



**El valor de la pulsoximetría en el diagnóstico de enfermedades de la vía  
respiratoria superior e inferior en residentes de la altura atendidos en la  
consulta externa**

**The diagnostic value of pulse oximetry in patients with upper and lower  
respiratory tract diseases in high altitude residents treated in the outpatient  
clinic**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE MÉDICO CIRUJANO**

**ALUMNO(S):**

**LEON ABARCA, JUAN ALONSO**

**GARCIA JAKSETIC, AMADEUS RUISEÑOR**

**ASESOR(ES):**

**ACCINELLI TANAKA, ROBERTO ALFONSO**

**LIMA - PERÚ**

**2020**



## **Jurados**

1. Coordinador del Jurado: Oscar Gayoso Cervantes, MD
2. Profesor Calificador: Enrique Sergio Valdivia Nuñez, MD
3. Profesor Calificador: Enrique Renzo Morello Bustios, MD

## **Asesores de tesis**

- Roberto Alfonso Accinelli Tanaka, MD MPH

### **Dedicatoria**

- Dedicamos el trabajo a las personas que viven en condiciones desfavorables, con la esperanza que la producción científica de la academia contribuya a su progresivo bienestar general.

### **Agradecimientos**

- Se agradece a Julio Cesar Matayoshi Diaz, MD que colaboró con las bases de datos originales usadas en el presente estudio.

### **Fuentes de financiamiento**

- Autofinanciado

### **Declaración del autor**

- Los autores declaramos no presentar conflictos de interés en la concepción, desarrollo y publicación del presente estudio.

## **Tabla de contenidos**

Introducción	1
Material y Métodos	7
Resultados	10
Discusión	14
Conclusiones	20
Referencias bibliográficas	21
Tablas, gráficos y figuras	26

## **Resumen**

**Antecedentes:** La saturación periférica de oxígeno es un método no invasivo que refleja el estado oxigenatorio de una persona, sin embargo no ha sido estudiada ampliamente en la población adulta en la altura que se presenta en la consulta externa con enfermedades de las vías respiratorias superiores e inferiores.

**Objetivo:** Evaluar la utilidad de la pulso oximetría como discriminador entre enfermedades de la vía aérea superior versus inferior.

**Material y métodos:** Se analizó 7848 pacientes de 18 a 65 años con enfermedades respiratorias altas y bajas y pacientes que acudieron para exámenes generales que contaran con registros de signos vitales, pulso oximetría y antropometría atendidos en la consulta externa en la altura (2750m). Para el análisis de medias se usó el test de T de Student y análisis ANOVA en caso existan tres grupos de variables. Se realizó el análisis ROC para establecer la capacidad de los signos vitales de discernir entre enfermedades de las vías respiratorias altas y bajas.

**Resultados:** La SpO<sub>2</sub> se relaciona débilmente con la frecuencia cardiaca, respiratoria, temperatura, edad e IMC. El análisis ROC de funciones vitales y pulsooximetría revela la no utilidad de éstas como discriminadores de enfermedades de las vías respiratorias superiores e inferiores.

**Conclusiones:** La poca utilidad de la pulso oximetría puede deberse a que los pacientes evaluados se presentaron la consulta externa presentando principalmente condiciones que afectaron la vía aérea superior. Este signo vital debe estudiarse aún en pacientes que acuden con condiciones respiratorias de emergencia en la altura.

**Palabras clave:** enfermedades respiratorias, saturación periférica de oxígeno, altura.

## **Abstract**

**Background:** Peripheral oxygen saturation is a non-invasive method that reflects the oxygenation status of a person, however, it has not been extensively studied in the adult population at high altitude that consult in the outpatient clinic with diseases of the upper and lower respiratory tract.

**Objective:** To assess the usefulness of pulse oximetry as a discriminator between upper versus lower airway diseases.

**Material and methods:** We analyzed 7848 patients aged 18 to 65 with upper and lower respiratory diseases and patients who attended general examinations with records of vital signs, pulse oximetry and anthropometry attended at the outpatient clinic at high altitude (2750m). For the analysis of means, the Student's t-test and ANOVA analysis were used if there were three groups of variables. ROC analysis was performed to establish the ability of vital signs to discern between upper and lower respiratory tract diseases.

**Results:** SpO<sub>2</sub> is weakly related to heart rate, respiratory rate, temperature, age, and BMI. The ROC analysis of vital functions and pulse oximetry reveals their non-utility as a discriminator of diseases of the upper and lower respiratory tract.

**Conclusions:** The little utility of pulse oximetry may be due to the fact that the evaluated patients presented the outpatient clinic with mainly conditions that affected the upper airway. This vital sign should be studied in patients who come with emergency respiratory conditions at high altitude settings.

**Keywords:** respiratory diseases, perypheral oxygen saturation, altitude.

## Introducción

La oxigenación es uno de los procesos básicos para el funcionamiento correcto del ser humano, necesaria para el adecuado funcionamiento del metabolismo y homeostasis de éste. Por ello es necesario conocer los parámetros que existen para medirla de tal forma que exista una forma práctica de identificar individuos en riesgo de condiciones específicas que causan o son causadas por la hipoxemia, esto es, niveles bajos de oxígeno en la sangre (a diferencia de la hipoxia, que es la baja concentración de oxígeno en el aire inhalado). Algunas medidas existentes son la SaO<sub>2</sub> (saturación arterial de oxígeno), PaO<sub>2</sub> (tensión arterial de oxígeno), PAO<sub>2</sub> (tensión alveolar de oxígeno), gradiente alveolo arterial, el ratio PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, el ratio arteriolo alveolar y el índice de oxigenación (usado ampliamente en neonatos con hipertensión pulmonar persistente)<sup>1</sup>.

La saturación de oxígeno arterial periférica (SpO<sub>2</sub>), llamada a veces “el quinto signo vital”<sup>2</sup>, es una medida de oxigenación de los tejidos corporales. La medición adecuada depende del tejido y la condición en la que se realiza la medición, así como de factores hemodinámicos como la presión arterial y temperatura. Ésta puede ser estimada a través de la pulso oximetría<sup>3</sup> que posee la ventaja de ser un procedimiento rápido, no invasivo y que provee datos continuos<sup>4</sup>. Asimismo posee la desventaja de no poder detectar o medir la hiperoxemia, ventilación (no mide la presión parcial de CO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>) y presión parcial de oxígeno arterial (PaO<sub>2</sub>). El pulso oxímetro se basa en que la luz roja es absorbida por la deoxihemoglobina en el espectro de los 600-750 nm y la luz ultravioleta por la oxihemoglobina en el rango de los 850-1000 nm, por lo que se

emite una luz en el rango de los 660-940 nm para la detección óptima de ambas. Un detector se encarga de recibir la luz en forma paralela al emisor y calcula el valor de la SpO<sub>2</sub> a través de una variación de la ley de Beer-Lambert con valores previamente estandarizados de saturación arterial de oxígeno (SaO<sub>2</sub>).<sup>5</sup>

Independientemente de la edad, el valor normal de la pO<sub>2</sub> (presión parcial de oxígeno) es de 80 mmHg y así se puede fijar como el valor límite para definir la hipoxemia<sup>6 7</sup>. De acuerdo a la curva de disociación de la hemoglobina de Adair<sup>8</sup>, que compara la saturación de oxígeno versus la tensión arterial de oxígeno, una SpO<sub>2</sub> de 95% corresponde aproximadamente a una pO<sub>2</sub> de 75.5 mmHg en condiciones estándar y una SpO<sub>2</sub> de 70% corresponde a una pO<sub>2</sub> de 36.5 mmHg. Además, de acuerdo a los grados de hipoxia de Woodrow y Webb<sup>9</sup> se pueden definir los siguientes grados de hipoxemia: Normal (SpO<sub>2</sub>>95%), hipoxemia leve (SpO<sub>2</sub> 95-90%), hipoxemia moderada (SpO<sub>2</sub> 90-80%), hipoxemia severa (SpO<sub>2</sub> 80-70%), e hipoxemia crítica (SpO<sub>2</sub> ≤69%).

