

**Capacidad pulmonar y patrones respiratorios en adultos mayores de la población de Apatug y Atahualpa Tungurahua - Ecuador.****Pulmonary capacity and respiratory patterns in older adults of the population of Apatug and Atahualpa Tungurahua-Ecuador.**

Victoria Espín Pastor \*, Daniela Jarrin Pilco\*\*, Paola Ortiz Villalba\*\*\*, Alicia Zavala-Calahorrano\*\*\*\*

\* Docente Terapia Física Universidad Técnica de Ambato. Grupo de Investigación Mashkanapi allí kawsai.

\*\* Terapista física Universidad Técnica de Ambato.

\*\*\* Docente Terapia Física Universidad Técnica de Ambato. Grupo de Investigación Mashkanapi allí kawsai.

\*\*\*\* Docente Investigadora Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Técnica de Ambato. Grupo de Investigación Mashkanapi allí kawsai.

[am.zavala@uta.edu.ec](mailto:am.zavala@uta.edu.ec)

**Resumen.**

**Introducción:** Los adultos mayores que residen en los Andes están expuestos a los efectos de la adaptación a gran altura y a los cambios fisiológicos provocados por el envejecimiento.

**Objetivo:** Evaluar la capacidad pulmonar y los patrones respiratorios en los adultos mayores que residen a gran altura.

**Metodología:** Estudio explicativo de corte experimental. Se seleccionaron dos comunidades de los Andes ecuatorianos de diferente altitud (Apatug y Atahualpa). Participaron 50 adultos mayores con edad promedio entre  $75,44 \pm 6,23$  (Apatug) y  $75 \pm 8,25$  (Atahualpa) Los criterios de inclusión fueron personas nativas mayores a 65 años. Los criterios de exclusión fueron la incapacidad de entender el procedimiento de las pruebas y contraindicaciones patológicas para realizar la prueba espirométrica. La espirometría se realizó de acuerdo con los criterios de la American Thoracic Society (ATS).

**Resultados:** Los resultados de la capacidad pulmonar de la población geriátrica de Apatug es de 3,7 litros  $\pm$  0,6 y de Atahualpa 5,4 litros  $\pm$  0,4. Los adultos mayores de Apatug obtuvieron patrones restrictivos (n=20) y obstructivos (n=3). En la parroquia de Atahualpa se encontró 12 participantes con patrón restrictivo. Existe disminución de la saturación en Apatug, ( $85,16 \pm 4,4$ ) y presión arterial (107/30 mmHg). Mientras que los niveles de saturación y presión arterial fueron normales en Atahualpa ( $91,6 \pm 2,9$  y 120/89 mmHg, respectivamente).

**Conclusiones:** La población geriátrica de Apatug presenta niveles bajos de capacidad pulmonar y saturación en la sangre. Sin embargo, la presión arterial es normal. En la población de Atahualpa existen niveles normales de capacidad pulmonar, saturación y presión arterial.

**Palabras clave:** Mediciones del Volumen Pulmonar, Anciano

**Abstract.**

**Introduction:** Older adults living in the Andes are exposed to the effects of high-altitude adaptation and physiological changes caused by ageing.

**Objective:** To assess lung capacity and respiratory patterns in older adults who reside at high altitudes.

**Methodology:** Explanatory study of experimental cutting. Two communities of the Ecuadorian Andes of different altitude were selected (Apatug and Atahualpa). Participated 50 adults with average age between  $75.44 \pm 6.23$  (Apatug) and  $75 \pm 8.25$  (ATAHUALPA) Inclusion criteria were native people older than 65 years. The exclusion criteria were the inability to understand the procedure of pathological tests and contraindications to perform the spirometric test. Spirometry was performed in accordance with the criteria of the American Thoracic Society (ATS).



Result: The results of the pulmonary capacity of the geriatric population of Apatug is 3.7 liters  $\pm$  0.6 and Atahualpa 5.4 liters  $\pm$  0.4. Older adults in Apatug obtained restrictive patterns (n = 20) and obstructive (n = 3). 12 participants with restrictive pattern were found in Atahualpa's parish. There is decreased saturation in Apatug, (85.16  $\pm$  4.4) and blood pressure (107/30 mmHg). While saturation and blood pressure levels were normal in Atahualpa (91.6  $\pm$  2.9 and 120/89 mmHg, respectively).

Conclusions: The geriatric population of Apatug presents low levels of pulmonary capacity and saturation in the blood. However, blood pressure is normal. In the town of Atahualpa there are normal levels of pulmonary capacity, saturation and blood pressure.

