



# **EPOC.1.5. ANEXO DE USO E INTERPRETACIÓN DE LA OXIMETRIA DE PULSO Convenio 519 de 2015**

Bogotá D.C. agosto del 2016

**ALEJANDRO GAVIRIA URIBE**  
**Ministro de Salud y Protección Social**

**FERNANDO RUIZ GÓMEZ**  
**Viceministro de Salud Pública y Prestación de Servicios**

**CARMEN EUGENIA DÁVILA GUERRERO**  
**Viceministra de Protección Social**

**GERARDO BURGOS BERNAL**  
**Secretario General**

**ELKIN DE JESÚS OSORIO S.**  
**Director de Promoción y Prevención**



**Organización  
Panamericana  
de la Salud**



**Organización  
Mundial de la Salud**

OFICINA REGIONAL PARA LAS **Américas**

**GINA WATSON LEWIS**  
**Representante OPS/OMS Colombia**

**WILMER MARQUIÑO**  
**Asesor Control de Enfermedades y análisis en  
salud**

**ANDRES SUANCA SIERRA**  
**Administrador Representación OPS/OMS  
Colombia**

**LUCY ARCINIEGAS MILLÁN**  
**Oficial de Programas y Gestión de Proyectos**

## REFERENTES TÉCNICO ADMINISTRATIVOS DEL CONVENIO

**JAIRO ACOSTA RODRIGUEZ**  
**Seguimiento MSPS**

**JOSÉ VALDERRAMA VERGARA**  
**Subdirección de Enfermedades No Transmisibles - MSPS**

**YOLANDA INES SANDOVAL GIL**  
**Profesional Especializado**  
**Subdirección de Enfermedades No Transmisibles-MSPS**

**ANA MARIA PEÑUELA**  
**Supervisión MSPS**

**DIANA MACELA PLAZAS**  
**Seguimiento MSPS**

**FRANKLYN PRIETO ALVARADO**  
**Consultor Nacional**  
**OPS/OMS**

**PATRICIA VEGA MORENO**  
**Administradora Convenios OPS/OMS**

**MARIA DEL PILAR DUARTE**  
**Seguimiento MSPS**

**JAIRO ACOSTA RODRIGUEZ**  
**Seguimiento MSPS**

**CONSULTORÍA****FUNDACIÓN SANTA FE DE BOGOTÁ**  
**Institución privada****DARIO LONDOÑO TRUJILLO. MD, MSc.****Médico Internista - Neumólogo. Neumólogo Institucional del Hospital Universitario de la Fundación Santa Fe de Bogotá y Director de eje de Salud Pública de la Fundación Santa fe de Bogotá.****RAFAEL ACERO COLMENARES. MD.****Médico Internista - Neumólogo. Neumólogo Institucional del Hospital Universitario de la Fundación Santa Fe de Bogotá. Profesor Asociado Facultad de Medicina de la Universidad de los Andes.****AUDREY PIOTROSTANALSKI. MD.****Medica Internista – Neumóloga. Presidenta del Capítulo del eje cafetero de la Asociación Colombiana de Neumología y Cirugía del Tórax.****NESTOR CORREA. MD.****Médico Internista. Investigador del eje de Salud Pública de la Fundación Santa Fe de Bogotá.****LUISA FERNANDA GÜELL CAMACHO****Enfermera especialista en Cuidado respiratorio y Entrenamiento físico para la Salud. Coordinadora del programa de Rehabilitación Pulmonar del Hospital Universitario de la Fundación Santa Fe de Bogotá.****XIMENA CORREA****Fisioterapeuta especialista en Rehabilitación Cardio-pulmonar.****ANGELICA DORADO****Química Farmacéutica. Hospital Universitario de la Fundación Santa Fe de Bogotá.****SIMON TOMASI****Geógrafo. Investigador visitante del Eje de Salud Pública de la Fundación Santa Fe de Bogotá.****CLAUDIA MARCELA MORENO. MSc.****Enfermera Epidemióloga. Asesora de estructuración del ASIS.**

Este documento ha sido elaborado en el marco del Convenio 519 de 2015 suscrito entre el Ministerio de Salud y Protección Social y la Organización Panamericana de la Salud.

