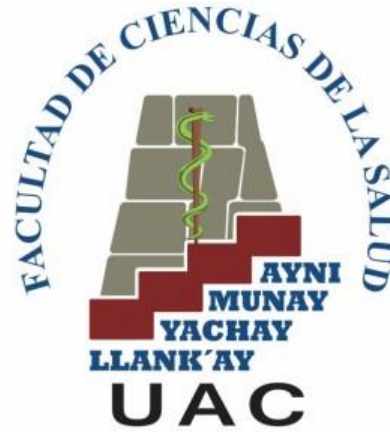




# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA HUMANA



## TESIS DE INVESTIGACION

---

PARAMETROS FISIOLÓGICOS EN NIÑOS SANOS DE 3 A 8  
AÑOS A UNA ALTITUD MAYOR A 2500 MSNM EN LA REGIÓN  
CUSCO, 2019.

---

Presentado por los bachilleres:

Calvo Aragón, Jonathan

Baca Calderón, Idania.

Para optar al Título Profesional de  
Médico Cirujano

Asesor: Ronny Breibat Timpo

CUSCO - PERÚ

2019



### **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios por darnos su bendición y permitirnos cumplir junto a Él un sueño de realización profesional.

A nuestros padres que estuvieron siempre cerca apoyándonos y compartiendo nuestro sueño, quienes fueron el pilar de este esfuerzo para cumplir nuestras metas.

Agradecemos a nuestros maestros por impartirnos conocimientos para nuestra formación profesional en este tiempo.

A nuestro asesor Ronny Breibat quien gracias a su apoyo y guía se pudo concluir nuestro trabajo de investigación.

A nuestras amigas y amigos que nos apoyaron en la realización de la tesis, por disponer su tiempo y estar con nosotros incondicionalmente.



## DEDICATORIA

A Dios porque sin su poder, no sería posible este sueño.  
A mi mamá Placida por su incondicional apoyo y por enseñare que con esfuerzo y  
amor se logra vencer cualquier adversidad.  
A mi papá Jorge quien con su chispa me mostro que siempre hay que llevar los días  
con una sonrisa y me ilumina desde el cielo.  
A mis hermanos Deyvis y Yojan quienes con su granito de arena me alegran los días,  
me forjan nuevos sueños y me acompañan siempre.  
(IDANIA)

La presente tesis, debido a su gran empeño en formar una persona con valores,  
dentro de los cuales se incluyen la sencillez, honradez, generosidad, bondad, lealtad y  
nobleza, se la dedico a mis padres, al papá recto, noble y de la fortuna eterna  
(Fortunato) y a la mamá abnegada, compasiva y cariñosa (Gladys). Sé que mis  
guardias como interno de medicina fueron duras tanto para mí como para ustedes,  
pero resistimos juntos ese año y ahora falta cosechar lo cultivado. El tiempo ocupado  
en su hijo valió la pena y sé que así lo sienten sus corazones viéndome a los ojos,  
sabiendo que me formaron para esto, para ser médico.  
(JONATHAN)



**DICTAMINANTES:**

Mg. Mauro Vargas león

Mg. Michael Choque Sota

**REPLICANTES:**

Mg. Cristabel Rivas Achahui

Mg. Arnaldo Peñalva Saji

**ASESOR:**

Med. Ronny Breibat Timpo



CONTENIDO

	Pag
<b>CONTENIDO</b> .....	i
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	ii
<b>RESUMEN/ABSTRAC</b> .....	iii
<b>CAPITULO I ELPROBLEMA DE INVESTIGACION</b> .....	<b>1</b>
1.1 Fundamentación del problema.....	1
1.2 Antecedentes teóricos .....	2
1.3 Formulación del problema .....	10
1.3.1 Problema general.....	10
1.3.2 Problema específico .....	10
1.4 Objetivo de la investigación .....	11
1.4.1 Objetivo general.....	11
1.4.2 Objetivo específico.....	11
1.5 Justificación de la investigación .....	11
1.6 Limitaciones de la investigación.....	12
1.7 Aspectos éticos.....	12
<b>CAPITULO II MARCO TEORICO CONCEPTUAL</b> .....	<b>13</b>
2.1 Marco teórico.....	13
2.2 Definición de términos básicos .....	24
2.3 Hipótesis.....	25
2.4 Variables .....	25
2.5 Definiciones operacionales .....	26
<b>CAPITULO III METODOS DE INVESTIGACION</b> .....	<b>28</b>
3.1 Tipo de investigación .....	28
3.2 Diseño de investigación .....	28
3.3 Población y muestra .....	28
3.3.1 Descripción de la población .....	28
3.3.2 Criterios de inclusión y exclusión .....	28
3.3.3 Muestra: Tamaño de muestra y método de muestreo .....	29
3.4 Técnicas instrumentos y procedimientos de recolección de datos .....	29
3.4.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.4.2 Procedimientos de recolección de datos.....	30
3.5 Plan de análisis de datos .....	31



**CAPITULO IV RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....32**

4.1 Resultados .....32

    4.1.1 Resultados respecto a los datos generales .....32

    4.1.2 Resultados respecto a los parámetros fisiológicos .....34

    4.1.3 Resultados de análisis de asociación .....40

    4.1.4 Resultados de análisis de diferencia entre los valores referenciales de cada altitud.....43

4.2 Discusión.....45

4.3 Conclusiones .....49

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....51**

**ANEXOS.....58**

ANEXO N°1: ASENTIMIENTO INFORMADO

ANEXO N°2: CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL PADRE DE FAMILIA

ANEXO N°3: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

ANEXO N°4: VALIDACION DE INSTRUMENTO

ANEXO N°5: CARTA DE ACEPTACION DEL COMITÉ DE ETICA

ANEXO N°6: CARTA DE SOLICITUD DE PERMISO A INSTITUCIONES EDUCATIVAS

ANEXO N°7: TABLAS DE IMC EN NIÑOS/AS MENORES DE 5 AÑOS

ANEXO N°8: TABLAS DE IMC EN NIÑOS/AS MAYORES DE 5 AÑOS

**RELACIÓN DE TABLAS:**

TABLA N°1: CARACTERÍSTICA GENERAL DE MUESTRA.....33

TABLA N°2: VALORES PERCENTILES DE SATURACIÓN DE NIÑOS DE 3 A 5 AÑOS.....35

TABLA N°3: VALORES PERCENTILES DE SATURACIÓN DE NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS.....36

TABLA N°4: ANALISIS ESTADISTICO DE PARAMETROS FISIOLÓGICOS.....36

**RELACIÓN DE DIAGRAMAS Y GRÁFICOS**

DIAGRAMA N°1: SELECCIÓN DE MUESTRA POBLACIONAL.....32

DIAGRAMA N°2: SATURACIÓN DE OXIGENO SEGÚN ALTITUD EN NIÑOS DE 3 A 5 AÑOS DE EDAD .....34

DIAGRAMA N°3: SATURACIÓN DE OXIGENO SEGÚN ALTITUD EN NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS DE EDAD .....35

DIAGRAMA N°4: FRECUENCIA CARDIACA SEGÚN ALTITUD EN NIÑOS DE 3 A 5 AÑOS DE EDAD .....36

DIAGRAMA N°5: FRECUENCIA CARDIACA SEGÚN ALTITUD EN NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS DE EDAD .....37



DIAGRAMA N°6: FRECUENCIA RESPIRATORIA SEGÚN ALTITUD EN NIÑOS DE 3 A 5 AÑOS DE EDAD.....38

DIAGRAMA N°7: FRECUENCIA RESPIRATORIA SEGÚN ALTITUD EN NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS DE EDAD.....39

GRAFICO N°1: VALORES PERCENTILES DE FRECUENCIA RESPIRATORIA SEGÚN ALTITUD EN NIÑOS DE 3 A 5 AÑOS DE EDAD .....40

GRAFICO N°2: VALORES PERCENTILES DE FRECUENCIA RESPIRATORIA SEGÚN ALTITUD EN NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS DE EDAD .....40

GRAFICO N°3: MEDIA DE SATURACIÓN DE OXIGENO SEGÚN ALTITUD EN NIÑOS DE 3 A 5 AÑOS DE EDAD .....41

GRAFICO N°4: MEDIA DE SATURACIÓN DE OXIGENO SEGÚN ALTITUD EN NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS DE EDAD .....41



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad el conocimiento de los valores referenciales de parámetros fisiológicos de saturación de oxígeno, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria en la población pediátrica conforme se encuentren en altitudes sobre el nivel del mar diferente.

La oximetría de pulso es un método no invasivo, portátil y de fácil uso que mide la saturación de oxígeno en la hemoglobina arterial, el cual determina el grado de hipoxemia del paciente incluso en el primer nivel de atención. Por su ayuda diagnóstica como examen auxiliar se ha considerado como un criterio importante las enfermedades respiratorias. La frecuencia cardíaca y respiratoria son dos de las funciones vitales más importantes en la población pediátrica, las cuales ayudan al estado general del paciente, mientras estén en los rangos establecidos.

En el capítulo I se hace un recuento de la fundamentación del problema, los antecedentes teóricos, el planteamiento del problema, el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto de investigación, se justifica el problema y se da a conocer los aspectos éticos en los cuales se regirán todos los procedimientos a realizar. En el capítulo II se revisa la parte teórica sólida del tema de investigación, además de plantear las hipótesis, las variables y definir las operacionalmente. En el capítulo III se presenta el Método de la investigación, población y muestra, descripción de la población, criterios de inclusión y exclusión, muestra: tamaño de muestra y método de muestreo, Técnica, instrumentos y procedimientos de recolección de datos, plan de análisis de datos. En el capítulo IV se dan a conocer los resultados, los cuales son discutidos y comparados con los antecedentes bibliográficos encontrados, finalmente se dan a conocer las sugerencias y conclusiones de la tesis de investigación.





**Parámetros fisiológicos en niños sanos de 3 a 8 años a una altitud mayor de 2500 msnm en la Región Cusco, 2019**

**Calvo Jonathan, Baca Idania, R. Breibat**

**Antecedentes:** Los signos vitales son la manifestación externa de funciones vitales básicas tales como la respiración, la circulación y el metabolismo. En niños habitantes de más de 2500 msnm, se han identificado cambios en parámetros fisiológicos principalmente en la saturación de oxígeno.

En la región del Cusco para el 2017 la población estimada era de 1 331 758 habitantes, siendo el más 86% que vive altura mayor a 2500 msnm. Un estudio del 2014 realizado en Santiago-Cusco (3350 msnm) se observó, SO<sub>2</sub> fue de 91,1%.

**Métodos:** Estudio descriptivo, observacional, transversal, prospectivo. Población de 571 niños entre 3 y 8 años, que cumplan los criterios de inclusión y exclusión. Para el análisis de datos estadísticos se utilizó SPSS v 25, la realización de gráficos se utilizó Excel Windows 2013. En análisis univariado se realizó medición por frecuencia, media, mediana, valor mínimo y máximo. Para el análisis de asociación, se utilizó chi cuadrado de Pearson con nivel de significancia al 95% ( $p < 0,05$ ). Para comparación entre las altitudes estudiadas se realizó la prueba de hipótesis, con un intervalo de confianza al 99%.

**Resultados:** SO<sub>2</sub> según altitud (%): niños de 3 a 5 años: A=94,2; B=91,2; C=90,2; D=86,4. Niños de 6 a 8 años: A=93,5; B=92,4; C=89,9; D=86,8. Frecuencia cardiaca: niños de 3 a 5 años (lpm): A=98; B=106; C=98; D=101. Niños de 6 a 8 años: A=90; B=86; C=93; D=85. Frecuencia respiratoria (rpm): Niños de 3 a 5 años: A=27; B=30; C=27; D=27. De 6 a 8 años: A=23; B=24; C=24; D=23. En el análisis de correlación entre SO<sub>2</sub> y altitud se encontró un valor chi en niños de 3 a 5 años: 236,890 con  $p < 0,05$  y en niños de 6 a 8 años: 163,286 con un  $p < 0,05$ . Al realizar la diferencia de medias entre las poblaciones en SO<sub>2</sub>: entre A y B, B y C, C y D se halló  $Z > 1,96$ .

**Conclusiones:** SO<sub>2</sub> varía según la altitud, existiendo una relación inversa. En cuanto a la frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria no existe correlación con la altitud manteniendo sus valores según los parámetros estandarizados.

**Palabras clave:** Saturación de oxígeno, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, altitud



## ABSTRACT

**Physiological parameters in healthy children older than 3 years and under 8 years old at an altitude higher than 2500 meters above sea level in the Cusco Region, 2019**

**Calvo Jonathan, Baca Idania, R. Breibat**

**Background:** Vital signs are the external manifestation of basic life functions such as breathing, circulation and metabolism. In children of more than 2500 masl, changes in physiological parameters have been identified, mainly in oxygen saturation.

In the region of Cusco for 2017 the estimated population was 1,331,758 inhabitants, with the highest 86% living above 2500 meters above sea level. A 2014 study conducted in Santiago-Cusco (3350 masl) was observed, SO<sub>2</sub> was 91.1%.

**Methods:** Descriptive, observational, cross-sectional, prospective study. Population of 571 children between 3 and 8 years, who meet the inclusion and exclusion criteria. SPSS v 25 was used to analyze statistical data, Excel Windows 2013 was used for graphics. In univariate analysis, measurement was made by frequency, mean, median, minimum and maximum value. For the association analysis, Pearson's chi-squared test was used with 95% significance level ( $p < 0.05$ ). For comparison between the altitudes studied, the hypothesis test was performed, with a 99% confidence interval.

**Results:** SO<sub>2</sub> according to altitude (%): children from 3 to 5 years old: A = 94.2; B = 91.2; C = 90.2; D = 86.4. Children from 6 to 8 years old: A = 93.5; B = 92.4; C = 89.9; D = 86.8. Heart rate: children 3 to 5 years old (bpm): A = 98; B = 106; C = 98; D = 101. Children from 6 to 8 years old: A = 90; B = 86; C = 93; D = 85 Respiratory frequency (rpm): Children from 3 to 5 years old: A = 27; B = 30; C = 27; D = 27 From 6 to 8 years old: A = 23; B = 24; C = 24; D = 23 In the correlation analysis between SO<sub>2</sub> and altitude, a chi value was found in children aged 3 to 5 years: 236,890 with  $p < 0.05$  and in children aged 6 to 8 years: 163,286 with  $p < 0.05$ . When performing the mean difference between the populations in SO<sub>2</sub>: between A and B, B and C, C and D Z was found  $> 1.96$ .

**Conclusions:** SO<sub>2</sub> varies according to altitude, with an inverse relationship. In relation to heart rate and respiratory rate, there is no correlation with altitude, maintaining its values according to standardized parameters.

**Keywords:** Oxygen saturation, heart rate, respiratory rate, altitude



## CAPITULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Fundamentación del problema

Saturación de Oxígeno se denomina al proceso en el cual la molécula de hemoglobina transporta moléculas de oxígeno, si dichas uniones están transportando oxígeno en su totalidad se llega a una saturación de 100% <sup>(1)</sup>.

A una altura de aproximadamente 3 048 msnm, incluso cuando se respira aire, la saturación arterial de O<sub>2</sub> llega al 90%. A esta misma altura la saturación de O<sub>2</sub> arterial disminuye rápidamente, hasta que es ligeramente menor del 70% a 6.100 m y mucho menor a alturas todavía mayores <sup>(2)</sup>.

Los signos vitales son la manifestación externa de funciones vitales básicas tales como la respiración, la circulación y el metabolismo <sup>(3)</sup>. A nivel fisiológico, el desarrollo pulmonar completo se describe hasta los 8 años vida <sup>(4)</sup>.

La clasificación realizada por documentos nacionales de protocolos de atención del niño y al Modelo de atención integral de salud, dividen a los menores de 5 años como infantes y mayores de 6 años son considerados como niños. Recordemos que los niños menores de 5 años se encuentran en jardín (edad preescolar), mientras que los mayores de 6 años asisten a escuelas (edad escolar) <sup>(5)</sup>.

En la región del Cusco para el 2017 la población estimada fue de 1 331 758 habitantes, de los cuales 1 150 899 (86%), vive en una altura mayor a 2500msnm<sup>(6)</sup>.

En las alturas elegidas para la evaluación de los niños habitantes de más de 2500 msnm, clasificada como gran altura <sup>(7)</sup>, se identifican cambios en algunos parámetros fisiológicos principalmente en la saturación de oxígeno. La edad pediátrica menor a 5 años es la más afectada por infecciones respiratorias altas, En la región del Cusco, para la S.E. N° 13 del año 2019 se notificaron 1729 episodios de IRA y 18 neumonías en menores de 5 años, de las cuales 8 son neumonías graves (44,40%). En todo el año 2018 se registraron 46 muertes por Neumonía en menores de 5 años, 23 defunciones más que en el año 2017 y 22 defunciones más que en el año 2016. Los valores referenciales para considerar enfermedad respiratoria en niños de 1 a 5 años según las Guías Nacionales: frecuencia respiratoria de 1-5 años: > a 40 rpm; saturación de oxígeno < a 90%, éstas basadas en estudios realizados a nivel del mar <sup>(9)</sup>, por lo que no se podrían aplicar a nuestra región.



En un estudio en Perú del 2017 se halló que en población de niños 1 a 5 años y 6 a 17 a 5100 metros la saturación fue de 72 a 74 % respectivamente, y que la variación se comenzó a ver a partir 2880 msnm con 92 a 95% <sup>(10)</sup>.

Otro estudio “gasometría arterial en adultos clínicamente sanos a 3350 metros de altitud” del 2014 realizado en la ciudad de Cusco en el distrito de Santiago se observó que  $SO_2$  91,13%; a partir de los 20 años de edad, por cada año cumplido va en disminución el  $SO_2$  en 0,05% <sup>(11)</sup>. Este antecedente alienta la investigación sobre el tema, ya que la diferencia de los valores con referencia a nivel del mar, son claramente significativos.

## 1.2 Antecedentes teóricos

### Internacionales

**Lorente-Aznar T y cols (Barcelona-España, 2017)**, en su estudio “Estimación de la saturación arterial de oxígeno en función de la altitud”, cuyo objetivo fue estimar los valores de saturación de oxígeno en función de la altitud y, adicionalmente, diseñar un gráfico para usar sobre el terreno que muestre la saturación esperada para cada altitud y sus límites de normalidad.

Estudio en el que se diseñó un modelo de regresión lineal múltiple para explorar la relación entre la altitud y la saturación. Participaron 53 montañeros: 36 varones y 17 mujeres se ajustó factores como: sexo, edad, frecuencia cardíaca, índice de masa corporal (IMC), tabaquismo, altitud de la residencia habitual, experiencia en alta montaña e historia previa de mal agudo de montaña, cuya relación entre ellas se cuantificó con coeficientes de correlación de Pearson y con el de determinación ( $R^2$ ). Se observó que existe una fuerte relación lineal entre altitud y saturación de oxígeno ( $R^2= 0,837$ ,  $F=1.892$ ,  $p < 0,001$ ), dando valores muy ligeramente distintos en función del sexo, siendo alrededor de 0,7 puntos mayor en mujeres que en hombres. La saturación no se relaciona con la edad, el peso, la talla, el hábito tabáquico, la frecuencia cardíaca ni con la experiencia previa en alta montaña. El estudio concluye la sencillez en el cálculo de la saturación de oxígeno estimada para una determinada altitud mediante la gráfica propuesta ayudará en la toma de decisiones precoces sobre el terreno <sup>(12)</sup>.

**Gonggalanzi y cols (Tibet-China, 2017)**, en su estudio “Acute mountain sickness, arterial oxygen saturation and heart rate among Tibetan students who reascend to Lhasa after 7 years at low altitude: a prospective cohort study”, cuyo objetivo fue estimar la incidencia de la enfermedad aguda de montaña y abordar los cambios en la saturación de oxígeno arterial y la frecuencia



cardíaca en tibetanos nativos que recurren a la ciudad de gran altitud de Lhasa (3658 m) después de una estancia de 7 años a baja altura. Un estudio de cohorte, en el que participaron estudiantes entre 17-21 años de edad de los cuales 859 eran nativos de tibetanos que vivían en altitud baja durante 7 años y 801 Han chinos, las pruebas test  $\chi^2$  se realizaron para comparar variables categóricas y una prueba T de Student para comparar variables continuas. Se realizó un análisis de varianza unidireccional para comparar las diferencias de SaO<sub>2</sub> y frecuencia cardíaca entre estudiantes tibetanos y chinos Han, se usó un modelo de regresión lineal, las asociaciones se consideraron estadísticamente significativas a  $p < 0,05$ , y los análisis se llevaron a cabo utilizando SPSS V.24. En dicho estudio se encontró que 1.2 % de los tibetanos tuvo mal de montaña y la variación de saturación fue de 99.2% a 91.1% y frecuencia cardíaca no tuvo variación en comparación con los chinos Han que tuvieron mal de montaña en un 37-42%, saturación de 99.1% a 88.0% mientras que su frecuencia cardíaca aumento 11.5 latidos por minuto. Se concluye que los tibetanos sanos están en su mayoría protegidos contra el mal agudo de montaña y principalmente mantienen su buena adaptación a la altitud elevada, incluso después de un largo período de permanencia a baja altitud<sup>(13)</sup>.

**Nepal O y cols (Himalaya-China, 2012)**, en su estudio "Relationship Between Arterial Oxygen Saturation and Hematocrit, and Effect of Slow Deep Breathing on Oxygen Saturation in Himalayan High Altitude Populations", cuyo objetivo fue comparar dos poblaciones diferentes de gran altitud, a fin de estudiar la relación entre la saturación de oxígeno arterial y el hematocrito.

Un estudio descriptivo transversal, la muestra se extrae de los nativos de dos pueblos pequeños, Thini en Jomsom (2800 m) y Jharkot (3760 m) en el distrito de Mustang de Nepal. Los nativos a 2800 m se denominan como población de mayor altitud y los residentes locales a 3760 m se dice que son poblaciones de mayor altitud en este estudio, las células sanguíneas empaquetadas se determinaron mediante el método de Wintrobe. Se observó que cuando se comparó la SaO<sub>2</sub> en la población de menor altitud y la de mayor altitud, no existe diferencia en la saturación de oxígeno entre estas poblaciones, de manera similar, se empleó una prueba t de dos colas no pareada para la determinación de la diferencia en hematocrito entre la población a mayor altitud (3760 m) y mayor altitud baja (2800 m), la media de hematocrito en la población de mayor altitud (Jharkot) es 50.23 con un error estándar de media 0.9745. La media en nativos de mayor altitud baja (Jomsom) es de 44,57 y 0,9315, respectivamente, con un valor de  $p < 0,0001$ , con un IC del 95% que



indica el hematocrito mayor a una altitud de 3760 m en Jharkot. Se concluye que los nativos de mayor altitud tienen mayor saturación de oxígeno arterial que la población de menor altitud, lo que se debe al aumento de la concentración de glóbulos rojos. La respiración lenta y profunda aumenta la saturación de oxígeno independientemente de la altitud <sup>(14)</sup>.

**Shrestha S, Shrestha L, Bhandary S. (Nepal, 2012)**, en su estudio “Oxygen Saturation of Hemoglobin in Healthy Children of 2-14 Years at High Altitude in Nepal”, cuyo objetivo fue determinar el valor de referencia de SO<sub>2</sub> en niños saludables de Nepal de 2 a 14 años de edad, que viven permanentemente a gran altura y la relación de saturación de oxígeno con edad, sexo y etnia.

Fue un estudio de tipo descriptivo, observacional en cuatro diferentes altitudes de 2700 msnm a 3800 msnm, en el que se descartaron enfermedades congénitas o cardiorespiratorias, con una población total de 106 niños, se determinó análisis de varianza de ANOVA, t de student, Sperman y se realizó una correlación y un análisis de regresión simple, se encontró como resultados la media de SO<sub>2</sub> a 2700 msnm fue de 95 %, mientras que a 3800 msnm fue de 94%, según edad de 2 a 5 años fue de 95% y de 5 a 10 años fue de 94%, no encontraron diferencias de saturación según el sexo. Concluyendo que, los valores de SO<sub>2</sub> fueron mayores que otros estudios realizados a más de 2500 msnm, por lo que se deduce que probablemente los antecedentes étnicos podrían ser contribuyentes a tal diferencia, sin embargo, nuestro estudio fue en tamaño de muestra muy pequeña, por lo que necesita ampliar más los estudios en poblaciones mayores y altitudes similares <sup>(15)</sup>.