Algunas patologías de las vías superiores pueden causar hipoxemia a través de la obstrucción de las vías nasales, por ejemplo, la rinitis alérgica que es el desorden crónico más frecuente presente en la población pediátrica. Este problema resulta perjudicial en particular en los primeros años de desarrollo, llegando a afectar el desempeño académico en el periodo escolar<sup>10</sup>. Bayrak et al<sup>11</sup> estudiaron 35 pacientes con rinitis alérgica para evaluar el efecto de la hipoxemia con un alto grado de obstrucción de las vía aéreas y encontraron una correlación positiva entre ésta y una

respuesta elevada de la presión pulmonar arterial, tanto en los periodos sintomáticos como los no sintomáticos de la rinitis alérgica. Además los pacientes pediátricos con rinitis pueden tener apnea obstructiva del sueño y presentar tanto un nadir como un promedio de SpO<sub>2</sub> más bajo en el sueño, tal y como lo evaluaran Tian et al<sup>12</sup> en un estudio de 80 niños con hipertrofia de adenoides y rinitis alérgica.

Se debe tener en cuenta además que la anatomía de los pulmones dista de ser una constante, pues a diferencia de los niños, los adultos tienen un mayor número de conexiones interalveolares (poros de Kohn) e interbronquiolares, y contribuyen a la ventilación, diseminación facilitada de infecciones, neoplasias (carcinoma broncoalveolar) y cambios en las condiciones ventilatorias en patologías como la atelectasia y broncoconstricción asmática. Así el poro de Kohn se constituye como uno de los primeros signos de envejecimiento parenquimatoso alveolar<sup>13</sup>, sin embargo en condiciones normales se encuentra lleno de líquido alveolar y facilita el movimiento de macrófagos y componentes del surfactante pero no contribuye a la ventilación colateral en ausencia de atelectasia u obstrucción.<sup>14</sup>

Masui et al<sup>15</sup> sugirieron que los pacientes con infecciones respiratorias de la vía superior, incluso no complicadas, presentan un riesgo elevado de desarrollar hipoxemia leve durante la anestesia. Reuland et al<sup>16</sup>, en un análisis de 423 niños con infecciones respiratorias en la altura determinaron que (3750 metros sobre el nivel del mar, m.s.n.m.) el 83% de los casos que tuvieron bronconeumonía cursaron con hipoxemia (definida como una saturación de oxihemoglobina mayor a las 2 desviaciones estándar

bajo la media) mientras que el 10% de los casos que tuvieron infecciones respiratorias de las vías superiores cursó con hipoxemia ( $p < 0.001$ ). Además encontraron que la taquipnea no era un predictor específico de neumonía determinada por radiografía o hipoxemia en contraste con estudios previos en el tema (sensibilidad 74% y especificidad 64%). La neumonía determinada por radiografía no fue un predictor sensible de hipoxemia o enfermedad con clínica severa (sensibilidad 18% y especificidad 96%). La presencia de hipoxemia, sin embargo, fue un apreciable predictor de neumonía radiográfica con sensibilidad y especificidad de 75%. Los autores concluyen que las enfermedades agudas del tracto respiratorio inferior están frecuentemente asociadas con hipoxemia en niños viviendo en la altura, por lo que la pulso oximetría sería un buen predictor de neumonía. Además se sugiere que los algoritmos de diagnóstico desarrollados para pacientes viviendo en regiones de menor altitud sean modificados para ser aplicados en condiciones de altura.

Singhi et al<sup>17</sup> reconocen que la detección temprana de hipoxemia y la oxigenoterapia mejoran el resultado de los niños con enfermedades respiratorias agudas. Ya que no se cuenta universalmente con pulso oxímetros en todos los centros de salud, especialmente en países en vías de desarrollo, estudiaron los signos clínicos que pueden predecir la hipoxemia. Los indicadores más sensibles de hipoxemia encontrados fueron la presencia de tirajes intercostales (sensibilidad 90%, VPN 98%) y crépitos a la auscultación (sensibilidad 75%, VPN 95.7%) mientras que el mejor VPP fue observado con cianosis (71.4%) e inhabilidad para alimentarse (47.6%). El aleteo nasal tuvo un moderado balance de ambos (sensibilidad 64% y especificidad 82%). En

conclusión, el indicador más sensible fue el tiraje intercostal y el más específico la inhabilidad para alimentarse o beber líquidos. El resto de signos y síntomas no destacados incluyeron sibilancias, taquipnea y crépitos en la auscultación.

Algunas patologías de la vía respiratoria baja de naturaleza alérgica pueden ser detectadas tempranamente a través de la detección de la hipoxemia, como la enfermedad de los criadores de aves que cursa con alveolitis alérgica<sup>18</sup>. Levin et al<sup>19</sup> determinaron que en pacientes con neumonía adquirida en la comunidad existen al menos 6 factores de riesgo independientes asociados con la hipoxemia: edad mayor a 30 años, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, insuficiencia cardíaca congestiva, frecuencia respiratoria >24/minuto, estado mental alterado y un infiltrado radiográfico que comprometa al menos un lóbulo pulmonar. Además éstos pacientes con neumonía si es que se les aplicó el pulso oxímetro o se les realizó un análisis de gases arteriales tienen una mayor probabilidad de volver a ser admitidos en un hospital a diferencia de los que no, independientemente de las comorbilidades que posean. Asimismo, éstos pacientes que presentan hipoxemia a una FiO<sub>2</sub> de 21% tienen una mortalidad más alta y permanecen más días en hospitalización. Se determinó que en esta población una SpO<sub>2</sub> ≤ 92% es un factor predictor más fuerte de neumonía (OR: 3.6, 2.0 –6.8) que dolor torácico, rales focales y duración de la fiebre.

Incluso en otras patologías crónicas como la fibrosis quística (FQ) la hipoxemia puede ser un indicador valioso para la monitorización de los pacientes. En una evaluación de 18 pacientes con FQ, Fraser et al<sup>20</sup> determinaron que la SpO<sub>2</sub> es incluso mejor predictor que el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF<sub>1</sub>) para la PASP (presión

sistólica de la arteria pulmonar). Las funciones vitales son otro parámetro a evaluar con respecto a los pacientes con hipoxia. Darmon et al<sup>21</sup> evaluaron 12 pacientes con injuria pulmonar aguda en ventilación mecánica y encontraron que la hipoxemia leve de corta duración indujo la diuresis e incrementó el índice de resistencia renal basado en la ecografía doppler. Sin embargo, Alberts et al<sup>22</sup> mostraron que en 13 pacientes, 8 de los cuales tenían asma, la hipoxemia leve no afecta significativamente ni la espirometría de base ni la respuesta bronquial al test de metacolina.

A pesar que la saturación periférica de oxígeno es un método no invasivo que refleja el estado oxigenatorio de una persona no ha sido estudiada ampliamente en la población adulta en la altura que se presenta en la consulta externa con enfermedades de las vías respiratorias superiores e inferiores. En el presente estudio se propone evaluar una base de datos extensa para determinar el valor discriminatorio de las funciones vitales para diferenciar pacientes con diversos grados de hipoxemia con condiciones que afectan la vía aérea alta y baja.

## **Material y métodos**

Estudio observacional (casos y controles), analítico y transversal. Se utilizó una base de datos que comprende 220078 registro de diagnósticos realizados en 5 años de atención (01/04/2010 a 31/03/2015, un total de 60 meses) en 9 consultorios de pacientes pertenecientes a un programa de salud privado (“Plan Vital”): Kilómetro 37, Clínica Central de La Quinua, Talleres, Kilómetro 24.5, Planta Norte, Minas Conga, China Linda, Pampa Larga, y Almacén Central que se encuentran en el departamento de Cajamarca (2750 msnm).