Los productos resultantes del Convenio son propiedad de las partes. No podrán ser cedidos a ninguna persona natural o jurídica sin el consentimiento previo, expreso y escrito de la otra parte

## Contenido

EPOC.1.5. ANEXO DE USO E INTERPRETACIÓN DE LA OXIMETRIA DE PULSO ..	1
<b>1. Oximetría de pulso: Generalidades .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Valores normales.....</b>	<b>8</b>
<b>3. Uso clínico. ....</b>	<b>10</b>
<b>4. Recomendaciones de uso .....</b>	<b>12</b>
<b>5. Definición de Hipoxemia y uso de la SpO2 .....</b>	<b>13</b>
<b>6. Referencia: .....</b>	<b>13</b>

## 1. Oximetría de pulso: Generalidades

El oxígeno es indispensable para el adecuado funcionamiento de todas las células y órganos del cuerpo humano, ingresa del aire ambiente a los alvéolos donde entra en contacto con la circulación y se realiza intercambio de gases. El oxígeno pasa a la sangre donde una parte permanece como oxígeno disuelto (Presión arterial de O<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>), pero la mayoría es captada por la hemoglobina que lo transporta a los tejidos. Un gramo de hemoglobina transporta 1,36 ml de oxígeno (hemoglobina 100% saturada (SaO<sub>2</sub>)). La cantidad de oxígeno que se transporta a los tejidos (contenido arterial de oxígeno, CaO<sub>2</sub>) depende principalmente de la cantidad de hemoglobina y de su saturación con oxígeno ( $CaO_2 = (Hgb \times 1,36 \times SaO_2)$  y en menor proporción del oxígeno disuelto ( $+ (PaO_2 \times 0.0031)$ ))

Cuando se habla de saturación arterial de oxígeno (SaO<sub>2</sub>) se hace referencia a que proporción (%) de la capacidad total de la hemoglobina está ocupada por oxígeno, a más saturación de oxígeno la hemoglobina toma color rojo brillante.

La oximetría (1,2,3) de pulso se basa en la diferencia en la absorción de ondas de luz por hemoglobina oxigenada y desoxigenada. El oxímetro tiene un diodo que emite ondas de luz roja hasta casi infrarroja, un foto iodo al otro extremo que detecta la luz transmitida o reflejada a través del tejido, y un microprocesador que puede identificar y separar el componente pulsátil (arterial) del no pulsátil (venoso), y de acuerdo a la absorción de las ondas de luz calcular la saturación arterial de oxígeno (SaO<sub>2</sub>) de la hemoglobina pulsátil (arterial) usando el promedio de medidas repetidas en un periodo de tiempo. El resultado obtenido es el porcentaje de saturación de oxígeno de la hemoglobina en sangre arterial (SaO<sub>2</sub>), por ser medido con oxímetro de pulso se denomina SpO<sub>2</sub>, además con el número de pulsaciones informa la frecuencia cardiaca por minuto.

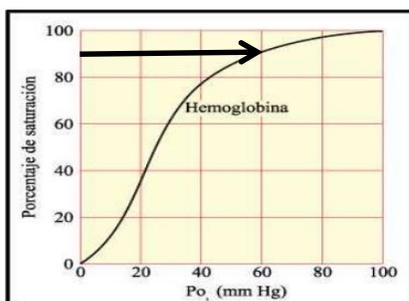
## 2. Valores normales

El oxígeno disuelto es captado por la hemoglobina, la relación entre la presión arterial de oxígeno y la saturación de oxígeno de la hemoglobina (afinidad de la hemoglobina por el oxígeno) se describe en la curva de disociación de la hemoglobina que es sigmoidea (Figura No.1).

Inicialmente esta relación es pendiente y pequeños aumentos en la presión de oxígeno aumentan significativamente la SaO<sub>2</sub>, cuando la PaO<sub>2</sub> llega alrededor de 60 mmHg la curva pierde inclinación, se hace más horizontal y al llegar a 70 mmHg (SaO<sub>2</sub> aprox 90-92%) la curva se hace más plana, casi horizontal y a pesar de aumentar la presión de oxígeno la SaO<sub>2</sub> aumenta muy poco o nada si la hemoglobina está 100% saturada (aprox PaO<sub>2</sub> de 100 mmHg).

