


# Pulso oxímetros:

## Conociendo el nivel de oxígeno en la sangre

➤ \*Ing. Bernardo de la Rocha Pérez, M.C. Ana Virginia Contreras García,  
Dra. Haydey Álvarez Allende.

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua,  
\*Estudiante de la Maestría en Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, UACH  
FINGUACH Año 4, Núm. 13, septiembre - noviembre 2017



**P**ara poder sobrevivir el cuerpo requiere alimento, agua y oxígeno, pero de estos tres factores el último es sin duda el más importante. Un ser humano puede perder el conocimiento en sólo unos minutos a falta de oxígeno. Por suerte es tan abundante en el medio ambiente que con cada respiración se tiene la seguridad de que habrá suficiente oxígeno para el cuerpo. Sin embargo existen condiciones médicas que podrían ocasionar que nos hiciera falta oxígeno, como problemas respiratorios o alguna enfermedad pulmonar.

Pero ¿qué ocurriría si no tenemos oxígeno suficiente? Los resultados podrían ser peores que un simple desmayo, al no haber suficiente oxígeno en cada respiración el nivel de oxígeno en el cuerpo disminuye gradualmente y se entra en un estado de hipoxia (falta de oxígeno) cuyos síntomas iniciales son un aumento en la frecuencia respiratoria y en el ritmo cardiaco además de ansiedad, fatiga y dolor de cabeza. Si la hipoxia se prolonga por unos minutos los síntomas empeoran gravemente, el funcionamiento cerebral puede verse comprometido ocasionando desorientación e incluso alucinaciones; el corazón acelera su ritmo tratando de mandar oxígeno a todo el cuerpo ocasionando taquicardia; la piel empieza a tornarse de color azul, en este punto si la hipoxia no es tratada de inmediato el ritmo cardiaco y la presión arterial disminuyen ocasionando la muerte.

Existen otras causas por las que el nivel de oxígeno en la sangre puede bajar, desde hacer ejercicio, cambios de altitud, hasta fumar y beber alcohol. Esto no significa que el simple hecho de hacer ejercicio ocasione que se entre en un estado de hipoxia, pero si se combinan algunos de estos factores es posible que se reduzca el nivel de oxígeno de manera considerable perjudicando la salud.

La hemoglobina (Hb) es el componente de la sangre que se encarga de transportar oxígeno y otros gases a través del cuerpo. Ésta se presenta de varias formas dependiendo de qué gas esté transportando, en el caso del oxígeno es llamada Oxihemoglobina ( $\text{HbO}_2$ ). De esta forma el nivel de oxígeno en la sangre o saturación de oxígeno se refiere a la relación que existe entre la Hb y  $\text{HbO}_2$ , los valores normales a nivel del mar son de 95% a 100%; valores por debajo de 90% se consideran como un estado de hipoxia leve, mientras que un valor por debajo de 80% corresponde a una hipoxia severa donde se compromete el funcionamiento de los órganos.

Existen diversos métodos para medir el nivel de oxígeno en la sangre, pero uno que ha ganado popularidad en los últimos años es la pulso oximetría, una técnica no invasiva que mide la saturación de oxígeno

periférica ( $SpO_2$ ) es decir, mide el oxígeno en partes del cuerpo alejadas del corazón como lo son dedos, pies y orejas. La ventaja de este método es que prácticamente es instantánea y el dispositivo utilizado para realizar la medición, pulso oxímetro u oxímetro de pulso puede caber en la palma de la mano.

El funcionamiento de un pulso oxímetro es muy sencillo y se basa en dos fenómenos físicos, el primero es la capacidad que tiene una sustancia de absorber luz y el segundo son los cambios de presión y volumen en la sangre generados por las pulsaciones del corazón. La absorción de la luz está descrita por la ley de *Beer-Lambert*, ésta establece que cada sustancia absorbe la luz en diferentes longitudes de onda (diversos colores) en distintas cantidades. Además, esa ley relaciona la absorción de la luz con la concentración de la sustancia. Toda sustancia obedece esta ley, incluyendo la sangre y el oxígeno dentro de ella, por lo que es posible conocer la  $SpO_2$  si conocemos la absorción de cada una de estas sustancias.

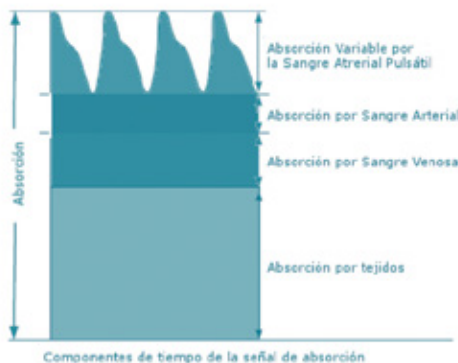


Figura 1.

Sin embargo surge un problema, como se puede apreciar en la Figura 1, los demás fluidos y tejidos que se encuentran alrededor del área en la que se quiere medir la  $SpO_2$  absorben luz en grandes cantidades y pueden ocasionar mediciones erróneas. Es aquí donde entran los cambios de presión y volumen, estos ocasionan que las concentraciones de hemoglobina sean variables y por lo tanto su absorción también lo es debido a que los tejidos que no son de interés no presentan este comportamiento y permanecen constantes, es posible tomar en cuenta sólo los valores arrojados por la hemoglobina y eliminar aquellos que permanecen constantes durante la medición, simplificando de manera significativa el proceso y obteniendo valores más confiables.

Un pulso oxímetro puede dividirse en dos componentes principales, cada uno de ellos de igual importancia. El primer componente es el sensor y el otro es el microprocesador que controla al sensor, ya que es necesario medir la absorción de la HbO

y la Hb, el sensor debe utilizar dos luces de colores diferentes para poder distinguir entre las dos hemoglobinas. La luz se hace incidir en el dedo, pie u oreja y mediante la ley *Beer-Lambert* es posible calcular la diferencia entre las concentraciones de las hemoglobinas y determinar la  $SpO_2$ .

Ahora, el sensor por sí solo no es capaz de realizar la medición y mucho menos de procesar la información. Es por esto que se utiliza el microprocesador, el cual controla al sensor basado en el segundo fenómeno físico mencionado anteriormente (cambio de presión) de forma que enciende las fuentes de luz de forma intercalada, primero una y luego la otra; cabe destacar que la luz por ser un medio analógico y continuo tiene que ser convertido a un valor digital y discreto (discontinuo) por lo que es necesario tomar el mayor número de mediciones que sea posible, sin comprometer el desempeño, de tal modo que no se pierda información valiosa en la conversión. Además el microprocesador se encarga de calcular los valores deseados, aunque lo que se busca es la  $SpO_2$ , algunos pulso oxímetros también muestran el pulso cardíaco junto con la gráfica de pulsaciones.



Aunque su funcionamiento es sencillo, los pulso oxímetros suelen ser costosos o poco confiables, los de grado médico pueden llegar a costar alrededor de los 10 000.00 MXN y los más baratos del mercado están cerca de los 200.00 MXN, desafortunadamente son dispositivos genéricos de mala calidad que arrojan valores inciertos. Sabiendo esto es posible escoger un pulso oxímetro que se adapte a las necesidades, por lo que no hay excusa para no tener uno y conocer los niveles de oxígeno que se tienen al hacer ejercicio o al estar en la oficina.

#### Referencias

- Barker, S. J. (2002). Principles of pulse oximetry technology. Consultado el 3 de Mayo de 2017, en Oxymetri.org: <http://www.oximetry.org/pulseox/principles.htm>
- Kamat, V. (2002). Pulse oximetry. Indian J. Anaesth, 46(4) 261-268.