Keywords: Lung Volume Measurements, Aged

Recibido: 6-4-2019

Revisado: 18-5-2019

Aceptado: 23-5-2019

### Introducción.

En Sudamérica, alrededor de 35 millones de personas viven a gran altura (> 1500 metros sobre el nivel del mar), principalmente en Bolivia, Perú, Colombia y Ecuador (1). Las personas que viven en los Andes están expuestos permanentemente a la hipoxia crónica. Particularmente, presentan elevación de eritrocitos (EE) y esta característica está asociada a desarrollar eventos cardiovasculares, hipoxemia y disminución en la capacidad vital forzada (FVC) (2) (3). La policitemia aumenta la viscosidad de la sangre, lo que a su vez ejerce presión sustancial en el sistema cardiopulmonar y contribuye a una serie de patologías relacionadas con la altitud (4) (5).

La población geriátrica que residen en los Andes ecuatorianos, están expuestos a los efectos de la "adaptación a la gran altura" y a los cambios fisiológicos del envejecimiento. Esta adaptación a la hipoxia en los andinos se caracteriza por EE más aún en las personas adultas mayores (3) (2), niveles altos de fibrinógeno (6). La elevación de fibrinógeno está asociados con enfermedades cardiovasculares (7), estrechamiento arterial periférico y la hipertensión arterial (6). Además, en el adulto mayor se presentan cambios fisiológicos como la sarcopenia (es decir, la pérdida de masa muscular y fuerza) (8). Disminución promedio del 20% en la capacidad de resistencia física debido al deterioro de la función aeróbica y musculoesquelética (9). Presencia de rigidez de las arterias grandes y la disfunción endotelial (10). Es decir, la senescencia provoca patologías cardiorespiratorias y la "adaptación a la gran altitud" podría aumentar la

frecuencia de dichas patologías en los adultos mayores.

Estudios se han centrado en investigar los efectos cardiopulmonares en poblaciones infantiles, adolescentes y adultos que viven en los Andes (2) (11) (12) (13). Sin embargo, la población geriátrica en este entorno es muy poco investigada (3) (14). Varios estudios han reportado una prevalencia de hipertensión arterial (HA) de 5 a 18% en la población que vive en una altitud de 3200 msnm en Sudamérica (4). Prevalencia de EPOC de 13.5% (altitud de 1538 msnm) (14). Debido a las condiciones expuestos en los adultos mayores andinos podrían presentar enfermedades respiratorias y cardiacas mayores que otra población geriátrica. Por lo tanto, el propósito de este estudio fue determinar la capacidad pulmonar, patrones respiratorios, presión arterial, saturación y frecuencia cardiaca en los adultos mayores andinos. Debido a las condiciones geográficas de los Andes ecuatorianos, las comunidades están ubicadas en altitudes significativamente diferentes que podrían influir en la capacidad pulmonar y cardiaca.

### Objetivo

Evaluar la capacidad pulmonar y los patrones respiratorios en los adultos mayores que residen a gran altura.

### Material y métodos

Estudio explicativo de corte experimental. Se seleccionaron dos comunidades de los Andes

ecuatorianos. Las áreas de estudio seleccionadas fueron Apatug (3700 msnm) y Atahualpa (3200 msnm). Cincuenta personas entre hombres y mujeres, con un número de 16 mujeres y 9 hombres en de Apatug con edad promedio de  $75,44 \pm 6,23$  y en Atahualpa con 21 mujeres y 4 hombres con edad promedio de  $75 \pm 8,25$ . Los criterios de inclusión fueron personas nativas mayores a 65 años. Los criterios de exclusión fueron la incapacidad o falta de voluntad para proporcionar el consentimiento informado escrito o verbal, incapacidad de entender el procedimiento de las pruebas y contraindicaciones patológicas para realizar la prueba espirométrica (neumotórax recientes, hemoptisis, cirugías de cataratas hace 6 meses antes del presente estudio, inestabilidad cardiaca, crisis respiratorias graves y activas).

Se midió la altura y el peso de los participantes del estudio. La altura se midió sin zapatos mediante el uso de un metro y se aproximó al cm más cercano. El peso también se midió utilizando una balanza, con ropa liviana y sin ningún obstáculo que pudiera alterar el peso apropiado.