### **Latinoamericanos**

**Saavedra F, Vargas M (Cochabamba-Bolivia, 2016)**, en su estudio “influencia de la altura sobre la saturación de oxígeno en recién nacidos sanos”, cuyo objetivo fue establecer la saturación de oxígeno por pulsioximetría en recién nacidos clínicamente sanos en ciudades de altura (La Paz y Cochabamba).

Es un estudio descriptivo, prospectivo, transversal en el que se incluyeron 280 pacientes, 100 de la ciudad de La Paz a una altitud de 3640 msnm, 180 de la ciudad de Cochabamba a una altitud de 2558 msnm, con criterios de inclusión recién nacidos clínicamente sanos, mayor a 37 semanas de edad gestacional, con temperatura 36,5 a 37,5°C, peso adecuado para la edad gestacional y APGAR mayor a 7 a los 5 minutos, cuyos datos fueron procesados en programas estadísticos y t de student. Se observó que en la Ciudad de La Paz muestra saturación de oxígeno a los 10 minutos con una media 86.42%, a las





12 horas la media 88.12%, a las 24 horas la media 89.11%; mientras que en la ciudad de Cochabamba a los 10 minutos con una media 87.76%, a las 12 horas de vida extrauterina media 89.36%, a las 24 horas la media 91.49%. En dicho estudio se concluye que la SO<sub>2</sub> es dependiente de la altura respecto al nivel de mar<sup>(16)</sup>.

**Bustamante A. Valenzuela A. (Quito-Ecuador, 2015)**, en su estudio “Estudio preliminar para determinar valores referenciales de saturación de oxígeno medidos por oximetría de pulso en personas mayores de 18 años, sin patología cardiorrespiratoria, residentes en la ciudad de Quito (altitud 2850 metros sobre el nivel del mar)” que tuvo como objetivo determinar los valores de saturación de oxígeno en personas mayores de 18 años, sin patología cardiorrespiratoria, mediante oximetría de pulso para establecer valores referenciales de saturación propios en personas residentes en Quito, a una altitud de 2.850 metros sobre el nivel del mar. La muestra calculada y estudiada fue de 387 personas, el tipo de estudio fue descriptivo, longitudinal, observacional y prospectivo. En dicho estudio se obtuvo que la saturación media es de 94%, encontrándose que el lugar de procedencia es estadísticamente significativo ( $p=0.04$ ) y con un tiempo de residencia a 2859 msnm. de más de 6 meses se obtuvo que la mayoría de población estudiada llegó a una saturación de más de 95% ( $p=0,00$ ). Se concluye que los niveles de saturación de la población estudiada no son bajos, en relación a lo que citan varias bibliografías de acuerdo a la altitud en la que se ubica la ciudad de Quito, situación que se debería a la aclimatación que sufre el organismo a altitudes elevadas<sup>(17)</sup>.

**Novillo J, Mata A (Quito-Ecuador, 2015)**, en su estudio “Saturación de oxígeno en niños y niñas escolares sanos de 5 a 12 años en escuelas de educación básica ubicadas a la altura de 2880 a 3000 metros en la ciudad de Quito en el período de marzo - mayo 2015”, cuyo objetivo fue determinar los valores de saturación de oxígeno en una población pediátrica sana en la ciudad de Quito ubicada de 2880 a 3000 metros de altura sobre el nivel del mar, con el fin de optimizar el manejo de pacientes que requieran oxígeno con base en los parámetros propios de la ciudad.

Estudio descriptivo, observacional, con correlación prospectiva con una población de 450 niños sanos entre 5 a 12 años durante el 2015, se midió la saturación de oxígeno y la frecuencia cardíaca, las variables de la prueba se cruzaron por programa SPSS para determinar correlaciones y dependencias. En dicho estudio se observó que la saturación al minuto se encontraba en un rango de 79-99% con media de 94.4%, mientras que a los 3 minutos el rango



fue 81-99% con media 94.8%, no hubo diferencias ni cambios con respecto a la edad o género. Se concluye que la media de saturación de oxígeno en Quito a una altura de 2880 a 3000 fue de 94.4%, entonces los valores de saturación de oxígeno son inversamente proporcionales a la altitud <sup>(18)</sup>.

**Trompetero AC, Cristancho E, Benavides W, Serrato M, Landinéz P y cols (Bogotá-Colombia, 2015)**, en su estudio “Comportamiento de la concentración de hemoglobina, el hematocrito y la saturación de oxígeno en una población universitaria en Colombia a diferentes alturas”, cuyo objetivo fue analizar el comportamiento de hemoglobina, hematocrito y SaO<sub>2</sub> a diferentes alturas intermedias (970 msnm, 1520 msnm, 1728 msnm, 1923 msnm, 2180 msnm y 2600 msnm) en población universitaria colombiana para determinar el grado de variación de estos parámetros.

Fue un estudio de tipo descriptivo, observacional y transversal, los sujetos participantes 475 fueron adultos saludables de ambos géneros con edades entre 18 y 30 años, nativos o residentes como mínimo desde hace 3 años en diferentes alturas Túlua (970 msnm, San Francisco (1520 msnm), Fusagasuga (1728 msnm), Choachí (1923 msnm), Pasca (2180 msnm.) y Soacha (2600 msnm), se halló que la SO<sub>2</sub> se mantuvo en 96% hasta los 2180 msnm y que llegando a los 2600 msnm esta disminuyó 93 a 94%, así también se observó que el hematocrito aumentó de 45% a una altitud de 970 msnm hasta 49% a una altitud de 2600 msnm. Se concluyó que, El hematocrito presenta un incremento con el ascenso en la altitud en ambos géneros, los varones presentan un incremento mayor que las mujeres en Hemoglobina. La saturación tuvo un comportamiento de descenso a medida que se incrementó la altura acompañada de un incremento del hematocrito. Los varones presentaron niveles más bajos de saturación que las mujeres <sup>(19)</sup>.

**Duenas E. Bazurto M. (Bogotá-Colombia, 2015)**, en su estudio “Característica polisomnográfica durante la noche y saturación de oxígeno de bebés sanos de 1 a 18 meses de edad, nacidos y residentes en altitudes elevadas 2 640 msnm” El principal objetivo de este estudio fue realizar evaluaciones exhaustivas de polisomnografía o bebés sanos en Bogotá, Colombia, durante los primeros 18 meses de vida para examinar los efectos de la alta altitud en la arquitectura del sueño y los patrones respiratorios y delinear los valores de referencia para aplicaciones clínicas.

En este estudio analítico de corte transversal, incluimos bebés sanos de 1 a 18 meses de edad, nacidos y residentes en Bogotá, Colombia, a una altitud media de 2,640 msnm, durante el período de abril de 2009 a agosto de 2012. Se





observó que existe una alta prevalencia de apneas totales, centrales y obstructivas. (AHI alto, C-AHI y O-AHI) y, particularmente, una frecuencia muy alta de episodios de saturación inferior, una parte significativa del tiempo de sueño con saturación de oxígeno cercano o inferior al 90%, con una media de saturación de 90% +/- 3. Se concluye que los pacientes pediátricos evaluados a una altura de 2 640 msnm tienen una media de saturación inferior a nivel del mar con mayor frecuencia de episodios de apnea central durante el sueño<sup>(20)</sup>.

### Nacionales

**Mejía C, Cardenas M, Benites D, Miñan A (Huancayo-Perú, 2019)**, en su estudio “Values of heart rate at rest in children and adults living at different altitudes in the Andes”, cuyo objetivo fue determinar la frecuencia cardiaca que viven en diferentes lugares geográficos y altitudes usando centiles en niños y adultos.

El estudio fue de tipo descriptivo, transversal analítico, los sitios seleccionados fueron 15 altitudes diferentes, con una población incluía edades entre 1 a 80 años de edad se excluyeron personas con alteraciones cardiorrespiratorias, embarazo, se utilizó un oxímetro de pulso N560, se tomaron 6 mediciones con un intervalos de 10 segundos, las variables se exportaron al Excel, se utilizó SPSS 11 para el análisis estadístico, para el análisis de correlación de Pearson y se creó percentiles por cada grupo de edad. Como resultado se observó que los valores de media en el grupo de 1 a 5 años para la frecuencia cardiaca: 2880 msnm, 3250 msnm, 3600 msnm, 4100 msnm de 102 lpm, 103 lpm, 91 lpm, 100 lpm respectivamente, en cuanto en los grupos de edad mayores de 6 años según altitudes fueron de 86 lpm, 82 lpm, 83 lpm y 92 lpm<sup>(21)</sup>.

**Rojas J. Cols. (Lima-Perú, 2017)**, en su estudio “Valores de referencia para la saturación de oxígeno desde el nivel del mar hasta la habitación humana más alta en los andes en personas aclimatadas”, cuyo objetivo fue comparar la saturación de oxígeno en 15 diferentes altitudes del Perú con habitantes residentes de al menos 2 meses. La muestra es de 6 289 personas.

Su tipo de estudio fue descriptivo, transversal y observacional, donde dividieron su muestra en 4 grupos, en los dos grupos de 1 a 5 años y 6 a 17, 95 (94-96) a 2880 m; (92-95) a 3250 m; 92 (90-93) a 3600 m; 90 (88-91) a 3950 m; 87 (85-89) a 4100 m; 87 (85-89) a 4338 m; 87 (85-89) a 4500 m; 85 (83-88) a 4715 m; 81 (78-84) a 5100m. En dicho estadio se concluye que nuestros datos proporcionan un rango de referencia para la SpO2 en personas de 1 a 80 años desde el nivel del mar hasta la ciudad más alta del mundo habitada, lo que



contribuye al conocimiento global de las mediciones de SpO<sub>2</sub> esperadas a una altitud habitable determinada, donde claramente la saturación es inferior en comparación al nivel del mar<sup>(10)</sup>.

**Tinoco A, Roman A, Charri J (Huanuco-Perú, 2017)**, en su estudio de “Gasometría arterial en diferentes niveles de altitud en residentes adultos sanos en el Perú” cuyo objetivo fue conocer los valores de gasometría en sangre, Saturación de oxígeno, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> y lactato en residentes adultos a dos diferentes altitudes.

El tipo de estudio fue descriptivo, prospectivo, observacional, transversal, con un muestreo de conveniencia en dos ciudades de Huanuco (1818 msnm) y Cerro de Pasco (4380 msnm). Se observó que la media de SO<sub>2</sub> a 1818 msnm fue de 96,24% y a 4380 msnm fue de 87,02%. La presión de oxígeno que se encontró a 1818 msnm fue de 78,19 mmHg, a 4389 msnm fue de 54,18 mmHg. Se concluyó que los resultados de gasometría arterial analizados en residentes adultos a dos diferentes altitudes son diferentes de los valores normales en residentes a nivel del mar, cuanto mayor sea la altitud de residencia más pronunciados serán los cambios<sup>(22)</sup>.

**Vilca A. Quispe C. (Puno-Perú, 2017)**, en su estudio “Saturación de oxígeno de los recién nacidos sanos cuantificada mediante oximetría de pulso, en el Hospital III EsSalud, a 3 827 nsnm., Puno 2017” cuyo objetivo fue determinar la saturación de oxígeno según sexo, peso, tipo de parto, y apgar del recién nacido en neonatos sanos nacidos, y Comparar la saturación de oxígeno en neonatos sanos nacidos en el Hospital Es Salud Puno, a 3 827 nsnm., con lo reportado a nivel del mar.

El tipo de estudio fue descriptivo, comparativo, retrospectivo y observacional, la muestra fue de 115 recién nacidos sanos entre los meses de enero a diciembre. Se observó que no existe diferencia en lo referente al sexo de los recién nacidos, la mayor cantidad de recién nacidos pesaban entre 2 500 y 4000 gramos, la mayor proporción fueron por parto vaginal en su mayoría en el grupo entre 38 a 42 semanas, la mayor cantidad de casos presentó APGAR mayor de 7, el promedio de saturación de oxígeno fue a los 5 minutos de 80%, a los 10 minutos de 86%, a los 30 minutos de 89%, a los 60 minutos de 91%; en todo momento, la saturación de oxígeno fue significativamente mayor a nivel del mar que en Puno. Encontrándose que la saturación fue significativamente menor en el grupo de las cesáreas en cualquier momento después del minuto de vida ( $p < 0.0001$ ).



Se concluyó que la saturación de oxígeno fue mayor en recién nacidos de sexo masculino, con peso entre 2,500 a 4,000 gramos, recién nacidos por vía vaginal, en recién nacidos con APGAR mayor de 7; y la saturación de oxígeno en los primeros 60 minutos de vida del recién nacido fue significativamente mayor a nivel del mar que en Puno <sup>(23)</sup>.

**Vidalón D. Salinas C. (Lima – Perú, 2016)**, en su estudio “Saturación de oxígeno de los recién nacidos a término sanos cuantificado por oximetría de pulso en el Hospital Regional Zacarías Correa Valdivia, a una altitud de 3860 metros sobre el nivel del mar, de setiembre a noviembre del año 2016.” Cuyo objetivo fue determinar el rango de saturación de oxígeno de los recién nacidos a término sanos en el Hospital de Huancavelica, ubicado a una altura de 3860 metros sobre el nivel del mar, durante las primeras 24 horas de vida.

El tipo de estudio fue observacional descriptivo, prospectivo, de corte longitudinal. La población de estudio fue de 129 recién nacidos.

Los resultados de la saturación de oxígeno variaron de forma progresiva llegando a estabilizarse a las 2 horas. Al primer minuto de vida es de 67.1 +/- 1.0, con una saturación mínima de 51% y una máxima de 82%, a los 5 minutos, se encontró una media de 75.47% +/-6.45 en la saturación de oxígeno. Así mismo la media para la saturación de oxígeno a los 10 minutos fue de 81.81% +/-6.41, a los 30 minutos de vida se registró una media de 86.88 % +/-2.78 para la saturación de oxígeno. La media de la saturación de oxígeno a las 2 horas de vida fue de 88.71 +/-2.53. Se encontró una media para las 6 y 24 horas de vida de 89.62% +/-5.49 y de 91.45 % ± 2.26 respectivamente.

Se concluyó que la saturación promedio en los recién nacidos en la altura, es menor, comparado con los nacidos en ciudades a nivel del mar. Las medidas antropométricas, no muestran significancia estadística comparados con los hallados en poblaciones a nivel del mar <sup>(24)</sup>.

### Locales

**Pereira C, Huamanquispe J, Castelo L (Cusco-Perú, 2014)**, en el estudio “gasometría arterial en adultos clínicamente sanos a 3350 metros de altitud”, cuyo objetivo fue determinar los valores gasométricos arteriales de normalidad, en adultos clínicamente sanos que viven a 3350 metros de altitud.

Estudio transversal analítico con una población de 118 personas que vivieron sus primeros 20 años en el distrito de Santiago, que no realizan deporte más de 60 min, no fuman, sin patologías respiratorias, cardiovasculares o hematológicas. Se hizo uso del EPIDAT 3.1, con estrategias de medias e



intervalos. Se observó que las mujeres conformaron el 57.6% de la muestra; la frecuencia respiratoria fue 16,2 por minuto, y el IMC 24.8%, SO<sub>2</sub> 91.13%; a partir de los 20 años de edad, por cada año cumplido va en disminución el SO<sub>2</sub> en 0.05%. Entonces se concluye que los resultados hallados respecto a los parámetros gasométricos son diferentes a los del nivel del mar y pueden ser empleados en poblaciones que habitan a altitud semejante a la del estudio <sup>(11)</sup>.

### 1.3 Formulación del problema

#### 1.3.1 Problema general

¿Cuáles son los parámetros fisiológicos en niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor a 2500 msnm en la región Cusco, 2019?

#### 1.3.2 Problemas Específicos

- 1) ¿Cuáles son los valores referenciales de saturación de oxígeno en niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor a 2500 msnm en la región Cusco, 2019?
- 2) ¿Cuáles son los valores referenciales de frecuencia cardiaca en niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor a 2500 msnm en la región Cusco, 2019?
- 3) ¿Cuáles son los valores referenciales de frecuencia respiratoria en niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor a 2500 msnm en la región Cusco, 2019?
- 4) ¿Cuáles son las características epidemiológicas de los niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor a 2500 msnm en la región Cusco, 2019?
- 5) ¿Cuál es la relación entre los valores referenciales de los parámetros fisiológicos y la altitud mayor a 2500 msnm en niños sanos de 3 a 8 años de edad en a región Cusco, 2019?
- 6) ¿Cuál es la diferencia entre los valores referenciales de los parámetros fisiológicos encontrados en las cuatro diferentes localidades a más de 2500 msnm en niños sanos de 3 a 8 años de edad en la región Cusco, 2019?

## 1.4 Objetivos de la investigación

### 1.4.1 Objetivo general

Determinar los parámetros fisiológicos en niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor de 2500 msnm en la región Cusco, 2019.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- 1) Identificar los valores referenciales de saturación de oxígeno en niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor a 2500 msnm en la región Cusco, 2019.
- 2) Identificar los valores referenciales de frecuencia cardiaca en niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor a 2500 msnm en la región Cusco, 2019.
- 3) Identificar los valores referenciales de frecuencia respiratoria en niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor a 2500 msnm en la región Cusco, 2019.
- 4) Establecer las características de los niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor a 2500 msnm en la región Cusco, 2019.
- 5) Determinar la relación entre los valores referenciales de los parámetros fisiológicos y la altitud mayor a 2500 msnm en niños sanos de 3 a 8 años de edad en la región Cusco, 2019.
- 6) Determinar la diferencia entre los valores referenciales de los parámetros fisiológicos encontrados en las cuatro diferentes localidades a más de 2500 msnm en niños sanos de 3 a 8 años de edad en la región Cusco, 2019.

## 1.5 Justificación de la investigación

La medicina de altura estudia la fisiología de aclimatación y adaptación, siendo un contexto natural para el habitante de altura, el cual desarrolla cambios importantes en cuanto a sus funciones vitales. Tales datos han sido estudiados, pero aún no han sido definidos en guías y protocolos de práctica clínica donde se evidencia la falta de flexibilidad de dichos documentos que deberían ser utilizados para la atención integral del paciente.

Al estudiar estos cambios definidos en las funciones vitales, caracterizando la población, se llegará a un acercamiento real del contexto fisiológico del habitante de altura, la presente investigación busca acercarse a esta realidad, un tanto olvidada para la atención de la población más vulnerable a enfermedades respiratorias con una tasa de mortalidad directa y en aumento con respecto a los dos años anteriores, los niños.



Se pretende hallar y determinar valores referenciales de parámetros fisiológicos importantes en el paciente pediátrico, para un diagnóstico que de la mano con la semiología pueda facilitar la rápida toma de decisiones, considerando la altitud como un determinante de la variación de alguno de estos parámetros aquí estudiados.

Al considerar los parámetros fisiológicos estudiados en esta investigación como fuente de características clínicas y semiológicas, determinar los valores referenciales de la saturación de oxígeno, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y determinar el punto de corte de diagnóstico de hipoxemia, que según estudios de fisiología de la aclimatación y adaptación en la altura son distintos que los considerados en nuestras actuales guías y protocolos, al ser un país tan diverso en demografía, no se toma en cuenta como factor importante, la altitud en la que viven nuestros niños.

En base a los resultados obtenidos, que demuestran la relación entre la altitud y la variación de los parámetros fisiológicos estudiados, se permite motivar las investigaciones futuras para luego, finalmente se puedan establecer valores referenciales para la evaluación de estos parámetros fisiológicos en niños de 3 a 8 años de edad que viven a más de 2500 msnm.

### **1.6 Limitaciones de la investigación**

- Padres que no hayan firmado el consentimiento informado
- La difícil evaluación en niños menores
- Cartilla de CRED incompleta
- No asistencia de los niños a la institución educativa el día propuesto

### **1.7 Aspectos Éticos**

El presente estudio y su desarrollo, se realizarán teniendo en cuenta los principios éticos de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial de la 64<sup>a</sup> Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2013 y Deontología del Colegio Médico del Perú, teniendo como norma, seguir los principios básicos del respeto por el individuo, beneficencia y la justicia, la confidencialidad de los datos brindados por el niño, padres/tutores y docentes, siendo de carácter anónimo. Estos procederán previo consentimiento informado firmado por los padres de familia o tutor legal. Se realizará el estudio con la previa aprobación del comité de ética del Hospital Adolfo Guevara Velazco del Cusco. Así mismo para la ejecución de este, se pedirá el permiso a las autoridades correspondientes de cada centro educativo donde se tomarán los datos.



## CAPITULO II MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

### 2.1 MARCO TEÓRICO

#### Embriología del aparato respiratorio

El desarrollo y crecimiento del aparato respiratorio comienza en las primeras semanas de vida intrauterina y termina tardíamente en la adolescencia.

#### Etapas:

1. **Embrionaria.** Periodo de 0 a 7 semanas, en este periodo se generan las vías aéreas de mayor calibre, se forma el surco laringo traqueal, así también los bronquios principales derecho e izquierdo hasta los 18 segmentos lobares, y comienzo de la vasculogénesis.
2. **Pseudoglandular.** - Periodo entre la 7 y 17 semanas. Deriva su nombre del aspecto glandular que se aprecia a partir del término de los bronquiolos en un fondo de saco ciego en el estroma primitivo. Las dicotomizaciones culminan con los bronquiolos terminales, hay desarrollo de los vasos sanguíneos y diferenciación de las células epiteliales.
3. **Canalicular.** - Entre la 17 y 27 semana, se forman los ácinos en forma de saco. Se produce un adelgazamiento epitelial para entrar en íntimo contacto con el lecho capilar cercano, a partir de las células de revestimiento alveolar tipo II (neumocitos tipo II) para originar los neumocitos tipo I. Desarrollo de los bronquiolos respiratorios, se empieza a formar la barrera alveolocapilar que permitirá el intercambio gaseoso postnatal
4. **Sacular.** - Entre la 28 y 36 semanas. A partir de los bronquiolos terminales se generan 3 dicotomizaciones que dan origen a los bronquiolos respiratorios y estos a su vez 3 sáculos terminales que aumentan la superficie de intercambio gaseoso adelgazando su pared hasta formar los septos primarios, donde se deposita fibra elástica para formar a futuro los septos secundarios
5. **Alveolar.** - Periodo final entre las 36 semanas y 2 a 3 años. División de los sáculos en unidades menores (alveólos) por depósito de fibra elástica. Formación de los septos secundarios a partir de una doble asa capilar separada por una vaina de tejido conectivo (maduración microvascular). Además, se describe, hiperplasia alveolar hasta los 3 años y posterior hipertrofia o aumento de tamaño alveolar hasta los 8 años de edad como mínimo <sup>(4,25)</sup>



El período de separación en el crecimiento pulmonar en los hombres y las mujeres se observa a los 10 años de edad. El crecimiento pulmonar medido por difusión pulmonar de monóxido de carbono y otras pruebas de función pulmonar son directamente proporcional a la estatura y la edad. Logrando alcanzar la meseta de su crecimiento pulmonar a los 20 años de edad <sup>(26)</sup>

El desarrollo pulmonar es un proceso altamente coordinado y complejo, sobre el que aún falta mucho por conocer. En el ser humano, este proceso es especialmente intrincado, al nacer con solo una parte de los alvéolos que se tendrán en la vida adulta, ya que el desarrollo alveolar es fundamentalmente postnatal <sup>(27)</sup>.

### **Fisiología respiratoria en el niño**

#### **Ventilación alveolar**

Es la cantidad de aire que entra en los alveolos y participa en el intercambio gaseoso, en un minuto. La eficacia de la ventilación alveolar depende de la ventilación minuto y el espacio muerto. El volumen de aire que se introduce en cada respiración depende de la edad, la talla y el peso del niño y puede modificarse de forma voluntaria o por enfermedades, también por unidad de peso corporal que respiran los niños es mayor que en los adultos. Así en infantes vemos que la frecuencia respiratoria 20-30 rpm, volumen corriente 7-7,5 mL/K, espacio muerto anatómico 20-50 m, capacidad funcional residual 250-750 mL, complianza pulmonar 15-50 mL/cmH<sub>2</sub>O, como vemos los valores son mucho menores a los del adulto y la frecuencia respiratoria aumenta <sup>(28)</sup>.

