UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE FISIOTERAPIA

"VARIACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN RESIDENTES ALTOANDINOS"

Requisito previo para optar por el Título de Licenciado en Fisioterapia

Modalidad: Artículo Científico

Autor: Herrera Quintana, Jose Armando

Tutor: Lcdo. Mg. Caiza Lema, Stalin Javier

Ambato – Ecuador

Febrero 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Artículo Científico sobre el tema:

"VARIACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN RESIDENTES ALTOANDINOS" desarrollado por Herrera Quintana Jose Armando, estudiante de la Carrera de Fisioterapia, considero que reúne los requisitos técnicos, científicos y corresponden a lo establecido en las normas legales para el proceso de graduación de la Institución; por lo mencionado autorizo la presentación de la investigación ante el organismo pertinente, para que sea sometido a la evaluación de docentes calificadores designados por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, Febrero 2025

EL TUTOR



.....

Lcdo. Mg. Caiza Lema, Stalin Javier

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los criterios emitidos en el Artículo Científico **"VARIACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN RESIDENTES ALTOANDINOS",** como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones, son de autoría y exclusiva responsabilidad del compareciente, como autor de este trabajo de grado.

Ambato, Febrero 2025

EL AUTOR



…….

Herrera Quintana, Jose Armando

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Lcdo. Mg. Caiza Lema, Stalin Javier con CC: 1724181852 en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **"VARIACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN RESIDENTES ALTOANDINOS",** autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo de Científico o parte él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Científico a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, Febrero 2025

Firmado electrónicamente por:
STALIN JAVIER CAIZA LEMA

…….

Lcdo. Mg. Caiza Lema, Stalin Javier

CC: 1724181852

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Herrera Quintana Jose Armando con CC: 0943825265 en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **"VARIACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN RESIDENTES ALTOANDINOS"**, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo Original o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Científico a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, Febrero 2025

Firmado electrónicamente por:
JOSE ARMANDO
HERRERA QUINTANA

.....

Herrera Quintana, Jose Armando

CC: 0943825265

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal Examinador, aprueban el informe del Trabajo de Investigación, sobre el tema **"VARIACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN RESIDENTES ALTOANDINOS"**, de Herrera Quintana Jose Armando, estudiante de la carrera de Fisioterapia.

Ambato, Febrero 2025

Para constancia firman:

……

Presidente/a

…… **……**

1er Vocal 2do Vocal

CARTA DE ACEPTACIÓN

Revista Multidisciplinaria Arbitrada de Investigación Científica
ISSN: 2588 - 0659

CRT-**MQRinvestigar**-UIO-V_9_1_ART_e8
Quito (Ecuador), 2025-01-05

CERTIFICATION

MQR® editorial certifies, that this article:

Variation in Pulmonary Function Among High-Altitude Residents"

Variación de la función pulmonar en residentes altoandinos

PEER REVIEW - "Aceptada para su publicación después de superar un proceso de doble revisión ciega externa"
Fechas de recepción: 06-DIC-2024 aceptación: 05-ENE-2025 publicación: 15-MAR-2025

Authors:

Herrera-Quintana, José Armando
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
Estudiante de fisioterapia
Ambato-Ecuador
jherrera5265@uta.edu.ec
https://orcid.org/0009-0006-1097-2358

TÉCNICA DE AMBATO
Licenciado en Terapia Fisica
Magister en Kinesiologia Cardiorrespiratoria
Ambato-Ecuador
sj.caiza@uta.edu.ec
https://orcid.org/0000-0003-2393-3885

Published: Vol. 9 Núm. 1 (2025): Revista Científica MQRinvestigar: pag. 01-9.
DOI: https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.1.2025.e8
Indexado en **Latindex 2.0** ISSN-L **2588-0659**

http://www.investigarmqr.com/

Cordially yours,
MQRInvestigar - Director

Firmado electrónicamente por:
MARCO ANTONIO QUINTANILLA ROMERO

Dr. Marco Quintanilla R.
Director

DEDICATORIA

El presente articulo se lo dedico a Dios por ser mi fortaleza en todo el proceso.

Con mucho amor se lo dedico a mis padres Rubén Herrera y Mónica Quintana por ser pieza fundamental en toda mi carrera universitaria y haberme apoyado en todo momento con su ayuda, atención y amor incondicional, sin ellos no lo habría logrado.

