan el estudio de la función pulmonar, como las gammagrafías de perfusión y las de ventilación/perfusión. Existe también la gasometría arterial, que debe considerarse como parte integral de los estudios de una valoración de la función respiratoria.

Así pues, en el manejo de los pacientes con problemas de vías aéreas inferiores será muy importante no solamente un adecuado interrogatorio para la recopilación de síntomas mentales, generales y particulares característicos, sino también una adecuada y profunda exploración física que permita dimensionar la gravedad del problema. Por otro lado, este tipo de estudios hace posible que se documente la mejoría del paciente, la cual es muy difícil de valorar si se atiende exclusivamente la opinión del enfermo o la primera opinión del médico, ya que en muchas ocasiones estas obstrucciones pulmonares existen aún sin generar síntomas.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Miller MR, Crapo R, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, *et al.* General considerations for lung function testing. *Eur Respir J.* 1 Jul 2005; 26: 153-161. doi: 10.1183/09031936.05.00034505. PMID: 15994402.

2. American Thoracic Society. Standardization of spirometry, 1994 update. *Am J Respir Crit Care Med.* Sep 1995; 152(3): 1107-1136. PMID: 7663792.

3. Wanger J, Clausen JL, Coates A, Pedersen OF, Brusasco V, Burgos F, *et al.* Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur Respir J.* Sep 2005; 26(3): 511-522. PMID: 16135736.

4. Arnedillo Muñoz A, Sánchez-Juanes MJ, Rodríguez González-Moro JM. La exploración funcional en Neumología: indicaciones y modalidades. *Medicine.* 1994; 6(65): 653-675.

5. Roca J, Burgos F, Sunyer J, Saez M, Chinn S, Antó JM, *et al.* Reference values for forced spirometry. Group of the European Community Respiratory Health Survey. *Eur Respir J.* Jun 1998; 11(6): 1354-1362. PMID: 9657579.

6. Griner PF, Mayewski RJ, Mushlin AI, Greenland P. Selection and interpretation of diagnostic tests and procedures. Principles and applications. *Ann Intern Med.* Abr 1981; 94(4 Pt 2): 557-592. PMID: 6452080.

7. American Thoracic Society. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. *Am Rev Respir Dis.* Nov 1991; 144(5): 1202-1218. PMID: 1952453.

8. Snider GL, Kory RC, Lyons HA. Grading of pulmonary function impairment by means of pulmonary function tests. *Dis Chest.* 1967; 52: 270-271.

9. Cooper BG. An update on contraindications for lung function testing. *Thorax.* Ago 2011; 66(8): 714-723. doi: 10.1136/thx.2010.139881. PMID: 20671309.

10. Dales RE, Spitzer WO, Tousignant P, Schechter M, Suissa S. Clinical interpretation of airway response to a bronchodilator. Epidemiologic considerations. *Am Rev Respir Dis.* Ago 1988; 138(2): 317-320. PMID: 3195831.

11. Sinex JE. Pulse oximetry: principles and limitations. *Am J Emerg Med.* Ene 1999; 17(1): 59-67. PMID: 9928703.

12. Jensen LA1, Onyskiw JE, Prasad NG. Meta-analysis of arterial oxygen saturation monitoring by pulse oximetry in adults. *Heart Lung.* Nov-Dic 1998; 27(6): 387-408. PMID: 9835670.