#### **Difusión de oxígeno y dióxido de carbono a través de la membrana respiratoria**

La composición del aire alveolar es diferente al aire atmosférico, siendo del primero compuesta por N<sub>2</sub>= 75%; O<sub>2</sub>=13.6%; CO<sub>2</sub>=5.3%; H<sub>2</sub>O=6.2%, estos dos últimos mucho mayor con respecto al aire atmosférico. Aquí también hablaríamos de las presiones parciales de oxígeno en la atmosfera a nivel del mar que sería de 760 mmHg, mientras que en el alveolo sería 104 mmHg <sup>(2)</sup>.

El aire se traslada por las vías aéreas por un mecanismo de convección, gradiente de presión entre dos zonas, y las moléculas de todos los gases se mueven juntas. Al final de las vías aéreas, la distancia entre el conducto alveolar y la membrana alveolo-capilar es menor de 1 mm, y el oxígeno se mueve dentro del gas alveolar de acuerdo a su presión parcial.

Los factores que determinan esta difusión son:

- La naturaleza del gas: cada gas tiene un coeficiente de difusión, que es directamente proporcional a la solubilidad del gas en la barrera e





inversamente proporcional a la raíz cuadrada de su peso molecular. El CO<sub>2</sub>, aunque tiene mayor peso molecular es 20 veces más difusible que el O<sub>2</sub>.

- El gradiente de presión del gas entre el alveolo y los capilares. Es el factor fundamental en la difusión y depende de la presión parcial del gas en el alveolo y en la sangre venosa. El gradiente de presión del oxígeno es de 60 torr y del anhídrido carbónico de 6 torr.
- La superficie de contacto, es decir el número de capilares perfundidos en contacto con los alveolos).
- El tiempo de contacto, que depende de la velocidad circulatoria. Que es aproximadamente de 0.25 segundos

#### **De la atmósfera al alvéolo**

La proporción de O<sub>2</sub> que llega de la atmósfera al aire alveolar depende de la presión inspiratoria de O<sub>2</sub>, la cual es directamente proporcional a la presión barométrica (al nivel del mar es de 780 mmHg) y a la fracción inspirada de O<sub>2</sub> (FiO<sub>2</sub> que en el aire de la atmósfera terrestre es actualmente de 0.21) e inversamente proporcional a la concentración alveolar de CO<sub>2</sub> y de la presión de vapor de agua (convencionalmente de 47 mmHg).

#### **Interfase hemato-gaseosa**

La transferencia del O<sub>2</sub> desde el alvéolo hacia el capilar se encuentra limitada por dos mecanismos diferentes:

- a) Por difusión: en este caso, el gas que pasa al otro lado de la membrana, se une a un transportador (Hb en el caso del O<sub>2</sub>) lo cual disminuye su concentración libre y permite que permanezca un gradiente transmembrana que favorece la difusión constante del gas. Un factor asociado es el grado de afinidad del transportador por la molécula, lo cual determinará la cantidad de gas disuelto.
- b) Por perfusión: el oxígeno utiliza los dos mecanismos. Durante el ejercicio intenso el flujo sanguíneo pulmonar aumenta mucho y el tiempo que el glóbulo rojo permanece normalmente en el capilar (aproximadamente 0.75 seg) puede quedar reducido a sólo una tercera parte.

#### **Del capilar pulmonar a los tejidos**

La hemoglobina es una proteína compuesta por cuatro cadenas peptídicas ligadas a una molécula Hem mediante un enlace no covalente. Cada molécula de Hem contiene un átomo de hierro capaz de unirse de manera reversible con el oxígeno, la capacidad del hierro para unirse al O<sub>2</sub> depende de que se



encuentre en estado ferroso ( $Fe^{2+}$ ); la solubilidad de un gas en un líquido es proporcional a su presión parcial y a su coeficiente de solubilidad, asumiendo que la temperatura permanece constante, sangre está unido a la hemoglobina y sólo un 1% se encuentra en el plasma. Por lo tanto, la cantidad de moléculas de oxígeno (contenido de oxígeno de la sangre), depende de la concentración de hemoglobina y de la  $PaO_2$ , ya que, a medida que sube ésta, aumenta el contenido.

#### **Del eritrocito a la célula**

A nivel celular la presión parcial de oxígeno es muy baja, alrededor de los 40 mmHg, debido al consumo de este gas para llevar a cabo los distintos procesos metabólicos. Este gradiente de presiones permite la difusión pasiva del oxígeno desde los capilares tisulares a través del espacio intersticial hasta las células. Como consecuencia de esta difusión la presión parcial de oxígeno disminuye paulatinamente hasta 40 mmHg. Con esta presión la Hb cede el oxígeno unido debido que, con este nivel de presión, la afinidad es muy baja. Al regresar a los pulmones la presión parcial de  $O_2$  de la sangre es de 40 mmHg. En los capilares pulmonares tiene lugar el proceso inverso. En los alvéolos la presión parcial de oxígeno es de 100 mmHg por lo tanto el oxígeno se difunde desde los alvéolos hacia los capilares alveolares hasta que la presión parcial de oxígeno en el capilar alveolar alcance los 100 mmHg. Una alta concentración de  $H^+$  y de  $CO_2$  en los tejidos, favorece la liberación de  $O_2$  por la hemoglobina; este fenómeno se denomina efecto Bohr y sucede debido a que en la deoxihemoglobina existen sitios de unión afines para protones que en la oxihemoglobina y a que el  $CO_2$  se une a los grupos amino primarios de las cadenas polipeptídicas para formar carbamatos cargados negativamente, que favorecen conformación de deoxihemoglobina <sup>(29,30)</sup>.

#### **SATURACIÓN DE OXÍGENO**

Es la medida de la cantidad de oxígeno disponible en el torrente sanguíneo. Cuando la sangre se bombea desde el corazón al cuerpo, primero pasa a través de los pulmones, donde las moléculas de oxígeno se unen a las células rojas de la sangre (eritrocitos) con el fin de ser llevado al resto del cuerpo. El porcentaje de eritrocitos que están completamente saturados con oxígeno se conoce como saturación arterial de oxígeno o nivel de oxígeno en sangre.

La saturación de oxígeno representa los gramos de hemoglobina portadores de oxígeno, ejm: si la  $SpO_2$  es del 85 % y la hemoglobina es de 15 g/dl, entonces 12,75 g/dl de Hb están portando oxígeno, por lo tanto 2,25 g/dl restante no es

portadora de oxígeno. El aporte y la entrega de oxígeno a los tejidos dependen de varios factores, no sólo de la saturación de oxígeno. Entre ellos se encuentra el contenido de oxígeno disuelto en la sangre  $PaO_2$  <sup>(31)</sup>

La saturación de oxígeno en la sangre saludable y normal es de entre un 95% y un 100% <sup>(1)</sup>

Las causas de hipoxemia o baja presión parcial de oxígeno arterial:

- Hipoxia de las alturas, que no se debe a disminución de la concentración de oxígeno del aire, sino a baja presión parcial de oxígeno por baja presión barométrica.
- Cualquier condición que produzca reducción de la tensión de oxígeno en el alvéolo ( $PAO_2$ ), o sea una baja  $FIO_2$ .
- Disminución de la ventilación alveolar ( $PaCO_2$  elevada).
- Aumento de la diferencia de tensión de oxígeno alvéolo-arterial <sup>(2,32)</sup>

Es importante que los niños obesos tienen reducida el volumen de reserva espiratorio, por lo que en situaciones de baja presión atmosférica tiende mayormente a desaturar <sup>(33)</sup>

### **FRECUENCIA RESPIRATORIA**

Cuando se valora como signo vital se mide la respiración pulmonar. La respiración pulmonar está formada por dos movimientos: inspiración y espiración, lo que se produce a partir de la contracción y relajación cíclica de los músculos respiratorios. El objetivo es garantizar el intercambio pulmonar de gases a pesar de los cambios fisiológicos (ejercicios) o patológicos (trastornos metabólicos). La función de la circulación pulmonar es el transporte sanguíneo hacia la barrera hematogaseosa para permitir el intercambio gaseoso, aportando oxígeno a la sangre arterial y eliminando dióxido de carbono de la sangre venosa. Debemos considerar que la frecuencia respiratoria en el niño es mayor y de tipo bucal.

La frecuencia respiratoria, es el número de veces que el niño respira por minuto, se suele medir cuando está en reposo, y varía según la edad. La frecuencia respiratoria debe ser el primer signo vital evaluado, dado que la ansiedad y la agitación alteran la frecuencia basal <sup>(3)</sup>. La frecuencia respiratoria en pacientes de 1 a 2 años 28 a 46 por minuto, 2 a 3 años de 22 a 34 respiraciones por minuto, 3 a 4 años de 21 a 29 por minuto, 4 a 6 años de 20 a 27 por minuto y de 6 a 8 años varían de 18 a 24 por minuto <sup>(34)</sup>.

Según las guías se determina como umbral de la taquipnea cuando los niños menores de 5 años su respiración es mayor a 40 rpm <sup>(35)</sup>.



## **Características anatómo-funcionales que diferencian el aparato respiratorio del niño al adulto**

### **Características pediátricas en la vía aérea alta**

El aparato respiratorio inicia su función inmediatamente con la primera inspiración al momento de nacer y debe vencer una gran resistencia para poder llevar el aire desde la atmósfera a los alveolos. El fenómeno ventilatorio parte a través de una fosa nasal pequeña, con una mucosa nasal poco vascularizada y cilios escasamente desarrollados e incapaces de entibiar, humedecer o filtrar el aire inspirado. Los lactantes inicialmente son respiradores nasales exclusivos, hecho que favorece la lactancia. Sin embargo, un simple resfrío puede ocluir completamente el paso del aire. La faringe de los niños destaca por presentar las trompas de Eustaquio más horizontalizadas, favoreciendo la diseminación de procesos infecciosos hasta el oído. La laringe de los infantes, tiene forma de embudo a nivel de C3 y C4. Una epiglotis en forma de omega, más corta, angosta y angulada hacia frontal, alejándose del eje longitudinal de la tráquea; las cuerdas vocales se aprecian con una inserción baja en su porción anterior y una estenosis subglótica de carácter fisiológico.

### **Características pediátricas de la vía aérea baja**

El diámetro y tamaño de la vía aérea traqueobronquial es de menor tamaño, escenario que facilita el riesgo de cuadros obstructivos graves mientras más pequeño sea nuestro paciente. También se destacan por presentar una mayor distensibilidad y menor desarrollo de los cartílagos de soporte, fibras musculares circulares con menor tono que facilitan el colapso dinámico de la vía aérea durante los diversos cambios de presión durante los ciclos ventilatorios de pacientes sanos, presentan mayor número y tamaño de las glándulas mucosas, asociado a una actividad ciliar deficiente y que además cuenta con un reflejo de tos ineficiente; provocan una mayor cantidad y acumulación de secreción. El neonato presenta una distensibilidad disminuida que va desarrollando durante la primera infancia, lo que facilita el cierre fisiológico de algunas zonas menos ventiladas de la vía aérea y a su vez la mayor tendencia a formar atelectasias. Durante este periodo de desarrollo, los pacientes pediátricos presentan una actividad metabólica aumentada, requiriendo mayor aporte de oxígeno (6 a 8 ml/kg/minuto en comparación a los 3 a 4 ml/kg/minuto del adulto), compensando dicha necesidad con una frecuencia respiratoria normal más elevada. Las costillas se ubican en posición

horizontal durante el primer año de vida y una vez iniciada la marcha comienzan a horizontalizarse (queda establecida a los 5-7 años).

Los músculos intercostales están poco desarrollados y se fatigan fácilmente frente a sobrestimulación o alguna patología que requieran mayor esfuerzo del aparato respiratorio. En pediatría predomina la respiración de tipo abdominal con base en los movimientos diafragmáticos, a los 2 años la respiración es torna tóracoabdominal y finalmente a los 5 años se considera torácica <sup>(36)</sup>.

### **FRECUENCIA CARDIACA**

Se define como las veces que late el corazón por unidad de tiempo. En la mayoría de los niños, el pulso es una medida correcta de la frecuencia cardíaca, aunque bajo ciertas circunstancias tales como, las arritmias, la frecuencia central suele ser mayor que la frecuencia periférica. En este caso, el ritmo cardíaco debería ser determinado por auscultación del ápice cardíaco. El pulso arterial refleja básicamente los acontecimientos hemodinámicos del ventrículo izquierdo; su característica depende del volumen sistólico, de la velocidad de eyección sanguínea, de la elasticidad y capacidad del árbol arterial y de la onda de presión que resulta del flujo sanguíneo anterógrado. Se valoran mediante auscultación con fonendoscopio y sus valores normales en niños de 1 año a 2 la frecuencia cardíaca varía entre 103 a 140 latidos por minuto, 2 a 3 años desde 92 a 128 latidos por minuto, de 3 a 4 años de 86 a 123 latidos por minuto, de 4 a 6 años de 81 a 117 por minuto, de 6 a 8 años de 74 a 111 latidos por minuto <sup>(3)</sup>.

### **DEMOGRAFÍA, ALTURA Y PRESIÓN ATMOSFÉRICA**

El ambiente de altura, es un complejo ecológico multifactorial cuyo fenómeno natural determinante es la disminución de la presión barométrica, por lo que a medida que se asciende se produce una disminución de la presión de oxígeno en el aire al respirar, esto trae repercusiones sobre el ser humano y en especial en nuestro recién nacido.

La Presión atmosférica que a nivel del mar es de 760 mmHg, conforme se va ascendiendo a un nivel altitudinal superior va disminuyendo al igual que la presión parcial de sus componentes (oxígeno, nitrógeno, monóxido de carbono, etc.) de la atmósfera. Así a los 3000 msnm., la presión atmosférica es de 526 mmHg y la del oxígeno es 110,4 mmHg (el oxígeno constituye el 21% de los componentes de la atmósfera) <sup>(2)</sup>.

Se denomina altitud a la elevación o altura sobre el nivel del mar <sup>(37)</sup>.



La medicina de montaña reconoce las siguientes altitudes:

Baja altitud: altura de 0 - 1000 metros sobre el nivel del mar (msnm). En personas sanas no se presentan efectos fisiológicos en reposo ni en ejercicio.

Media altitud: entre 1000 - 2000 msnm. Ligeros efectos físicos durante la actividad que disminuyen el rendimiento deportivo.

Gran Altitud: entre 2000 - 5000 msnm. Diversas alteraciones fisiológicas en reposo y muy acentuadas durante el esfuerzo físico.

Muy grande Altitud: alturas >5000 msnm. Los cambios fisiológicos son muy acentuados, perjudiciales, y hay alto riesgo de lesiones físicas y psíquicas; la vida permanente es imposible.

Zona de muerte: altitudes >8000 msnm, donde ningún cuerpo humano puede aclimatarse.

Poco después del ascenso rápido a una gran altura disminuye la PO<sub>2</sub> inspirada y se reduce la presión alveolar de oxígeno (PAO<sub>2</sub>) y la PaO<sub>2</sub>, produciendo hipoxia; que es registrada por las células quimiorreceptoras del cuerpo carotideo, estructura oval localizada en la bifurcación de la arteria carótida común, tras lo cual aumenta el ritmo de transmisión de los impulsos nerviosos a lo largo del nervio glossofaríngeo hasta llegar al centro de control respiratorio en el tronco del encéfalo, momento en el cual se activa, y mediante una serie de vías nerviosas complejas, que actúan sobre el diafragma y los músculos de la pared torácica, aumenta gradualmente la frecuencia y profundidad de la respiración (hiperventilación) hasta en un 60%, aumentando así el aire ventilado, y minimizando los efectos de la baja PaO<sub>2</sub>, llevándola casi hasta el valor previo al ascenso<sup>(7)</sup>.

Este mecanismo mediante el cual aumenta la frecuencia respiratoria y la ventilación, se incrementa progresivamente al aumentar la altitud y se denomina respuesta ventilatoria hipóxica (RVH); que es nuestro mecanismo de defensa agudo más eficaz frente a la hipoxia, y suele ser transitoria, probablemente porque 2 a 3 días tras la estancia en las alturas el centro respiratorio pierde aproximadamente 4/5 de su sensibilidad a las modificaciones de la PCO<sub>2</sub> y de los iones H<sup>+</sup>, dejando de eliminarse excesivamente el CO<sub>2</sub> con la ventilación, que en condiciones normales, una disminución del CO<sub>2</sub> inhibiría el aumento de la respiración<sup>(2)</sup>.

La hiperventilación produce mayor excreción de CO<sub>2</sub> en el aire espirado, y disminuye la PCO<sub>2</sub> arterial y alveolar, elevando así la PO<sub>2</sub> primero alveolar y luego arterial. Paralelamente, disminuye la concentración de iones H<sup>+</sup>, llevando



a la alcalinidad a los líquidos orgánicos, incluida la sangre, alterando así el equilibrio ácido-base.

Por otro lado, la alcalosis se opone a la ventilación ya que el CO<sub>2</sub> regula la respiración en sentido contrario al oxígeno. Así, cuando la PCO<sub>2</sub> aumenta, la ventilación también lo hace; y cuando aquél disminuye, la ventilación disminuye también, inhibiendo así los centros respiratorios. En este punto, el dilema del organismo radica en no poder mantener constantes a la vez la PaO<sub>2</sub> y el equilibrio ácido-base, y para restablecerlos, la persona necesita muchas horas, e incluso días.

Con la estancia durante varios días a gran altitud y ante un ambiente con bajo contenido de O<sub>2</sub>, se producen nuevos cambios en la ventilación, conocidos como aclimatación ventilatoria (proceso lento); donde, la ventilación sigue aumentando por varias semanas mientras se instaura a nivel renal una forma de restablecer el equilibrio ácido-base. La excreción renal de bicarbonato es un proceso relativamente lento, y forma una orina alcalina que compensa la pérdida respiratoria de acidez inicial; a su vez aumenta los iones H<sup>+</sup> en la sangre, ayudando a la compensación de la alcalosis aguda previa.

El tiempo necesario para una aclimatación completa aumenta con la altitud, y en términos generales, es de aproximadamente 4 días a cualquier altitud dada; sin embargo, el periodo de completa aclimatación se calcula multiplicando la altitud en kilómetros por 11.4 días.

Las personas aclimatadas tienen una mayor concentración de O<sub>2</sub> arterial que las no aclimatadas, he ahí su importancia en el mantenimiento de la PaO<sub>2</sub> <sup>(38)</sup>.

### **Oximetría de pulso**

La oximetría de pulso, conocida como pulsioximetría, constituye un método no invasivo y en tiempo real de la saturación de oxígeno en la sangre arterial del paciente, expresado en porcentaje. Su uso permite una monitorización continua de la oxigenación, ya que detecta de forma temprana el estado hipoxico del paciente antes de que se muestren signos clínicos como cianosis, taquicardia o bradicardia, obviamente eliminando los factores que alteran el funcionamiento del equipo a usar.

La oximetría es la interpretación de la coloración sanguínea que depende fundamentalmente de la saturación de oxígeno. Este cambio de color se debe a las propiedades ópticas de la porción hem de la molécula de hemoglobina; debido que el oxímetro sólo mide lo rojo de la sangre arterial, cuando la sangre



se desoxigena se vuelve menos permeable a la luz roja, razón por la cual el tejido pierde su apariencia rosada y toma un tinte azulado.

De esta manera podemos establecer que el oxímetro de pulso mide la absorción de la luz de ondas específicas, las cuales dependen de la proporción que hay entre la hemoglobina oxigenada y la hemoglobina desoxigenada <sup>(39)</sup>.

### **Principio básico del oxímetro de pulso**

Se han desarrollado técnicas ópticas para la evaluación de la saturación, las cuales se basan en diferentes espectros de absorción de la luz para hemoglobina oxigenada y desoxigenada.

La prueba del oxímetro emite luz a diferentes longitudes de onda abarcando los dos espectros, transmitiéndose a través de la piel y medida por un fotodetector. De acuerdo con el radio de la absorbancia de la luz, se correlaciona con la proporción de hemoglobina oxigenada y desoxigenada en el tejido. Las dos longitudes de onda son roja e infrarroja, con una absorbancia de luz de 660 nm y 940 nm respectivamente. La hemoglobina desoxigenada absorbe más luz en la banda roja y la oxigenada absorbe más luz en la banda infrarroja. El oxímetro de pulso se basa en fotopleetismografía, que es la medición del aumento de absorción de la luz debido al aumento del volumen en la sangre arterial. Al ser un dispositivo dual, permite la medición de las porciones de la luz transmitida y absorbida por parte de la hemoglobina. Su funcionamiento se rige en colocar un lecho vascular arterial pulsátil entre una fuente de luz de dos longitudes de onda y un detector luminoso. El cálculo de saturación se determina por la relación de la luz roja transmitida y la luz infrarroja reflejada por el sitio en el que se colocó el sensor.

La tecnología básica esta descrita en la ley de Beer-Lambert la cual establece que la concentración de soluto desconocido, en un solvente, puede ser determinada por la absorción de la luz. En este caso los solutos importantes son la hemoglobina reducida y oxihemoglobina.

### **Técnica e interpretación**

Los sitios recomendados para realizar la saturación de oxígeno son: el lóbulo de la oreja, dedos y manos de pies en adultos, palma de la mano en infantes y el arco del pie en recién nacidos, debido a que son áreas del cuerpo suficientemente delgadas para permitir que la luz atraviese un lecho capilar y sea captada por el fotodetector.





Se debe tomar en cuenta al momento de realizar la medición que la saturación de oxígeno tiene una fluctuación durante las 24 horas del día, siendo los valores más altos en la tarde y los más bajos en las primeras horas de la mañana.

La oximetría de pulso sirve para medir la saturación de oxígeno en la sangre, pero no la presión de oxígeno, dióxido de carbono o pH. Por tanto, no sustituye a la gasometría en la valoración completa en enfermos respiratorios.

Existen dos puntos de corte a tomar en cuenta al interpretar la relación entre la saturación de oxígeno y presión parcial de oxígeno. En condiciones normales a una saturación de 90% le corresponde una presión parcial de oxígeno de 60 mmHg, pero en situaciones en las que disminuye la presión de oxígeno se da desaturaciones importantes. Por el contrario, por encima del 95%, grandes aumentos de la presión parcial de oxígeno no producirán incrementos significativos de la saturación de oxígeno.

Los valores normales de saturación de oxígeno en la población pediátrica aún no están establecidos, ya que varían según la edad y la altitud.

En niños sanos que se encuentran a nivel del mar se ha reportado valores de 97-99%, en altitudes moderadas son ligeramente más bajas ubicándose entre 97-98%, pero en altitudes que sobrepasan los 3000 metros de altura, los valores de saturación se ubican entre 88 y 95% <sup>(1)</sup>.

En relación a la verificación de este procedimiento como efectivo y eficaz en un estudio realizado por Sánchez y Cols. (2017) se validó los dispositivos con base en la saturación de oxígeno arterial de 90% a la altura de la Ciudad de México (2255 metros sobre el nivel del mar) dicotomizando la serie dando valor  $\leq 90\%$  (0) y valor  $> 90\%$ , con lo que se obtuvieron resultados definitivos que, a la vez, nos muestran el rendimiento entre cada uno de los dispositivos; en este caso el oxímetro número 1 Modelo MD300C21 Beijing Choice Electronic® tuvo mayor consistencia y validez en las pruebas que los otros cuatro dispositivos. Dicho estudio, el cual comprobó su eficacia es respaldado por una investigación realizada por Burn y Cols. (2014) quienes demostraron el valor de este procedimiento en países en vías de desarrollo, según el costo monetario y de mano de obra que este conlleva en comparación con un examen de gases arteriales <sup>(40)</sup>.

La inexactitud de estos pulsioxímetros se relaciona principalmente con la gravedad de la hipoxemia (a menor saturación de 60%), así como también el índice de perfusión, se determinó que la concentración de hemoglobina no afecta la precisión de los sensores de saturación de oxígeno <sup>(41)</sup>.