A mis hermanos por enseñarme que la vida es más divertida cuando hay compañía. Este logro es el resultado de años de compartir risas, secretos y un armario abarrotado de ropa prestada y sobre todo por ser parte de ese pilar en mi vida y por su apoyo incondicional en este proyecto de vida.

A mis compañeros y amigos más cercanos en la universidad por cada momento especial, por su compañía y esfuerzo compartido en cada semestre que conllevamos como parte de un mismo grupo que siempre fuimos.

Herrera Quintana, José Armando

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme permitido cumplir este sueño, este proyecto en mi vida.

A mis padres les agradezco con todo mi corazón por su sacrificio y brindarme su apoyo, es por ellos que he logrado llegar hasta aquí, muchas gracias por su amor incondicional, este logro es un testimonio de su inmenso amor y dedicación.

A mis hermanos por su apoyo, por cada risa, por cada consejo y sobre todo por ser mis compañeros y amigos, muchas gracias por cada una de sus palabras.

A mi tutor Lcdo. Mg. *Stalin Caiza Lema por apoyarme, por corregirme y guiarme en este proyecto y durante el transcurso universitario.*

A la Lcda. Mg. Grace Moscoso por su constante ayuda durante el proceso del trabajo de titulación, por su exigencia que me demostró durante este transcurso y su apoyo, por su amistad y su experiencia en mi conocimiento.

A mis docentes de carrera, cuya dedicación, sabiduría y pasión por la enseñanza han sido fundamentales en mi formación profesional.

Herrera Quintana, José Armando

“VARIACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN RESIDENTES ALTOANDINOS”

Resumen.

Introducción: La función pulmonar en residentes de áreas altoandinas se ve influenciada por adaptaciones fisiológicas a la hipoxia crónica, como el aumento en la concentración de hemoglobina, que pueden afectar la interpretación de pruebas espirométricas y complicar el diagnóstico de enfermedades respiratorias.

Objetivo: Analizar la variación de la función pulmonar en residentes de áreas altoandinas a más de 2,500 metros sobre el nivel del mar.

Materiales y métodos: El estudio adoptó un enfoque cuantitativo y transversal, utilizando un espirómetro para medir parámetros como la Capacidad Vital Forzada (FVC) y el Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (FEV1), complementado con un cuestionario estándar de la Sociedad Americana del Tórax (ATS) para evaluar síntomas respiratorios, y aplicando criterios de inclusión y exclusión específicos para garantizar la validez de los resultados.

Resultados: La población estudiada incluyó 24 participantes, de los cuales el 41% fueron hombres y el 58% mujeres, con una edad promedio de 30.46 años. Los hombres presentaron valores superiores en la función pulmonar en comparación con las mujeres, con medias reales de 92.70 frente a 89.47 en FEV_1/CVF, 4.80 frente a 2.86 litros en FEV_1 y 5.19 frente a 3.21 litros en CVF, mientras que los porcentajes de predicción fueron similares entre sexos. Los análisis de correlación de Spearman entre la altitud y las variables pulmonares no evidenciaron asociaciones significativas, con correlaciones débiles y p-valores superiores a 0.05, indicando que la altitud no tuvo un impacto notable en la función pulmonar de esta muestra.

Conclusiones: El análisis de correlación de Spearman entre altitud y función pulmonar mostró que ninguna correlación fue estadísticamente significativa (todos los p-valores mayores a 0.

PALABRAS CLAVES: FUNCIÓN PULMONAR, ÁREAS ALTOANDINAS, HIPOXIA CRÓNICA, ESPIROMETRÍA, ALTITUD

Abstract

Introduction: Lung function in residents of high Andean areas is influenced by physiological adaptations to chronic hypoxia, such as increased hemoglobin concentration, which can affect the interpretation of spirometric tests and complicate the diagnosis of respiratory diseases.

Objective: To analyze the variation of lung function in residents of high Andean areas at more than 2,500 meters above sea level.

Materials and methods: The study adopted a quantitative and cross-sectional approach, using a spirometer to measure parameters such as Forced Vital Capacity (FVC) and Forced Expiratory Volume in the first second (FEV1), complemented by a standard American Thoracic Society (ATS) questionnaire to assess respiratory symptoms, and applying specific inclusion and exclusion criteria to ensure the validity of the results.

