

## LA EVALUACIÓN FUNCIONAL EN EL EXAMEN DEL APARATO RESPIRATORIO

Las pruebas de Evaluación Funcional del aparato respiratorio cumplen un papel importantísimo dentro del examen neumonológico, son muy útiles en la detección de la enfermedad respiratoria, en el arribo a un diagnóstico definitivo cuando se correlaciona con los hallazgos clínicos y radiológicos y en el manejo de diversos trastornos pulmonares a través de la evaluación objetiva del grado de disfunción.

Los métodos utilizados para evaluar la función pulmonar varían desde las técnicas simples y estandarizadas como son la Espirometría y la medición del Flujo Espiratorio Pico (PEF) que pueden ser realizadas en cualquier consulta, hasta la evaluación de la función del diafragma que puede requerir elementos de alta sofisticación y hasta la colocación de catéteres intraesofágicos.

La elección de que prueba debemos efectuar o indicar dependen del propósito del estudio y pueden categorizarse como:

1) Aquellas que resuelven si los signos y síntomas como la disnea (sensación desagradable de falta de aire), la tos, la cianosis (coloración azulada de la piel y/o las mucosas) son de origen respiratorio.

2) Las que se emplean en el manejo y seguimiento de la evolución

de una enfermedad y su respuesta al tratamiento

3) Aquellas que evalúan el riesgo de desarrollo de una disfunción y/o complicaciones pulmonares resultantes de procedimientos quirúrgicos o la administración de fármacos

4) Las que cuantifican el grado de discapacidad de una enfermedad respiratoria laboral o ambiental.

5) Aquellas que sirven para efectuar estudios epidemiológicos en grupos de población bajo sospecha de padecer enfermedad pulmonar adquirida por exposición a polvos o vapores.

A modo introductorio vamos a explicar los volúmenes pulmonares que se movilizan normalmente durante el acto respiratorio. La cantidad de aire que inspiramos y espiramos en condiciones normales se conoce como Volumen Corriente (Tidal Volume) y es de aproximadamente 500 cc. Desde el punto de vista inspiratorio, la cantidad de aire que podemos inspirar forzosamente luego de haber realizado la inspiración normal se denomina Volumen de Reserva Inspiratorio y es de aproximadamente 3.100 cc. La suma del Volumen Corriente y el Volumen de Reserva Inspiratoria constituyen la Capacidad Inspiratoria.

*Luis Horacio Márquez*

Desde el punto de vista de la espiración la cantidad de aire que podemos espirar forzosamente luego de haber realizado una espiración normal (Volumen Corriente) se denomina Volumen de Reserva Espiratorio y es de aproximadamente 1.200 cc. La suma de los volúmenes inspiratorios y espiratorios constituye la Capacidad Vital.

A los fines prácticos podemos dividir a la evaluación funcional pulmonar en tres niveles de complejidad creciente, a saber:

*Un primer nivel* que comprende la medición de la Capacidad Vital (capacidad pulmonar funcionante) y del Flujo Espiratorio Máximo (flujo pico) y una evaluación de la capacidad de intercambio de gases de los pulmones mediante la investigación de las tensiones de gases en la sangre arterial (medición de oxígeno en la sangre arterial).

En el primer caso la Espirometría mide la magnitud absoluta de los volúmenes pulmonares y la rapidez con que estos pueden ser movilizados (Capacidad Vital, Flujo Espirado en el 1º segundo, Pico de Flujo, etc.). Y en el segundo caso la medición de los gases en la sangre arterial (Oxígeno, Dióxido de Carbono). (Figura 1)



Figura 1. Espirometría

*Un segundo nivel* que incluye la investigación de las subdivisiones de los volúmenes pulmonares, también llamados volúmenes pulmonares estáticos, como son la Capacidad Residual Funcional (FRC), la Capacidad Pulmonar total (TLC) y el Volumen residual (RV) mediante la técnica del Lavado de Nitrógeno o la de Dilución de Helio. Y la evaluación de la capacidad difusora del pulmón mediante la Difusión de Monóxido de Carbono (DLCO) que sirve para evaluar la función de membrana que posee el pulmón.