**Peso**

Fuerza que ejerce un determinado cuerpo sobre el punto en que se encuentra apoyado. El mismo encuentra su origen en la aceleración de la gravedad <sup>(42)</sup>.

Parámetro cuantitativo imprescindible para la valoración del crecimiento, el desarrollo y el estado nutricional del individuo <sup>(43)</sup>.

**Talla**

Estatura de una persona, medida desde la planta del pie hasta el vértice de la cabeza <sup>(43)</sup>.

**Índice de Masa Corporal**

Es la relación entre el peso y la talla que cambia con la edad y el sexo en las dos primeras décadas de la vida, por lo que en niños no se pueden aplicar los valores de referencia existentes en adultos.

La evolución de este parámetro durante el crecimiento, consultando las curvas de referencia. El IMC de la media de los niños es de aproximadamente 13 kg/m<sup>2</sup> al nacimiento, el cual se eleva a 17 kg/m<sup>2</sup> al año de edad, desciende progresivamente hasta alrededor de los 6 años, alcanzando los 15 kg/m<sup>2</sup> y se eleva progresivamente hasta los 18 – 20 años llegando a 21 kg/m<sup>2</sup> donde, la situación de normopeso o peso normal se estabiliza.

Esta relación suele utilizarse como INDICADOR DE RIESGO potencial de desarrollo de sobrepeso y obesidad. Un incremento medio anual excesivo del IMC y de forma mantenida en el tiempo, alerta de dicho riesgo <sup>(44)</sup>.

**2.2 TÉRMINOS BÁSICOS****Altitud**

Es la distancia vertical entre un punto situado sobre la superficie terrestre o la atmósfera y el nivel medio del mar <sup>(45)</sup>.

**Espectrofotometría**

Método científico utilizado para medir cuanta luz absorbe una sustancia química, midiendo la intensidad de la luz cuando un haz luminoso pasa a través de la solución muestra <sup>(46)</sup>.

**Hipoxia**

Estado de deficiencia de oxígeno en la sangre, células y tejidos del organismo de la función de estos <sup>(47)</sup>.

**Presión barométrica**

La presión barométrica es el valor de presión atmosférica que se mide en un punto cualquiera por encima del nivel del mar. Se mide mediante un instrumento llamado barómetro <sup>(48)</sup>.



### Presión parcial de oxígeno

La presión parcial de oxígeno en el aire seco es la fracción de oxígeno inspirado (FiO2) por la presión barométrica. A nivel el mar es igual a  $0.21 \times 760 = 160$  mm Hg. Con el incremento de la altura la presión barométrica cae y la FiO2 permanece constante <sup>(2)</sup>.

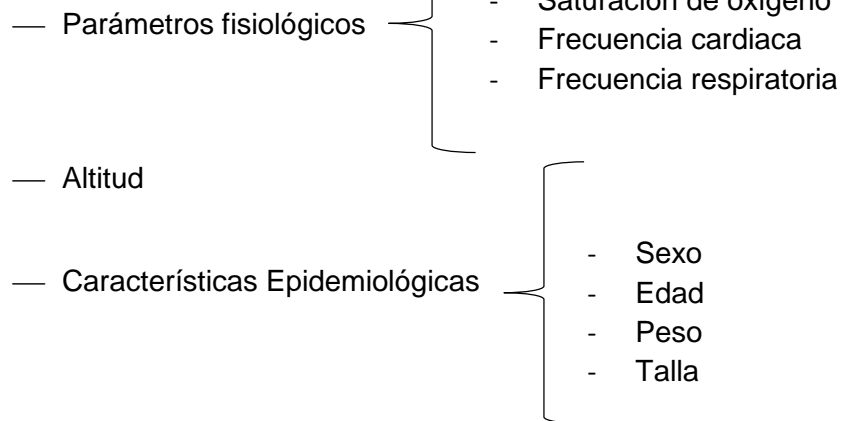
## 2.3 Hipótesis

### 2.3.1 Hipótesis:

Los valores referenciales de saturación de oxígeno en niños sanos de 3 a 8 años de edad son diferentes cuantas mayores sea la altitud a partir de los 2500 msnm en la región Cusco.

## 2.4 VARIABLES

### 2.4.1 Variables de estudio





2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	NATURALEZA DE LA VARIABLE	FORMA DE MEDICIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO Y PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN	EXPRESIÓN FINAL DE LA VARIABLE	ITEM	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LA VARIABLE
PARÁMETROS FISIOLÓGICOS	<b>Saturación de oxígeno a los 3 minutos</b>	Medida de la cantidad de oxígeno disponible en el torrente sanguíneo	Cuantitativa	Directa	Porcentaje de saturación de oxígeno (%)	Razón	Pulsioxímetro MD300C52 Beijing Choice Electronic	SO2 a los 3 minutos: _____%	7	La variable Saturación de Oxígeno se mide con el niño sentado, directamente por el pulsioxímetro, 3 minutos después de la primera toma de saturación % de saturación a los 3 minutos.
	<b>Frecuencia Cardíaca</b>	Es el número de veces que se contrae el corazón durante un minuto	Cuantitativa	Directa	Número de latidos contados en un minuto mediante auscultación	Razón	Estetoscopio	FC: _____ lat/min	8	La variable frecuencia cardíaca con el niño en reposo previo de 10 minutos, se mide directamente mediante la auscultación en latidos por minuto
	<b>Frecuencia respiratoria</b>	Es la cantidad de ciclos respiratorios que se da en un minuto	Cuantitativa	Directa	Número de ciclos respiratorios contados en un minuto mediante auscultación	Razón	Estetoscopio	FR: _____ resp/min	9	La variable frecuencia respiratoria con el niño en reposo por 10 minutos, se mide directamente mediante la auscultación en respiraciones por minuto
	<b>Altitud</b>	Elevación o altura sobre el nivel del mar	Cualitativa	Indirecta	metros sobre el nivel del mar	Intervalo	Altitud considerada en el Compendio INEI 2017	Altitud de la Institución Educativa: A: Urubamba (2890 msnm) B: Ancahuasi (3420 msnm) C: Chinchero (3740 msnm) D: Ocoruro (4120 msnm)	1	La variable altitud se expresará según la altitud en la que se encuentra la institución educativa: A, B, C, D



	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	NATURALEZA DE LA VARIABLE	FORMA DE MEDICIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO Y PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN	EXPRESIÓN FINAL DE LA VARIABLE	ITEM	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LA VARIABLE
CARACTERÍSTICAS EPIDEMIOLÓGICAS	<b>Sexo</b>	Condición orgánica que distingue a los varones de las mujeres.	Cuantitativo	Indirecto	Sexo al que corresponda	Nominal	DNI	Sexo:	2	La variable sexo se consignará de acuerdo al registro oficial del profesor de aula.
	<b>Edad</b>	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Cuantitativo	Indirecto	Años cumplidos	Razón	DNI	Edad: 1. 3 a 5 años 2. 6 a 8 años	3	La variable edad se obtendrá de acuerdo al registro oficial del profesor de aula. 1. 3 a 5 años 2. 6 a 8 años
	<b>Peso</b>	Es la fuerza que genera la gravedad sobre el cuerpo humano	Cuantitativo	Directo	Peso en Kilogramos	Razón	Balanza	Peso: _____Kg	4	La variable peso se expresa en kilogramos medida por la balanza, con el niño con ropa liviana sin zapatos.
	<b>Talla</b>	Es la medida desde la planta del pie hasta el vértice de la cabeza	Cuantitativo	Directo	Talla en centímetros	Razón	Cinta de medición	Talla: _____cm	5	La variable talla se expresará en centímetros medida con centímetro en posición parado sin zapatos de talón al vértice de la cabeza.

## CAPITULO III

### MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación desarrollada corresponde a un estudio tipo descriptivo, cuantitativo, con recolección prospectiva de la información.

#### 3.2 Diseño de investigación

El diseño del estudio es no experimental-observacional porque no se manipulará las variables, analítico debido a que su finalidad es relacionar los parámetros fisiológicos con la altitud, correlacional porque se busca hallar diferencia entre valores referenciales de los parámetros fisiológicos según altitud.

Prospectivo transversal porque se obtuvieron datos a partir del inicio de labores en las diferentes Instituciones Educativas del año 2019, los cuales fueron recolectados en un solo espacio de tiempo.

#### 3.3 Población y muestra

##### 3.3.1 Descripción de la población

La población de estudio son todos los niños sanos de 3 a 8 años de las instituciones educativas: Urubamba (257), Ancahuasi (182), Chinchero (410), Ocoruro (56) que se encuentran en diferentes altitudes mayores a 2500 msnm de nuestra región Cusco<sup>(49)</sup>.

##### 3.3.2 Criterios de inclusión y exclusión:

###### Criterios de inclusión:

- Niños y niñas que tengan entre 3 a 8 años de edad.
- Residencia en una altitud mayor a 2500 msnm en las localidades propuestas.

###### Criterios de exclusión:

- Niños que tengan patologías congénitas cardiorrespiratorias.
- Niños que al momento tengan un proceso infeccioso.
- Niños con hospitalizaciones previas.
- Niños que tengan tratamiento antibiótico o con uso de inhaladores
- Niños con desnutrición u obesidad.

### 3.3.3 Muestra

#### Tamaño de muestra

Para el tamaño muestral, se tomará como referencia la población estimada por Institución educativa Inicial y Primaria de las diferentes altitudes, siendo la población total de niños de 3 a 8 años de 976.

Considerando que la población del estudio está determinada cuantitativamente, y que además presenta una distribución normal, el tamaño de la muestra se establece empleando una fórmula estadística para definición de muestras en poblaciones finitas, por cada localidad se hace la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{\epsilon^2 * N - 1 + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

$n$ = número de muestra

$N$ = población total

$Z_{\alpha}$  = desviación estándar

$p$ = probabilidad de éxito

$q$ = 1- $p$

$\epsilon$ = error máximo admisible

Entonces aplicando en:

Urubamba,  $n= 154$

Acahuasi,  $n=124$

Chincheru,  $n=199$

Ocoruro,  $n=49$

Siendo el total de muestra: **526**

#### Método de muestreo

Se realizó un muestreo no probabilístico por conglomerados, asignando un “ $n$ ” a cada altitud según su población de niños sanos de 3 a 8 años de edad de cada Institución Educativa en zonas de altitud mayor de 2500 msnm que hayan cumplido los criterios de inclusión y criterios de exclusión.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se realizó la confección del Protocolo de Investigación

Se solicitó la revisión de proyecto de tesis y aprobación por parte de la Universidad Andina del Cusco.



Se realizó la validación de la ficha de recolección de datos por 05 expertos en el área de pediatría del Hospital Antonio Lorena y en el Hospital Nacional Adolfo Guevara Velazco del Cusco (*Anexo N°4*)

Se solicitó la aprobación del Comité de Ética del Hospital Nacional Adolfo Guevara Velazco (*Anexo N°5*)

Se procedió a enviar una solicitud de permiso al director de cada institución educativa de las diferentes localidades propuestas.

Se dio una charla de información a los padres de familia, donde se les pidió que firmaran el consentimiento informado, donde tuvieron la opción de aceptar o rechazar la participación de sus menores hijos en la investigación. Se solicitó la lista de alumnos de todas las aulas a cada maestro.

Se realizó los viajes a cada Institución Educativa en las fechas acordadas y en las horas acordadas, se habilitó un espacio cerrado en cada una de las Instituciones Educativas, se llevó de acuerdo al orden de la lista de 4 en 4 niños comenzando de los de 3 años en los jardines hasta los 5 años, y empezando en el 1er grado en las escuelas y terminando en el 3er grado. Se realizó la aplicación del estudio utilizando la ficha de recolección de datos a la totalidad de niños que asistieron a clases el día de la visita a su Institución Educativa.

Posteriormente, armada virtualmente la base de datos, se procedió a realizar los cálculos estadísticos propuestos.

### **3.4.2 Procedimientos de recolección de datos**

#### **Recolección de los parámetros fisiológicos**

- Se realizó la ambientación del espacio brindado por el centro educativo, colocando la cinta métrica en una de las paredes, se colocó la balanza en piso sólido para evitar errores en la medición de peso. Finalmente se ubicó 4 sillas para los 4 niños, traídos desde su salón. Se solicitó ayuda a los maestros para controlar el comportamiento de los niños.
- Se realizó la medición de peso y talla de los niños, sin zapatos y sin chaquetas o ropa pesada.
- Se hizo que los niños descansen en las sillas ubicadas durante 5 a 10 minutos.
- Se procedió a la revisión ectoscópica y de faringe con linternas y paletas, en niños captados con alteración elevada de temperatura se procedió a tomarles la temperatura con un termómetro digital (si se encontraba alteración se descartaba la toma de datos del niño y se informaba a la profesora a cargo del niño).





- Se procedió a realizar la auscultación del tórax del niño, contabilizando la frecuencia cardiaca y respiratoria, buscando alteraciones del ritmo cardiaco, soplos, crepitantes pulmonares o algún tipo de ruido sobre agregado y el pasaje del murmullo vesicular.
- Conjuntamente se colocó el pulsioxímetro ChoiceMMed Beijing modelo MD300C52 en el 2do dedo de la mano izquierda descansando en una superficie sólida en este caso en los pupitres, se solicita a los niños que no hagan ningún tipo de movimiento, debido a que alteraría la toma, se mantiene el pulsioxímetro por tres minutos, se contabiliza la del 1er minuto y la de los tres minutos siguientes.

### 3.5 Plan de análisis de datos

Para el análisis de datos estadísticos se utilizó SPSS para Windows en la versión 25 y para la realización de gráficos se utilizó Excel Windows 2013.

En análisis univariado se realizó la medición de las variables por medidas frecuencia, mediana, valor mínimo y valor máximo, así como también porcentajes en valores absolutos y con decimales según lo ameritaba, tanto para la caracterización de la población como para las variables incluyendo percentiles en estos casos (saturación de oxígeno, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y altitud)

Posteriormente para el análisis de asociación entre variables dependientes (frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y saturación de oxígeno) y la altitud se utilizó chi cuadrado de Pearson con nivel de significancia al 95% para un  $p < 0,05$ , por último, para comparar los parámetros de las variables entre las 4 altitudes estudiadas se realizó la prueba de hipótesis para diferencia de medias con un nivel de significancia al 99%, realizada por pisos entre las poblaciones A y B, B y C y finalmente C y D.

## CAPITULO IV: RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 RESULTADOS

Los resultados fueron analizados en dos diferentes fases que se describen a continuación:

1. Una primera fase enfocada a:

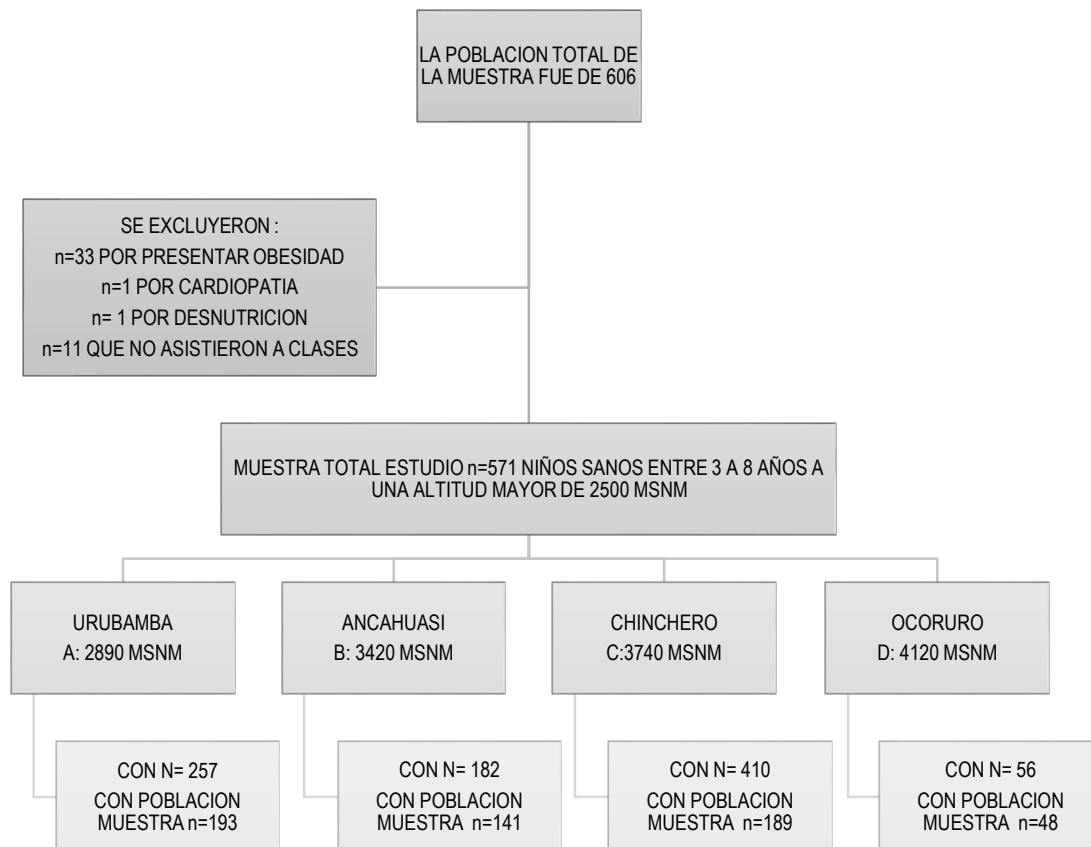
- La caracterización de la población en estudio, como la población por sexo y la media de talla y peso que nos sirvió para determinar el estado nutricional referencial.
- La descripción de los valores referenciales de parámetros fisiológicos en las localidades a distintas altitudes

2. Una segunda fase enfocada a:

- Determinar la relación de la saturación de oxígeno y la altitud
- Determinar la diferencia existente entre los valores referenciales de los parámetros fisiológicos en las localidades en estudio con diferentes altitudes.

#### 4.1.1 Resultados respecto a los datos generales

#### DIAGRAMA N°1: Esquema de selección de la muestra



**TABLA N°1: Caracterización general de la muestra**

Características generales	(A) n=193 (33,8%)	(B) n=142 (24,7%)	(C) n=189 (33,1%)	(D) n=48 (8,4%)
Género				
Femenino (numero %)	98 (50,8%)	61 (43,3%)	96 (50,8%)	19 (39,6%)
Masculino (numero %)	95 (49,2%)	80 (56,7%)	93 (49,2%)	29 (60,4%)
Peso Kg				
3 a 5 años (media, SD)	16,9 ± 1,962	17,2 ± 2,249	17,1 ± 2,126	17,2 ± 1,710
6 a 8 años (media, SD)	22,1 ± 2,809	24,8 ± 3,620	22,9 ± 3,498	24,9 ± 4,257
Talla cm				
3 a 5 años (media, SD)	102,7 ± 5,660	101,9 ± 6,068	100,5 ± 5,401	106,5 ± 7,47
6 a 8 años (media, SD)	112,2 ± 5,570	117,8 ± 6,169	116,9 ± 7,938	117,9 ± 7,319
Saturación de O <sub>2</sub> %				
3 a 5 años (media, SD)	94,2 ± 1,787	91,2 ± 1,593	90,2 ± 2,725	86,4 ± 3,420
6 a 8 años (media, SD)	93,5 ± 2,787	92,4 ± 1,971	89,9 ± 3,148	86,8 ± 3,365
Frecuencia cardiaca lpm				
3 a 5 años (media, SD)	98 ± 10,236	106 ± 10,856	98 ± 12,692	101 ± 13,590
6 a 8 años (media, SD)	90 ± 10,500	86 ± 12,059	93 ± 10,950	85 ± 11,991
Frecuencia respiratoria rpm				
3 a 5 años (media, SD)	27 ± 3,216	30 ± 4,290	27 ± 12,204	27 ± 6,175
6 a 8 años (media, SD)	23 ± 3,154	24 ± 3,061	24 ± 3,293	23 ± 2,985

(A) 2890 msnm; (B) 3420 msnm; (C) 3740 msnm; (D) 4120 msnm

En la población A se evaluó un total 98 niños de sexo femenino que equivalen a un 50,8% y 95 de sexo masculino que equivalen a un 49,2%. B 61 niños de sexo femenino que equivale a 43,3% y 80 niños de sexo masculino que equivale a 56,7%. C 96 niños de sexo femenino y 93 niños de sexo masculino que equivalen al 50,8% y 49,2% respectivamente. En D, 19 niños de sexo femenino y 29 niños de sexo masculino equivalentes a 39,6% y 60,4% respectivamente.

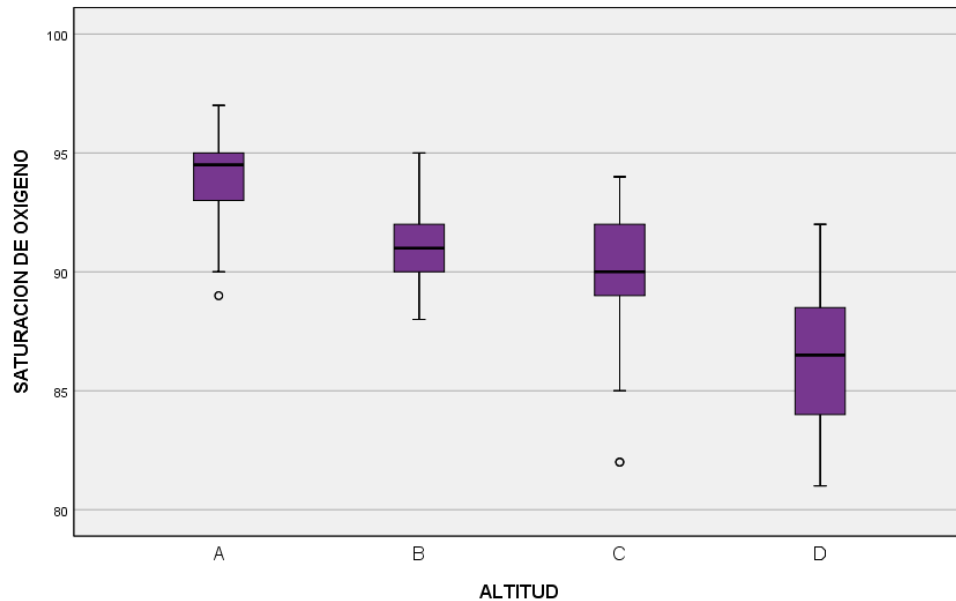
En los niños de 3 a 5 años la media de peso fue: A= 16,9 kg; B= 17,2 Kg; C= 17,1 Kg y D= 17,2 Kg, encontrándose similitud entre las cuatro poblaciones. Con respecto a los niños de 6 a 8 años la media de peso fue: = 22,1 kg; B= 24,8 Kg; C= 22,9 Kg y D= 24,9 Kg observándose mayor peso en los niños de la población B y D.

Si hablamos de la talla en los niños de 3 a 5 años la media fue: A= 102,7 cm; B= 102,9 cm; C= 100,5 cm y D=106,5 cm, se observa que hay similitud. En los niños de 6 a 8 años la talla media fue: A= 112,2 cm; B= 117,8 cm; C= 116,9 cm y D= 117,9 cm también vemos que hay diferencia entre las 4 poblaciones medidas.

