

## **ESPIROMETRÍA Y SATURACIÓN DE OXÍGENO. PRUEBAS BÁSICAS DE FUNCIÓN PULMONAR.**

Jordi Giner y Montse Torrejón. Departament de Pneumologia. Hospital de la Sta. Creu i Sant Pau. Barcelona

El estudio de la función pulmonar, hasta hace pocos años reservada exclusivamente a los laboratorios de función pulmonar de los grandes hospitales, está cada día más cerca de poder ser utilizada desde la cabecera del enfermo hasta los centros de atención primaria. El primer gran paso fue la posibilidad de realizar espirometrías con equipos, relativamente sencillos y baratos, lo que extendió su utilización. Desde hace unos años también podemos valorar fácilmente una parte del estado del intercambio de gases, la aparición del pulsioxímetro facilitó conocer la saturación de oxígeno (SatO<sub>2</sub>). En el presente taller repasaremos las utilidades y limitaciones de ambas técnicas.

### **Pulsioximetría.**

#### **¿Qué es la pulsioximetría?**

La oximetría de pulso o pulsioximetría es la medición, no invasiva, del oxígeno transportado por la hemoglobina en el interior de los vasos sanguíneos.

#### **Historia.**

Algunos años antes de que Clark diseñara el electrodo para medir la PO<sub>2</sub> ya había estudios sobre la Saturación de Oxígeno (SatO<sub>2</sub>) aplicados a los aviadores de la II Guerra Mundial que fallecían por hipóxia durante sus vuelos. De estas aplicaciones se basó el primer pulsioxímetro comercializado por Hewlett-Packard. Este equipo utilizaba ocho longitudes de onda distintas de una luz procedente de un filtro de disco rotatorio y que se transmitía mediante un cable de fibra óptica. Su gran tamaño y la necesidad de realizar mediciones solamente durante cortos períodos de tiempo lo hicieron poco útil. En 1974 Takuo Aoyagi pone las bases de la pulsioximetría tal y como la conocemos actualmente, pero aún se necesitaron unos años hasta que la tecnología fue suficientemente asequible para su comercialización, en parte gracias a la

aparición de los LED (diodos emisores de luz) y a la incorporación de la microinformática.

### **¿Cómo funciona?**

El color de la sangre varía dependiendo de lo saturada de oxígeno que se encuentre, debido a las propiedades ópticas del grupo hemo de la molécula de hemoglobina. Cuando la molécula de hemoglobina libera oxígeno pierde su color rosado, adquiriendo un tono más azulado y deja pasar menos la luz roja. Así pues el pulsioxímetro determina la saturación de oxígeno midiendo espectrofotométricamente el 'grado' de azules de la sangre arterial y expresa esta 'azulez' en términos de saturación. Dado que la absorción de luz de los tejidos y de la sangre venosa son constantes, cualquier cambio en la absorción de la luz entre un tiempo dado y uno posterior se deben exclusivamente a la sangre arterial. Los pulsioxímetros miden pues la relación, en un intervalo de tiempo, entre las diferencias de absorción de las luces rojas e infrarroja. Esta relación se vincula directamente con la saturación de oxihemoglobina.

### **Limitaciones de la SatO<sub>2</sub> .**

- Alteraciones de la hemoglobina (MetHB o COHb).
- Colorantes y pigmentos en la zona de lectura (uñas pintadas)
- Fuentes de luz externa
- Hipoperfusión periférica.
- Anemia.
- Aumento del pulso venoso.
- No detecta hiperóxía.
- No detecta hipoventilación.

### **Indicaciones.**

En general son útiles en los cuidados de pacientes en los que se prevea una alteración en la oxigenación o para valorar determinadas terapéuticas:

- Destress respiratorio, neumonía, etc
- Cianosis.
- Valoración de tolerancia al ejercicio.
- Evaluación o control de oxigenoterapia.
- Control de oxigenoterapia o ventilación asistida.
- Apneas del sueño.

- Etc.