Results: The study population included 24 participants, of which 41% were men and 58% women, with an average age of 30.46 years. Men had higher values in lung function compared to women, with real means of 92.70 vs. 89.47 in FEV_1/FVC, 4.80 vs. 2.86 liters in FEV_1 and 5.19 vs. 3.21 liters in FVC, while the prediction percentages were similar between sexes. Spearman's correlation analyses between altitude and pulmonary variables showed no significant associations, with weak correlations and p-values greater than 0.05, indicating that altitude did not have a notable impact on the lung function of this sample.

Conclusions: Spearman's correlation analysis between altitude and lung function showed that no correlation was statistically significant (all p-values greater than 0.

KEYWORDS: LUNG FUNCTION, HIGH ANDEAN AREAS, CHRONIC HYPOXIA, SPIROMETRY, ALTITUDE

Introducción

La variación de la función pulmonar en residentes altoandinos es un tema de creciente interés, dado que las elevadas altitudes tienen un impacto significativo en la salud respiratoria. En las regiones situadas a más de 2500 metros sobre el nivel del mar, como el cantón Mocha en la provincia de Tungurahua, Ecuador, la disminución de la presión barométrica y la reducción de la disponibilidad de oxígeno generan adaptaciones fisiológicas notables en el organismo relacionados con la disminución de la presión barométrica a altitudes elevadas (Sulaiman y otros, 2021) (Richalet, 2021) (Castro & Ucrós, 2023). Así, la respuesta del cuerpo para contrarrestar la deficiencia de oxígeno incluye un aumento en la ventilación pulmonar, modificaciones hacia el alza en la producción de glóbulos rojos, hemoglobina y ajustes en la función cardíaca para optimizar el transporte de oxígeno (Alkhaldy et al., 2022) (Gassmann et al., 2019).

El uso de parámetros espirométricos como el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1), la capacidad vital forzada (CVF) y la relación entre VEF1/CVF esenciales para el diagnóstico de enfermedades respiratorias, se vuelve problemático sin un marco referencial adecuado para este tipo de población (Ortiz et al., 2022).

Esto no solo impide la detección temprana de enfermedades como el asma o la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), sino que también puede llevar a diagnósticos erróneos, donde condiciones normales de adaptación puede ser tomadas como variables de presencia de patologías lo que retrasa el diagnóstico y tratamiento oportuno, afectando así la calidad de vida de estos individuos (Centeno et al., 2022).

En este punto, es importante destacar varios antecedentes investigativos, que afianzan esta premisa como el de Quemba et al. (2023), donde se analizó las discrepancias en los valores de espirometría entre adultos que residen por encima y por debajo de los 1500 metros sobre el nivel del mar. El análisis reveló diferencias significativas en el FEV_1 y CVF debido a factores como la adaptación a la altitud y el envejecimiento pulmonar (Quemba et al., 2023). En contraste, Aguilar et al. (2021) establecieron valores de referencia regionales de parámetros espirométricos en jóvenes de La Plata,

Argentina, considerando factores locales como la exposición a contaminantes y características demográficas (2021).

Al analizar las diferencias entre los valores espirométricos predichos y reales en esta población se espera entender mejor este impacto, contribuyendo al desarrollo de estrategias más efectivas en medicina pulmonar y fisioterapia (Ortiz y otros, 2022). El objetivo de este estudio es analizar la variación de la función pulmonar en residentes altoandina.

Materiales y Métodos

La investigación adopta un enfoque cuantitativo, transversal, enfocado en la observación de fenómenos en su contexto natural sin manipulación de variables. El presente estudio se centra en la variación de la función pulmonar en los residentes de la región altoandina, específicamente en adultos jóvenes del cantón Mocha, Tungurahua, Ecuador. Con un enfoque correlacional, se busca explorar la relación entre la función pulmonar y los valores espirométricos en esta población, teniendo en cuenta las adaptaciones fisiológicas que ocurren a altitudes elevadas.

El principal instrumento de medición utilizado en el estudio fue el espirómetro, se empleó para medir la función pulmonar obteniendo variables la Capacidad Vital Forzada (FVC) y el Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (FEV_1).

Se utilizo el cuestionario estándar de la Sociedad Americana del Tórax (ATS), para evaluar la función pulmonar y los síntomas respiratorios, los cuales se administraron mediante entrevistas estructuradas, recolectando datos detallados sobre la salud respiratoria.