Se incluyó pacientes de 18 a 65 años con los diagnósticos CIE 10 de enfermedades respiratorias (altas y bajas, J00-J80) además de pacientes que acudieron a los centros de salud para exámenes médicos generales (Z00 + Z02), no obesos ni de bajo peso (IMC 18.5-29.9) en el escenario clínico de la consulta externa que contaran con registros de signos vitales (frecuencia respiratoria, frecuencia cardiaca, temperatura, presión arterial sistólica y diastólica), pulso oximetría y antropometría. Además debían de contar con el registro de sexo, edad y un identificador anónimo. Se excluyeron entradas consistentes con hipotermia<sup>23</sup> (temperatura central menor a 35°C<sup>24</sup>) o hipoperfusión (presión arterial sistólica menor a 80 mmHg y diastólica menor a 60mmHg<sup>25 26</sup>) ya que ambas alteran los resultados de la pulso oximetría independientemente. Asimismo se excluyeron entradas que no presentaron datos válidos para las variables anteriormente mencionadas. La temperatura rectal (considerada para la medición de la temperatura central) generalmente posee un valor

superior a 0.3°C a comparación de la temperatura oral y ésta a su vez suele ser mayor a 0.3°C que la temperatura axilar, por lo que añadimos 0.6°C a las mediciones registradas al haberse tomado su valor en dicha ubicación con un termómetro de mercurio<sup>27</sup>. Ya que el cálculo del oxímetro de pulso se basa en la extrapolación cuando se tienen valores por debajo de 75% SpO<sub>2</sub> y si es menor la SpO<sub>2</sub> a 50% la variación de los datos los hace poco confiables<sup>28</sup>. Se estableció que para este estudio sólo se tomaría la data cuando la SpO<sub>2</sub> estuviera en el rango de 75 a 100%. En caso que existiera más de una atención médica para el mismo paciente, se consideró solo el primer motivo de consulta. Luego de este proceso se incluyeron 7848 pacientes en el presente estudio.

Se considera para el cálculo de la saturación esperada que progresa en proporción inversa a la altura las fórmulas propuestas por Botella de Maglia et al<sup>29</sup> para “montañeros no aclimatados” ( $SpO_2=98.8183-0.0001*altura-0.0000001*altura^2$ ) y “montañeros aclimatados” ( $SpO_2=98.2171-0.0012*altura-0.0000008*altura^2$ ), ambas alturas en metros.

Se realizó un análisis de correlación de variables con el coeficiente de correlación del producto-momento de Pearson para las variables cuantitativas y dicotómicas. Para el análisis de medias se usó el test de T de Student y en caso existieran tres grupos de variables se realizó el análisis ANOVA con posterior corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples. En caso que existan comparaciones de medias con dos variables de clasificación simultáneamente para una variable cuantitativa, se usará el

análisis de medias marginales con grupos de Bonferroni para corrección de comparaciones múltiples. Además se realizó un análisis ROC para establecer la capacidad de los signos vitales de discernir entre enfermedades de las vías respiratorias altas y bajas. Se incluye además el concepto de DMCI (Diferencia mínima clínicamente importante) igual al valor de media desviación estándar.<sup>30</sup> Se usó el programa estadístico STATA 14.0 para el análisis de datos considerando el valor de  $p < 0.05$  como límite de significancia estadística.

## Resultados

Se observó que el promedio de edad de los pacientes analizados fue 36 años (SD 9.3), tuvieron un peso de 68.4 kg (SD 10.1) y una talla de 1.7 m (SD 0.1) con un IMC de 25.0 kg/m<sup>2</sup> (SD 2.4). La frecuencia cardiaca promedio fue 80.7 latidos por minuto (SD 12.9), la frecuencia respiratoria 18.1 por minuto (SD 1.6) y la temperatura 37.3°C (SD 0.7). Además la presión arterial sistólica promedio fue 105.8 mmHg (SD 10.2) y la presión arterial diastólica 67.9 mmHg (SD 8.0), con una presión arterial media de 80.5 (SD 7.9). El valor de saturación periférica capilar de oxígeno promedio fue 90.0% (SD 2.5). Los sujetos estudiados estuvieron compuestos por un 90.06% de mujeres (n=7068) y 9.94% de hombres (n=780). (**Tabla 1**)

Con respecto a la variable de interés, se observó que en todo el grupo de pacientes la SpO<sub>2</sub> se relaciona débilmente con la frecuencia cardiaca, respiratoria, temperatura, edad ( $p < 0.0001$ ) e IMC ( $p < 0.05$ ). Esta correlación persiste en el análisis para enfermedades respiratorias de la vía aérea superior e inferior, mas no para los controles quienes solo presentan una asociación entre la SpO<sub>2</sub> y la frecuencia cardiaca ( $p < 0.01$ ). Resalta que la fuerza de asociación con la frecuencia cardíaca aumente en un 85% en los pacientes con enfermedades de las vías respiratorias inferiores ( $R = -0.26$ ) con respecto al grupo total ( $R = -0.14$ ). Cuadro similar ocurre cuando se analiza la asociación entre edad y SpO<sub>2</sub>, para este mismo grupo aumenta en 350% (de -0.04 a -0.18). (**Tabla 2**)

En la **tabla 3** se muestra la frecuencia absoluta de diagnósticos por categorías CIE10. Se observa que la mayor parte de pacientes fueron atendidos por enfermedades de las vías aéreas superiores, específicamente infecciones agudas (J00-06) componiendo el 88.3% de motivos de consulta.

En la **Tabla 4** se muestra las diferencias encontradas entre sexos. Se observó que los hombres tuvieron una menor frecuencia cardíaca (80.5 vs 81.8/min,  $p<0.01$ ), menor frecuencia respiratoria (18.1 vs 18.2/min,  $p<0.05$ ), mayor presión arterial sistólica (106.2 vs 102.3 mmHg,  $p<0.0001$ ), mayor presión arterial diastólica (68.1 vs 65.8 mmHg,  $p<0.0001$ ), mayor presión arterial media (80.8 vs 78.0,  $p<0.0001$ ), mayor peso (69.6 vs 57.1kg,  $p<0.0001$ ), mayor talla (1.7 vs 1.5 m,  $p<0.0001$ ), mayor índice de masa corporal (25.1 vs 24.1,  $p<0.0001$ ) y mayor edad (36.4 vs 33.1 años,  $p<0.0001$ ).

Con respecto a las enfermedades respiratorias en general versus los pacientes que fueron a realizarse exámenes generales, existen diferencias estadísticamente significativas en todos los parámetros clínicos, presentando los pacientes con enfermedades respiratorias menor SpO<sub>2</sub> ( $p<0.0001$ ), mayor frecuencia cardíaca ( $p<0.0001$ ), mayor frecuencia respiratoria ( $p<0.0001$ ), menor presión arterial sistólica ( $p<0.0001$ ), diastólica ( $p<0.01$ ), y media ( $p<0.001$ ), mayor temperatura ( $p<0.0001$ ), menor peso ( $p<0.0001$ ), talla ( $p<0.0001$ ), e IMC ( $p<0.001$ ) y menor edad ( $p<0.05$ ).  
**(Tabla 5)**

El análisis ANOVA de medias entre variables muestra diferencias significativas entre las medias de las variables clasificadas en enfermedades de la vía respiratoria superior, inferior y controles. Se observa que los pacientes con enfermedades de la vía aérea inferior presentan una mayor frecuencia respiratoria (18.5 vs 18.1/minuto,  $p<0.01$ ) y son mayores (38.8 vs 35.9 años,  $p<0.0001$ ) que los pacientes con enfermedades de la vía aérea superior. **(Tabla 6)**

Además se observó que el 74.7% de la población fue nativa de Cajamarca. Estos presentaron una SpO<sub>2</sub> promedio de 89.9% (DE=2.3), menor a 90.1% (DE=2.3) que presentó el 25.3% que no era nativo y potencialmente no estaba aclimatado a la altura ( $p=0.007$ ). Además, aquellos nativos presentaron una mayor frecuencia cardíaca (82.5 vs 80,  $p<0.0001$ ), presión sistólica (107.4 vs 105.3,  $p<0.0001$ ) y diastólica (69.0 vs 67.5,  $p<0.0001$ ), presión media (81.8 vs 80.1,  $p<0.0001$ ), peso (73.3 vs 66.7,  $p<0.0001$ ), talla (1.7 vs 1.6,  $p<0.0001$ ), IMC (25.4 vs 24.8,  $p<0.0001$ ) y edad (36.8 vs 35.7,  $p<0.0001$ ) **(Tabla 7)**.