Viendo la curva en sentido contrario, la presión arterial de oxígeno puede disminuir de más de 100 mmHg hasta 65 - 70 mmHg y la SaO<sub>2</sub> baja de 100 a 90%. Cuando la PaO<sub>2</sub> disminuye de 70 y especialmente menor de 60 mmHg, pequeños cambios en la PaO<sub>2</sub> causan caídas grandes en la SaO<sub>2</sub> y por lo tanto en el contenido arterial de oxígeno.

La afinidad de la hemoglobina por el oxígeno, y por lo tanto la relación entre la PaO<sub>2</sub> y la SaO<sub>2</sub> se modifica por diversos factores, principalmente la temperatura, la presión arterial de dióxido de carbono (PaCO<sub>2</sub>) y la concentración de hidrogeniones (pH). El aumento de cualquiera de estos factores disminuye la afinidad de la Hb por el O<sub>2</sub>, es decir desplaza la curva hacia la derecha y abajo y se necesita más presión de oxígeno para lograr la misma SaO<sub>2</sub>.

**CURVA DE DISOCIACIÓN DE LA HEMOGLOBINA**

La PaO<sub>2</sub> y la SaO<sub>2</sub> disminuyen cuando aumenta la altitud sobre el nivel del mar, a nivel del mar la SaO<sub>2</sub> normal esta entre 95 y 100%.

Un estudio en Colombia (4) evaluó la SaO<sub>2</sub> en 264 hombres y mujeres sanas entre 18 y 30 años en altitudes entre 970 mt y 2600 mt sobre el nivel del mar, (tabla ) encontrando pocas diferencias pero siendo menor a 2600 mt (SaO<sub>2</sub> promedio hombres 93,6 % vs 94,8% mujeres 93,6% vs 96,4%). Hay que tener en cuenta que en adultos mayores la PaO<sub>2</sub> y SaO<sub>2</sub> tiende a disminuir con la edad. En Bogotá, la presión arterial de oxígeno (PaO<sub>2</sub>) puede pasar de 68 – 70 mmHg en menores de 30 años a 62- 60 mmHg en hombres y mujeres mayores de 70 años, esto que corresponde a una SaO<sub>2</sub> calculada de 94% y 92%, respectivamente (5).

En Medellín, 1538 mt sobre el nivel del mar, un estudio (6) de 76 adultos sanos entre 20 y 45 años encontró una PaO<sub>2</sub> media 80 mmHg, (IC95%: 79,7-81,5) que corresponde a una SaO<sub>2</sub> calculada de 96%, similar a la hallada en el estudio anteriormente mencionado (1520 mt: 95,5%).

Saturación arterial de oxígeno en diferentes alturas en población sana en Colombia.

Altitud sobre nivel del mar	SaO <sub>2</sub> % Hombres Media (IC95%)	SaO <sub>2</sub> % Mujeres Media (IC95%)
970mt	94,8 (94,1-95,4)	96,4 (95,7 - 97,1)
1520	95,5 (94,9-96,1)	95,6 (94,9 - 96,2)
1728	95,7 (95,3-96,2)	96,1 (95,6 - 96,6)
1923	95,1 (94,3-95,8)	96 (95,6-96,3)
2180	95,2 (94,6-95,9)	95,4 (94,9-95,9)
2600	93,6 (93,2-94)	94,4 (94,1-94,8)

Nutr Hosp. 2015;32(5):2309-2318

### 3. Uso clínico.

El principal uso de la oximetría de pulso en la evaluación del paciente con enfermedad respiratoria crónica es detectar pacientes con hipoxemia y graduar la cantidad de oxígeno que necesitan para corregirla (Fracción inspirada de oxígeno, FIO<sub>2</sub>). Identificar estos pacientes es muy importante en la práctica clínica ya que el uso adecuado de oxígeno en estos pacientes ha demostrado que mejora la disnea, la calidad de vida, la capacidad de ejercicio y aumenta la sobrevida.