*El tercer nivel* queda reservado a los casos donde todavía existen dudas (luego de agotar los 2 niveles anteriores) en cuanto a la naturaleza y/o la gravedad de la enfermedad. Pueden emplearse una variedad de procedimientos que van desde la medición de la resistencia pulmonar, las presiones en la vía aérea, medición de la fuerza de los músculos respiratorios, pruebas de ventilación y perfusión con gases radiactivos (investigan como llega la sangre y el aire a los pulmones) y pruebas de reactividad bronquial con alérgenos inespecífico y específicos (pruebas de broncoprovocación).

En este Cuerpo Médico Forense como parte integrante de las evaluaciones neumonológicas se realiza una Espirometría Computarizada con Curva de Flujo Volumen basales y post inhalación de broncodilatores. Es un componente infaltable de la evaluación de los pacientes con síntomas respiratorios o enfermedad respiratoria conocida; pues ilustra sobre el patrón respiratorio y ayuda a determinar la magnitud del efecto de la enfermedad sobre la función pulmonar.

En esta sede judicial se evalúan un sinnúmero de patologías respi-

ratorias de los más diversos orígenes; entre las que destacamos:

a) El Asma Bronquial definida como una enfermedad de las vías aéreas caracterizada por obstrucción total o parcialmente reversible del flujo aéreo, aumento de la reactividad de los bronquios, desencadenada por múltiples orígenes (alérgicos, laborales, intrínsecos) y con presentaciones episódicas. Es importante destacar que es una patología muy frecuente pues en nuestro país afecta a alrededor del 5% de la población.

b) La Enfermedad Pulmonar (o Broncopulmonar) Obstructiva Crónica (EPOC-EBOC) que es una obstrucción generalmente irreversible al flujo aéreo, originada por el Enfisema o por la Bronquitis Crónica y relacionado estrechamente con el hábito de fumar. Estando caracterizado el primero por cambios destructivos permanentes con agrandamiento de los espacios aéreos (bullas) más allá del bronquiolo terminal; y la segunda por la presencia de tos con expectoración la mayor parte de los días, durante 3 meses de dos años consecutivos.

c) Neumoconiosis (o simplemente Coniosis) que es la enfermedad originada por la inhalación de polvos (inorgánicos, inmunológicos y gases irritantes y humos) entre los que más comúnmente hemos observado, están el Asbesto, el Silice, el Hierro, el Bario y el Carbón.

d) Enfermedades toracopulmonares resultantes de secuelas de cirugía, traumatismos, heridas de armas (blancas y de fuego), quimioterapia, radioterapia y malformaciones.

La Espirometría consiste en el análisis bajo circunstancias controladas de la magnitud absoluta

de los volúmenes pulmonares y la rapidez con que estos pueden ser movilizados. Es la medición de los cambios en los volúmenes pulmonares durante maniobras respiratorias claramente definidas.

Como prueba objetiva de la función respiratoria la Espirometría fue estandarizada por Hutchinson en 1860.

La prueba puede ser realizada mediante un Espirómetro de fuelle o de campana (sistema de recolección del aire sellado por membrana o por agua respectivamente) con un sistema de inscripción montado en un soporte que se desplaza a una velocidad deseada y mide volúmenes en función del tiempo (Fig. 2, 3 y 4)



Figura 2. Espirómetro de Campana  
(Del manual CIBA Collection  
of Medical Illustrations Vol 7)

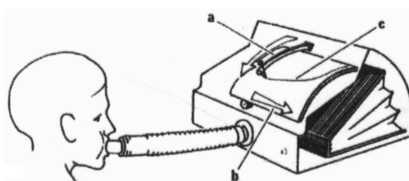


Figura 3. Espirómetro de Fuelle

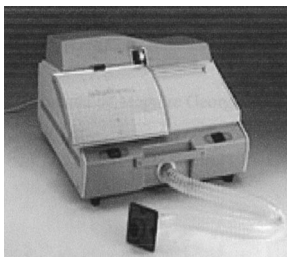


Figura 4. Espirómetro de Fuelle modelo

También puede ser realizada mediante un Neumotacógrafo, que consta de un cabezal que transforma el flujo turbulento que pasa a través del, en flujo laminar y mide la diferencia de presión entre los dos extremos del neumotacógrafo, esta diferencia de presión es directamente proporcional al flujo. Un transductor transforma la señal de presión en señal eléctrica, que luego de ampliada y procesada es integrada al sistema de computación del equipo, que puede o no contar con una impresora. Es decir este sistema mide flujos aé-