### **Utilización.**

En primer lugar deberá obtenerse información sobre la utilización correcta de cada modelo, y si es preciso saber adecuar las necesidades que tengamos al modelo correcto, ya que en el mercado hay muchos modelos distintos con un amplio abanico de posibilidades de trabajo a través de diferentes programas.

Eliminar pinturas de uñas en el caso de utilizar sensores de dedal.

Se explicará al paciente en que consiste la medición, insistiendo en la necesidad de mover el mínimo el dedo y no desplazar el sensor.

Realizar la medición lejos de una fuente de luz importante, focos, etc.

En caso de realiza mediciones continuas durante mucho tiempo cambiar, al menos cada 8 horas, de localización, para evitar lesiones de la piel.

Los sensores de clip no deben comprimir en exceso, ya que podría alterar la medición.

### **La espirometría.**

La correcta realización de la espirometría depende , en gran medida, de una serie de factores que vamos a analizar seguidamente:

#### **El habitáculo.**

Debe de ser un espacio exclusivo para la realización de espirometrías, ya que durante su realización deberá estimularse al paciente para la obtención de un esfuerzo máximo y para ello el técnico deberá realizarse un grito de estímulo. El habitáculo deberá ser suficiente para que quepan el equipo, el material antropométrico, un sillón confortable para el paciente y el espacio de trabajo del técnico.

#### **El equipo.**

El equipo mínimo para la realización de espirometrías es, además del espirómetro, el material antropométrico: balanza y tallímetro, una estación meteorológica (termómetro, barómetro y psicrómetro) si no los lleva incorporados el propio espirómetro. En cuanto al espirómetro tenemos muchos modelos distintos en el mercado. Todos ellos pueden ser buenos o malos pero como mínimo deben de cumplir los siguientes requisitos:

1. Medir un volumen mínimo de 8 litros (los de volumen)
2. Poder acumular señal durante 30 seg.
3. Medir con una exactitud de un mínimo del 3% o 50ml.
4. Determinar el inicio de la maniobra por extrapolación retrógrada.
5. Tener una resistencia inferior a 1.5cmH<sub>2</sub>O/L/s a un flujo de 12Ls<sup>-1</sup>.
6. Tener registro gráfico 'on line'.

#### **El técnico.**

Para la dirección de las maniobras espirométricas deberá contarse con un técnico que cumpla:

1. Tener capacidad de relación con los pacientes
2. Tener conocimientos de física y biología relacionados con la neumología
3. Tener conocimientos informáticos
4. Conocer el funcionamiento del equipo
5. Tener conocimientos de patología respiratoria

Con todos estos conocimientos y con el trabajo supervisado por un periodo razonable, podrá trabajar con independencia.

#### **El procedimiento.**

El primer paso para la realización de espirometrías es la **CALIBRACIÓN** del equipo. Para ello realizaremos la calibración, utilizando una jeringa de no menos de 3l. Esta medición se realizará diariamente antes de comenzar a realizar maniobras con los pacientes. Se realizaran tres emboladas de la jeringa a distintos flujos: alto, medio y bajo. Además de esta calibración diaria realizaremos otra cada 15 días o un mes, dependiendo de la cantidad de espirometrías que se realicen, a una persona patrón, de la que se conocerán los resultados espirométricos. Ello nos servirá de control ante supuestos mal funcionamiento del equipo.

Todas las calibraciones, así como las incidencias del equipo, quedaran registradas en la libreta de mantenimiento.

El siguiente paso será el **REGISTRO DE DATOS**. Junto con los resultados de la maniobra deberá anotarse: la fecha de la prueba, los datos antropométricos del paciente (peso, con ropa ligera; talla, descalzo; edad y sexo) y posibles incidencias farmacológicas (haber tomado broncodilatadores, 6 ó 12 horas para los de corta y larga duración respectivamente). Los datos antropométricos nos servirán para obtener los **VALORES DE REFERENCIA**.