#### 4.1.2 Resultados respecto a los parametros fisiologicos

##### SATURACIÓN DE OXÍGENO

**DIAGRAMA N°2: SATURACIÓN DE OXÍGENO SEGÚN ALTITUD EN NIÑOS DE 3 A 5 AÑOS DE EDAD**



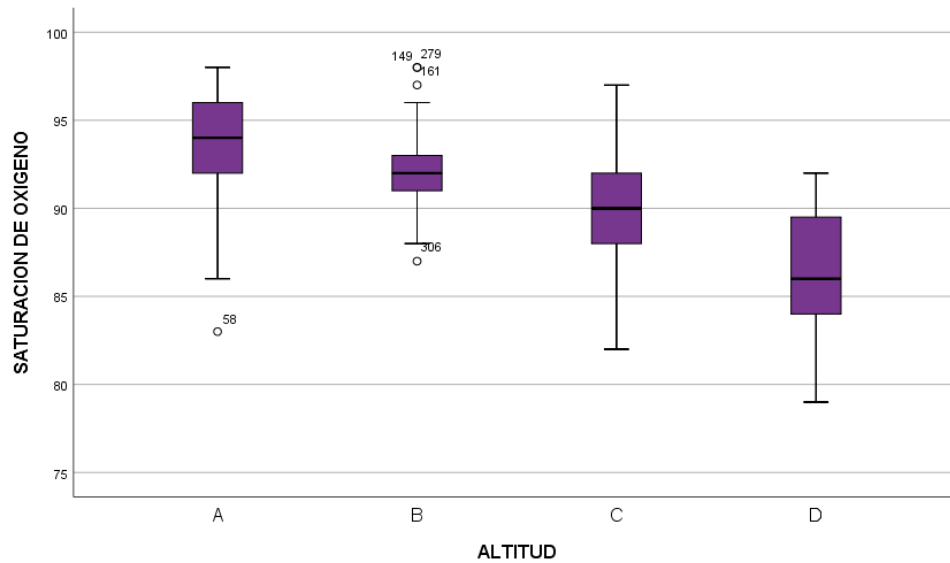
(A) 2890 msnm; (B) 3420 msnm; (C) 3740 msnm; (D) 4120 msnm

En el siguiente grafico se evidencian los resultados de SO<sub>2</sub> al tercer minuto según las cuatro localidades con distintas altitudes.

- Población A: mediana de 94,5%, 89%-97% (min-max)
- Población B: mediana de 91%, 88%-95% (min-max)
- Población C: mediana de 90%, 82%-94% (min-max)
- Poblacion D: mediana de 86,5%, 81%-92% (min-max)

Comparando las 4 poblaciones y sus medianas se observa que existe diferencias, aunque entre la pobacion B y C las cajas son muy parecidas.

**DIAGRAMA N°3: SATURACION DE OXIGENO SEGÚN ALTITUD EN NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS DE EDAD**



(A) 2890 msnm; (B) 3420 msnm; (C) 3740 msnm; (D) 4120 msnm

En el siguiente grafico se evidencian los resultados de SO2 al tercer minuto según las cuatro localidades con distintas altitudes.

- Población A: mediana de 94%, 83%-98% (min-max)
- Población B: mediana de 92%, 87%-98% (min-max)
- Población C: mediana de 90%, 82%-97% (min-max)
- Población D: mediana de 86%,79%-92% (min-max)

Comparando las 4 poblaciones y sus medianas se observa que existe diferencias, siendo muy considerable entre la poblacion A y la población D.

**TABLA N° 2: VALORES PERCENTILES DE SATURACION DE OXIGENO EN NIÑOS DE 3 A 5 AÑOS SEGÚN ALTITUD**

ALTITUD	PERCENTIL						
	p3	p10	p25	p50	p75	p90	p97
A	89	92	93	95	95	96	97
B	89	89	90	91	92	93	95
C	82	86	89	90	92	93	94
D	81	81	84	87	89	91	93

(A) 2890 msnm; (B) 3420 msnm; (C) 3740 msnm; (D) 4120 msnm

En la tabla se muestran percentiles hallados según la saturación de oxígeno en niños de 3 a 5 años según altitudes.

- La saturación de oxígeno en la población A es de 89% (p3) a 97% (p97).
- La saturación de oxígeno en la población B es de 89% (p3) a 95% (p97).



- La saturación de oxígeno en la población C es de 82% (p3) a 94% (p97).
- La saturación de oxígeno en la población D es de 81% (p3) a 93% (p97).

Por lo tanto, podemos observar que la saturación de oxígeno menor a 90 % es normal en estas altitudes.

**TABLA Nº 3: VALORES PERCENTILES DE SATURACION DE OXIGENO EN NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS SEGÚN ALTITUD**

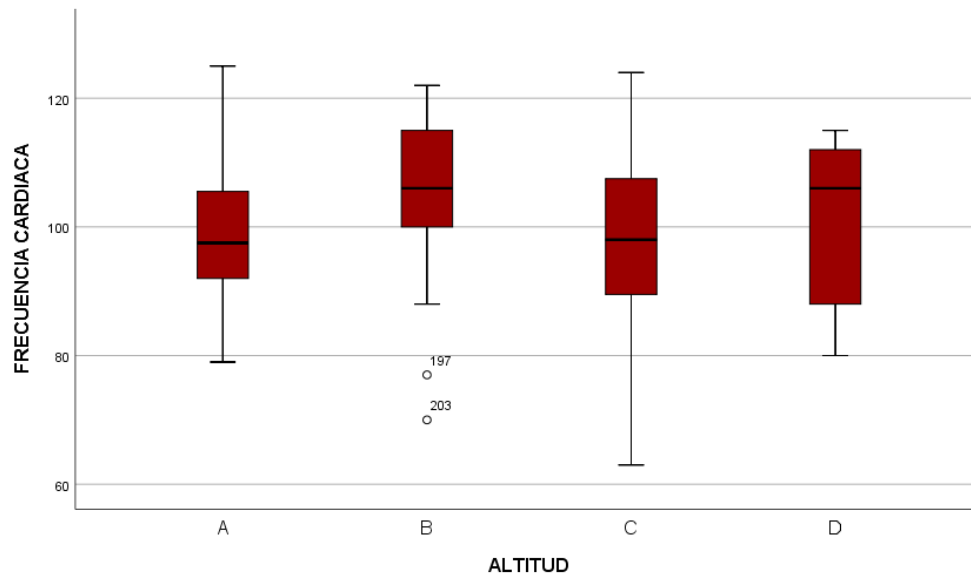
ALTITUD	PERCENTIL						
	p3	p10	p25	p50	p75	p90	p97
<b>A</b>	89	90	91	92	93	95	97
<b>B</b>	87	89	92	94	96	96	97
<b>C</b>	83	86	88	90	92	95	97
<b>D</b>	79	82	84	86	90	92	92

(A) 2890 msnm; (B) 3420 msnm; (C) 3740 msnm; (D) 4120 msnm

En la tabla se muestran percentiles hallados según la saturación de oxígeno en niños de 6 a 8 años según altitudes.

- La saturación de oxígeno en la población A es de 89% (p3) a 97% (p97).
- La saturación de oxígeno en la población B es de 87% (p3) a 97% (p97).
- La saturación de oxígeno en la población C es de 83% (p3) a 97% (p97).
- La saturación de oxígeno en la población D es de 79% (p3) a 92% (p97).

Por lo tanto, podemos observar que la saturación de oxígeno menor a 90 % es normal en estas altitudes.

**FRECUENCIA CARDIACA****DIAGRAMA N°4: FRECUENCIA CARDIACA SEGÚN ALTITUD EN NIÑOS DE 3 A 5 AÑOS**

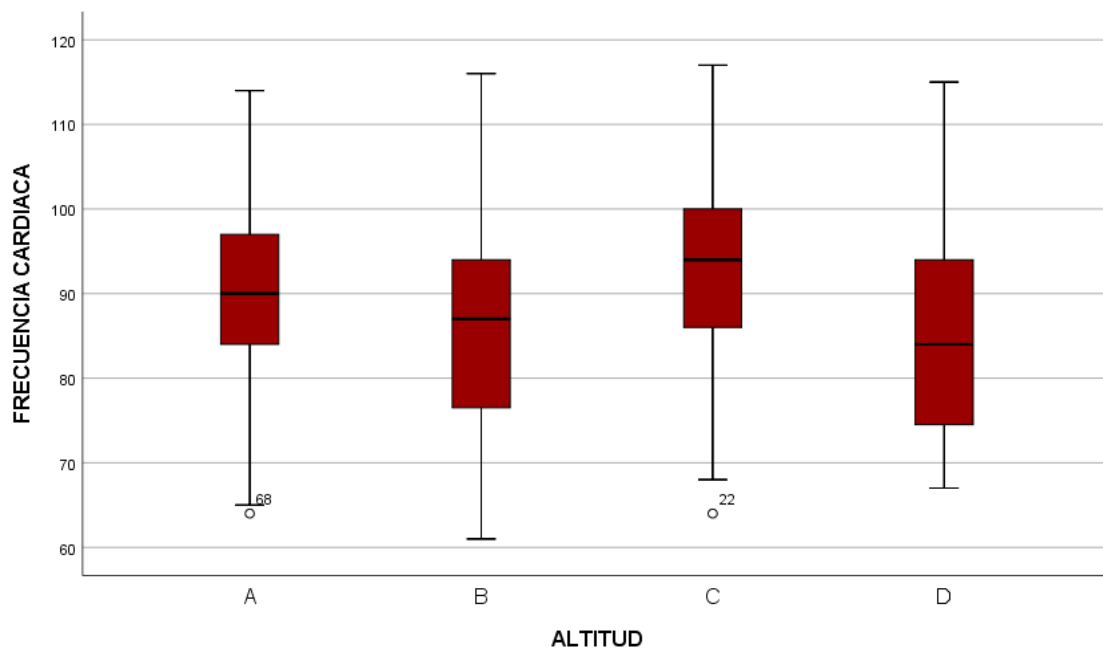
(A) 2890 msnm; (B) 3420 msnm; (C) 3740 msnm; (D) 4120 msnm

En el siguiente grafico se evidencian los resultados de frecuencia cardiaca al minuto según las cuatro localidades con distintas altitudes.

- Población A: mediana de 97 lpm, 79 lpm-125 lpm (min-max)
- Población B: mediana de 106 lpm, 70 lpm-122 lpm (min-max)
- Población C: mediana de 98 lpm, 63 lpm-124 lpm (min-max)
- Población D: mediana de 106 lpm, 80 lpm-115 lpm (min-max)

En estos resultados vemos que la frecuencia cardiaca en los niños de 3 a 5 años en las 4 altitudes no difieren entre si.



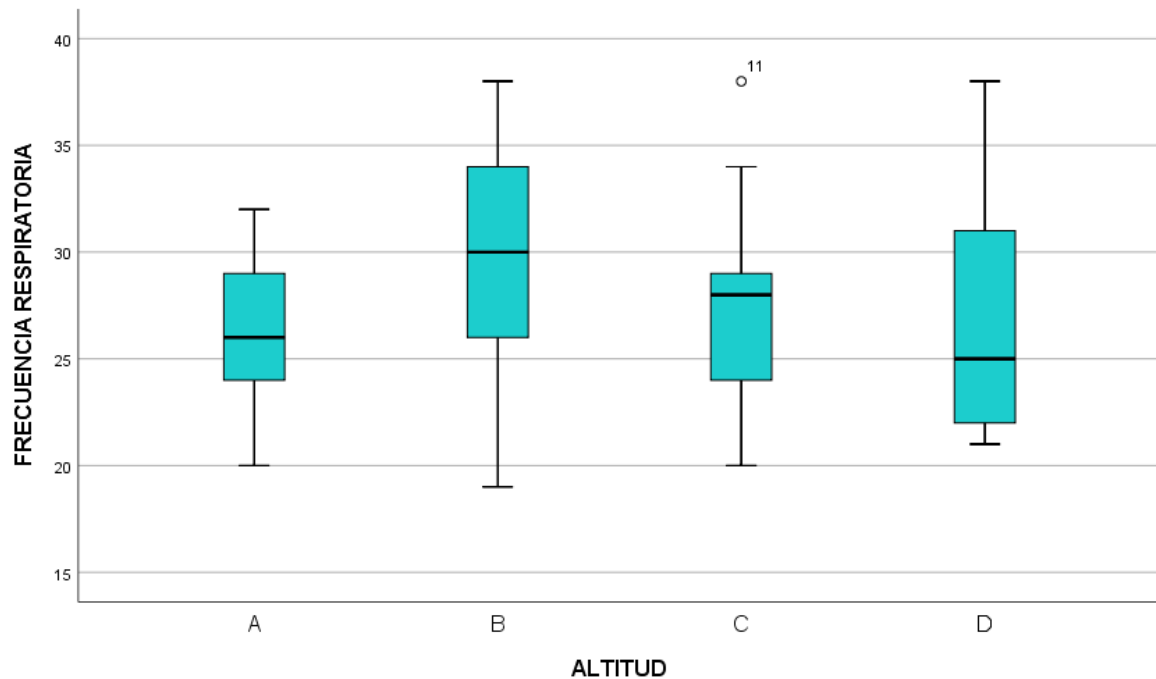
**DIAGRAMA N°5: FRECUENCIA CARDIACA SEGÚN ALTITUD EN NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS**

(A) 2890 msnm; (B) 3420 msnm; (C) 3740 msnm; (D) 4120 msnm

En el siguiente grafico se evidencian los resultados de frecuencia cardiaca al minuto según las cuatro localidades con distintas altitudes.

- Población A: mediana de 90 lpm, 64 lpm-115 lpm (min-max)
- Población B: mediana de 87 lpm, 61 lpm-116 lpm (min-max)
- Población C: mediana de 94 lpm, 64 lpm-117 lpm (min-max)
- Población D: mediana de 84 lpm, 67 lpm-115 lpm (min-max)

En estos resultados vemos que la frecuencia cardiaca en los niños de 6 a 8 años en las 4 altitudes no difieren entre si.

**FRECUENCIA RESPIRATORIA****DIAGRAMA N°6: FRECUENCIA RESPIRATORIA SEGÚN ALTITUD EN NIÑOS DE  
3 A 5 AÑOS**

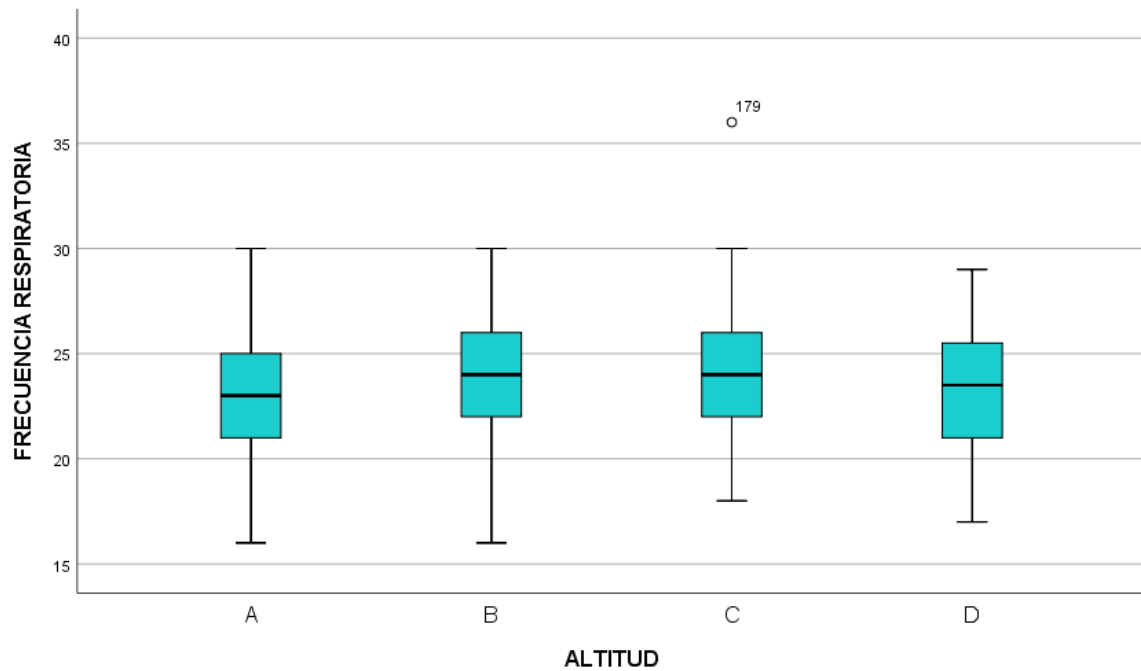
(A) 2890 msnm; (B) 3420 msnm; (C) 3740 msnm; (D) 4120 msnm

En el siguiente grafico se evidencian los resultados de frecuencia respiratoria al minuto según las cuatro localidades con distintas altitudes.

- Población A: mediana de 26 rpm, 20 rpm-32 rpm (min-max)
- Población B: mediana de 30 rpm, 19 rpm-38 rpm (min-max)
- Población C: mediana de 28 rpm, 20 rpm-38 rpm (min-max)
- Población D: mediana de 25 rpm, 21 rpm-38 rpm (min.max)

En este diagrama de cajas observamos que la frecuencia respiratoria tiene similitud entre las poblaciones y mantienen su rango de normalidad.

**DIAGRAMA N°7: FRECUENCIA RESPIRATORIA SEGÚN ALTITUD EN NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS**

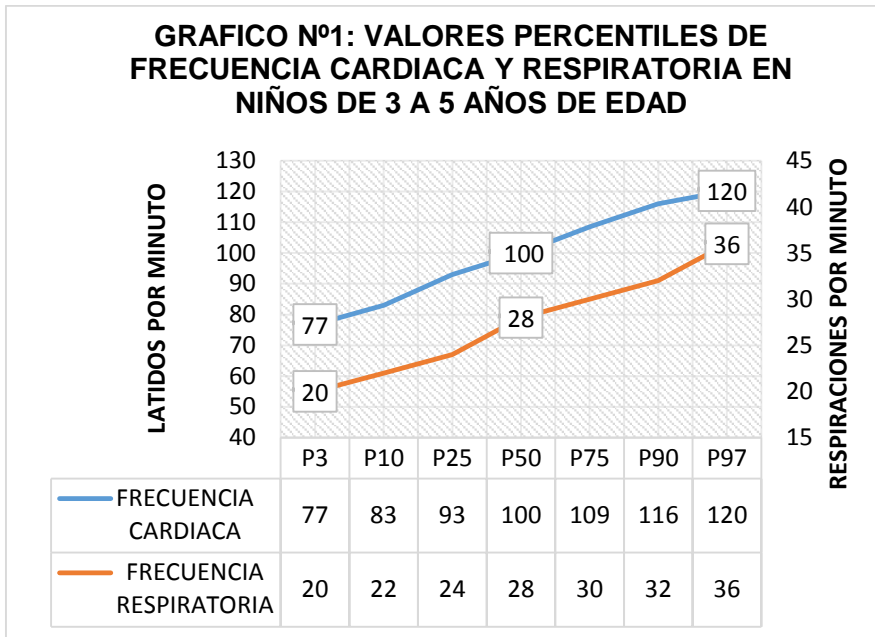


(A) 2890 msnm; (B) 3420 msnm; (C) 3740 msnm; (D) 4120 msnm

En el siguiente grafico se evidencian los resultados de Frecuencia Respiratoria al minuto según las cuatro localidades con distintas altitudes.

- Población A: mediana de 23 rpm, 16 rpm-30 rpm (min-max)
- Población B: mediana de 24 rpm, 16 rpm-30 rpm (min-max)
- Población C: mediana de 24 rpm, 18 rpm-36 rpm (min-max)
- Población D: mediana de 23,5 rpm, 17 rpm-29 rpm (min-max)

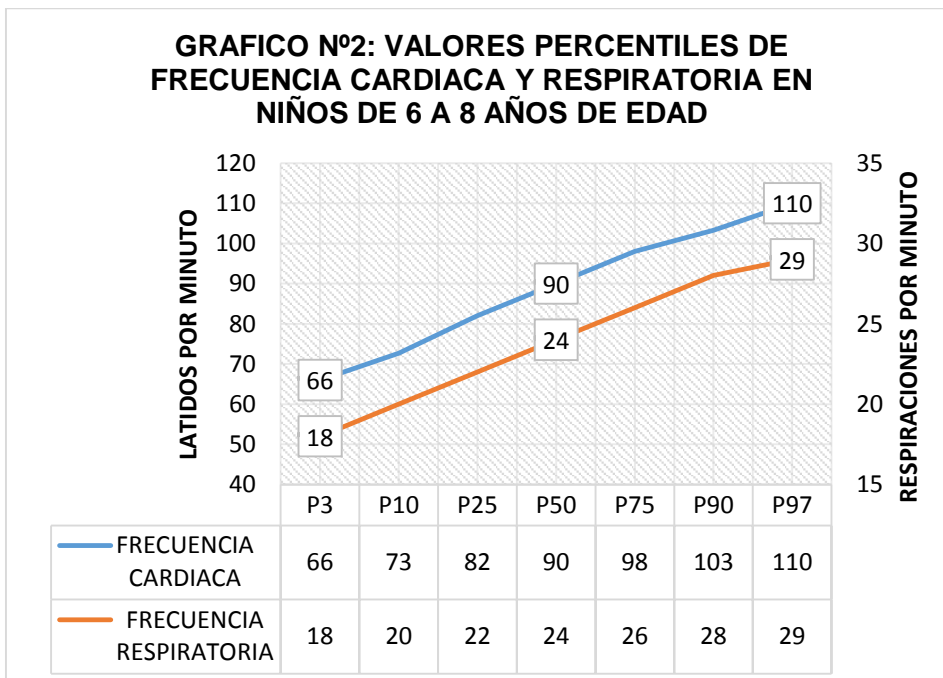
En este diagrama de cajas observamos que la frecuencia respiratoria tiene similitud entre las poblaciones y mantienen su rango de normalidad.



En el siguiente grafico se muestran percentiles generales en niños de 3 a 5 años según percentiles para frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria encontrándose:

- La frecuencia cardiaca de 77 lpm (p3) a 120 lpm (p97).
- La frecuencia respiratoria de 20 rpm (p5) a 36 rpm (p97).

Estos percentiles nos dan valores referenciales de normalidad en los niños de 3 a 5 años hallados en las diferentes poblaciones.



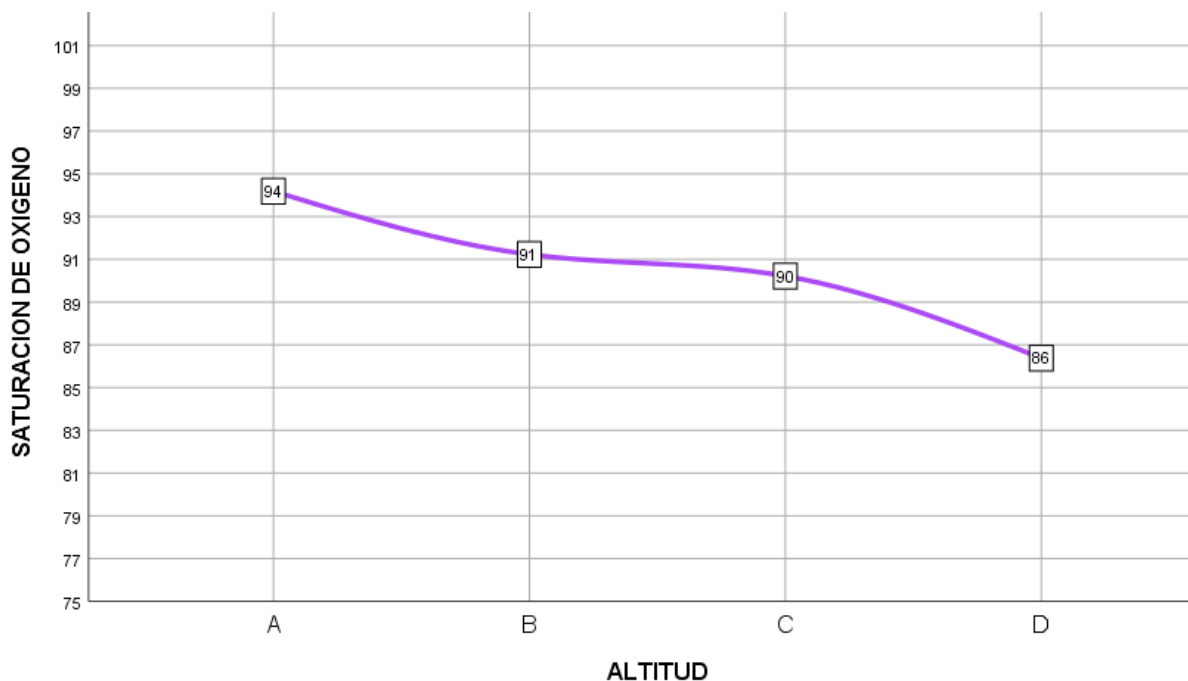
En el siguiente grafico se muestran percentiles generales en niños de 6 a 8 años según promedios ponderados para frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria.