El análisis de medias marginales **(Tabla 8)** revela que entre nativos de Cajamarca existen diferencias de SpO<sub>2</sub> entre los pacientes con enfermedades de las vías respiratorias versus los controles (89.9% y 89.8% versus 90.5%,  $p<0.05$ ) mas no existen diferencias entre enfermedades de las vías aéreas superiores e inferiores ( $p>0.05$ ). Para aquéllos no nativos de Cajamarca, este patrón se repite (90.0% y 90.0% versus 90.6%,  $p<0.05$ ). Además no se observan diferencias entre la saturación de los grupos control (90.5% versus 90.6%), pacientes con enfermedades de la vía aérea

superior (89.9% versus 90.0%) y pacientes con enfermedades de la vía aérea inferior para nativos versus no nativos.

El análisis ROC de funciones vitales entre enfermedades de la vía respiratoria superior vs inferior mostrado en la **Tabla 9** revela a todas las funciones vitales por separado como discriminadores no útiles entre ambas. Ejemplos desagregados de valores para las curvas ROC de dos medidas clínicamente relevantes en la literatura (SpO<sub>2</sub> y frecuencia respiratoria) son presentados en las **Tablas 10 y 11**.

Se observó 19 casos (0.21%) que presentaron una SpO<sub>2</sub> menor a 80%, de los cuales 1 presentó taquicardia (Frecuencia cardíaca = 122/minuto) y 5 presentaron taquipnea (Frecuencia respiratoria > 20). Solo 1 tuvo fiebre (Temperatura = 38°C) presentando el diagnóstico de “bronquitis aguda”, siendo el único diagnóstico de vías aéreas inferiores de esta lista.

## Discusión

El tema de hipoxia basado en las lecturas de SpO<sub>2</sub> ha sido estudiado antes principalmente en poblaciones pediátricas viviendo en la altura con importantes hallazgos tales como la imprecisión de los síntomas y signos clásicos tomados en cuenta en el diagnóstico de las enfermedades respiratorias a nivel del mar.<sup>31</sup> La Organización mundial de la salud ha publicado recomendaciones para el manejo del paciente internado por neumonía en países desarrollados donde la disponibilidad de oxígeno podría estar limitada; siendo los niños con características cianóticas o incapaces de comer los cuales deberían ser priorizados para oxigenoterapia<sup>32</sup>

En el presente estudio se exploró el valor de las funciones vitales y antropométricas con énfasis en la pulso oximetría como posible mejor predictor de enfermedades de la vía aérea baja. Se observó que el promedio de SpO<sub>2</sub> de pacientes adultos que se atienden en la consulta externa rodea el 90% independientemente que presenten alguna condición de las vías aéreas o no en el momento de la atención. Se observó también que el resto de funciones vitales se encontraron en niveles considerados clínicamente normales con excepción del IMC (en promedio, sobrepeso) (**Tabla 1**). En nuestro estudio observamos una asociación débilmente inversa entre hipoxia y el IMC. Es sabido que existe una asociación entre niveles altos de IMC y los trastornos que afectan la ventilación tales como apnea del sueño, que pueden conllevar a niveles menores de SpO<sub>2</sub>.<sup>33</sup> En nuestra población se observó que la relación inversa entre ambas funciones

sólo se sostiene en el grupo de adultos con enfermedades de la vía respiratoria alta **(Tabla 2)**.

A menores alturas, las lecturas de baja saturación de oxígeno frecuentemente predicen peores resultados clínicos pero, como prueba de tamizaje una saturación normal no descarta neumonía<sup>34</sup> ni tampoco reemplaza el score clásico para severidad clínica, sin embargo el parámetro de la saturación está incluido en algunos de ellos<sup>35 36</sup>. Las guías NICE advierten que la saturación de oxígeno menor a 90% con aire ambiental es un criterio a ser considerado cuando se toma la decisión de dar de alta a un paciente rutinariamente, además de frecuencia respiratoria mayor de 24/min, frecuencia cardiaca score 100/min, presión arterial sistólica debajo de 90mmHg, trastorno del sensorio o incapacidad par comer sin ayuda. Mayor investigación se necesita para ajustar estas recomendaciones a situaciones de elevada altitud.<sup>37</sup> Guías Europeas también asocian valores debajo de 89% con un mayor riesgo de readmisión o muerte luego del alta.<sup>38</sup> En nuestro estudio el punto de corte que posee una sensibilidad mayor al 95% es 85% y el punto que presenta una especificidad mayor al 95% es 95%.

Se observó una predominancia en cantidad de motivos de consulta de las infecciones agudas de la vía aérea superior lo cual puede ser explicado por los estudios de Luks y Swenson<sup>39</sup> los cuales han demostrado que la hipoxia en la altura es un factor importante en el incremento del riesgo en el empeoramiento de enfermedades pulmonares preexistentes, posiblemente explicando así la alta proporción observada en nuestra población. El 85.5% de los pacientes que presentaron saturaciones anormalmente bajas

(<80%) presentaron un cuadro infeccioso de las vías aéreas superiores, sugiriendo que en pacientes estables de la altura el intersticio pulmonar no necesita comprometerse para presentar desaturaciones de etiología respiratoria baja. En casos selectos con historia familiar positiva se debe seleccionar pacientes en estas condiciones para realizar un estudio genético a profundidad para dilucidar las causas del signo clínico observado ya que en casos raros, una SpO2 baja puede ser resultado de variantes de la hemoglobina como la Hb Cheverly o Constant Spring que pueden presentar un cuadro clínico asintomático.<sup>40</sup>

Existen escasos estudios sobre hipoxia en adultos como predictor de un mal pronóstico a nivel del mar<sup>41</sup> el estudio de Worodria et al <sup>42</sup> sugiere que la hipoxia es un factor independiente que predice mortalidad en pacientes hospitalizados con infección del tracto respiratorio inferior a nivel del mar. Asimismo, Won-II Choi et al<sup>43</sup> encontraron que el PaO2/Fio2 es un marcador de mal pronóstico en falla respiratoria hipoxémica aguda en el contexto de pacientes en Unidad de cuidados intensivos, lo cual es una medición indirecta que sugiere nuevamente que la hipoxia es un predictor de mal pronóstico.

Se sabe que el valor de la saturación de oxígeno obedece a una gráfica exponencial que aplana su curva conforme se va disminuyendo el valor de la altitud por lo que se tiene un rango en los valores de Saturación de oxígeno “estándar” en cada región geográfica, esto se delimita por la cantidad de Presión parcial de oxígeno en esa zona. <sup>44</sup> Sobre el nivel estándar de Saturación de Oxígeno de la población estudiada cuyo rango de altura

varia entre 3500 y 4000 msnm se hallaron escasos estudios con población peruana en alturas cercanas a la población de estudio como el de Pereira-Victorio et al en el que presenta una Saturación media de 91.1% Rango intercuartil P25( 90%) P75 (92.7%) y una desviación estándar de 2.4 realizado a 118 pobladores a una altura de 3350 msnm<sup>45</sup>. Tinoco et al realizaron un estudio en Huánuco (1818 msnm) y Cerro de Pasco (4380 msnm) con una media de Saturación de 97% y 88% respectivamente, sin embargo contaron con una población pequeña tanto en Huánuco (n=16) con 10 nativos y 6 no nativos como en Cerro de Pasco (n=15) con 11 nativos y 4 no nativos, siendo la participación de los no nativos y el pequeño tamaño de la muestra, confusores que contribuyen al resultado final.<sup>46</sup> Yumpo et al en su estudio longitudinal prospectivo realizado en Huancayo ubicado a 3249 msnm se incluyeron a 20 personas representativas de la población cuyos datos provenientes de muestras de sangre arterial se obtuvo un promedio de Saturación de Oxígeno de 93.9% sin embargo este estudio también tiene una muestra pequeña de 20 participantes.<sup>47</sup>

Dada la altura de los consultorios en los que nuestra población estudiada se encuentra (3500-4000 metros sobre el nivel del mar), podemos esperar que teóricamente las personas aclimatadas presenten una SpO<sub>2</sub> basal de 92.6 a 90.2% y aquéllos no aclimatados una SpO<sub>2</sub> de 97.2 a 96.8% a medida que aumenta la altitud. Esto se condice con la saturación promedio de 90.5% encontrada en nuestra población de estudio. Al mismo tiempo nos indica que pueden existir factores propios de las enfermedades respiratorias altas y bajas que condicionan a estos pacientes a presentar una media de 89.9% de SpO<sub>2</sub>, menor que aquélla encontrada en nuestro grupo control

(90.5%) ( $p < 0.0001$ ). Además, a pesar que se observó una mayor saturación en aquellos pacientes no nativos de Cajamarca versus aquellos nativos, tanto para los grupos control, enfermedades de la vía superior y enfermedades de la vía aérea inferior, éstas diferencias no resultaron estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ).