La población objetivo fueron los adultos jóvenes de 20 a 40 años, residentes en la parroquia Hatillo del cantón Mocha, quienes cumplieron con los criterios de inclusión, como haber residido en la región por al menos cinco años y no presentar enfermedades crónicas preexistentes que pudieran afectar la función pulmonar. Se excluyeron individuos con infecciones respiratorias agudas, fumadores activos, personas con exposición laboral a contaminantes respiratorios y mujeres embarazadas, para evitar posibles sesgos en los resultados.

En lo referente a los aspectos éticos, el estudio se llevó a cabo cumpliendo con los principios éticos. Se obtuvo el consentimiento informado de cada participante antes de la realización de cualquier procedimiento, asegurando que comprendieran los detalles del estudio y su participación voluntaria. Además, se garantizó la confidencialidad de todos los datos recopilados, los cuales fueron utilizados exclusivamente con fines de investigación.

Resultados

Las características sociodemográficas de la población estudiada se muestran en la tabla 1. se contó con 24 participantes

En cuanto a las características demográficas y antropométricas de los participantes, el 41% fueron hombres (10 individuos) y el 58% mujeres (14 individuos). La edad promedio fue de 30.46 años (± 5.52). El peso promedio de los participantes fue de 61.13 kg (± 11.86), con una variabilidad moderada. La talla promedio fue de 1.62 m (± 0.12), indicando una distribución homogénea. El índice de masa corporal (IMC) promedio fue de 23.18 (± 2.84), dentro del rango saludable según los estándares internacionales.

Tabla 1. *Características Demográficas y Antropométricas de la Muestra*

	Nº	Media	Desv. Desviación
Género	0		
Masculino	10		
Femenino	14		
Edad		30,46	5,517
Peso (Kg)	24	61,13	11,855
Talla (m)	24	1,62	,104
IMC	24	23,18	2,844

Los resultados de la tabla 2 evidencian diferencias notables en la función pulmonar entre hombres y mujeres:

Tabla 2. *Comparación de la Función Pulmonar Real y Predicha por Sexo*

	Sexo			
	Femenino		Masculino	
	Media	Desv. Desviación	Media	Desv. Desviación
		FEV_1/CVF		
Real	89.47	8.64	92.70	4.10
Predicho	87.27	1.42	84.04	1.55
Porciento	102.58	10.36	110.37	5.78
		FEV_1		
Real	2.86	0.34	4.80	0.63
Predicho	2.83	0.18	4.02	0.52
Porciento	100.97	9.85	119.68	11.64
		CVF Litros		
Real	3.21	0.40	5.19	0.72
Predicho	3.25	0.23	4.80	0.67
Porciento	98.53	9.36	108.63	12.10

En relación con los valores reales de FEV_1/CVF, la media en hombres es de 92.70 (± 4.10), mientras que en mujeres es de 89.47 (± 8.64). En los valores predichos, las mujeres presentan una media de 87.27 (± 1.42), ligeramente superior a la de los

hombres, que es de 84.04 (± 1.55). Los porcentajes correspondientes muestran que las mujeres alcanzan un 102.50% (± 10.36), frente al 110.37% (± 5.78) de los hombres.

En cuanto a los valores reales de FEV_1 en litros, los hombres tienen una media de 4.80 (± 0.63), significativamente mayor que la media de 2.86 (± 0.34) observada en las mujeres. Para los valores predichos, las mujeres registran una media de 2.83 (± 0.18), inferior a la de los hombres, que es de 4.02 (± 0.52). En términos porcentuales, las mujeres alcanzan el 100.97% (± 9.85), mientras que los hombres llegan al 119.68% (± 11.64).

Respecto al porcentaje de CVF en litros, los valores reales muestran que los hombres tienen una media de 5.19 (± 0.72), en contraste con los 3.21 (± 0.40) de las mujeres. En los valores predichos, las mujeres presentan una media de 3.25 (± 0.23), inferior a la de los hombres, que alcanza 4.80 (± 0.67). Los porcentajes evidencian que los hombres logran un 108.63% (± 12.10), mientras que las mujeres alcanzan un 98.53% (± 9.36).

En la tabla 3 se presentan los estadísticos descriptivos de la función pulmonar real y predicha.