Otro uso importante de la oximetría es detectar hipoxemia durante las exacerbaciones de asma o de la EPOC.

La indicación de uso de oxígeno crónico está dada por la presión arterial de oxígeno (PaO<sub>2</sub> menor 55 mmHg) y no por la SaO<sub>2</sub>, por lo tanto todo paciente con disminución de la SaO<sub>2</sub> debe tener confirmación con unos gases arteriales antes de indicar el uso de oxígeno, a no ser que sea imposible hacer los gases arteriales y la SaO<sub>2</sub> se encuentre significativamente disminuida después de al menos tres meses de tratamiento y revisar las causas posibles de error en la medición.

En el nomograma usado para calcular la Saturación arterial de oxígeno mediante el pH y la PaO<sub>2</sub>, una PaO<sub>2</sub> de 55 mmHg corresponde a saturaciones arteriales

de oxígeno (SaO<sub>2</sub>) entre 86% y 90% dependiendo del pH de la sangre (pH 7,35 a 7,45).

Un metanálisis (7) en niños busco cuando se debe administrar oxígeno a niños en diferentes altitudes propone como límite para altitud de 2500 mt sobre el nivel del mar SpO<sub>2</sub> de 90% y SpO<sub>2</sub> de 85% a 3000 mt.

Una guía de uso clínico de oximetría (8) desarrollada por International COPD Coalition, World Family Doctors , International Primary Care Respiratory Group sugiere que a nivel del mar los pacientes con la EPOC y SaO<sub>2</sub> menor de 92% deben ser evaluados con gases arteriales y que quienes tenga SaO<sub>2</sub> menor de 88% debe iniciar oxigenoterapia crónica y si no es posible tener gases arteriales y la FIO<sub>2</sub> se debe ajustar para tener una SaO<sub>2</sub> mayor de 90%.

A pesar de no tener evidencia suficiente para definir cuándo sospechar hipoxemia en las diferentes alturas y en diferentes edades, sugerimos guiarnos por los datos que tenemos y los conceptos fisiológicos mencionados y recomendamos a menos de 2200 mts de altitud sospechar hipoxemia cuando la SpO<sub>2</sub> es menor de 92% y definir desaturación y probable hipoxemia significativa cuando la SpO<sub>2</sub> es menor de 88%. A 2600 mts sugestivo de hipoxemia SpO<sub>2</sub> menor de 90% e hipoxemia significativa y pensar en usar oxígeno cuando la SpO<sub>2</sub> es menor de 85-86%

Altitud sobre nivel del mar	sugestivo hipoxemia SpO <sub>2</sub> %	Sugestivo hipoxemia significativa. SpO <sub>2</sub> %
Nivel del mar a 2200 mt	< 92%	< 88%
2600	< 90%	< 86%

Factores que afectan la medición (1,2,3)

Factores		Recomendación
Perfusión	Presión arterial baja, choque, hipotermia, obstrucción arterial, no detecta componente pulsátil	Revisar intensidad y regularidad de la señal de pulso
SpO2	El cálculo de la SaO2 no es adecuado para saturaciones menores de 80%	Se debe confirmar con gases arteriales, cooximetría.
Alteraciones hemoglobina CarboxiHgb, MetaHgb	tiene espectro de absorción de luz similar a la oxiHgb, aumenta falsamente la SpO2	No se debe usar para evaluar SaO2 .en estos casos
Color de piel, ictericia	No interfiere, cuando SaO2 menor de 90% pieles muy oscuras pueden sobreestimar SpO2 en 2%	
Esmaltes	Esmaltes oscuros (café, negro, azul) disminuyen poco la SpO2.	Se recomienda remover esmalte.
Hipocratismo digital	Causa disminución SpO2 hasta 8%	No medir en los dedos, usar sensores de oreja.
Anemia	No interfiere con hemoglobinas más de 5 gr./dl	
Luz ambiental	La luz usada en interiores tiene poco efecto sobre la medida.	Evitar luz intensa sobre el sensor.