Las evaluaciones se realizaron en salas comunitarias. Las mediciones de presión arterial, saturación y frecuencia cardiaca en reposo se realizaron antes de la espirometría. La espirometría se realizó de acuerdo con los criterios de la American Thoracic Society (ATS) (15). Se utilizó el espirómetro portátil BTL-08 Spiro Pro para medir los índices de función pulmonar. La espirometría se efectuó en dos condiciones relajada y forzada. Antes de cada prueba, se desinfectó la boquilla con alcohol y luego se conectó al espirómetro. Se les pidió a los participantes que se coloquen la pinza nasal para evitar fugas de flujo espiratorio y que respiren únicamente por la boca. Luego, para la prueba de espirometría relajada se indicó que inspiraran de manera lenta y espiraran de forma espontánea. Para la prueba de espiración forzada la inspiración se realizó hasta que los pulmones llenaran al máximo y a continuación espiraba de forma fuerte y rápida. En las dos pruebas el flujo espiratorio debía ser lo más completo posible, es decir, hasta que el participante perciba que no queda más aire para expulsar. Las pruebas espirométricas se realizaron en posición sentada en una hora fija. Cada prueba se realizó 3 veces para escoger la

mejor predicción. Antes de las pruebas, se realizó la calibración con jeringa de un litro y medio.

## Resultados

Se evaluaron un total de 50 personas adultas mayores. Los detalles demográficos se muestran en la Tabla 1. Cincuenta personas entre hombres y mujeres, con un número de 16 mujeres y 9 hombres en de Apatug con edad promedio de  $75,44 \pm 6,23$  y en Atahualpa con 21 mujeres y 4 hombres con edad promedio de  $75 \pm 8,25$ .

La capacidad pulmonar de la población geriátrica de Apatug es menor que la población de Atahualpa con una media de 3,7 litros  $\pm 0,6$  y 5,4 litros  $\pm 0,4$ , respectivamente. Apatug posee 2 pacientes con un patrón obstructivo, 20 adultos mayores poseen patrón restrictivo, 3 pacientes adultos mayores con un patrón mixto, no existen pacientes con un patrón normal. En la parroquia de Atahualpa, el número de pacientes con un patrón obstructivo es de 0, los adultos mayores con un patrón restrictivo son de 12 pacientes, como patrón mixto el número es de 0 pacientes adultos mayores y 13 de los adultos mayores poseen un patrón normal.

Los adultos mayores de la parroquia de Santa Rosa – Apatug se caracterizaron por obtener patrón restrictivo derivados de la profesión en la que se desempeñan cada adulto mayor señalando que existen 11 amas de casa, con un patrón obstructivo fueron 2 mujeres y con un patrón mixto 3 amas de casa adultas mayores. Los hombres adultos mayores en un número de 9 poseen un patrón restrictivo y no presentan otros patrones espirométricos.

En Apatug, existe disminución en los niveles de saturación ( $85,16 \pm 4,4$ ) y presión arterial ( $107/30$  mmHg) comparado con Atahualpa. Los niveles de saturación y presión arterial fueron normales  $91,6 \pm 2,9$  y  $120/89$  mmHg, respectivamente.

Tabla 1: Datos demográficos

Población	Edad	Estatura (m)	Peso (lb)
Apatug	$75,44 \pm 6,23$	1,58	131
Atahualpa	$75 \pm 8,25$	1,63	148

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Tabla 2: Frecuencia cardiaca, presión arterial, saturación y capacidad pulmonar de los adultos mayores de las poblaciones Apatug y Atahualpa

Población	Frecuencia cardiaca	Presión arterial	Saturación	Capacidad pulmonar (litros)
Apatug	76,16 ± 10,8	107/30	85,16 ± 4,4	3,7 ± 0,6
Atahualpa	75,72 ± 9,2	120/89	91,6 ± 2,9	5,4 ± 0,4

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Gráfico 1: Capacidad pulmonar de la población adulta mayor de Apatug y Atahualpa.



Fuente: Elaboración propia de los autores.

Tabla 3: Patrones respiratorios de poblaciones en Adultos mayores en Tungurahua Apatug y Atahualpa

Población	Patrón obstructivo	Patrón restrictivo	Patrón mixto	Patrón normal	Total
Apatug	2	20	3	0	25
Atahualpa	0	12	0	13	25

Patrones espirométricos de los adultos mayores de la población Apatug			
Ocupación	Patrón restrictivo	Patrón obstructivo	Patrón mixto
Ama de casa	11	2	3
Agricultor	9	-	-

Fuente: Elaboración propia de los autores.