Figura 5. Espirómetros Micromedical (sin y con impresora propia)

reos. (Fig. 5)

Para que la espirometría tenga valor clínico debe ser realizada cumpliendo condiciones determinadas que afectan tanto al instrumento como a la forma de ejecución de las maniobras; esto se denomina estandarización y ha sido predeterminado para el instrumental por las normas ATS (Ameri-

can Thoracic Society) y ACCP (American College of Chest Physicians) en cuanto a tiempo de respuesta, reproducibilidad, etc. Y para la maniobra espirométrica, que siempre debe tener en cuenta que el comienzo debe ser brusco y se debe continuar expulsando el aire hasta alcanzar un flujo prácticamente cero, la bondad del esfuerzo se debe constatar mediante el análisis gráfico del trazado, deben realizarse al menos 3 maniobras y la variabilidad entre las mismas debe ser menor al 5%.

El resultado de la Espirometría está influenciado por una serie de factores que incluyen, además de la ya mencionada exactitud del equipo, el número y calidad de las maniobras realizadas, el conocimiento, la motivación y el entendimiento del procedimiento a realizar. Es decir que es un procedimiento que requiere necesariamente comprensión y una amplia colaboración por parte del que realiza la prueba.

La interpretación de los resultados de las pruebas de función pulmonar se basa en el grado de desviación de los valores normales predichos calculados a partir de ecuaciones de regresión que toman en cuenta atributos conocidos que contribuyen a variaciones de la función pulmonar e incluyen edad, sexo, altura, peso y raza.

Cada laboratorio utiliza las ecuaciones de predicción de valores teóricos que más se ajustan a la población en estudio; las más utilizadas son las de Morris, las de Crapo y las de Knudson.

En la figura 6 A se muestra un gráfico de una espirometría en rango normal; como se observa habitualmente en los individuos sanos en el primer medio segundo de la prue-

ba se elimina el 60 % de la Capacidad Vital Forzada (FVC), luego de un segundo el 83%, a los dos segundos el 93%, a los tres segundos el 97% y a los 3,5 segundos el 100%. A pesar de esto se le solicita al paciente que continúe espirando forzosamente durante al menos 6 segundos y se considera normal si alcanza como mínimo el 80% del teórico predicho.

El Flujo en el primer segundo de la espiración (FEV1), que es un indicativo de cómo circula el aire por los bronquios de gran tamaño, en las personas sanas es aproximadamente entre el 70% y el 75% de la Capacidad Vital. También debe alcanzar como mínimo un 80% del teórico establecido para ser considerado normal.

En la relación entre el FEV1 y la Capacidad Vital Forzada, habitualmente llamada Índice de Tiffeneau o FEV1% ( $\text{FEV1}/\text{FVC} \times 100$ ) el resultado debe ser superior a 75% para ser considerado normal.

En base a los resultados podemos encontrarnos básicamente con tres posibles situaciones.

a) Si la Capacidad Vital Forzada (FVC) está disminuida por debajo del 80% nos encontramos con un cuadro "Restrictivo" como ocurre en las enfermedades que aumentan la rigidez de la caja torácica o de la piel, o en las enfermedades que afectan a los músculos de la respiración, en las disminuciones del pulmón (neumonías, cirugías) y en las alteraciones de la pleura (derrames, fibrosis o neumotórax)

b) Si el Índice de Tiffeneau y el FEV1 están reducidos nos encontramos ante un cuadro "Obstructivo" como ocurre en el Asma, el

EPOC, las estenosis de la vía aérea y las parálisis de las cuerdas vocales.

c) Si todos los índices están disminuidos es muy probable que nos encontremos ante un cuadro mixto (obstructivo restrictivo) pero habitualmente para certificar esta condición es necesario realizar otras investigaciones más precisas.

En la figura 6 se muestran típicas curvas normales y patológicas.

Una vez establecido el diagnóstico, el paso siguiente consiste en medirlo desde el enfoque de su gravedad. Habitualmente se considera que las disminuciones de los valores por debajo del 80% y hasta el 60% se consideran del tipo leve. Las disminuciones entre el 60% y el 50% se consideran de carácter moderado y las que están por debajo del 50% se consideran severas.