Tabla 3. *Estadísticos descriptivos de la Función Pulmonar Real y Predicha*

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
FEV_1/CVF					
Real	24	67.27	100.00	90.82	7.17
Predicho	24	82.70	89.54	85.93	2.18
Porciento	24	76.27	119.11	105.82	9.44
FEV_1 Litros					
Real	24	1.86	5.51	3.67	1.09
Predicho	24	2.58	4.70	3.33	0.70
Porciento	24	71.82	142.28	108.76	14.02
CVF Litros					
Real	24	2.65	5.77	4.03	1.14
Predicho	24	2.92	5.70	3.90	0.90
Porciento	24	85.23	127.01	102.74	11.52

Los valores de FEV_1/CVF real presentaron una media de 90.82 (± 7.17), con un valor predicho de 85.93, alcanzando un porcentaje del 105.82%. En cuanto al FEV_1, los valores reales fueron de 3.67 litros (± 1.09), frente a un valor predicho de 3.33 litros, logrando un 108.7%. Por su parte, la CVF mostró valores reales de 4.03 litros (± 1.14) y un valor predicho de 3.90 litros, alcanzando un 102.74%.

En la tabla 4 se presentan los coeficientes de correlación de Spearman entre las diversas funciones pulmonares de los residentes altoandinos, proporcionando un análisis detallado de las asociaciones observadas.

Tabla 4. *Correlación de Spearman entre Altitud y función Pulmonar*

Datos	p valor	rho Spearman
FEV_1 /CVF		
Real	0.468	0.155
Predicho	0.84	-0.044
Porciento	0.433	0.168
FEV_1 Litros		
Real	0.729	0.075
Predicho	0.602	0.112
Porciento	0.931	-0.019
CVF Litros		
Real	0.977	0.006
Predicho	0.643	0.1
Porciento	0.468	-0.155

Ninguna correlación es significativa, ya que todos los p-valores superan 0.05, indicando que no hay asociación entre la altitud y las variables pulmonares evaluadas.

Discusión

En el presente estudio, se observó que no existe una correlación estadísticamente significativa entre la altitud y los parámetros de función pulmonar en la población de

20 a 40 años, residentes en la parroquia Hatillo del cantón Mocha, a 2,500 (msnm). Los coeficientes de correlación de Spearman y t de student con un valor superior a 0,05 en su gran mayoría establece que no existe una correlación significativa entre la altitud y las variables pulmonares.

No obstante, el resultado anterior contrasta con investigaciones previas que han identificado adaptaciones fisiológicas en poblaciones residentes a gran altitud. De hecho, el estudio de Ortiz y otros (2022) evidenció diferencias significativas en los parámetros espirométricos entre nativos de alta y baja altitud, sugiriendo que la altitud influye en la función pulmonar. En este estudio, los residentes de Oyacachi (3,800 m) mostraron valores de capacidad vital forzada (CVF) y volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV_1) significativamente mayores que los de Limoncocha (230 m), con diferencias de 15.2% en hombres y 8.5% en mujeres ($p < 0.001$).

Además, el estudio de Gasman y otros (2019) encontró que las poblaciones de mayor altitud presentan niveles más altos de hemoglobina, indicando una adaptación hematológica a la hipoxia crónica. Aunque este estudio se centra en aspectos hematológicos, sus resultados sugieren que la altitud puede inducir adaptaciones fisiológicas que podrían influir en la función pulmonar. Por ejemplo, en los residentes de los Andes, la [Hb] aumentó en 1 g/dL por cada 1000 metros de altitud, mientras que en otras regiones del mundo, el incremento fue de 0.6 g/dL por cada 1000 metros. Además, se observó que las diferencias de [Hb] entre sexos persisten con la altitud.

La altitud en metros sobre el nivel del mar es una condición desafiante para la fisiología humana estos desafíos se acentúan por encima de los 2400 m.s.n.m. resultando en un flujo espiratorio máximo (PEF) aumentado, FVC disminuida, el FEV_1 se mantiene casi constante aumentando la relación del FEV_1/FVC resultados que se alejan de los encontrados en el presente estudio.

La discrepancia entre los resultados de nuestro estudio y los de investigaciones previas podría deberse a varios factores. Es posible que las adaptaciones fisiológicas en nuestra población no sean tan pronunciadas como en otras regiones de mayor altitud. Además, factores como la genética, el estilo de vida, la nutrición y la exposición a contaminantes ambientales pueden influir en la función pulmonar y podrían haber atenuado las

diferencias esperadas, por lo que es fundamental considerar estas variables al interpretar los resultados y al comparar estudios de diferentes regiones y poblaciones.

