

Artículo Original

Obtención de valores de referencia de gasometría arterial en población adulta que reside a grandes alturas usando normativa CLSIEP28 - A3C

Obtaining arterial blood gas reference values in an adult population residing at high altitude using CLSIEP28 - A3C standards

Álvaro Paul Moína Veloz¹  , Naomi Salome Mariño Chacha¹  , Mauro Vinicio Velasco Muso¹  , Carmen Patricia Villavicencio Barrezueta¹  

¹Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ambato, Ecuador.

RESUMEN

Introducción: los valores de gases arteriales están relacionados con la situación geográfica debido a la disponibilidad de oxígeno y capacidad de adaptación fisiológica.

Objetivo: determinar los valores de referencia de gasometría arterial en población clínicamente sana a 2800 metros sobre el nivel del mar.

Método: estudio observacional, analítico y transversal en sujetos sanos residentes en Quito, que acuden al hospital Eugenio Espejo, seleccionándose una muestra de 264 pacientes mediante muestreo aleatorio simple. Se aplicó la Guía para cálculo de valores de referencia sugerida por *Clinical Laboratory Standards Institute*. Los datos fueron almacenados y analizados en SPSS v18.0. Para el cálculo de los valores de referencia se consideró como límites de los intervalos el percentil 2,5 y 97,5.

Resultados: la edad promedio fue de 29,9±5,4 para hombres y de 26,8±6,1 para mujeres (p<0,05). La gasometría arterial mostró como resultados: (pH: hombres 7,417 (7,387-7,452), mujeres 7,422 (7,391-7,456); PCO₂: hombres 32,5 mmHg (27,3-36,1), mujeres 31,5 mmHg (26,5-35,7); PO₂: hombres 69,6 mmHg (59,6-83,2); HCO₃: hombres 20,4 mEq/L (17,8-22,4), mujeres 20,2 mEq/L (18,0 -21,9)) presentaron diferencias estadísticamente significativas comparados con los valores a nivel del mar.

Conclusiones: los valores obtenidos en la gasometría arterial en población sana a nivel del mar comparados con los obtenidos en la ciudad de Quito a 2800 metros sobre el nivel del mar fueron significativamente variables, con niveles de PO₂ y O₂ más bajos que los establecidos a nivel del mar para los hombres y el PCO₂ y pH para ambos sexos.

Palabras clave: Análisis de los Gases de la Sangre; Estándares de Referencia; Valores de Referencia; Altitud; Adaptación Fisiológica; Ecuador.

ABSTRACT

Introduction: arterial blood gas values are related to geographical location due to oxygen availability and physiological adaptation capacity.

Objective: to determine arterial blood gas reference values in a clinically healthy population at 2800 meters above sea level.

Method: observational, analytical and cross-sectional study in healthy subjects residing in Quito, attending the Eugenio Espejo hospital, selecting a sample of 264 patients by simple random sampling. The Guide for calculating reference values suggested by the Clinical Laboratory Standards Institute was applied. The data were stored and analyzed in SPSS v18.0. For the calculation of the reference values, the 2,5 and 97,5 percentile were considered as limits of the intervals.

Results: mean age was 29,9±5,4 for men and 26,8±6,1 for women (p<0,05). Arterial blood gases showed as results: (pH: men 7,417 (7,387-7,452), women 7.422 (7,391-7,456); PCO₂: men 32,5 mmHg (27,3-36,1), women 31,5 mmHg (26,5-35,7); PO₂: men 69,6 mmHg (59,6-83,2); HCO₃: men 20,4 mEq/L (17,8-22,4), women 20,2 mEq/L (18,0 -21,9)) presented statistically significant differences compared to values at sea level.

Conclusions: the values obtained in arterial blood gases in healthy population at sea level compared to those obtained in the city of Quito at 2800 meters above sea level were significantly variable, with PO₂ and O₂ levels lower than those established at sea level for men and PCO₂ and pH for both sexes.

Keywords: Blood Gas Analysis; Reference Standards; Reference values; Altitude; Physiological Adaptation; Ecuador.