- La frecuencia cardiaca de 66 lpm (p3) a 110 lpm (p97).
- La frecuencia respiratoria de 18 rpm (p3) a 29 rpm (p97).

Estos percentiles nos dan valores referenciales de normalidad en los niños de 3 a 5 años hallados en las diferentes poblaciones.

#### 4.1.3 Análisis de asociación entre variables

**GRAFICO N°3: RELACIÓN ENTRE SATURACIÓN DE OXIGENO Y LA ALTITUD EN NIÑOS DE 3 A 5 AÑOS**



(A) 2890 msnm; (B) 3420 msnm; (C) 3740 msnm; (D) 4120 msnm

En el siguiente grafico se evidencian los resultados de Saturación de Oxigeno al tercer minuto según las cuatro localidades con distintas altitudes.

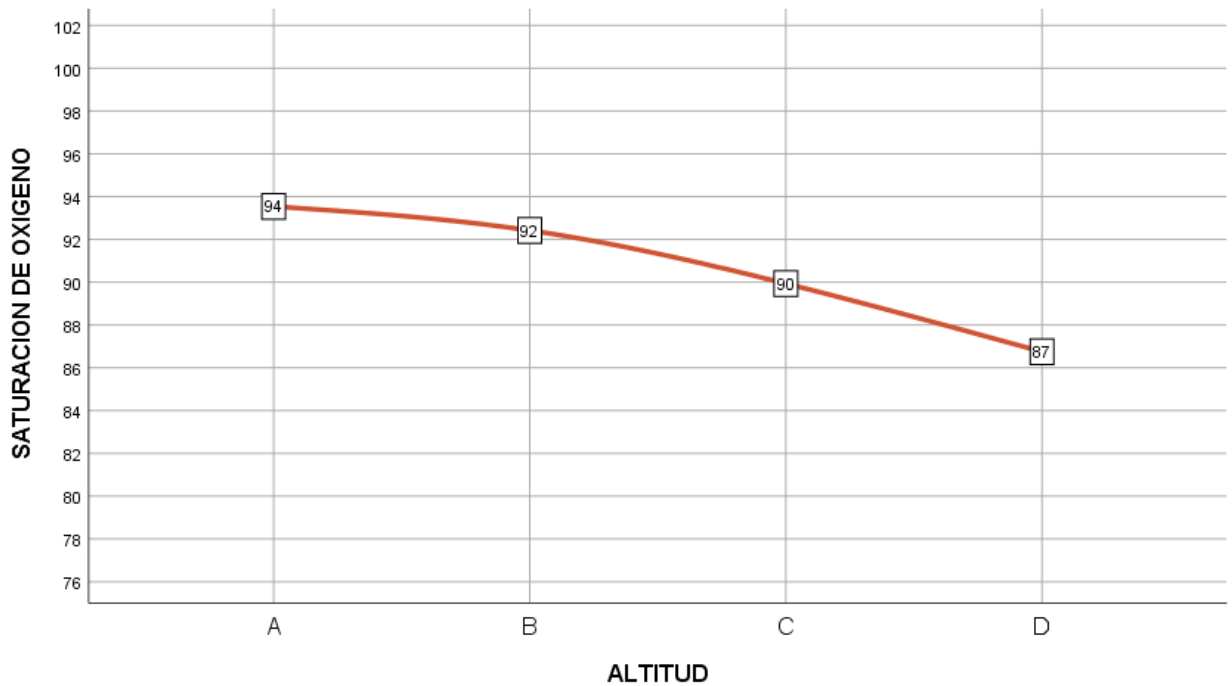
- Población A: media de 94,2%, IC al 95% [93,8-94,6].
- Población B: media de 91,2%, IC al 95% [90,8-91,7].
- Población C: media de 90,2%, IC al 95% [89,6-90,8].
- Población D: media de 86,3%, IC al 95% [83,5-89,2].

Este análisis se realizó con la prueba de chi cuadrada obteniéndose un valor de 236,890, con un valor de significancia de  $p < 0,005$ , por lo que se acepta la hipótesis alterna, demostrando que, si hay una asociación entre la variable saturación de

oxígeno y altitud, siendo esta de forma inversa, es decir, a mayor altitud la saturación de oxígeno ira en disminución.

En cuanto a la frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria en los niños de 3 a 5 años, al realizar la prueba chi cuadrada no se halló asociación con la altitud siendo el valor de significancia  $p > 0,005$ .

**GRAFICO Nº4: RELACIÓN ENTRE SATURACIÓN DE OXIGENO Y ALTITUD EN NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS**



(A) 2890 msnm; (B) 3420 msnm; (C) 3740 msnm; (D) 4120 msnm

En el siguiente grafico se evidencian los resultados de Saturación de Oxígeno al tercer minuto según las cuatro localidades con distintas altitudes.

- población A: media de 93,5%, IC al 95% [93-94].
- población B: media de 92,4%, IC al 95% [92-92,8].
- población C: media de 89,9%, IC al 95% [89,3-90,5].
- Población D: media de 86,8%, IC al 95% [85,7-87,8].

Este análisis se realizó con la prueba de chi cuadrado obteniéndose un valor de 163,286, con un valor de significancia de  $p < 0,005$ , por lo que se acepta la hipótesis alterna, demostrando que, si hay una asociación entre la variable saturación de oxígeno y altitud, siendo esta de forma inversa, es decir, a mayor altitud la saturación de oxígeno ira en disminución.

En cuanto a la frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria en los niños de 6 a 8 años, al realizar la prueba chi cuadrada no se halló asociación con la altitud siendo el valor de significancia  $p > 0,005$ .

#### 4.1.4 Análisis de diferencia entre los valores referenciales de cada altitud

**TABLA N°4: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PARÁMETROS FISIOLÓGICOS**

PARÁMETROS FISIOLÓGICOS	(A) n=193 (33,8%)	(B) n=142 (24,7%)	(C) n=189 (33,1%)	(D) n=48 (8,4%)
Saturación de O <sub>2</sub> %				
3 a 5 años (media, SD)	94,2 ± 1,787	91,2 ± 1,593	90,2 ± 2,725	86,4 ± 3,420
6 a 8 años (media, SD)	93,5 ± 2,787	92,4 ± 1,971	89,9 ± 3,148	86,8 ± 3,365
Frecuencia cardiaca lpm				
3 a 5 años (media, SD)	98 ± 10,236	106 ± 10,856	98 ± 12,692	101 ± 13,590
6 a 8 años (media, SD)	90 ± 10,500	86 ± 12,059	93 ± 10,950	85 ± 11,991
Frecuencia respiratoria rpm				
3 a 5 años (media, SD)	27 ± 3,216	30 ± 4,290	27 ± 12,204	27 ± 6,175
6 a 8 años (media, SD)	23 ± 3,154	24 ± 3,061	24 ± 3,293	23 ± 2,985

(A) 2890 msnm; (B) 3420 msnm; (C) 3740 msnm; (D) 4120 msnm

Para comprobar la posible diferencia se realiza el estadístico de “Prueba de hipótesis para la diferencia de medias”, comparando mediante pisos los resultados en cada población. El valor de delta fue de 0, debido a que nuestra hipótesis quiere demostrar la diferencia entre los valores referenciales obtenidos entre las poblaciones. El nivel de confianza fue de 99% con un valor de alfa de 0.025, y el valor de z de 1.96 para una cola. Donde se halló la diferencia de las medias de 3 a 5 años y de 6 a 8 años de la siguiente manera:

##### Grupo etario de 3 a 5 años:

Saturación de oxígeno:

- Entre las poblaciones A y B se obtuvo un valor de Z1 de 10,22 el cual demuestra una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de ambas poblaciones.
- Entre las poblaciones B y C se obtuvo un valor de Z2 de 2,87 el cual demuestra una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de ambas poblaciones.
- Entre las poblaciones C y D se obtuvo un valor de Z3 de 3,66 el cual demuestra una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de ambas poblaciones.



**Frecuencia cardiaca:**

- Entre las poblaciones A y B se obtuvo un valor de  $Z_1$  de -2,47 el cual demuestra la aceptación de la hipótesis nula, expresándose en que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de ambas poblaciones.
- Entre las poblaciones B y C se obtuvo un valor de  $Z_2$  de 4 el cual demuestra una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de ambas poblaciones.
- Entre las poblaciones C y D se obtuvo un valor de  $Z_3$  de -0,64 el cual demuestra la aceptación de la hipótesis nula, expresándose en que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de ambas poblaciones.

**Frecuencia respiratoria:**

- Entre las poblaciones A y B se obtuvo un valor de  $Z_1$  de -4,43 el cual demuestra la aceptación de la hipótesis nula, expresándose en que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de ambas poblaciones.
- Entre las poblaciones B y C se obtuvo un valor de  $Z_2$  de 2,07 el cual demuestra una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de ambas poblaciones.
- Entre las poblaciones C y D se obtuvo un valor de  $Z_3$  de 0 el cual demuestra la aceptación de la hipótesis nula, expresándose en que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de ambas poblaciones.

**Grupo etario de 6 a 8 años de edad****Saturación de oxígeno:**

- Entre las poblaciones A y B se obtuvo un valor de  $Z_1$  de 3,29 el cual demuestra una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de ambas poblaciones.
- Entre las poblaciones B y C se obtuvo un valor de  $Z_2$  de 6,8 el cual demuestra una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de ambas poblaciones.
- Entre las poblaciones C y D se obtuvo un valor de  $Z_3$  de 5,04 el cual demuestra una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de ambas poblaciones.

**Frecuencia cardiaca:**

- Entre las poblaciones A y B se obtuvo un valor de  $Z_1$  de 2,45 el cual demuestra una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de ambas poblaciones.
- Entre las poblaciones B y C se obtuvo un valor de  $Z_2$  de -4,13 el cual demuestra la aceptación de la hipótesis nula, expresándose en que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de ambas poblaciones.
- Entre las poblaciones C y D se obtuvo un valor de  $Z_3$  de 3,68 el cual demuestra una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de ambas poblaciones.

**Frecuencia respiratoria:**

- Entre las poblaciones A y B se obtuvo un valor de  $Z_1$  de -2,25 el cual demuestra la aceptación de la hipótesis nula, expresándose en que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de ambas poblaciones.
- Entre las poblaciones B y C se obtuvo un valor de  $Z_2$  de 0 el cual demuestra la aceptación de la hipótesis nula, expresándose en que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de ambas poblaciones.
- Entre las poblaciones C y D se obtuvo un valor de  $Z_3$  de 1,75 el cual demuestra la aceptación de la hipótesis nula, expresándose en que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de ambas poblaciones.

**4.2. DISCUSIÓN**

La presente investigación se centra en determinar los parámetros fisiológicos de niños de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor de 2500 msnm, encontrando la diferencia significativa con respecto a los valores referenciales descritos en la base sólida del conocimiento médico científico.

Se utilizó una muestra total de 571 niños en 4 localidades a diferente altitud, con un total de 297 de sexo masculino y 274 de sexo femenino, divididos en dos grupos de estudio según edad de 3 a 5 años y de 6 a 8 años. Esta agrupación se debe a la clasificación realizada por documentos nacionales de protocolos de atención del niño y al Modelo de atención integral de salud, los cuales dividen a los niños menores de 5 años como infantes y mayores de 6 descritos como niños. Recordemos que los niños menores de 5 años se encuentran en jardín con

características propias y los cuales se consideran en edad preescolar, mientras que los mayores de 6 años asisten a escuelas por lo que se consideran en edad escolar. Los niños menores de 5 años tienen mayor riesgo de sufrir infecciones respiratorias con riesgo de complicaciones sistémicas, dicha característica es tomada como primordial similitud para considerar el grupo etario. Niños de 6 a 8 años tienen un desarrollo pulmonar y con parámetros fisiológicos en estudio similares a los de un adulto.

### **SATURACIÓN DE OXIGENO SEGÚN ALTITUD**

Respondiendo a la hipótesis planteada, en nuestro estudio se demostró que la Saturación de oxígeno (SO<sub>2</sub>) tiene una relación inversamente proporcional a la altitud. La media de saturación encontrada en niños de 3 a 5 años a una altitud de 2890 msnm fue de 93,8% [93,4-94,1], a 3420 msnm fue de 91,7% [91,4-92,1], a 3740 msnm fue de 90,2% [89,8-90,6] y a 4120 msnm la media fue de 86,7% [85,7-87,7] contrastada por el estudio de Rojas y cols. (2017) quien encontró una SO<sub>2</sub> media de 95% [94-96], 92% [90-93], 90% [88-91], 87% [85-89] respectivamente, siendo similares. En el estudio de Novillo y cols. (2015) se encontró que en niños de 5 a 6 años la SO<sub>2</sub> fue de 94,13% a una altitud de 2880 y en niños de 7 a 8 años fue de 94,27% contrastado con nuestro estudio en donde se encontró una media de SO<sub>2</sub> de 94,18 y 93,54% respectivamente según el grupo etario. La saturación de oxígeno en la población de Urubamba (2890 msnm) es de 89% (p3) a 97% (p97). Para la población de Ancahuasi (3420 msnm) es de 87% (p3) a 96% (p97). En la población de Chinchero es de 83% (p3) a 96% (p97) y la saturación de oxígeno en la población de Ocoruro es de 80% (p3) a 92% (p97). En el estudio de Botella der Maglia y cols (2008) se encontraron una media de SO<sub>2</sub> a 3365 msnm de 92.9% y a 4250 msnm de 85%<sup>(59)</sup>.

Teniendo una comparación similar en los valores encontrados en ambos estudios. La toma de la saturación de oxígeno mediante oximetría de pulso fue utilizada en ambas investigaciones que corroboran los hallazgos encontrados en nuestro estudio, donde se tomó como dato estadístico la toma de la SO<sub>2</sub> a los tres minutos ya que es el dato más confiable. El porcentaje de eritrocitos que están completamente saturados con oxígeno se conoce como saturación arterial de oxígeno o nivel de oxígeno en sangre, cuyo valor normal es de 95 a 98% <sup>(1)</sup>. En altura la presión atmosférica disminuye de 760 mmHg hasta aproximadamente 560 mmHg, teniendo claro que no disminuye la concentración de oxígeno en el aire, pues esta se mantiene de manera estable hasta los 100 kilómetros de altitud aproximadamente <sup>(50)</sup>. Al disminuir la presión atmosférica, en consecuencia,



disminuye también la presión de todos los gases (nitrógeno, oxígeno, etc.) por lo tanto la SO<sub>2</sub> también varía <sup>(2)</sup>, esta variación es considerable a partir de los 2500 msnm <sup>(9,51)</sup>.

### **FRECUENCIA CARDIACA SEGÚN ALTITUD**

En nuestro estudio se encontró que la media de frecuencia cardiaca en niños de 3 a 5 años no varía según altitud ya que, contrastado con los antecedentes, la frecuencia cardiaca no varía hasta que la necesidad de oxígeno sea mayor, casos que ocurren cuando se produce un síndrome de mal de montaña agudo, por ejemplo. Se encontró, en los niños de 3 a 5 años, una media de 100,2 lpm (77-120 entre el percentil 3 y 97) con un valor mínimo de 63 y máximo de 125 lpm contrastado con artículos de revisión como la de Simulación Avanzada en Pediatría de la Sociedad Española de Pediatría Extrahospitalaria y Atención Primaria donde describe un rango de frecuencia cardiaca de 80 a 140 latidos por minuto en la edad preescolar. Por otro lado, nuestra media de frecuencia respiratoria para el total de niños de 6 a 8 años es de 89,4 lpm (66-110 entre el p3 y p97) con un valor mínimo de 61 y un máximo de 117 lpm, contrastado por la guía antes mencionada donde la frecuencia cardiaca normal varía de 70 a 120 lpm, en un estudio de revisión de Cobo y Daza (2011) coincide con los rangos de frecuencia cardiaca de 60 a 140 lpm. Otro estudio realizado por Mejía y cols (2019) en el que los valores de frecuencia cardiaca y altitud presentan variaciones insignificantes así, a 2880 msnm la frecuencia cardiaca media encontradas en niños menores de 5 años y mayores de 6 años fue de 102 lpm y 86 lpm respectivamente, en nuestro trabajo de investigación se encontraron una media de 98 lpm en los niños de 3 a 5 años, y de 90 lpm en niños de 6 a 8 años, y al contrastar a la altitud de 4120 msnm los niños de 3 a 5 años presentaron una media de 101 lpm y en los niños de 6 a 8 años 85 lpm, mientras a 4100 msnm fueron 100 lpm en niños menores de 5 años y en mayores de 6 años de 92 lpm, siendo los valores obtenidos menores en nuestro estudio <sup>(21)</sup>. Si bien es cierto existen variaciones en cuanto a los valores normales y los valores mínimos en otras bibliografías con rangos más amplios consideran dentro de lo normal los hallazgos mencionados <sup>(52,3)</sup>.

### **FRECUENCIA RESPIRATORIA SEGÚN ALTITUD**

En nuestro estudio, con referencia a la frecuencia respiratoria, tampoco se encontraron diferencias entre las altitudes y tampoco con los antecedentes teóricos, en los niños de 3 a 5 años se halló una frecuencia respiratoria media de



27,4 rpm (20-36 rpm entre los p3 y p97) con un valor mínimo de 19 y un máximo de 38 rpm, según la bibliografía contrastada el rango normal es de 22 a 34 rpm en la edad preescolar <sup>(52)</sup>. La frecuencia respiratoria en niños de 6 a 8 años tuvo una media de 23,5 rpm (18-29 rpm entre los p3 y p97) con un valor mínimo de 16 y un máximo de 36 contrastado con un rango normal de 18 a 30 rpm encontrados en la Guía de Práctica Clínica de Simulación Avanzada en Pediatría de la Sociedad Española de Pediatría Extrahospitalaria y Atención Primaria <sup>(53)</sup>. La frecuencia respiratoria no varía en la altitud pero tenemos que reconocer que niños de tan pequeña edad tiene sugestión emocional con los uniformes blancos, balanzas, estetoscopios, y pulsioxímetros, ese miedo hizo de que en algunos casos tuviéramos que permanecer con varias tomas de los parámetros fisiológicos mientras se puedan calmar y respirar con tranquilidad, el hecho de medir la frecuencia respiratoria y frecuencia cardiaca mediante el estetoscopio hizo de que los niños tuvieron frecuencias cardiacas mayores a 160 lpm en algunos casos, siendo niños completamente sanos, descartando procesos infecciosos, mediante la revisión integral y la revisión de antecedentes patológicos. Pasó lo mismo con la frecuencia respiratoria, con alteración en el patrón respiratorio normal de los niños, el cual es toracoabdominal en menores de 5 años y torácico en mayores de 5 años.

Esta investigación al ser de tipo prospectivo nos permitió utilizar el tiempo necesario en la evaluación directa de los niños desde la parte del triaje, ectoscópicamente y mediante la toma de funciones vitales, claro está, que los criterios de inclusión y exclusión son específicos pero para ello la revisión del paciente debía ser integral y adecuada, se examinó mediante linterna y paletas la garganta de los niños, se midió la frecuencia cardiaca y respiratoria mediante auscultación, y conjuntamente se utilizó los pulsioxímetro de modelo ya descrito anteriormente, que demostraron tener mayor similitud con la saturación de oxígeno tomada por un examen de gases arteriales, en comparación a 4 marcas y modelos distintos evaluados en un estudio <sup>(54)</sup>

En cuanto al tamaño muestral de la investigación es el adecuado, el cual es un total de 571 niños, similares a los antecedentes descritos, con muestras por encima de los 400 individuos, consideramos esta una fortaleza ya que se podrá definir con una mayor precisión los intervalos de confianza al 95% y una desviación estándar significativa.

La edad pediátrica menor a 5 años es la más afectada por infecciones respiratorias altas, En la región del Cusco, para la S.E. N° 13 del año 2019 se notificaron 1729 episodios de IRA y 18 neumonías en menores de 5 años, de las



cuales 8 son neumonías graves (44,40%). Hasta la S.E. 13 se reportó 1 muerte por Neumonía en el distrito de Pichari en un menor de 2 meses. En todo el año 2018 se registraron 46 muertes por Neumonía en menores de 5 años, 23 defunciones más que en el año 2017 y 22 defunciones más que en el año 2016.

Si bien es cierto existe parámetros fisiológicos utilizados en centros de salud, hospitales y clínicas para la atención del niño, ninguno de estos parámetros se encuentra en guías nacionales de atención al niño y el adolescente, sabiendo que una de las consideraciones generales de la Guía Nacional de Operativización del Modelo de Atención Integral de Salud menciona “La implementación es un proceso gradual, dinámico, flexible y participativo con los diferentes actores. Es Flexible porque el modelo debe adecuarse a las diferentes realidades de salud de cada región, departamento, provincia y distrito” <sup>(6)</sup>, la cual es una consideración que no se cumple, ya que la última actualización fue en 2011, no fue adaptable a las distintas realidades de las provincias más alejadas, sin participación activa del personal de salud y menos del usuario, sin valores referenciales de tal vez los datos más importantes de la evaluación integral de cualquier paciente, la saturación de oxígeno, frecuencia cardiaca y respiratoria. La guía nacional de práctica clínica sobre neumonía describe unos valores referenciales con respecto a saturación de oxígeno como criterio de hospitalización (<90%) y a frecuencia respiratoria en niños menores de 5 años (>40 rpm) <sup>(55)</sup>, estos valores referenciales son diferentes a los encontrados en nuestro estudio, considerando que los niños evaluados son niños sanos y los niños que llegan al hospital son potencialmente enfermos, aun así los valores de saturación de oxígeno descritos en la altitud de Chinchero (3740 msnm) y Ocoruro (4120 msnm) son muy inferiores al punto de corte de dicha guía, siendo la media de 86,69% [85,72-87,66], considerando la probabilidad de ceñirnos a la guía nacional de neumonía, estos niños deberían ser hospitalizados.

## SUGERENCIAS

1. Incluir en las guías nacionales (Modelo de Atención integral de salud, Atención Integrada de Enfermedades Prevalentes de la Infancia) valores referenciales de parámetros fisiológicos normales para las distintas regiones de nuestro país, considerando la altitud como un determinante de variabilidad.
2. A los hospitales, la creación de Guías de Práctica clínica, para la evaluación del niño sano y el tratamiento de enfermedades respiratorias, considerando los parámetros fisiológicos de su realidad como eje de la evaluación integral



3. Se sugiere más estudios de parámetros fisiológicos para solidificarlos acorde a la región en el que se encuentran según percentiles, de tal forma se realice una adecuada atención de salud en niños.

#### 4.3. CONCLUSIONES

- 1) La saturación de oxígeno en niños de 3 a 5 años según percentiles (p3-p97): 2890 msnm 89%-97%; a 3420 msnm de 87%-96%; 3740 msnm es de 83%-97%; 4120 msnm es de 80%-92%. En los niños de 6 a 8 años fue: 2890 msnm 89%-97%; a 3420 msnm de 87%-97%; 3740 msnm es de 83%-97%; 4120 msnm es de 79%-92%, siendo muy similares en ambos grupos de edad.
- 2) Los valores referenciales de frecuencia cardiaca encontrados en niños de 3 a 5 años son de 77 a 120 lpm que se encuentran entre los percentiles 3 y 97. En niños de 6 a 8 años son de 66 a 110 lpm que se encuentran entre los percentiles 7 y 97.
- 3) El valor referencial de frecuencia respiratoria encontrado en niños de 3 a 5 años es de 20 a 36 rpm que se encuentran entre los percentiles 3 y 97. En niños de 6 a 8 años son de 18 a 29 rpm que se encuentran entre los percentiles 3 y 97.
- 4) Las características de los niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor a 2500 msnm en la región Cusco, fueron 297 (52%) de sexo masculino y 274 (48%) de sexo femenino, con un peso que varía de 19,9 a 23,7 kg y una talla de 108,3 a 121 cm.
- 5) Respecto a la saturación si se encontró asociación estadísticamente significativa lineal inversa, es decir que a mayor altitud hay disminución de la saturación de oxígeno. En cuanto a la frecuencia cardiaca y respiratoria no se encontró asociación con la altitud.
- 6) Se concluyó que los resultados de saturación de oxígeno analizados en niños habitantes en las cuatro altitudes mayores a 2500 msnm tienen una diferencia estadísticamente significativa, es decir cuanto mayor sea la altitud de residencia más pronunciados serán los cambios.