Conclusiones

La variación de la función pulmonar en residentes de áreas altoandinas es un fenómeno complejo influenciado por factores genéticos, ambientales y de estilo de vida. Aunque estudios han demostrado adaptaciones fisiológicas en poblaciones de mayor altitud, como diferencias significativas en parámetros espirométricos entre nativos de alta y baja altitud, nuestro estudio en la parroquia Hatillo del cantón Mocha, a 2,500 metros sobre el nivel del mar, no encontró una correlación estadísticamente significativa entre la altitud y los parámetros de función pulmonar en individuos de 20 a 40 años. Esta discrepancia podría atribuirse a variaciones en la intensidad de las adaptaciones fisiológicas según la altitud, diferencias en la metodología de los estudios, o factores adicionales como la genética, el estilo de vida, la nutrición y la exposición a contaminantes ambientales, que pueden influir en la función pulmonar y atenuar las diferencias esperadas.

Por tanto, es fundamental considerar estas variables al interpretar los resultados y al comparar estudios de diferentes regiones y poblaciones. Además, investigaciones adicionales que incluyan una evaluación más detallada de factores como la genética, el estilo de vida y la exposición ambiental, así como estudios longitudinales que permitan observar cambios en la función pulmonar a lo largo del tiempo, son esenciales para comprender mejor cómo la altitud y otros factores interactúan para influir en la función pulmonar en poblaciones altoandinas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilar, M., Tondo, J. D., & Porta, A. (2021). Valores de referencia regionales de parámetros espirométricos en jóvenes de La Plata, Buenos Aires, Argentina . *evista Argentina de Salud Pública, 13*, 251-260. https://rasp.msal.gov.ar/index.php/rasp/article/view/671

2. Alkhaldy, H., Awan, Z., Abouzaid, A., Elbahaey, H., Al Amoudi, S., Shehata, S., & Saboor, M. (2022). Efecto de la altitud sobre los índices de hemoglobina y glóbulos rojos en adultos en diferentes regiones de Arabia Saudita. *International Journal of General Medicine, 31*(15), 3559–3565. https://doi.org/10.2147/IJGM. S358139

3. Castro, J., & Ucrós, S. (2023). Fisiología respiratoria Neumología de altura: saturación de oxígeno, edema pulmonar y pruebas de función pulmonar. *Neumología Pediátrica*, *18*(2), 37-39. https://www.neumologia-pediatrica.cl/index.php/NP/article/view/537/488

4. Centeno, A., Díaz, B., Santoyo, D., Álvarez, P., Pereda, R., & Acosta, L. (2022). Fisioterapia respiratoria en pacientes adultos post-COVID-19: revisión sistemática de la literatura. *Revista Médica del instituto Mexicano del Seguro Social, 60*(1), 59-66. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35271227/

5. Gassmann, M., Mairbäurl, H., Livshits, L., Seide, S., Hackbusch, M., Malczyk, M., . . . Muckenthaler, M. (2019). El aumento de la concentración de hemoglobina con la altitud varía entre las poblaciones humanas. *Anales de la Academia de Ciencias de Nueva York, 1450*(1), 204-220. https://doi.org/10.1111/nyas.14136

6. Ortiz, E., Encalada, S., Mosquera, J., Simbaña, K., Gómez, L., Duta, D., . . . Vasconez, E. B. (2022). Un análisis comparativo de la función pulmonar y los parámetros de espirometría en nativos controlados por genotipo que viven a baja y alta altitud. *Medicina pulmonar BMC, 22*(1), 1-10. https://doi.org/10.1186/s12890-022-01889-0

7. Quemba, Mónica, Valero, A., Roa, M., Umbacía, Flor, . . . Pirachicán, L. (2023). Valores de referencia de espirometría forzada de adultos residentes sobre o bajo 1500 m s. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud, 55*. https://doi.org/10.18273/saluduis.55.e:23034

8. Richalet, J. (2021). Adaptación a la hipoxemia crónica de las poblaciones que viven en zonas de gran altitud. *Revista de enfermedades respiratorias, 38*(4), 395-403. https://doi.org/10.1016/j.rmr.2020.11.007

9. Sulaiman, X., Xu, W.-F., Cai, L.-H., Huang, X.-Y., Cheng, L.-F., & Zhang, Y.-P. (2021). Características hematológicas y espirométricas de montañeses tayikos y kirguises en las montañas del Pamir. *American Journal of Human Biology, 33*(2). https://doi.org/10.1002/ajhb.23459