Es necesario conocer la variabilidad entre los valores hallados de los pulsioxímetros para determinar uno de los factores que afectan la fiabilidad de las mediciones, Sanchez-Perez et al realizó una comparación en un estudio transversal analítico en pacientes sanos en los que se midió la gasometría arterial y medición con 5 pulsioxímetros de uso habitual encontrándose un rendimiento igual entre pulsioxímetros.<sup>48</sup> En un estudio de Bhogal et al se estudió la variabilidad de la pulsioximetría mencionando también en este estudio la escasez de los estudios referentes a este tema, ellos hallaron que la variabilidad de saturación de oxígeno mostro patrones de evolución fractales. Además, se encontró una correlación inversa entre la entropía de los datos de la Saturación de oxígeno con la entropía de los datos en individuos sanos. Además se observo un patrón de mayor fluctuación de la data a medida que aumenta la edad, encontrando así un desacoplamiento de control del sistema cardio respiratorio que se manifiesta conforme avanza la edad.<sup>49</sup> En la base de datos usada en nuestro estudio no se cuentan con las marcas de los pulso oxímetros que fueron utilizados para la medición de datos, en este sentido existe una limitación en nuestro estudio sobre este acápite. Sin embargo, una debilidad del presente estudio es que los investigadores no pueden asegurar la homogeneidad de marcas de pulso oxímetro utilizados en los 9 centros de salud evaluados.

Con respecto al análisis ROC, la literatura sugiere que los puntos de corte que minimizan la diferencia entre sensibilidad y especificidad pueden tener mayor utilidad discriminatoria que los puntos que maximizan ambas medidas hacia la esquina superior derecha de la curva ROC.<sup>50</sup> De esta forma, el “mejor punto de corte” para la SpO2 sería 90% con 30% de sensibilidad y 68% de especificidad, en vez de 94% que maximiza ambas medidas con un 9% de sensibilidad y 94.7% de especificidad. Por otro lado, la frecuencia cardiaca encuentra diferencia mínima y suma máxima en 83/min (S 50%, E 56%) y 81/min (S 45%, E 60%), la frecuencia respiratoria en 20/min (S 31%, E 76%) y 19/min (S 30%, E 79%) y la temperatura en 37.3°C (S 44%, E 51%) y 36.7°C (S 87%, E 14%) respectivamente.

Este estudio no tuvo en cuenta la influencia potencial de los modificadores ambientales sobre el curso y los porcentajes de las enfermedades respiratorias como el uso de combustibles sólidos para cocinar y calentarse o el uso o exposición del humo de tabaco.<sup>51</sup> Tal exposición hace a la población expuesta a ellos más vulnerable a infecciones debido a la inflamación y el daño estructural de la defensa innata del pulmón debido a la motilidad reducida de los cilios respiratorios<sup>52</sup>

## **Conclusión**

La poca o nula utilidad de la pulso oximetría y el resto de funciones vitales por aislado puede deberse al hecho que los pacientes evaluados se presentaron en el escenario de la consulta externa presentando principalmente condiciones que afectaron la vía aérea superior (solo el 2% de los pacientes evaluados presentó enfermedades de la vía aérea inferior) o que no se registraron datos de condiciones ambientales o comórbidas.

De igual forma, se observa que la capacidad discriminadora de los signos vitales es baja y similar entre sí. Además, ésta capacidad es similar a la SpO<sub>2</sub> para enfermedades de la vía aérea superior versus inferior.

Este hecho debe estudiarse a profundidad en pacientes que acuden a establecimientos de salud en la altura con condiciones respiratorias de urgencia o emergencia para establecer diferencias con los pacientes “estables” que se atienden en la consulta externa.

## Referencias

---

- <sup>1</sup> Theodore AC. Oxygenation and mechanisms of hypoxemia. UpToDate, Parsons PE, Finlay G (Eds). UpToDate, Waltham, MA.
- <sup>2</sup> Tierney LM Jr, Whooley MA, Saint S. Oxygen saturation: a fifth vital sign?. *West J Med.* 1997 Apr;166(4):285-6.
- <sup>3</sup> Grace RF. Pulse oximetry. Gold standard or false sense of security?. *Med J Aust.* 1994 May 16;160(10):638-44.
- <sup>4</sup> Mechem CC. Pulse oximetry in adults. UpToDate, Parsons PE, Finlay G (Eds). UpToDate, Waltham, MA.
- <sup>5</sup> Jubran A. Pulse oximetry. *Intensive Care Med.* 2004 Nov;30(11):2017-20.
- <sup>6</sup> Sorbini CA, Grassi V, Solinas E, et al. 1968. Arterial oxygen tension in relation to age in healthy subjects. *Respiration* 25:3-13.
- <sup>7</sup> Mellemggaard K. The alveolar-arterial oxygen difference: its size and components in normal man. *Acta Physiol Scand.* 1966 May;67(1):10-20.
- <sup>8</sup> Adair GS. The hemoglobin system. VI. The oxygen dissociation curve of hemoglobin. *J Biol Chem.* 1935;63: 529-545.
- <sup>9</sup> Woodrow AD, Webb JT. *Handbook of Aerospace and Operational Physiology.* SPECPRO INC SAN ANTONIO TX. 2011.
- <sup>10</sup> Jáuregui I, Mullol J, Dávila I, Ferrer M, Bartra J, del Cuvillo A, Montoro J, Sastre J, Valero A. Allergic rhinitis and school performance. *J Investig Allergol Clin Immunol.* 2009;19 Suppl 1:32-9.
- <sup>11</sup> Bayrak P, Kirmaz C, Sekuri C, Yuksel H. Is pulmonary arterial pressure affected by allergic rhinitis with nasal obstruction? *Asian Pac J Allergy Immunol.* 2007 Jun-Sep;25(2-3):121-6.
- <sup>12</sup> Tian L, Yin M, Miyoshi A, Cheng L. [Influence of rhinitis on obstructive sleep apnea syndrome in children]. *Jiangsu Med J.* 2010; 36(20):2367-2369.
- <sup>13</sup> Desplechain C, Foliguet B, Barrat E, Grignon G, Touati F. [The pores of Kohn in pulmonary alveoli]. *Bull Eur Physiopathol Respir.* 1983 Jan-Feb;19(1):59-68.

- 
- <sup>14</sup> Bastacky JI, Goerke J.. Pores of Kohn are filled in normal lungs: low-temperature scanning electron microscopy. *J Appl Physiol* (1985). 1992 Jul;73(1):88-95.
- <sup>15</sup> Taguchi N, Matsumiya N, Ishizawa Y, Dohi S, Naito H. [The relation between upper respiratory tract infection and mild hypoxemia during general anesthesia in children]. *Masui*. 1992 Feb;41(2):251-4.
- <sup>16</sup> Reuland DS, Steinhoff MC, Gilman RH, Bara M, Olivares EG, Jabra A, Finkelstein D. Prevalence and prediction of hypoxemia in children with respiratory infections in the Peruvian Andes. *J Pediatr*. 1991 Dec;119(6):900-6.
- <sup>17</sup> Singhi S, Deep A, Kaur H. Prevalence and predictors of hypoxemia in acute respiratory infections presenting to pediatric emergency department. *Indian Journal of Critical Care Medicine*. 2003 Apr 1;7(2):118.
- <sup>18</sup> Charitopoulos K, Gioulekas D, Sichletidis L, Chloros D, Vamvakopoulou V, Zarogoulidis K. Hypoxemia: an early indication of pigeon breeders' disease. Clinical and laboratory findings among pigeon breeders in the Salonica area. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 2005;15(3):211-5.
- <sup>19</sup> Levin KP, Hanusa BH, Rotondi A, Singer DE, Coley CM, Marrie TJ, Kapoor WN, Fine MJ. Arterial blood gas and pulse oximetry in initial management of patients with community-acquired pneumonia. *J Gen Intern Med*. 2001 Sep;16(9):590-8.
- <sup>20</sup> Fraser KL, Tullis DE, Sasson Z, Hyland RH, Thornley KS, Hanly PJ. Pulmonary hypertension and cardiac function in adult cystic fibrosis: role of hypoxemia. *Chest*. 1999 May;115(5):1321-8.
- <sup>21</sup> Darmon M, Schortgen F, Leon R, Moutereau S, Mayaux J, Di Marco F, Devaquet J, Brun-Buisson C, Brochard L. Impact of mild hypoxemia on renal function and renal resistive index during mechanical ventilation. *Intensive Care Med*. 2009 Jun;35(6):1031-8.
- <sup>22</sup> Alberts WM, Colice GC, Hammond MD, Goldman AL. Effect of mild hypoxemia on bronchial responsiveness. *Ann Allergy*. 1990 Sep;65(3):189-93.
- <sup>23</sup> MacLeod DB, Cortinez LI, Keifer JC, Cameron D, Wright DR, White WD, Moretti EW, Radulescu LR, Somma J. The desaturation response time of finger pulse oximeters during mild hypothermia. *Anaesthesia*. 2005 Jan;60(1):65-71.
- <sup>24</sup> Zafren K, Mechem CC. Accidental hypothermia in adults. *UpToDate*, Danzl DF, Grayzel J (Eds). *UpToDate*, Waltham, MA.