Estos parámetros que acostumbran a escogerlos el fabricante por defecto, y deberán ser conocidos por el laboratorio y ser idóneos para el lugar. Para escoger, de entre los muchos que se disponen, los más indicados puede hacerse el siguiente procedimiento: realizar 10 espirometrías (5 hombres y 5 mujeres) sanos. Aplicar las ecuaciones que se consideren más oportunas y escoger las que se parezcan más a los datos del grupo estudiado. En el informe debería indicarse que ecuaciones se han utilizado.

Una vez cubiertos los pasos anteriores podemos empezar con el **PROCEDIMIENTO** las maniobras. En primer lugar se explicará al paciente en que consiste la prueba que va a realizar, pidiéndole un esfuerzo máximo durante la maniobra y que no deberá detener hasta que se le indique. El paciente deberá estar sentado, con la espalda recta y la nariz tapada. No deberá cruzar las piernas y el técnico deberá vigilar que durante la realización de las maniobras espiratorias no curve el tórax, para ello puede colocar la mano sobre su hombro. Las instrucciones para la realización de la maniobra se detallan seguidamente:

1. *Coja todo el aire que pueda (inspiración máxima)*
2. *Póngase la boquilla en la boca (mordiéndola y sin obstruirla con la lengua)*
3. *Sople fuerte y seguido, más, más, ...*
4. *Coja todo el aire que pueda, más, más, ... (en caso que se mida la maniobra inspiratoria).*

Una vez finalizada la maniobra deberá inspeccionarse, prestando atención al inicio, el transcurso y la finalización.

Las características que deberá cumplir el inicio de la maniobra son:

- Inicio rápido, brusco y sin vacilaciones
- Volumen extrapolado inferior o igual a 150 ml ó 5% de la FVC, el mayor de los dos criterios.

En general el volumen extrapolado es difícil de calcular, pero es uno de los parámetros que el equipo nos debe calcular.

El transcurso de la maniobra deberá describir una curva cóncava, sin muescas ni artefactos.

La finalización de la maniobra no debe ser brusca, la maniobra debe terminar de forma suave e intentaremos que como mínimo el tiempo de la

espiración sea de 6 seg. Este criterio es difícil de cumplir en gente joven y no por no cumplirlo deberá de desecharse. El criterio de finalización debe cumplir que el flujo acumulado en el último segundo sea inferior a 30ml.

Dado que estos criterios, volumen extrapolado y finalización, son difícilmente calculables el espirómetro debería darnos un mensaje de atención en el caso de que no se cumplan.

Una vez obtenida la maniobra y decidido si la aceptamos como válida deberemos realizar una segunda y tercera, como mínimo, hasta obtener dos maniobras técnicamente aceptables en las que la FVC y el FEV<sub>1</sub> no difieran en más de 200ml. El número de maniobras que realizaremos no será mayor de 8, ya que solamente conseguiremos cansar al paciente y difícilmente obtendremos mejores resultados.

De las dos maniobras aceptables escogeremos la mejor FVC y el mejor FEV<sub>1</sub>, independientemente de la maniobra en la que se hayan obtenido. El resto de parámetros, flujos, los obtendremos de la maniobra que tenga mejor suma de la FVC y FEV<sub>1</sub>.

## Referencias

- Hanning CD, Lassey D. Pulsioximetría en la Unidad de Cuidados Intensivos, en Net A. Ediciones Barcelona
- Giner J., Casan P., Berrojalbiz MA., Burgos F., Macian V., Sanchis J. Cumplimiento de las recomendaciones SEPAR sobre la espirometría. Arch Bronconeumol 1996; 32: 516-522
- Tam Eaton, Steve Withy, Jeffrey E Garrett, Jill Mercer, Robert ML Whitlock, Harry H Rea. CHESt 1999; 116:416-423
- Sanchis J, Casan P, Castillo J, González Mangado N, Palenciano L, Roca J. Normativa de la espirometría forzada. SEPAR 1985
- European Respiratory Society. Standardized Lung Function Testing Eur Respir J. 1993,6 Suppl 16
- American Thoracic Society. Standardization of spirometry: 1994 updat. Am J Respir Crit Care Med 1995;152:1107-1136