## Discusión

El presente estudio se realizó en dos poblaciones andinas del Ecuador situadas a diferente altura. A pesar de que las dos poblaciones evaluadas están situadas a gran altura, existen diferencias entre ellas. Se encontró que toda la población geriátrica de Apatug tiene capacidad pulmonar por debajo de lo normal (3,7 litros). Mientras, que la población de Atahualpa los valores de la capacidad pulmonar son normales (5,4 litros). Similar estudio realizado por Beall et al. demuestra una disminución de la capacidad pulmonar en las personas geriátricas que viven a gran altura. (16)

En contraste, estudios demuestran mayor capacidad pulmonar en jóvenes andinos (17)(18). Esto indica que la disminución de la capacidad pulmonar en los adultos mayores andinos puede deberse a diversos factores. Tarazona-Santos et al. contribuye la disminución de la capacidad pulmonar en las personas geriátricas que viven a gran altura a los cambios fisiológicos del envejecimiento (19). Sin embargo, en el presente estudio se encontró que la población a mayor altura presenta una disminución de la capacidad pulmonar. Quizá, la alteración en la función pulmonar no solo es causado por el envejecimiento. Sino también a otros factores como ambientales y comórbidos (20). Además, las personas adultas mayores están expuestas por años a la hipoxia debido a la zona en donde residen. La adaptación a la gran altura en los andinos está asociada a enfermedades cardiovasculares (7), estrechamiento arterial periférico y la hipertensión arterial (6). Esta característica puede influenciar en la disminución de la capacidad pulmonar.

El estilo de vida de la población Apatug puede influenciar en la capacidad pulmonar. Esta zona

tiene un alto nivel de pobreza. El cocinar en leña y ocuparse de la agricultura es la actividad más común de las personas adultos mayores. Se ha encontrado que el humo de la madera y la pobreza contribuyen a reducir la función pulmonar en las zonas rurales. (21) Quizá, esto influye en la caída rápida de la capacidad pulmonar. Se necesita estudios futuros sobre los factores que contribuyen al descenso de la capacidad pulmonar en adultos mayores a gran altura.

Los niveles de saturación en la población de Apatug es más baja que la población de Atahualpa. Esto se debe a que la altitud induce cambios en los individuos expuestos con una caída del 10% en la saturación. (16) Quizá, este descenso de saturación se debe a los efectos de la adaptación a la gran altura. (3) (2) (6) Los niveles altos de fibrinógeno están asociados con enfermedades cardiovasculares (3) (2) (6). Posiblemente, la población geriátrica expuestos a mayor altura influye en los efectos de la adaptación.

La media de la presión arterial de las dos poblaciones geriátricas estudiadas es normal. Sin embargo, la presión arterial de la población Apatug es más baja. En contraste, Aryal et al. hallaron aumento de 15.6 mmHg por cada 1000 msnm en la presión arterial sistólica en la población de gran altitud en Nepal. (22) Posiblemente, esta diferencia se deba a que la población andina tiene una adaptación diferente al de Nepal.

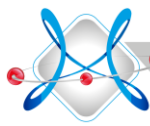
### Conclusiones:

La población geriátrica de Apatug presenta niveles bajos de capacidad pulmonar y saturación en la sangre, conservando rangos normales de presión arterial. Los valores de patrones respiratorios alterados en esta población están en relación con la altura. Llama la atención que la mayoría de las mujeres que se les realizó la prueba presentaba valores restrictivos posiblemente asociados al haber cocinado con leña durante su vida y asociado a la altura produjo esa condición patológica. En la población de Atahualpa existen niveles normales de capacidad pulmonar, saturación y presión arterial, siendo esta una población dentro del área urbana en que las condiciones de vida son mejores.