**BIBLIOGRAFÍA**

1. Organización mundial de la salud. Manual de oximetría de pulso [Internet]. 2010 [Citado 08 Feb 2019]. Disponible en: <http://www.lifebox.org/wp-content/uploads/WHO-Pulse-Oximetry-Training-Manual-Final-Spanish.pdf>.
2. Guyton A, Hall J. Fisiología Médica. decimotercera ed. John H, editor. Misisipi: Elsevier; 2016. p 1376
3. Cobo D, Daza P. Signos vitales en pediatría. Rev Gastrohnutp [Internet]. 2011 [Citado 09 Feb 2019]. Setiembre; 13(1):58-70. Disponible en: <http://bibliotecadigital.univaile.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10893/5810/15%20signos.pdf?sequence=1>
4. Asenjoa C, Pinto R. Características anátomo-funcional del aparato respiratorio durante la infancia. Rev. Med. Clin. Condes [Internet] 2017 [Citado 09 Feb 2019]; 28(1):7-19. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/313811377\\_CHARACTERISTICAS\\_ANATOMO-FUNCIONAL\\_DEL\\_APARATO\\_RESPIRATORIO\\_DURANTE\\_LA\\_INFANCIA](https://www.researchgate.net/publication/313811377_CHARACTERISTICAS_ANATOMO-FUNCIONAL_DEL_APARATO_RESPIRATORIO_DURANTE_LA_INFANCIA)
5. MINSA. Guía Nacional de Operativización del Modelo de Atención Integral de Salud [Internet]. Lima; 2004 [Citado 11 Abr 2019]. Disponible en: <ftp://ftp2.minsa.gob.pe/otraspublicaciones/61/GUIA%20DE%20OPERATIVIZACION%2003%20set04.doc>.
6. INEI. Cusco compendio estadístico 2017[Internet]. [Citado 08 Feb 2019]. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1493/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1493/libro.pdf).
7. Peñaloza D. Efectos de la exposición a grandes alturas en la circulación pulmonar. Rev Esp Car [Internet] 2012 [Citado 08 Feb 2019]; 65(12):1075-1078 Disponible en: <http://academia.utp.edu.co/medicinadeportiva/files/2012/04/Efectos-de-la-exposici%C3%B3n-a-grandes-alturas-en-la-circulaci%C3%B3n-pulmonar1.pdf>
8. Boletín de vigilancia de Salud Pública. DIRESA. [Internet] 2018 [Citado 2019 marzo 19]. Disponible en: <http://www.diresacusco.gob.pe/inteligencia/epidemiologia/boletines.htm>.
9. Organización Panamericana de Salud. Neumonía adquirida en la comunidad en niños [Internet] 2009 [Citado 20 Mar 2019]. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/2419.pdf>.



10. Rojas J, Mejia CR, Callacondo D, Dawson JA, Posso M, Galvan CA. Valores de referencia para la saturación de oxígeno desde el nivel del mar hasta la habitación humana más alta en los andes en personas aclimatadas. *Thorax Internet First* [Internet] 2017 [Citado 20 Mar 2019]; 73(8):776-778. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29054885>
11. Huamanquispe J, Castelo L, Pereira C. Gasometría arterial en adultos clínicamente sanos a 3350 metros de altitud. *Rev Peru Med.* 2014 Setiembre; 31(3):473-479. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/273476649\\_Gasometria\\_arterial\\_en\\_adultos\\_clinicamente\\_sanos\\_a\\_3350\\_metros\\_de\\_altitud](https://www.researchgate.net/publication/273476649_Gasometria_arterial_en_adultos_clinicamente_sanos_a_3350_metros_de_altitud)
12. Teófilo L, Guillermo P, García A, Benabarre S, Mendía J, Dols D. Estimación de la saturación arterial de oxígeno en función de la altitud. *Medicina clínica* [Internet] 2016 [Citado 09 Feb 2019]; 147(10):435-440. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025775316303736?via%3Dihub>
13. Gonggalanzi L, Bjertness E, Wu T, Stigum H, Nafstad P. Acute mountain sickness, arterial oxygen saturation and heart rate among Tibetan students who reascend to Lhasa after 7 years at low altitude: a prospective cohort study. *BMJ Open* [Internet] 2017; 7(7). Disponible en: doi:[10.1136/bmjopen-2017-016460](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-016460)
14. Nepal O, Pokharel B, Khanal K, Mallik S, Kapoor B, Koju R. Relationship between arterial oxygen saturation and hematocrit, and effect of slow deep breathing on oxygen saturation in Himalayan high altitude populations. *Kathmandu Univ Med J* [Internet] 2012; 10(39):30-4. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23434958>
15. Shrestha S, Shrestha L, Bhandary S. Oxygen Saturation of Hemoglobin in Healthy Children of 2-14 Years at High Altitude in Nepal. *Kathmandu Univ Med J* [internet] 2012 [citado 16 Abr 2019];37(1):40-3. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/dc62/d4d8ff50adb32c90ffe38f0c7089c0818d99.pdf>
16. Saavedra F, Vargas M. Influencia de la altura sobre la saturación de oxígeno en recién nacidos sanos. *Revista Médica* [Internet] 2016; 23(1):14-18. Disponible en: [http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rmcba/v23n1/v23n1\\_a04.pdf](http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rmcba/v23n1/v23n1_a04.pdf)
17. Bustamente A, Valenzuela A. Estudio preliminar para determinar valores referenciales de saturación de oxígeno medidos por oximetría de pulso en



- personas mayores de 18 años, sin patología cardiorrespiratoria, residentes en la ciudad de Quito (altitud 2850 metros sobre el nivel del mar. repositorio tesis. [Internet] 2015 [Citado 09 Feb 2019]; Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8881/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
18. Novillo J , Mata J. Saturación de oxígeno en niños y niñas escolares sanos de 5 a 12 años en escuelas de educación básica ubicadas a la altura de 2880 a 3000 metros en la ciudad de Quito. 2015 junio. Tesis.
  19. Trompetero AC, Cristancho E, Benavides W, Serrato M, Landinéz P y cols. Comportamiento de la concentración de hemoglobina, el hematocrito y la saturación de oxígeno en una población universitaria en Colombia a diferentes alturas. Nutr Hosp [internet] 2015 [citado 15 Abr 2019]; 32(5):2309-2318. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v32n5/55originalotros07.pdf>
  20. Duenas E, Bazurto M. Apnea del sueño y saturación de oxígeno en niños a 2.640 metros sobre el nivel del mar. Chest [Internet] 2015 [Citado 09 Feb 2019]; 148(1):120 - 127. Disponible en: <https://docplayer.es/9652730-Apnea-del-sueno-y-saturacion-de-oxigeno-en-ninos-a-2-640-metros-sobre-el-nivel-del-mar.html>
  21. Mejía C, Cardenas M, Miñan A, Benites D. Values of heart rate at rest in children and adults living at different altitudes in the Andes. PLOS ONE [Internet] 2019 [citado 18 Abr 2019]; 14(2): e0213014. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213014>
  22. Tinoco A, Roman A, Charri J. Gasometría arterial en diferentes niveles de altitud en residentes adultos sanos en el Perú. [internet]; 2017 [Citado 12 abril 2019]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.24265/horizmed.2017.v17n3.01>
  23. Vilca M. Saturación de oxígeno de los recién nacidos sanos, cuantificada mediante oximetría de pulso, en el hospital III Essalud, a 3827 m.s.n.m. Puno. 2017 [tesis de pregrado]. [Ciudad Universitaria (Puno)]: Universidad Nacional Del Altiplano – Puno; 2017. Disponible en: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6472/Vilca\\_Apaza\\_Mariz\\_ol.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6472/Vilca_Apaza_Mariz_ol.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  24. Vidalón D, Salinas C. Saturación de oxígeno de los recién nacidos a término sanos cuantificado por oximetría de pulso en el Hospital Regional Zacarías Correa Valdivia, a una altitud de 3860 metros sobre el nivel del mar [tesis de pregrado]. [Ciudad Universitaria (Lima)]: Universidad Ricardo Palma; 2017.



- Disponible en:  
[http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/1045/1/DavidVidal%C3%B3n\\_2017\\_pdf.pdf](http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/1045/1/DavidVidal%C3%B3n_2017_pdf.pdf)
25. Praena M. Factores ambientales y patología respiratoria en niños. Rev Ped Integral [internet] 2016 [citado el 11 Abr 2019]; 20(2): 103-108. Disponible en: [https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2016/04/Pediatria-Integral-XX-2\\_WEB.pdf#page=35](https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2016/04/Pediatria-Integral-XX-2_WEB.pdf#page=35)
  26. Navarrete J y cols. Crecimiento pulmonar por difusión pulmonar de monóxido de carbono y otras pruebas de función respiratoria en niños y adolescentes sanos. Neumol Cir Torax [Internet] 2018 [citado 18 Abr 2019]; 77(2): 165-166. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2018/nt182k.pdf>
  27. Iñiguez F, Sanchez I. Desarrollo pulmonar. Neum Pediat [Internet] 2017 [citado 11 Abr 2019]; 149-155. Disponible en: <http://www.neumologia-pediatrica.cl>
  28. Gonzáles E, Aldasoro A, Korta J. La Función Pulmonar en el Niño (Principios y Aplicaciones). 2da Edición. [Internet]. 2007. [Citado 13 mar 2019]; Disponible en: [http://www.neumoped.org/docs/funcionpulmonar\\_libro.pdf](http://www.neumoped.org/docs/funcionpulmonar_libro.pdf)
  29. Posadas J, Ugarte A, Dominguez G. El transporte y la utilización tisular de oxígeno. Medigraph Artemisa [Internet]. 2006 [Citado 15 mar 2019]; 65(2):60-67. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2006/nt062c.pdf>
  30. Ucrós S, Granados C. Saturación de oxígeno, respiración periódica y apnea durante el sueño en lactantes de 1 a 4 meses a 2560 metros de altura. Arg Arch. 2015 Abril; 4(341-344).
  31. Grocott M, Montgomery H, Vercueil A. High-altitude physiology and pathophysiology: implications and relevance for intensive care medicine. BioMed [Internet]. 2007[Citado 15 abr 2019]; 11(1): 1-5. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2151873/pdf/cc5142.pdf>
  32. Diaz M. Avances en Hipertensión Pulmonar. Elsevier Doyma [Internet]. 2011 [Citado 15 abr 2019]; 1-5. Disponible en: <https://www.fesemi.org/sites/default/files/documentos/publicaciones/protocolo-hipertension-pulmonar.pdf>
  33. Donoso A, Córdova P, Hevia P, Arriagada D. El niño obeso en la Unidad de Cuidados Intensivos. Puesta al día. Arch Argent Pediatr [Internet] 2016 [citado 20 Abr 2019]; 114(3):258-267. Disponible en: [https://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/archivosarg/2016/2016\\_114\\_3.pdf#page=134](https://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/archivosarg/2016/2016_114_3.pdf#page=134)



34. Fleming S, Thompson M, Stevens R. Normal ranges of heart rate and respiratory rate in children from birth to 18 years of age. UPTODATE. [Internet] 2011; 377(1011).
35. MINSA. Guías de práctica clínica para la atención de patologías más frecuentes y cuidado esenciales del niño y niña. bvs MINSA [internet] 2006 [citado 17 Abr 2019]. Disponible en: [http://bvs.minsa.gob.pe/local/DGSP/302\\_DGSP87.pdf?fbclid=IwAR1xOXsrFzre\\_g1gV2YM7k-YgfyK75PdCu7C3lyAn6OGL0AAD-Tk78kLW-qo](http://bvs.minsa.gob.pe/local/DGSP/302_DGSP87.pdf?fbclid=IwAR1xOXsrFzre_g1gV2YM7k-YgfyK75PdCu7C3lyAn6OGL0AAD-Tk78kLW-qo)
36. Macfarlane F. Paediatric anatomy and physiology and the basics of paediatric anaesthesia. Anaesthesia UK [Internet]. 2006 [Citado 3 mar 2019]. Disponible en: <https://www.aagbi.org/sites/default/files/7-Paediatric-anatomy-physiology-and-the-basics-of-paediatric-anaesthesia.pdf>.
37. RAE. [Internet]. España; 2018 [Citado 12 Feb 2019]. Disponible en: <https://dle.rae.es/?id=28GDFOf>.
38. Peñaloza D, Arias J. Corazón y circulación pulmonar en grandes alturas: nativos normales y mal de montaña crónico. Rev Per Card [Internet]. 2011 [Citado 2 abr 2019]; 37:38-52. Disponible en: <http://repebis.upch.edu.pe/articulos/rpc/v37n1/a5.pdf>
39. Mejia H, Mejia M. Oximetría de pulso. Rev Soc Bol Ped [Internet]. 2012 [Citado 20 feb 2019] 51(2):149-155. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/pdf/rbp/v51n2/v51n2\\_a11.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/rbp/v51n2/v51n2_a11.pdf)
40. Burn S, Chilton P, Gawande A, Litford R. Peri-operative pulse oximetry in low-income countries: a cost-effectiveness analysis. Bull World Health Organ [Internet]. 2014 [Citado 20 feb 2019]; 92: 858-867. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4264392/pdf/BLT.14.137315.pdf>
41. Kim E, Lee J, Song H, Kim. Accuracy of pulse oximeters at low oxygen saturations in children with congenital cyanotic heart disease: an observational study. Wiley Online Library [Internet] 2019 [citado 20 Abr 2019]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/pan.13642>
42. Enciclopedia de Conceptos [Internet]. México; 2018 [Citado 2 mar 2019]. Disponible en: <https://concepto.de/peso/#ixzz5h4VuUQT3>.
43. Universidad de Navarra [Internet]. España; Diccionario Medico [Citado 2 mar 2019]. Disponible en: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/peso-corporal>.
44. MINSA Chile. patrones de crecimiento [Internet]. 2018 [Citado 12 abr 2019].



- Disponible en: <http://www.bibliotecaminsal.cl/wp/wp-content/uploads/2018/03/2018.03.16-Patrones-de-crecimiento-para-la-evaluaci%C3%B3n-nutricional-de-ni%C3%B1os-y-adolescentes-2018.pdf>.
45. Metas y Metrólogos asociados [Internet]. México: guía metas; 2005 [Citado 12 feb 2019]. Disponible en: <http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-05-02-presion-atmosferica.pdf>.
  46. Brunatti C, Martin M. Introducción a la Espectroscopía de Absorción Molecular Ultravioleta, Visible e Infrarrojo Cercano. Materiasar. [Internet] 2010 [Citado 14 feb 2019]. Disponible en: <http://materias.fi.uba.ar/6305/download/Espectrofotometria.pdf>.
  47. Ministerio de Salud. Guía para la evaluación del niño y adolescente. Minsal.cl. [Internet]. 2014 [Citado 13 feb 2019] Disponible en: [https://www.minsal.cl/sites/default/files/guia\\_hipobaria\\_altitud.pdf](https://www.minsal.cl/sites/default/files/guia_hipobaria_altitud.pdf).
  48. Francis T. Presión Barométrica, Aumento. InshtWeb. [Internet]. 2010 [Citado 12 feb 2019]. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosInternet/EnciclopediaOIT/tomo2/36.pdf>.
  49. MINEDU [Internet]. Perú: ESCALE; 2018 [Citado 15 mar 2019]. Disponible en: <http://escale.minedu.gob.pe/padron-de-iiiee>.
  50. ARITASUR. Presión atmosférica y variación de oxígeno en altura. ARS [Internet]. 2017 [Citado 9 mar 2019]. Disponible en: <https://www.aristasur.com/contenido/presion-atmosferica-y-variacion-de-oxigeno-en-altura>.
  51. Rodriguez J, Reyes M, Jorquera R. Oxigenoterapia en Pediatría. Rev Chil Ped [Internet]. 2017 [Citado 29 mar 2019]; V14 (1): 13-15. Disponible en: <https://www.revistapediatria.cl/volumenes/2017/vol14num1/pdf/OXIGENOTERA PIA.pdf>
  52. SEPEAPE. Programa de actualización continua de pediatría hospitalaria. pediatría integral. SEPEAPE [Internet]. 2011 [Citado 13 mar 2019]; 5(1). Disponible en: [https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2019/02/Pediatria-Integral-XXIII-1\\_WEB.pdf](https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2019/02/Pediatria-Integral-XXIII-1_WEB.pdf)
  53. González F, Cadarso C, Valdés L, Leis R, Cabanas R, Tojo R. Valores de referencia de función respiratoria en niños y adolescentes (6-18 años) de Galicia. Arch Bronconeumol. 2008; 44(6): 295-302





54. Sanchez E, Lozano J, Huerta S. validación de cinco pulsioxímetros. Med Int Méx [Internet] 2017 [Citado 5 abr 2019]; 33(6):723-729. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/mim/v33n6/0186-4866-mim-33-06-723.pdf>
55. MINSA. Curso clínico de atención integrada de enfermedades prevalentes de la infancia. [Internet]. 2007 [Citado 5 abr 2019]. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1818.pdf>.
56. Del Carpio C. Factores epidemiológicos asociados con los valores de la saturometría de oxígeno en niños menores de 10 años en tres provincias del Departamento de Arequipa, RUNSAA. 2017; (1): 18-20.
57. Padilla N, Ruiz L, Díaz R, Olvera G. Correlación de mediciones de temperatura corporal con 3 termómetros: óptico, cutáneo y digital, en niños mexicanos. Rev Enf Clinica. 2014 Junio; 24(3): 159-208.
58. Northshore. healthsources. [Internet]. 2018 [Citado 20 Feb 2019]. Disponible en: <https://www.northshore.org/healthresources/encyclopedia/encyclopedia.aspx?DocumentHwid=hw198785&Lang=es-us>.
59. Botella J, Real R. Saturación arterial de oxígeno durante la ascensión a una montaña de más de 8000 metros. SEMAM [Internet] 2008. [Citado 20 abr 2019]; 32 (6): 277-281. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/medinte/v32n6/original3.pdf>.





## ANEXOS



**ANEXO Nº1**  
**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**Asentimiento Informado de Participación en**  
**Proyecto de Investigación**



En el siguiente texto se explica y se entregan detalles de la actividad a la que se te desea invitar a participar. Para participar, primero debes leer o deben leerlo te lo siguiente:

Nosotros, Jonathan Calvo Aragón e Idania Baca Calderón, somos bachilleres de Medicina Humana y estamos realizando un proyecto que se llama “Parámetros fisiológicos en niños sanos de 3 a 8 años a una altitud mayor a 2500 m.s.n.m. en la región Cusco, 2019”. El objetivo del proyecto es determinar los parámetros fisiológicos en niños sanos de 3 a 8 años a una altitud mayor a 2500 m.s.n.m. en la región Cusco, 2019, y por eso te pedimos que participes en una revisión completa general. Para lo cual necesitamos que hagas lo siguiente:

1. Descansa en tu asiento, evita correr y pararte, desde el momento que te lo indiquemos
2. En la revisión mantente en silencio y trata de hacernos caso en lo que te pidamos porque así podremos trabajar rápido.
3. Evita tocar los instrumentos que utilizaremos para la revisión.
4. Pondremos un aparatito en uno de tus dedos durante 3 minutos.
5. Pondremos un aparato en tu axila para revisar tu temperatura.
6. Colocaremos un instrumento en tu pecho y tu espaldita para escuchar tu corazón y tus pulmones
7. Quédate sentado hasta que terminemos de revisar a ti y a tus compañeritos y salgamos de tu aula.

**PARA LOS PADRES**

8. Esta revisión se realizará tomando aproximadamente 3 horas de la jornada académica con un máximo de 4 minutos por niño
9. Se realizará en el aula de su niño
10. Dicha revisión no tiene riesgo alguno, pues solo contaremos latidos cardiacos y respiraciones en un minuto, mediremos la saturación de oxígeno durante 3 minutos y mediremos la temperatura hasta que un sonido nos diga que tiene el resultado.



Para que puedas participar, también conversaremos con tu padre/madre/tutor, pero, aunque ellos estén de acuerdo en tu participación, tú puedes decidir **libre y voluntariamente** si deseas participar o no.

Todos los datos que se recojan en la actividad serán totalmente **anónimos y privados** y sólo se usarán para el proyecto de investigación. El profesor \_\_\_\_\_ será el encargado de cuidar y proteger los datos, y tomará todas las medidas necesarias para esto.

Además, se asegurará la **total cobertura de los costos** de la actividad, por lo que tu participación no te significará gastos. Por otra parte, la participación en esta actividad **no involucra pago o beneficios en dinero o cosas materiales.**

Si tienes dudas sobre esta actividad o sobre tu participación en ella, puedes hacer preguntas antes de iniciar tú revisión. Igualmente, puedes decidir retirarte de la actividad en cualquier momento, sin que eso tenga malas consecuencias. Además, tienes derecho a negarte a participar o a dejar de participar en cualquier momento que lo desees.

¡Si decides participar, muchas gracias!

---

Bachiller en Medicina Humana de la UAC

Idania Baca Calderón

DNI: 40634279

---

Bachiller en Medicina Humana de la UAC

Jonathan Calvo Aragón

DNI: 72535828



ANEXO N°2
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL
PADRE DE FAMILIA



Fecha \_\_\_\_\_

Yo don/doña: \_\_\_\_\_, soy padre / madre / tutor del niño \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ años de edad, estudiante de la Institución Educativa / Escuela / Jardín \_\_\_\_\_.

Los Bachilleres en Medicina de la Universidad Andina del Cusco, Jonathan Calvo Aragón e Idania Baca Calderón han invitado a participar de un proyecto que se llama "Parámetros fisiológicos en niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor de 2500 msnm en la región Cusco, 2019".

Manifiesto que estoy conforme con la intervención que se me ha propuesto. He leído y comprendido la información que se me dio, he podido aclarar todas mis dudas. Por eso he tomado he tomado consiente y libremente la decisión de autorizarlo. También se que puedo retirar mi consentimiento cuando lo estime oportuno

\_\_SI\_\_NO. Autorizo a que se realicen las acciones respectivas que son la toma en mi niño de frecuencia respiratoria frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno

\_\_SI\_\_NO. Autorizo la conservación y utilización de los datos personales y los resultados correspondientes de mi menor hijo

\_\_SI\_\_NO. Autorizo la utilización de pruebas estadísticas de los datos obtenidos con fines docentes o de difusión del conocimiento científico.

(NOTA: márquese con una cruz)

Nombre, firma y/o huella dactilar del Padre/Madre/tutor legal



ANEXO N°3  
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS  
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
E.P. DE MEDICINA HUMANA

N°: \_\_\_\_\_

**DATOS PERSONALES**

1. **Altitud:** \_\_\_\_\_ msnm
2. **Sexo:** ( ) Masculino ( ) Femenino
3. **Edad:** \_\_\_\_\_ años
4. **Peso:** \_\_\_\_\_ Kg.
5. **Talla:** \_\_\_\_\_ cm.

**PARAMETROS FISIOLÓGICOS**

6. **Saturación de Oxígeno a los tres minutos:** \_\_\_\_\_ %
7. **Frecuencia cardíaca:** \_\_\_\_\_ lat./min.
8. **Frecuencia respiratoria;** \_\_\_\_\_ res/min

**ANEXO Nº4****VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO MEDIANTE EL CRITERIO DE EXPERTOS Y  
MÉTODO DE DISTANCIA DE PUNTO MEDIO****INSTRUCCIONES**

El presente documento, tiene como objetivo recoger información útil de personas especializadas acerca del tema: "Parámetros fisiológicos en niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor de 2500 msnm en la región cusco, 2019", para la validez, construcción y confiabilidad del instrumento de recolección de datos para el estudio.

Para la validación del cuestionario se plantearon 10 interrogantes o preguntas, las que serán acompañadas con una escala de estimación que significa lo siguiente:

**5.-** Representará al mayor valor de la escala y deberá ser asignado cuando se aprecia que la interrogante es absuelta por el trabajo de investigación de una manera totalmente suficiente.