La clasificación en distintos grados de severidad permite correlacionar el mismo con los estadios que establecen los distintos baremos para poder luego establecer el grado de incapacidad.

Los Baremos actualmente en uso en nuestro medio están basados en un criterio funcional, es decir que el estado funcional del aparato respiratorio es el que traza la línea directriz al establecer el grado de incapacidad.

Es así que el Baremo Nacional (Decreto 478/98) para el Sistema Integrado de Jubilaciones y Pensiones establece 4 estadios; en el primero no hay incapacidad y los valores espirométricos deben ser normales, es decir superiores al 80%. En el Estadio II la incapaci-

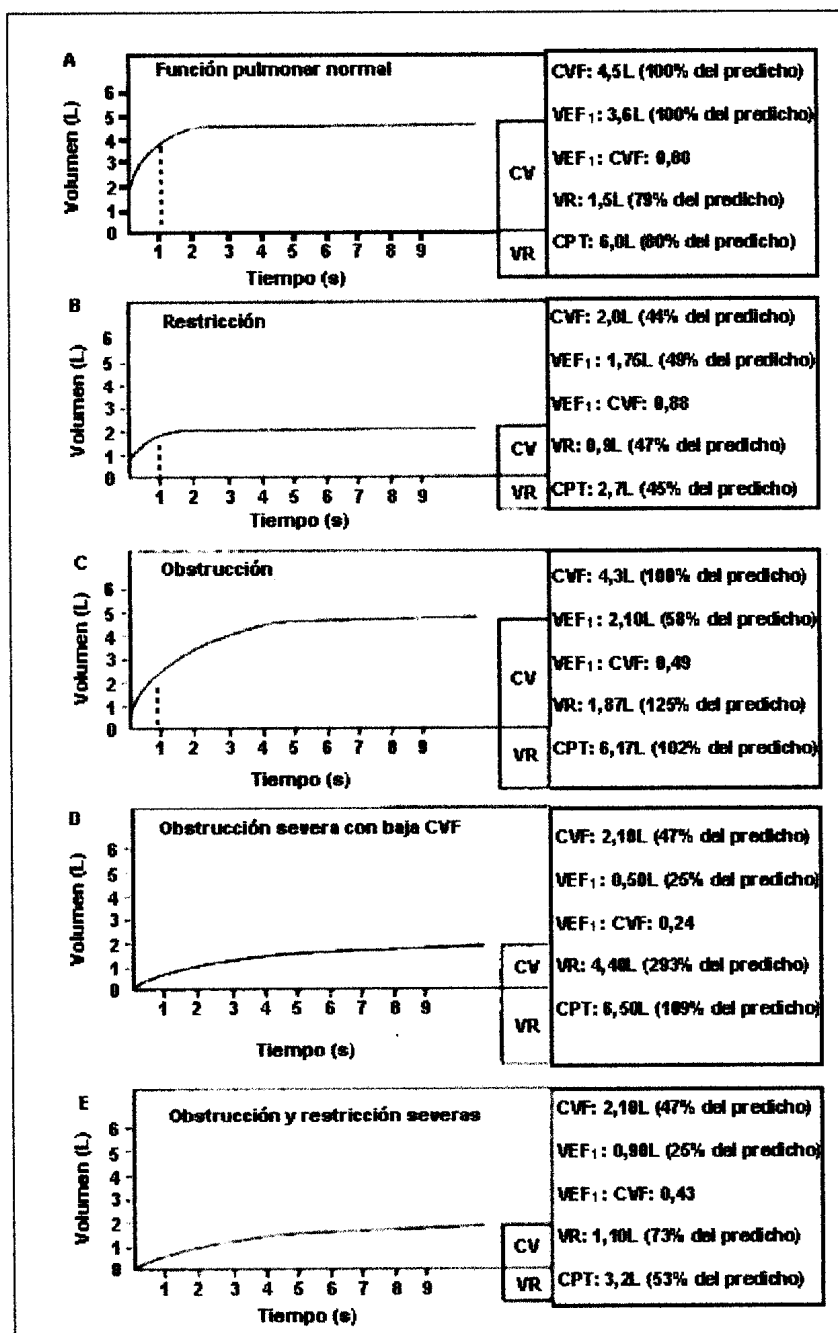


Figura 6. Distintos tipos de curvas espirométricas (tomada de Maguire George P.)

dad puede alcanzar hasta el 33% y los valores espirométricos deben encontrarse entre el 65% y el 80%, es decir un compromiso leve. El Estadio III fija la incapacidad entre un 33% y un 66% y los valores de la espirometría deben encontrarse entre el 65% y el 50% es decir un compromiso funcional leve o mo-

derado. Por ultimo el Estadio IV regula la incapacidad mayor al 66% y los valores de la espirometría deben ser inferiores al 50%, es decir un compromiso grave.