- 
- <sup>25</sup> Hinkelbein J, Genzwuerker HV, Fiedler F. Detection of a systolic pressure threshold for reliable readings in pulse oximetry. *Resuscitation*. 2005 Mar;64(3):315-9.
- <sup>26</sup> Gaieski DF, Mikkelsen ME. Evaluation of and initial approach to the adult patient with undifferentiated hypotension and shock. *UpToDate*, Parsons PE, Hockeberger RS, Finlay G (Eds). *UpToDate*, Waltham, MA.
- <sup>27</sup> Argente HA, Alvarez ME. *Semiología médica fisiopatología, semiotecnia y propedéutica*. Editorial Médica Panamericana, 2013.
- <sup>28</sup> Sinex JE. Pulse oximetry: principles and limitations. *The American journal of emergency medicine*. 1999 Jan 1;17(1):59-66.
- <sup>29</sup> Botella de Maglia JB, Torrero LC. Saturación arterial de oxígeno a gran altitud. Estudio en montañeros no aclimatados y en habitantes de alta montaña. *Medicina Clínica*. 2005 Feb 1;124(5):172-6.
- <sup>30</sup> Rai SK, Yazdany J, Fortin PR, Aviña-Zubieta JA. Approaches for estimating minimal clinically important differences in systemic lupus erythematosus. *Arthritis Res Ther*. 2015; 17(1): 143.
- <sup>31</sup> Reuland DS, Steinhoff MC, Gilman RH, Bara M, Olivares EG, Jabra A, Finkelstein D. Prevalence and prediction of hypoxemia in children with respiratory infections in the Peruvian Andes. *J Pediatr*. 1991 Dec;119(6):900-6.
- <sup>32</sup> World Health Organization. *Technical Basis for the WHO Recommendations on the Management of Pneumonia in Children at First-Level Health Facilities*. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 1991. Publication WHO/ARI/91.20.
- <sup>33</sup> Ye J. Hypoxia in obesity - from bench to bedside. *J Transl Med*. 2012; 10(Suppl 2):A20.
- <sup>34</sup> Rodrigo C, Lim WS. Diagnosis and management of lower respiratory tract infections. *Prescriber*. 2014 Mar 5;25(5):11-20.
- <sup>35</sup> Bewick T, Greenwood S, Lim WS. What is the role of pulse oximetry in the assessment of patients with community-acquired pneumonia in primary care? *Prim Care Respir J*. 2010 Dec;19(4):378-82.
- <sup>36</sup> Singanayagam A1, Chalmers JD, Hill AT. Severity assessment in community-acquired pneumonia: a review. *QJM*. 2009 Jun;102(6):379-88.

- 
- <sup>37</sup> Eccles S, Pincus C, Higgins B, Woodhead M. Diagnosis and management of community and hospital acquired pneumonia in adults: summary of NICE guidance. *BMJ: British Medical Journal*. 2014 Dec 3;349.
- <sup>38</sup> Woodhead M, Blasi F, Ewig S, Huchon G, Ieven M, Ortqvist A, Schaberg T, Torres A, van der Heijden G, Verheij TJ; European Respiratory Society; European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases. Guidelines for the management of adult lower respiratory tract infections. *Eur Respir J*. 2005 Dec;26(6):1138-80.
- <sup>39</sup> Luks AM, Swenson ER. Travel to high altitude with pre-existing lung disease. *Eur Respir J*. 2007;29(4):770–792.
- <sup>40</sup> Guler S, Brunner-Agten S, Bartenstein S, Bettschen HU, Geiser T, Keller P, Funke M. Oxygen Saturation of 75%, but No Symptoms!. *Respiration* 2016;92:420-424.
- <sup>41</sup> Usen S, Weber M, Mullholand K, Jaffar S, Oparaugo A, Omoshigo C, Adegbola R, Greenwood B. Clinical predictors of hypoxaemia in Gambian children with acute lower respiratory tract infection: prospective cohort study. *BMJ*. 1999;318:86-91.
- <sup>42</sup> Worodria W, Chang E, Andama A, Sanyu I, Byanyima P, Musisi E et al. Predictors of Mortality Among Hospitalized Patients With Lower Respiratory Tract Infections in a High HIV Burden Setting. *JAIDS Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes*. 2018;79(5):624-630.
- <sup>43</sup> Choi W, Shehu E, Lim S, Koh S, Jeon K, Na S et al. Markers of poor outcome in patients with acute hypoxemic respiratory failure. *Journal of Critical Care*. 2014;29(5):797-802.
- <sup>44</sup> Sutton JR, et al: Operation Everest II: Oxygen transport during exercise at extreme simulated altitude. *J Appl Physiol* 64:1309, 1988
- <sup>45</sup> Pereira-Victorio César Johan, Huamanquispe-Quintana John, Castelo-Tamayo Luis Eduardo. Réplica: gasometría arterial en adultos clínicamente sanos a 3350 metros de altitud. *Rev. perú. med. exp. salud publica* [Internet]. 2015 Ene [citado 2020 Abr 24] ; 32( 1 ): 202-203.
- <sup>46</sup> Tinoco Solórzano Amílcar, Román Santamaría Angie, Charri Victorio Julio. Gasometría arterial en diferentes niveles de altitud en residentes adultos sanos en el Perú. *Horiz. Med.* [Internet]. 2017 Jul [citado 2020 Abr 24] ; 17( 3 ): 6-10.
- <sup>47</sup> Daniel Yumpo Castañeda. Estudio de valores de referencia de gases arteriales en pobladores de altura. *Enfermedades del torax*. 2002;45(1):40-42.

---

<sup>48</sup> Sánchez-Pérez EA, Lozano-Nuevo JJ, Huerta-Ramírez S, Cerda-Téllez F, Mendoza-Portillo E, ValiBhogal, Amar S, and Ali R Mani. “Pattern Analysis of Oxygen Saturation Variability in Healthy Individuals: Entropy of Pulse Oximetry Signals Carries Information about Mean Oxygen Saturation.” *Frontiers in physiology* vol. 8 555. 2 Aug. 2017, doi:10.3389/fphys.2017.00555dación de cinco pulsioxímetros. *Med Int Méx.* 2017 nov;33(6):723-729.

<sup>49</sup> Bhogal, Amar S, and Ali R Mani. “Pattern Analysis of Oxygen Saturation Variability in Healthy Individuals: Entropy of Pulse Oximetry Signals Carries Information about Mean Oxygen Saturation.” *Frontiers in physiology* vol. 8 555. 2 Aug. 2017, doi:10.3389/fphys.2017.00555

<sup>50</sup> Jiménez-Valverde, A, Lobo JM. Threshold criteria for conversion of probability of species presence to either–or presence–absence. *Acta Oecologica.* 2007;31:361–369.

<sup>51</sup> Accinelli RA, Leon-Abarca JA, Gozal D. Ecological study on solid fuel use and pneumonia in young children: A worldwide association. *Respirology.* 2017 Jan;22(1):149-156.

<sup>52</sup> Mueller M. Smoking any substance raises risk of lung infections. *NIDA Notes Research Advances.* 1997;12(1).