Citar como: Moína-Veloz Á, Mariño-Chacha N, Velasco-Muso M, Villavicencio-Barrezueta C. Obtención de valores de referencia de gasometría arterial en población adulta que reside a grandes alturas usando normativa CLSIEP28 - A3C. Universidad Médica Pinareña [Internet]. 2023 [citado fecha de acceso]; 19:970. Disponible en: <https://revgaleno.sld.cu/index.php/ump/article/view/970>

Recibido: 20-12-2022

Aceptado: 08-03-2023

Publicado: 17-06-2023

DOI: 10.5281/zenodo.8051006

Editor: Univ. Adrián Alejandro Vitón Castillo 
Universidad de Ciencias Médicas de Pinar del Río. Facultad de Ciencias Médicas "Dr. Ernesto Che Guevara de la Serna". Pinar del Río, Cuba.

© 2023 Autor(es). Este es un artículo en acceso abierto, distribuido bajo los términos de una licencia Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio siempre que la obra original sea correctamente citada.



INTRODUCCIÓN

Los valores de referencia de gasometría son resultados analíticos obtenidos de individuos previamente seleccionados con fines comparativos mediante criterios definidos en base a parámetros como su estado de salud, edad, tiempo de residencia, lugar de nacimiento, hábitos, entre otros, establecidos por los investigadores con metodología *a priori*.

Desde las recomendaciones propuestas por la IFCC para establecer valores de referencia, detalladas en sus 6 documentos,⁽¹⁾ hasta la implementación de valores de referencia de gasometría en los distintos grupos poblacionales debido a sus diferentes niveles de altitud en el Cusco en 2014 por Pereira et al.⁽²⁾, se ha desarrollado la necesidad de establecer valores de referencia de gasometría arterial en la población de cada región basados en la metodología CLSI EP28 A3c.⁽²⁾ Esta metodología se sugiere debido a la falta de estudios relevantes basados en un diseño estandarizado que asegure la calidad mediante la verificación del instrumento de medición, estudiando la exactitud y la precisión del mismo.

Varios estudios^(4,5) respaldan la necesidad de establecer valores de referencia de gasometría arterial para cada grupo poblacional que se encuentre a diferentes niveles de altitud.

Existe una amplia distribución geográfica de la población cuyos asentamientos se ubican a distintos rangos de altitud como por ejemplo La Paz, Bolivia que se encuentra a 3600 metros sobre el nivel del mar (msnm) con una presión atmosférica aproximada de 495 mm Hg (659,94 hPa). Del mismo modo, la ciudad de Quito, Ecuador se encuentra a una altura de 2800 msnm con una presión atmosférica de 540mmHg (719,94 hPa). Este hecho hace que existan variaciones en las presiones de gases en el ambiente y por lo tanto que los valores de presiones parciales de gases en sangre arterial difieren en las personas a distintas alturas; por este motivo el organismo mediante varios mecanismos de compensación se adapta a estas variaciones de gases en el medio ambiente.⁽⁶⁾

A alturas superiores a los 2400 msnm se observa una disminución significativa en la presión barométrica, que condiciona una menor concentración de oxígeno ambiental. Esto ocasiona una cascada de fenómenos fisiológicos a corto plazo, como lo es la disminución de las presiones parciales de los gases atmosféricos.⁽⁷⁾

En la altura, las personas respiran con un menor número de moléculas gaseosas, con una consiguiente disminución de la concentración alveolar de O₂, activando, a corto plazo, mecanismos de compensación. A largo plazo se desarrolla una adecuación a la nueva situación, para poder obtener de forma eficiente el O₂ necesario para llevar una vida normal, mediante el incremento de la concentración de hemoglobina,⁽⁸⁾ el aumento de la frecuencia respiratoria, la mayor amplitud de la caja torácica, la disminución de la sensibilidad a la hipoxia y el mayor desarrollo de los músculos respiratorios, entre otros.^(7,9)

Sin embargo, no todos los individuos llegan a adaptarse correctamente, pudiéndose presentar la Eritrocitosis Patológica de Altura, siendo esta una manifestación Enfermedad Crónica de Altura. En esta entidad existe un aumento del número de hematíes, hemoglobinas y hematocrito, manifestándose por el síndrome de hiperviscosidad sanguínea y cianosis. Representa una respuesta a la adaptación inadecuada a grandes alturas, en la que se consideran implicados un grupo de genes comprometidos en la eritropoyesis.^(10,11)

Por lo anteriormente planteado, los gases arteriales deben diferir entre poblaciones que residen en zonas a nivel del mar y residentes de las alturas. Los estudios de valores de referencia para ciudades a nivel del mar no son aplicables a estas poblaciones.

No se identifican estudios ejecutados en la población ecuatoriana que hayan cumplido con los requisitos de calidad analítica y estandarización metodológica necesarios, tanto intra y extra laboratorio, donde se identifique los intervalos de referencia para los valores de gasometría a este nivel de altura; razón por la cual es una necesidad la realización de este estudio.