### Referencias bibliográficas:

1. León-velarde F, Maggiorini M, Reeves JT, Aldashev A, Asmus I, Bernardi L, et al. Consensus Statement on Chronic and Subacute High Altitude Diseases. *HIGH Alt Med Biol.* 2005;
2. Corante N, Anza-Ramírez C, Figueroa-Mujica R, Macarlupú JL, Vizcardo-Galindo G, Bilo G, et al. Excessive Erythrocytosis and Cardiovascular Risk in Andean Highlanders. *High Alt Med Biol.* 2018;
3. De Ferrari A, Miranda JJ, Gilman RH, Dávila-Román VG, León-Velarde F, Rivera-Ch M, et al. Prevalence, clinical profile, iron status, and subject-specific traits for excessive erythrocytosis in andean adults living permanently at 3,825 meters above sea level. *Chest.* 2014;
4. Sime F, Banchemo N, Peñaloza D, Gamboa R, Cruz J, Marticorena E. Pulmonary hypertension in children born and living at high altitudes. *Am J Cardiol.* 1963;
5. Gonzales GF, Steenland K, Tapia V. Maternal hemoglobin level and fetal outcome at low and high altitudes. *Am J Physiol Integr Comp Physiol.* 2009;
6. Lowe GDO, Fowkes FGR, Dawes J, Donnan PT, Lennie SE, Housley E. Blood viscosity, fibrinogen, and activation of coagulation and leukocytes in peripheral arterial disease and the normal population in the Edinburgh artery study. *Circulation.* 1993;
7. Stec JJ, Silbershatz H, Tofler GH, Matheney TH, Sutherland P, Lipinska I, et al. Association of fibrinogen with cardiovascular risk factors and cardiovascular disease the Framingham Offspring Population. *Circulation.* 2000;
8. Roubenoff R. Sarcopenia: a major modifiable cause of frailty in the elderly. *J Nutr Health Aging.* 2000;
9. Mendonca G V., Pezarat-Correia P, Vaz JR, Silva L, Heffernan KS. Impact of Aging on Endurance and Neuromuscular Physical Performance: The Role of Vascular Senescence. *Sports Medicine.* 2017.
10. Lizamore CA, Stoner L, Lucas SJE, Lucero A, Hamlin MJ. Does arterial health affect





- VO<sub>2</sub>peak and muscle oxygenation in a sedentary cohort? *Med Sci Sports Exerc.* 2015;
11. Beall CM, Almasy LA, Blangero J, Williams-Blangero S, Brittenham GM, Strohl KP, et al. Percent of oxygen saturation of arterial hemoglobin among Bolivian Aymara at 3,900-4,000 m. *Am J Phys Anthropol.* 1999;
  12. Caballero A, Torres-Duque CA, Jaramillo C, Bolívar F, Sanabria F, Osorio P, et al. Prevalence of COPD in five Colombian cities situated at low, medium, and high altitude (PREPOCOL study). *Chest.* 2008;
  13. Julian CG, Gonzales M, Rodriguez A, Bellido D, Salmon CS, Ladenburger A, et al. Perinatal hypoxia increases susceptibility to high-altitude polycythemia and attendant pulmonary vascular dysfunction. *Am J Physiol - Hear Circ Physiol.* 2015;
  14. Horner A, Soriano JB, Puhan MA, Studnicka M, Kaiser B, Vanfleteren LEGW, et al. Altitude and COPD prevalence: Analysis of the PREPOCOL-PLATINO-BOLD-EPI-SCAN study. *Respir Res.* 2017;
  15. Standardization of Spirometry, 1994 Update. American Thoracic Society. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013;
  16. Beall CM, Strohl KP, Blangero J, Williams-Blangero S, Almasy LA, Decker MJ, et al. Ventilation and hypoxic ventilatory response of Tibetan and Aymara high altitude natives. *Am J Phys Anthropol.* 1997;
  17. Greksa LP. Total lung capacity in Andean highlanders. *Am J Hum Biol* [Internet]. 1994 [cited 2019 May 1];6(4):491–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28548254>
  18. Brody JS, Lahiri S, Simpser M, Motoyama EK, Velasquez T. Lung elasticity and airway dynamics in Peruvian natives to high altitude. *J Appl Physiol.* 1977;
  19. Tarazona-Santos E, Lavine M, Pastor S, Fiori G, Pettener D. Hematological and pulmonary responses to high altitude in Quechuas: a multivariate approach. *Am J Phys Anthropol* [Internet]. 2000 Feb [cited 2019 May 1];111(2):165–76. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/%28SICI%291096-8644%28200002%29111%3A2%3C165%3A%3AAID-AJPA3%3E3.0.CO%3B2-G>
  20. Miele CH, Grigsby MR, Siddharthan T, Gilman RH, Miranda JJ, Bernabe-Ortiz A, et al. Environmental exposures and systemic hypertension are risk factors for decline in lung function. *Thorax* [Internet]. 2018 Dec [cited 2019 May 1];73(12):1120–7. Available from: <http://thorax.bmj.com/lookup/doi/10.1136/thoraxjnl-2017-210477>
  21. Fullerton DG, Suseno A, Semple S, Kalambo F, Malamba R, White S, et al. Wood smoke exposure, poverty and impaired lung function in Malawian adults. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2011;
  22. Aryal N, Weatherall M, Bhatta YKD, Mann S. Blood pressure and hypertension in people living at high altitude in Nepal. *Hypertens Res* [Internet]. 2019 Feb 21 [cited 2019 May 1];42(2):284–91. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30459461>