---

**Tablas**

Tabla 1 - Cuadro resumen de variables. Se muestra la medida de tendencia central junto a la medida de dispersión. DE = Desviación estándar

Variable	N	Promedio	DE
Saturación periférica de oxígeno (%)	7848	90	2.5
Frecuencia cardiaca (x/min)	7812	80.7	12.9
Frecuencia respiratoria (x/min)	7825	18.1	1.6
Presión arterial sistólica	7848	105.8	10.2
Presión arterial diastólica	7848	67.9	8
Presión arterial media	7848	80.5	7.9
Temperatura (°C)	7848	37.3	0.7
Peso (kg)	7848	68.4	10.1
Talla (m)	7848	1.7	0.1
Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	7848	25	2.4
Edad	7848	36	9.3
Sexo	n	%	
Hombres	7068	90.06%	
Mujeres	780	9.94%	

Tabla 2 - Cuadro resumen de correlación entre variables con la saturación periférica capilar de oxígeno (SpO<sub>2</sub>).

Variable	Total		Enfermedades de la vía aérea superior (n=7067)		Enfermedades de la vía aérea inferior (n=153)		Controles (n=628)	
	R	p	R	p	R	p	R	p
Frecuencia cardíaca (x/min)	<b>-0.14</b>	<b>0</b>	<b>-0.13</b>	<b>0</b>	<b>-0.26</b>	<b>0.001</b>	<b>-0.12</b>	<b>0.002</b>
Frecuencia respiratoria (x/min)	<b>-0.11</b>	<b>0</b>	<b>-0.1</b>	<b>0</b>	<b>-0.19</b>	<b>0.017</b>	-0.07	0.078
Presión arterial sistólica	0	0.735	0	0.957	<b>-0.2</b>	<b>0.014</b>	0.07	0.102
Presión arterial diastólica	-0.02	0.108	-0.02	0.049	-0.14	0.085	0.06	0.152
Presión arterial media	-0.01	0.349	-0.02	0.193	<b>-0.18</b>	<b>0.029</b>	0.07	0.092
Temperatura (°C)	<b>-0.1</b>	<b>0</b>	<b>-0.09</b>	<b>0</b>	<b>-0.17</b>	<b>0.032</b>	-0.04	0.331
Peso (kg)	0	0.708	-0.01	0.369	0.05	0.522	-0.04	0.372
Talla (m)	0.02	0.136	0.01	0.388	0.06	0.449	-0.02	0.639
Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	<b>-0.03</b>	<b>0.026</b>	<b>-0.03</b>	<b>0.017</b>	0.01	0.871	-0.04	0.379
Edad	<b>-0.04</b>	<b>0</b>	<b>-0.04</b>	<b>0</b>	<b>-0.18</b>	<b>0.026</b>	0	1
Sexo	0.01	0.601	0.01	0.489	0.01	0.921	0.01	0.796

Tabla 3 - Resumen de diagnósticos incluidos por categorías CIE10

CIE10	Descripción	Total (n=7848)
J00-J06	Infecciones agudas del tracto respiratorio superior	6930
J09-J18	Gripe y neumonía	2
J20-J22	Otras infecciones agudas del tracto respiratorio inferior	134
J30-J39	Otras enfermedades del tracto respiratorio superior	137
J40-J47	Enfermedades crónicas del tracto respiratorio inferior	16
J60-J70	Enfermedades pulmonares debidas a agentes externos	0
J80-J84	Otras enfermedades respiratorias que afectan principalmente al intersticio	1
Z00+Z02	Personas que contactan con los servicios sanitarios para reconocimiento médico	628

Variable	Mujeres			Hombres			p	DMCI
	n	Promedio	DE	n	Promedio	DE		
Saturación periférica de oxígeno (%)	780	90	2.6	7068	90	2.5	0.601	1.2
Frecuencia cardiaca (x/min)	780	81.8	13.4	7032	80.5	12.9	<b>0.008</b>	6.5
Frecuencia respiratoria (x/min)	778	18.2	1.7	7047	18.1	1.6	<b>0.031</b>	0.8
Presión arterial sistólica	780	102.3	9.8	7068	106.2	10.2	<b>0</b>	5.1
Presión arterial diastólica	780	65.8	7.2	7068	68.1	8	<b>0</b>	4
Presión arterial media	780	78	7.1	7068	80.8	7.9	<b>0</b>	3.9
Temperatura (°C)	780	37.3	0.6	7068	37.3	0.7	0.315	0.3
Peso (kg)	780	57.1	7.2	7068	69.6	9.6	<b>0</b>	<b>5.1</b>
Talla (cm)	780	1.5	0.1	7068	1.7	0.1	<b>0</b>	<b>0.04</b>
Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	780	24.1	2.5	7068	25.1	2.4	<b>0</b>	1.2
Edad	780	33.1	9.5	7068	36.4	9.2	<b>0</b>	4.6

Tabla 4 - Diferencia de medias entre hombres y mujeres por variable. P reportada usando el test de T de student. DMCI: Diferencia mínima clínicamente importante, medida en las mismas unidades de la variable a comparar.

Variable	Enfermedades respiratorias			Controles			p	DMCI
	n	Promedio	DE	n	Promedio	DE		
Saturación periférica de oxígeno (%)	7220	89.9	2.5	628	90.5	2.2	<b>0</b>	1.2
Frecuencia cardiaca (x/min)	7185	81	13.1	627	76.3	9.4	<b>0</b>	6.5
Frecuencia respiratoria (x/min)	7198	18.1	1.6	627	17.7	1.4	<b>0</b>	0.8
Presión arterial sistólica	7220	105.7	10.2	628	107.4	9.9	<b>0</b>	5.1
Presión arterial diastólica	7220	67.8	8	628	68.6	8	<b>0.01</b>	4
Presión arterial media	7220	80.4	7.9	628	81.5	7.8	<b>0.001</b>	3.9
Temperatura (°C)	7220	37.4	0.7	628	37	0.4	<b>0</b>	0.3
Peso (kg)	7220	68.1	10.1	628	71.6	10	<b>0</b>	<b>5.1</b>
Talla (cm)	7220	1.6	0.1	628	1.7	0.1	<b>0</b>	<b>0.04</b>
Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	7220	25	2.4	628	25.3	2.4	<b>0.001</b>	1.2
Edad	7220	36	9.3	628	36.8	9.4	<b>0.028</b>	4.6

Tabla 5 - Diferencia de medias entre enfermedades respiratorias y controles por variable. P reportada usando el test de T de student. DCMI: Diferencia mínima clínicamente importante, medida en las mismas unidades de la variable a comparar.

Variable	Enfermedades de la vía aérea superior (a) (n=7067)		Enfermedades de la vía aérea inferior (b) (n=153)		Controles (c) (n=628)		p (ANOVA)	p (Bonferroni)		
	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE		a vs b	a vs c	b vs c
SpO2 (%)	89.9	2.5	89.9	2.7	90.5	2.2	<b>0</b>	1	<b>0</b>	<b>0.006</b>
Frecuencia cardiaca (x/min)	81	13.1	82.5	14.2	76.3	9.4	<b>0</b>	0.432	<b>0</b>	<b>0</b>
Frecuencia respiratoria (x/min)	18.1	1.6	18.5	2	17.7	1.4	<b>0</b>	<b>0.007</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Presión arterial sistólica	105.7	10.2	106.7	10.5	107.4	9.9	<b>0</b>	0.744	<b>0</b>	1
Presión arterial diastólica	67.8	7.9	68.5	8.5	68.6	8	<b>0.019</b>	0.752	<b>0.026</b>	1
Presión arterial media	80.4	7.9	81.2	8.4	81.5	7.8	<b>0.001</b>	0.611	<b>0.002</b>	1
Temperatura (°C)	37.4	0.7	37.3	0.7	37	0.4	<b>0</b>	1	<b>0</b>	<b>0</b>
Peso (kg)	68.1	10.1	68.7	11.3	71.6	10	<b>0</b>	1	<b>0</b>	<b>0</b>
Talla (cm)	1.6	0.1	1.6	0.1	1.7	0.1	<b>0</b>	1	<b>0</b>	<b>0</b>
Índice de masa corporal (kg/m2)	25	2.4	25.1	2.6	25.3	2.4	<b>0.002</b>	1	<b>0.002</b>	1
Edad	35.9	9.3	38.8	10.9	36.8	9.4	<b>0</b>	<b>0</b>	0.055	<b>0.048</b>

Tabla 6 - Diferencia de medias entre enfermedades de la vía aérea superior, inferior y controles. P reportada según el test de ANOVA.