#### 4. Recomendaciones de uso

1. Calibración: no hay una recomendación definida sobre calibración y validación, sugieren calibración o validación de los sensores no desechables cada 1 a 2 años.
2. Desinfección: no se requieren medidas especiales, se debe limpiar y desinfectar entre pacientes de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Se puede limpiar la zona de contacto con un paño húmedo o con alcohol. Quien lo usa debe lavarse o desinfectarse las manos entre paciente.
3. Sitio de uso: verificar perfusión y temperatura del lugar donde se coloca, piel debe estar seca. En adultos generalmente en un dedo de la mano, en recién nacidos y lactantes en el grueso artejo o en el dorso de la mano. Se pueden usar sensores para el lóbulo de la oreja.

4. Colocación del sensor: colocar el fotodiodo emisor de luz (luz roja) hacia el lecho ungueal y el fotodiodo receptor (no emite luz) en el lado opuesto.
5. Los sensores de dedo demoran un poco en estabilizar la medida, se debe asegurar que la onda de pulso es adecuada en intensidad y ritmo, mantener el dedo sin movimiento.
6. Si no logra onda de pulso de buena intensidad y ritmo, ni medidas estables, cambie el sensor de sitio.

## **5. Definición de Hipoxemia y uso de la SpO<sub>2</sub>**

1. Sospecha de hipoxemia, solicitar gases arteriales
  - a. Altitud  $\leq$  2200 mts SpO<sub>2</sub> < 92%,
  - b. Altitud 2600 a 3000 mts SpO<sub>2</sub> < 90% e hipoxemia significativa y pensar en usar oxígeno cuando la SaO<sub>2</sub> es menor de 86%.
2. Hipoxemia significativa, tome gases arteriales y si no es posible inicie oxigenoterapia crónica.
  - a. Altitud  $\leq$  2200 mts SpO<sub>2</sub> < 88%,
  - b. Altitud 2600 a 3000 mts SpO<sub>2</sub> < 86%.

## **6. Referencia:**

1. Official guidelines from the Thoracic Society of Australia and New Zealand. *Respirology* (2014) 19, 38–46

2. Palacios M. S, Alvarez C, Schonfeldt L, Cespedes J, et al. Sociedad Chilena de enfermedades respiratorias. Guía para realizar oximetría de pulso en la práctica clínica Rev Chil Enf Respir 2010; 26: 49-51
3. Organización Mundial de la salud. Manual de oximetría de Pulso global. <http://www.lifebox.org/wp-content/uploads/2012/11/WHO-Pulse-Oximetry-Training-Manual-Final-Spanish.pdf>
4. Trompetero González AC, Cristancho Mejiía E, Benavides Pinzón E, et al. Comportamiento de la concentración de hemoglobina, el hematocrito y la saturación de oxígeno en una población universitaria en Colombia a diferentes Alturas. Nutr Hosp. 2015;32(5):2309-2318
5. Darío Maldonado, Mauricio González-García, Margarita Barrero, Alejandro Casas, Carlos Torres-Duque. Reference Values For Arterial Blood Gases At An Altitude Of 2640 Meters. Abstrac American Thoracic Society Congress 2013. Fundación Neumológica Colombiana Bogotá – Colombia. [www.neumologica.org](http://www.neumologica.org)
6. Héctor Ortega, Amira Millán, Gladys Elena Mesa Gasimetría arterial en población adulta sana de la ciudad de Medellín. Acta Med Colomb 2002; 27: 98-102
7. Rami Subhi,<sup>1</sup> Katherine Smith,<sup>2</sup> Trevor Duke<sup>3</sup> When should oxygen be given to children at high altitude? A systematic review to define altitude specific hypoxaemia. Arch Dis Child 2009; 94:6–10.
8. International COPD Coalition, World Family Doctors , International Primary Care Respiratory Group (Clinical use of pulse oximetry. [http://www.internationalcopd.org/documents/English/Pulse\\_Oximetry\\_Pocket\\_Guide.pdf](http://www.internationalcopd.org/documents/English/Pulse_Oximetry_Pocket_Guide.pdf)),