**4.-** Representará la estimación de que el trabajo de investigación absuelve en gran medida la interrogante planteada.

**3.-** Significará una absolución de la interrogante en términos intermedios de la interrogante planteada.

**2.-** Representará una absolución escasa de la interrogante planteada.

**1.-** Representarán una ausencia de elementos que absuelven la interrogante planteada.

Marque con un aspa (X) en la escala de valoración que figura a la derecha de cada interrogante según la opinión que le merezca el instrumento de investigación.



**“Parámetros fisiológicos en niños sanos de 3 a 8 años a una altitud mayor a 2500 msnm en la región Cusco, 2019”**

**Presentado por:** Jonathan Calvo Aragón

Idania Baca Calderón

**Problema general**

¿Cuáles son los parámetros fisiológicos en niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor de 2500 msnm en la región Cusco, 2019?

**Objetivo general**

Determinar los parámetros fisiológicos en niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor de 2500 msnm en la región Cusco, 2019.

**Objetivos específicos**

- 1) Identificar los valores referenciales de saturación de oxígeno en niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor a 2500 msnm en la región Cusco, 2019.
- 2) Identificar los valores referenciales de frecuencia cardiaca en niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor a 2500 msnm en la región Cusco, 2019.
- 3) Identificar los valores referenciales de frecuencia respiratoria en niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor a 2500 msnm en la región Cusco, 2019.
- 4) Establecer las características de los niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor a 2500 msnm en la región Cusco, 2019.
- 5) Determinar la relación entre los valores referenciales de los parámetros fisiológicos y la altitud mayor a 2500 msnm en niños sanos de 3 a 8 años de edad en la región Cusco, 2019.
- 6) Determinar la diferencia entre los valores referenciales de los parámetros fisiológicos encontrados en las cuatro diferentes localidades a más de 2500 msnm en niños sanos de 3 a 8 años de edad en la región Cusco, 2019.



**HOJA DE PREGUNTAS PARA LA VALIDACIÓN SOBRE LA INVESTIGACIÓN**

**“Parámetros fisiológicos en niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor a 2500 msnm en la región Cusco, 2019”**

1. ¿Considera Ud. que las preguntas del instrumento miden lo que pretenden medir?

1 2 3 4 5

2. ¿Considera Ud. que la cantidad de preguntas registradas en esta versión son suficientes para tener comprensión de la materia de estudio?

1 2 3 4 5

3. ¿Considera Ud. que las preguntas contenidas en este instrumento son una muestra representativa del universo materia de estudio?

1 2 3 4 5

4. ¿Considera Ud. si aplicamos en reiteradas oportunidades este instrumento a muestras similares, obtendremos también datos similares?

1 2 3 4 5

5. ¿Considera Ud. que los conceptos utilizados en este instrumento son todos y cada uno de ellos propios de las variables de estudio?

1 2 3 4 5

6. ¿Considera Ud. que todos y cada una de las preguntas contenidos en este instrumento tiene los mismos objetivos?

1 2 3 4 5

7. ¿Considera Ud. que el lenguaje utilizado en el presente instrumento es claro y sencillo y no da lugar a diversas interpretaciones?

1 2 3 4 5

8. ¿Considera Ud. que la estructura del presente instrumento es adecuada al tipo de usuario a quien se dirige el instrumento?

1 2 3 4 5

9. ¿Estima Ud. que las escalas de medición utilizadas son pertinentes a los objetivos materia de estudio?

1 2 3 4 5

10. ¿Qué aspecto habría que modificar o que aspectos tendrían que incrementarse o suprimirse?

.....  
.....

AGRADECEMOS ANTICIPADAMENTE SU COLABORACIÓN

Jonathan Calvo Aragón

Idania Baca Calderón



**VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO**

Validez a criterio de expertos, utilizando el método DPP (distancia del punto medio)

**PROCEDIMIENTO**

Se construyó una tabla donde colocamos los puntajes por ítems y sus respectivos promedios, brindados por tres especialistas en el tema.

Nº	EXPERTOS					PROMEDIO
ITEM	A	B	C	D	E	
1	5	5	4	5	5	4,8
2	5	4	4	5	5	4,6
3	5	4	4	5	5	4,6
4	5	5	4	5	5	4,8
5	5	5	4	5	5	4,8
6	5	4	4	5	4	4,4
7	5	5	4	5	5	4,8
8	5	5	4	5	5	4,8
9	5	4	4	5	4	4,4

Con los promedios hallados se determinó la distancia del punto múltiple (DPP) mediante la siguiente ecuación:

$$DPP = \sqrt{(x-y_1)^2 + (x-y_2)^2 + \dots + (x-y_9)^2}$$

Donde:

X= valor máximo en la escala concedido para cada ítem

Y= promedio de cada ítem

DPP =

$$\sqrt{(5 - 4.8)^2 + (5 - 4.6)^2 + (5 - 4.6)^2 + (5 - 4.8)^2 + (5 - 4.8)^2 + (5 - 4.4)^2 + (5 - 4.8)^2 + (5 - 4.8)^2 + (5 - 4.4)^2}$$

Si DPP es igual a cero, significa que el instrumento posee una adecuación total con lo que pretende medir, por consiguiente, puede ser aplicado para obtener información.

Resultado:

$$DPP = 1.11$$

Determinando la distancia máxima (D máx) del valor obtenido respecto al punto de referencia cero (0), con la ecuación:

$$D (\text{máx}) = \sqrt{(x_1 - 1)^2 + (x_2 - 1)^2 + \dots + (x_n - 1)^2}$$

Donde:

X= valor máximo en la escala concedido para cada ítem.

Y= 1

D (max) =

$$\sqrt{(5-1)^2 + (5-1)^2 + (5-1)^2 + (5-1)^2 + (5-1)^2 + (5-1)^2 + (5-1)^2 + (5-1)^2 + (5-1)^2}$$

$$D(\max) = \sqrt{144} = 12$$

D (max.) se dividió entre el valor máximo de la escala:

Resultado:  $12/5 = 2.4$

Con este último valor hallado se construyó una escala valorativa a partir de cero, hasta llegar al valor D max; dividiéndose en intervalos iguales entre sí denominados de la siguiente manera:

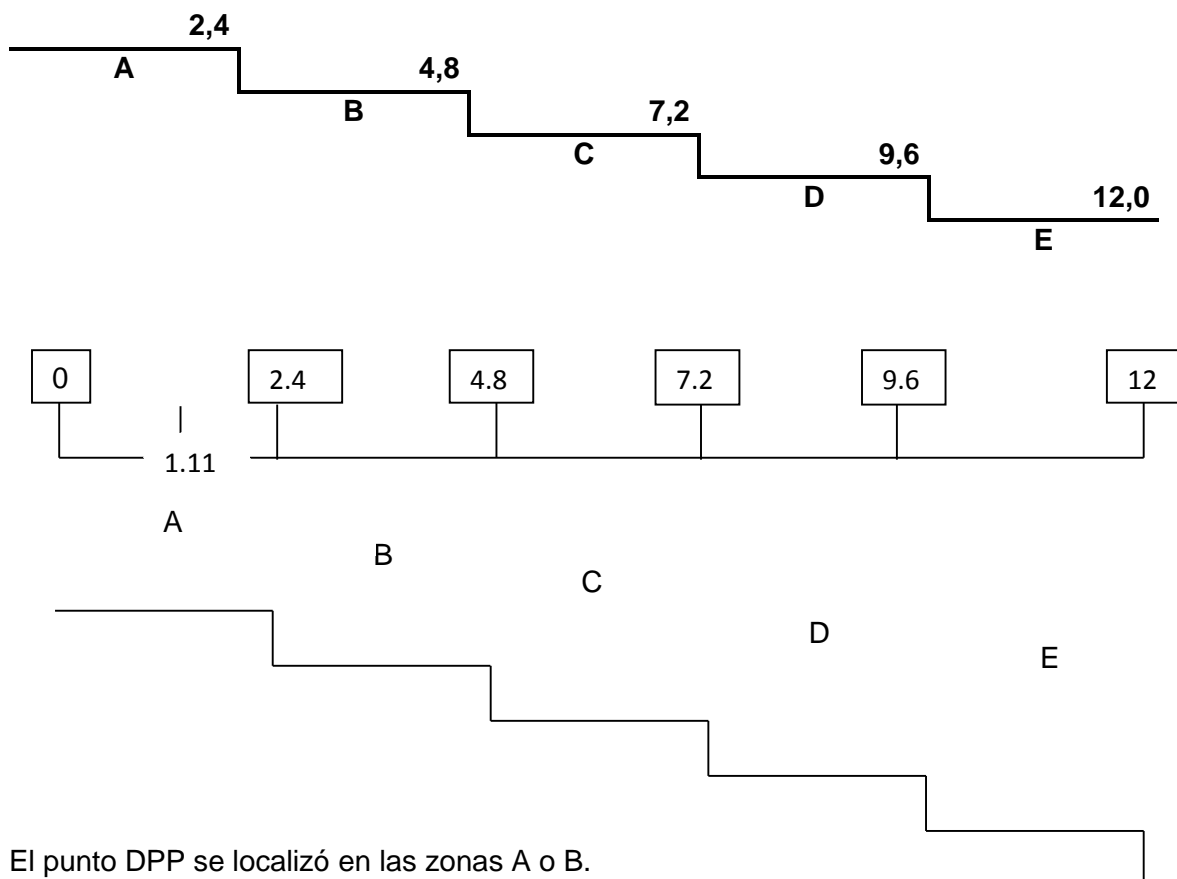
A= adecuación total

B= adecuación en gran medida

C= adecuación promedio

D= escasa adecuación

E= inadecuación



El punto DPP se localizó en las zonas A o B.

### CONCLUSIÓN. -

El valor hallado del DPP en nuestro estudio fue de 1.11 encontrándose en la zona A, lo cual significa adecuación total, y de esta forma se logra que se permita la **aplicación del instrumento validado.**



**ANEXO N°5**

**Carta de solicitud de aprobación de proyecto de tesis por el comité de ética del  
Hospital Nacional Adolfo Guevara Velazco**

Cusco, 5 de marzo de 2019

**Señor Doctor**

**RUBEN NIETO PORTOCARRERO**

Director del Hospital Nacional Adolfo Guevara Velazco

OFICINA DE CAPACITACIÓN Y DOCENCIA

Asunto: Solicitud de Aprobación de Proyecto de Tesis por el Comité de ETICA

Presente

Previo un cordial y atento saludo, me dirijo a usted para solicitar la Aprobación del Comité de Ética de su Hospital del Proyecto titulado “Parámetros fisiológicos de niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor a 2500 msnm en la Región Cusco, 2019”

Adjuntamos el Proyecto de Tesis en espera de aprobación solicitada.

Atentamente,

---

Idania Baca Calderón

DNI: 40634279

---

Jonathan Calvo Aragón

DNI: 72535828



**ANEXO Nº6**  
**CARTA DE SOLICITUD DE PERMISO DE APLICACIÓN DE PROYECTO DE TESIS**  
**“AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD”**

Cusco, 11 de marzo de 2019

**Profesor(a)**

Directora de la Institución Educativa

Asunto: Solicitud de permiso de aplicación de instrumento de recolección de datos para proyecto de tesis y evaluación de niños.

Previa un cordial y atento saludo, nos dirigimos a usted para solicitar permiso para recolección de datos para el proyecto de tesis titulado “Parámetros fisiológicos de niños sanos de 3 a 8 años de edad a una altitud mayor a 2500 msnm en la Región Cusco, 2019”. Los cuales son: peso, talla, saturación de oxígeno, frecuencia cardiaca, temperatura y presión arterial. Así mismo se le entregara los resultados obtenidos en la evaluación realizada a cada niño.

En espera de su aceptación, le anticipamos nuestro agradecimiento.

Atentamente,

---

Bachiller de Medicina Humana de la UAC  
Idania Baca Calderón  
DNI: 40634279

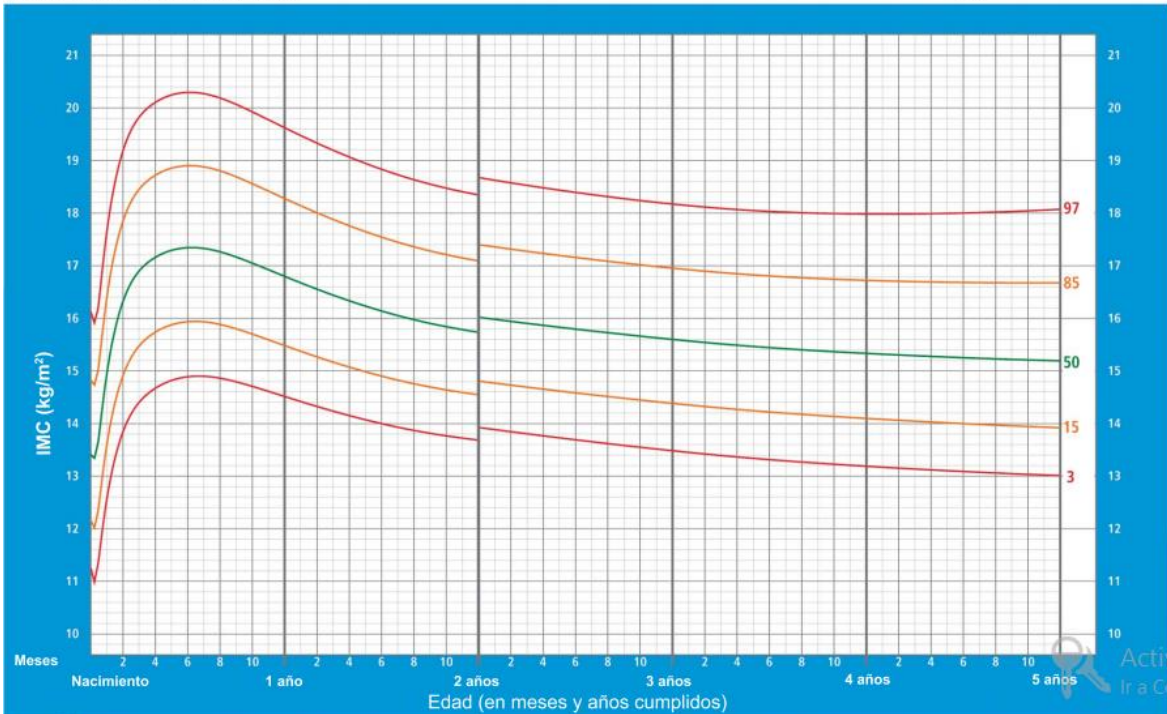
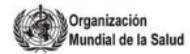
---

Bachiller de Medicina Humana de la UAC  
Jonathan Calvo Aragón  
DNI: 72535828

**ANEXO Nº7**  
**TABLA DE IMC EN NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS DE EDAD DE SEXO MASCULINO**

**IMC para la edad Niños**

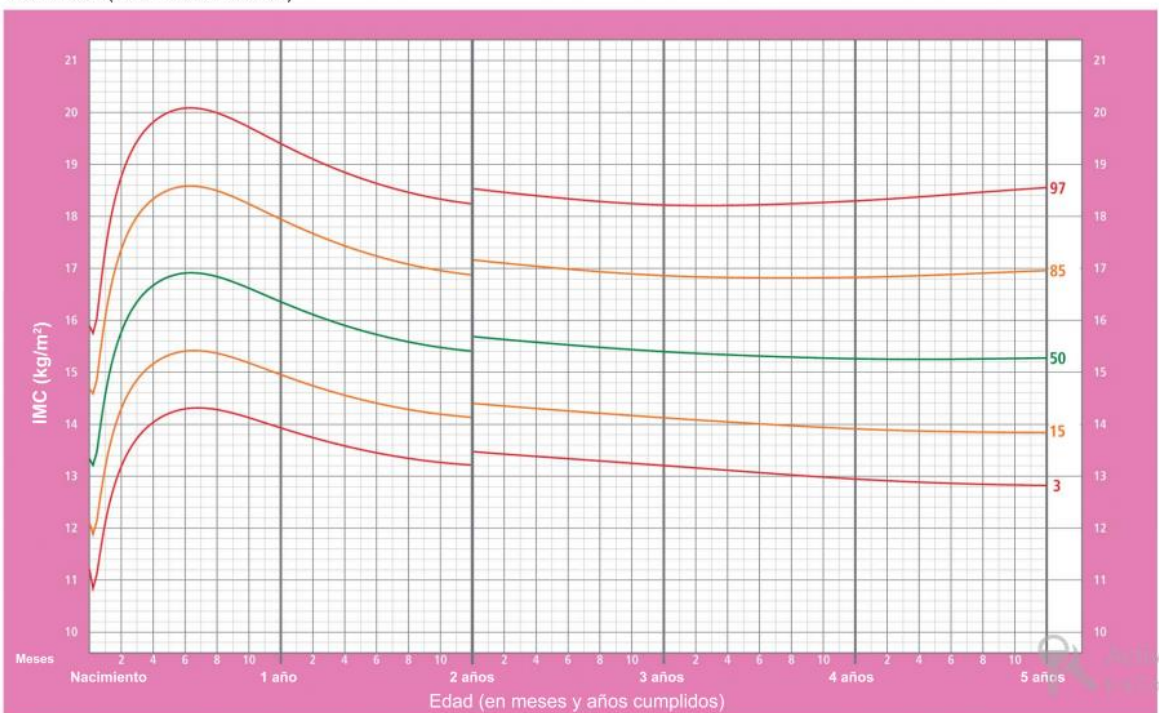
Percentiles (Nacimiento a 5 años)



**TABLA DE IMC EN NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS DE EDAD DE SEXO FEMENINO**

**IMC para la edad Niñas**

Percentiles (Nacimiento a 5 años)



ANEXO N°8  
TABLA DE IMC EN NIÑOS MAYORES DE 5 AÑOS DE EDAD DE SEXO  
MASCULINO

Edad (años:meses)	Desnutrición severa < -3 SD (IMC)	Desnutrición moderada ≥ -3 to < -2 SD (IMC)	Normal ≥ -2 to ≤ +1 SD (IMC)	Sobrepeso > +1 to ≤ +2 SD (IMC)	Obesidad > +2 SD (IMC)
5:1	menos de 12.1	12.1–12.9	13.0–16.6	16.7–18.3	18.4 o más
5:6	menos de 12.1	12.1–12.9	13.0–16.7	16.8–18.4	18.5 o más
6:0	menos de 12.1	12.1–12.9	13.0–16.8	16.9–18.5	18.6 o más
6:6	menos de 12.2	12.2–13.0	13.1–16.9	17.0–18.7	18.8 o más
7:0	menos de 12.3	12.3–13.0	13.1–17.0	17.1–19.0	19.1 o más
7:6	menos de 12.3	12.3–13.1	13.2–17.2	17.3–19.3	19.4 o más
8:0	menos de 12.4	12.4–13.2	13.3–17.4	17.5–19.7	19.8 o más
8:6	menos de 12.5	12.5–13.3	13.4–17.7	17.8–20.1	20.2 o más
9:0	menos de 12.6	12.6–13.4	13.5–17.9	18.0–20.5	20.6 o más
9:6	menos de 12.7	12.7–13.5	13.6–18.2	18.3–20.9	21.0 o más
10:0	menos de 12.8	12.8–13.6	13.7–18.5	18.6–21.4	21.5 o más
10:6	menos de 12.9	12.9–13.8	13.9–18.8	18.9–21.9	22.0 o más
11:0	menos de 13.1	13.1–14.0	14.1–19.2	19.3–22.5	22.6 o más
1:6	menos de 13.2	13.2–14.1	14.2–19.5	19.6–23.0	23.1 o más
12:0	menos de 13.4	13.4–14.4	14.5–19.9	20.0–23.6	23.7 o más
12:6	menos de 13.6	13.6–14.6	14.7–20.4	20.5–24.2	24.3 o más
13:0	menos de 13.8	13.8–14.8	14.9–20.8	20.9–24.8	24.9 o más
13:6	menos de 14.0	14.0–15.1	15.2–21.3	21.4–25.3	25.4 o más
14:0	menos de 14.3	14.3–15.4	15.5–21.8	21.9–25.9	26.0 o más
14:6	menos de 14.5	14.5–15.6	15.7–22.2	22.3–26.5	26.6 o más
15:0	menos de 14.7	14.7–15.9	16.0–22.7	22.8–27.0	27.1 o más
15:6	menos de 14.9	14.9–16.2	16.3–23.1	23.2–27.4	27.5 o más
16:0	menos de 15.1	15.1–16.4	16.5–23.5	23.6–27.9	28.0 o más
16:6	menos de 15.3	15.3–16.6	16.7–23.9	24.0–28.3	28.4 o más
17:0	menos de 15.4	15.4–16.8	16.9–24.3	24.4–28.6	28.7 o más
17:6	menos de 15.6	15.6–17.0	17.1–24.6	24.7–29.0	29.1 o más
18:0	menos de 15.7	15.7–17.2	17.3–24.9	25.0–29.2	29.3 o más



**TABLA DE IMC EN NIÑOS MAYORES DE 5 AÑOS DE EDAD DE SEXO FEMENINO**

Edad (años:meses)	Desnutrición severa < -3 SD (IMC)	Desnutrición moderada $\geq -3$ to < -2 SD (IMC)	Normal $\geq -2$ to $\leq +1$ SD (IMC)	Sobrepeso > +1 to $\leq +2$ SD (IMC)	Obesidad > +2 SD (IMC)
5:1	menos de 11.8	11.8–12.6	12.7–16.9	17.0–18.9	19.0 o más
5:6	menos de 11.7	11.7–12.6	12.7–16.9	17.0–19.0	19.1 o más
6:0	menos de 11.7	11.7–12.6	12.7–17.0	17.1–19.2	19.3 o más
6:6	menos de 11.7	11.7–12.6	12.7–17.1	17.2–19.5	19.6 o más
7:0	menos de 11.8	11.8–12.6	12.7–17.3	17.4–19.8	19.9 o más
7:6	menos de 11.8	11.8–12.7	12.8–17.5	17.6–20.1	20.2 o más
8:0	menos de 11.9	11.9–12.8	12.9–17.7	17.8–20.6	20.7 o más
8:6	menos de 12.0	12.0–12.9	13.0–18.0	18.1–21.0	21.1 o más
9:0	menos de 12.1	12.1–13.0	13.1–18.3	18.4–21.5	21.6 o más
9:6	menos de 12.2	12.2–13.2	13.3–18.7	18.8–22.0	22.1 o más
10:0	menos de 12.4	12.4–13.4	13.5–19.0	19.1–22.6	22.7 o más
10:6	menos de 12.5	12.5–13.6	13.7–19.4	19.5–23.1	23.2 o más
11:0	menos de 12.7	12.7–13.8	13.9–19.9	20.0–23.7	23.8 o más
11:6	menos de 12.9	12.9–14.0	14.1–20.3	20.4–24.3	24.4 o más
12:0	menos de 13.2	13.2–14.3	14.4–20.8	20.9–25.0	25.1 o más
12:6	menos de 13.4	13.4–14.6	14.7–21.3	21.4–25.6	25.7 o más
13:0	menos de 13.6	13.6–14.8	14.9–21.8	21.9–26.2	26.3 o más
13:6	menos de 13.8	13.8–15.1	15.2–22.3	22.4–26.8	26.9 o más
14:0	menos de 14.0	14.0–15.3	15.4–22.7	22.8–27.3	27.4 o más
14:6	menos de 14.2	14.2–15.6	15.7–23.1	23.2–27.8	27.9 o más
15:0	menos de 14.4	14.4–15.8	15.9–23.5	23.6–28.2	28.3 o más
15:6	menos de 14.5	14.5–15.9	16.0–23.8	23.9–28.6	28.7 o más
16:0	menos de 14.6	14.6–16.1	16.2–24.1	24.2–28.9	29.0 o más
16:6	menos de 14.7	14.7–16.2	16.3–24.3	24.4–29.1	29.2 o más
17:0	menos de 14.7	14.7–16.3	16.4–24.5	24.6–29.3	29.4 o más
17:6	menos de 14.7	14.7–16.3	16.4–24.6	24.7–29.4	29.5 o más
18:0	menos de 14.7	14.7–16.3	16.4–24.8	24.9–29.5	29.6 o más