Tabla 7 - Diferencia de funciones vitales entre personas nativas de Cajamarca y personas no nativas del departamento

Variables	Nativos de Cajamarca			No nativos			p
	n	Media	DE	n	Media	DE	
SpO2	5,859	89.9	2.5	1,989	<b>90.1</b>	2.5	<b>0.007</b>
Frecuencia cardíaca	5,832	80.0	13.1	1,980	<b>82.5</b>	12.4	<b>0</b>
Frecuencia respiratoria	5,839	18.1	1.6	1,986	18.0	1.5	0.3871
Temperatura	5,859	<b>37.4</b>	0.7	1,989	37.3	0.6	<b>0</b>
Presión sistólica	5,859	105.3	10.0	1,989	<b>107.4</b>	10.5	<b>0</b>
Presión diastólica	5,859	67.5	7.9	1,989	<b>69.0</b>	8.2	<b>0</b>
Presión media	5,859	80.1	7.7	1,989	<b>81.8</b>	8.2	<b>0</b>
Peso (kg)	5,859	66.7	9.9	1,989	<b>73.3</b>	9.2	<b>0</b>
Talla (m)	5,859	1.6	0.1	1,989	<b>1.7</b>	0.1	<b>0</b>
IMC	5,859	24.8	2.4	1,989	<b>25.4</b>	2.4	<b>0</b>
Edad	5,859	35.7	9.4	1,989	<b>36.8</b>	9.0	<b>0</b>

Tabla 8 - Diferencia entre enfermedades respiratorias y controles en pacientes nativos de Cajamarca. Interpretación de valores p para medias marginales: por variable, los grupos que comparten por lo menos una letra no son diferentes con un nivel de  $p > 0.05$ . De esta forma, se permite la comparación de medias de las variables tanto entre pacientes con enfermedades versus controles como entre pacientes nativos y no nativos de Cajamarca

Nativos de Cajamarca	Controles (n=381)		Grupo (p)	Enfermedades de la vía aérea superior (n=5364)		Grupo (p)	Enfermedades de la vía aérea inferior (n=114)		Grupo (p)
	Media	EE		Media	EE		Media	EE	
SpO2	90.5	0.1	BC	89.9	0.0	A	89.8	0.2	A
Frecuencia cardíaca	75.2	0.5	D	80.3	0.2	A	81.8	1.0	AB
Frecuencia respiratoria	17.7	0.1	A	18.1	0.0	BC	18.5	0.1	D
Temperatura	37.0	0.0	E	37.4	0.0	B	37.4	0.1	C
Presión sistólica	106.6	0.4	B D	105.2	0.1	A	106.2	0.8	ABC
Presión diastólica	68.1	0.3	ABC	67.4	0.1	A	68.2	0.6	AB D
Presión media	80.9	0.3	AB D	80.0	0.1	A	80.8	0.6	ABC
Peso (kg)	69.1	0.4	B	66.5	0.1	A	67.0	0.8	AB
Talla (m)	1.7	0.0	D	1.6	0.0	A	1.6	0.0	A
IMC	25.1	0.1	ABC	24.8	0.0	A	25.0	0.2	AB
Edad	36.4	0.4	AB	35.6	0.1	A	38.6	0.8	BC

  

No nativos de Cajamarca	Controles (n=247)		Grupo (p)	Enfermedades de la vía aérea superior (n=1703)		Grupo (p)	Enfermedades de la vía aérea inferior (n=39)		Grupo (p)
	Media	EE		Media	EE		Media	EE	
SpO2	90.6	0.1	C	90.0	0.1	A	90.0	0.2	AB
Frecuencia cardíaca	78.0	0.6	E	83.1	0.3	BC	84.6	1.1	C
Frecuencia respiratoria	17.7	0.1	A	18.1	0.0	B	18.5	0.1	CD
Temperatura	37.0	0.0	D	37.3	0.0	A C	37.3	0.1	AB
Presión sistólica	108.5	0.4	C	107.2	0.2	B D	108.1	0.8	D
Presión diastólica	69.5	0.3	D	68.9	0.2	BCD	69.6	0.7	C
Presión media	82.5	0.3	C	81.6	0.2	BCD	82.4	0.7	D
Peso (kg)	75.6	0.4	D	73.0	0.2	C	73.5	0.8	CD
Talla (m)	1.7	0.0	C	1.7	0.0	B	1.7	0.0	B
IMC	25.7	0.1	D	25.4	0.1	BCD	25.6	0.2	CD
Edad	37.4	0.4	CD	36.7	0.2	BC	39.6	0.8	D

Tabla 9 - Área bajo curva ROC por signos vitales. EE: Error estándar. IC: Intervalo de confianza.

Signos vitales	n	Área bajo la curva	EE	95% IC	
Saturación periférica de oxígeno (%)	7220	0.479	0.025	0.431	0.528
Frecuencia cardíaca (x/min)	7185	0.531	0.024	0.485	0.578
Frecuencia respiratoria (x/min)	7198	0.54	0.024	0.494	0.587
Presión arterial sistólica	7220	0.518	0.022	0.475	0.56
Presión arterial diastólica	7220	0.521	0.022	0.478	0.564
Presión arterial media	7220	0.524	0.023	0.479	0.568
Temperatura (°C)	7220	0.482	0.023	0.436	0.527

Tabla 10 - Ejemplo de resultado de análisis ROC en últimos 20 valores de saturación periférica de oxígeno (SpO2). RV= Razón de verosimilitud

SpO2 (%)	Sensibilidad	Especificidad	Correctamente clasificados	LR+	LR-
81	99.40%	0.60%	2.70%	1	1.07
82	99.40%	0.80%	2.90%	1	0.82
83	99.40%	1.00%	3.10%	1	0.64
84	99.40%	1.30%	3.40%	1.01	0.49
85	97.40%	2.00%	4.00%	0.99	1.33
86	94.10%	3.90%	5.80%	0.98	1.53
87	91.50%	6.40%	8.20%	0.98	1.32
88	87.60%	9.70%	11.40%	0.97	1.28
89	77.80%	18.60%	19.90%	0.96	1.2
90	56.20%	36.50%	37.00%	0.89	1.2
91	30.70%	68.20%	67.40%	0.97	1.02
92	23.50%	78.80%	77.60%	1.11	0.97
93	13.70%	90.10%	88.50%	1.39	0.96
94	9.20%	94.70%	92.90%	1.72	0.96
95	5.20%	97.00%	95.00%	1.73	0.98
96	2.00%	98.60%	96.50%	1.36	0.99
97	0.70%	99.50%	97.40%	1.28	1
98	0.70%	99.70%	97.60%	2.01	1
99	0.00%	99.90%	97.80%	0	1
100	0.00%	99.90%	97.80%	0	1

Tabla 11 - Ejemplo de resultado de análisis ROC en últimos 15 valores de frecuencia respiratoria (veces por minuto). RV= Razón de verosimilitud

Frecuencia respiratoria	Sensibilidad	Especificidad	Correctamente clasificados	RV+	RV-
14	100.00%	0.30%	2.40%	1	0
15	100.00%	0.70%	2.80%	1.01	0
16	100.00%	1.00%	3.10%	1.01	0
17	82.20%	18.20%	19.50%	1.01	0.98
18	77.00%	24.90%	26.00%	1.03	0.92
19	30.90%	75.80%	74.90%	1.28	0.91
20	30.30%	78.80%	77.80%	1.43	0.89
21	9.90%	95.70%	93.90%	2.28	0.94
22	9.20%	96.30%	94.40%	2.46	0.94
23	2.00%	99.40%	97.30%	3.23	0.99
24	2.00%	99.50%	97.40%	3.86	0.99
25	1.30%	99.80%	97.70%	7.13	0.99
26	1.30%	99.90%	97.80%	10.3	0.99
28	0.70%	100.00%	97.90%	15.45	0.99
30	0.70%	100.00%	97.90%	46.36	0.99