El Baremo Nacional para las Aseguradoras de Riesgos de Trabajo (ART) Ley 24.557 establecen 5

estadios. En el Estadio I la espirometría debe ser normal, es decir los valores deben ser superiores al 80% y no asigna incapacidad. El Estadio II establece una incapacidad de hasta un 30% y los valores espirométricos deben encontrarse entre el 65% y el 80%, lo que se considera un compromiso funcional de grado leve. El Estadio III fija una incapacidad que puede oscilar entre un 35% y un 50% y los valores de la espirometría deben estar entre un 65% y un 50%, lo que equivale a un compromiso funcional leve a moderado. El Estadio IV establece una incapacidad de entre un 55% y un 70% y los valores espirométricos deben ser inferiores al 50% lo que se considera un compromiso funcional grave. El Estadio V se aplica a la insuficiencia respiratoria terminal y otorga una incapacidad de entre el 70% y el 90%

A pesar que en los últimos 40 años se han desarrollado un número importante de pruebas para evaluar la función pulmonar la espirometría continua teniendo la importancia de una herramienta simple, practica y segura.

## BIBLIOGRAFÍA

- González Montaner Luis J.MD y González Montaner Pablo J MD *Enfermedad Broncopulmonar Obstructiva Crónica - EBOC* - Edición 2000.
- Mazzei J.A.MD y Gene R.J.MD *Biblioteca de Medicina Tomo III Neumología* El Ateneo Edición 1992.
- Fraser Robert G.MD, Paré Peter J. A.MD, Paré P.D.MD, Fraser Richard S.MD, Genereux George P.MD *Diagnostico de las enfermedades del Tórax Vol I, 3º Edición*, Editorial. Panamericana
- Cossio Pedro MD y colaboradores *MEDICINA, semiología-clínica-tratamiento 4º Edición*.
- Reader Claudio R. MD y Suarez Luis D. MD *Pruebas Funcionales respiratorias, su semiología y su valor clínico* Editorial El Ateneo, Edición 1985.
- American Thoracic Society *Standardization of Spirometry 1994 Update* Am J. Respir. Crit Care Med vol 152 pp 1107-1136, 1995
- Agustín A. GN. *Función Pulmonar Aplicada, puntos clave* Mosby / Doyma Libros Ed 1992.
- Maguirre George P MD y Kleinhenz Mary Ellen MD *Cómo y porqué utilizar la Espirometría en el*
- Consultorio The Journal of Respiratory Diseases-Ed Argentina- Vol 3 N° 1 1996 pp 6-20.
- Pennock Bernard E. PhD, Cottrell Joseph J. MD, Rogers Robert M. MD *Pulmonary Function Testing What is Normal?* Arch Intern Med Vol 143, Nov 1983 pp 2123-2127
- Brewis R. A. L. MD. F.R.C.P *Practical Pulmonary Function Tests* The Practitioner Nov 1977 Vol 219 pp 681-691.
- American Thoracic Society *Evaluation of impairment/Disability secondary to respiratory disorders* American Review of Respiratory Disease 1986 pp 1205-1209
- Miller Albert MD *Diagnostico en fisiología pulmonar: el espectro de alteraciones* Allergy Proceedings Vol VIII N° 3 - Mayo-Junio 1994 pp22-28 (Edición Española)
- Kikuchi Yoshihiro MD & Takishima Tamotsu MD. *Essentials of Clinical Spirometry* RT International Fall 1993 pp 43-47.
- Abbate Eduardo H. MD, Gené Ricardo J. MD, Jolly Enrique C., Luna Carlos M. MD *Medicina Respiratoria Texto de neumonología* Librería Editorial AKADIA Edición 1998.