La utilidad del mismo recae en que los valores tanto de pH, PCO₂ y PO₂ son útiles en el diagnóstico, manejo y seguimiento de pacientes con trastornos respiratorios, nefrológicos o en estado críticos entre otros. Por ello, el presente estudio tiene como objetivo determinar los valores de referencia de gasometría arterial en población clínicamente sana a 2800 metros sobre el nivel del mar.

MÉTODO

Se realizó un estudio observacional, analítico y transversal en sujetos residentes en Quito (2800 metros sobre el nivel del mar), con edades entre 18-40 años de edad que acudan al hospital Eugenio Espejo.

El Universo del presente estudio estuvo constituido por la totalidad de sujetos sanos que residen en Quito, con edades entre 18-40 años y que acudan al hospital Eugenio Espejo. Dado que la presente investigación se basa en la aplicación de la Guía para cálculo de valores de referencia sugerida por CLSI (*Clinical Laboratory Standards Institute*) de los Estados Unidos, el tamaño muestral mínimo requerido fue de 120 sujetos por grupo de partición y por ciclo de vida estudiado, resultando entonces en una muestra mínima de 240 sujetos. Para cubrir la probabilidad de pérdida se incrementó en un 10 %, resultando entonces una muestra efectiva de 264 sujetos. La muestra así definida fue distribuida proporcionalmente entre hombres y mujeres por grupo de edad estudiado, resultando en 132 sujetos por grupo. Los sujetos fueron incorporados al estudio mediante un

muestreo aleatorio simple

Se incluyeron en el estudio los sujetos con edades mayores a 18 años y menores a 40 años de edad, residentes en la ciudad de Quito con una espirometría normal y que brindaron su consentimiento informado de participación en el estudio. Se excluyeron aquellos sujetos con comorbilidades neumológicas y renales, con un índice de masa corporal mayor a 30 kg/m² o fumadores

Para la obtención de los datos se empleó un formulario confeccionado al efecto, el cual contenía los datos de filiación y datos clínicos relevantes que podrían alterar el estudio. Este formulario constó del número de cédula del paciente, número de teléfono, antecedentes patológicos personales y medicamentos que consume. El formulario fue llenado por los médicos autores del presente estudio en el servicio de Laboratorio del Hospital de Especialidades “Eugenio Espejo”. luego de informar a los pacientes sobre los detalles de este estudio.

En base a las fases de laboratorio, el estudio cumplió con los parámetros de las fases pre-analítica, analítica y post-analítica, para asegurar la calidad de las muestras.

Para la recolección de las muestras se empleó varios dispositivos: (a) jeringuilla de 1 cc prellenada con heparina de litio (jeringuilla para Gasometría BD Vacutainer Preset) (b) alcohol antiséptico (c) algodón (d) esparadrapo suave.

La toma de muestra se realizó de acuerdo a las normas descritas en el procedimiento de toma de muestra sanguínea arterial según norma CLSI C46-A2

Una vez realizada la toma de la muestra se llevó al área analítica lo más pronto posible, en caso de demora se colocó en hielo hasta por 30 minutos.

Para la fase analítica de las muestras se rigió a los parámetros establecidos por los fabricantes de los reactivos y del instrumento de análisis (COBAS b221)

La información recopilada de los diferentes indicadores gasométrico fue recopilada directamente del equipo y luego se hizo una matriz en formato Excel™, para posterior limpieza y análisis en SPSS v18.0. Las variables cuantitativas fueron expresadas en promedios, desviaciones estándar cuando presentaron comportamiento normal, caso contrario se presentan en medianas y percentiles.

Para el cálculo de valores de referencia, éste se realizó por los ciclos de vida definidos y para decidir la necesidad de partición por género, una vez realizada la limpieza de valores aberrantes “outliers” empleando intervalos intercuartiles, se procedió a realizar una T de diferencia de promedios previa prueba F, aceptando como válido un nivel de significación del 95 % (alfa = 0,05).

Los valores de referencia se calcularon sobre cada grupo de partición, considerando como límites de los intervalos el percentil 2,5 y 97,5.

Para la comparación de frente a los valores de referencia de otras poblaciones, se usó t de diferencia de promedios para un promedio de referencia, aceptando como válido un nivel de significación del 95 % (alfa = 0,05).

Previo a la recolección de la muestra sanguínea se explicó las bases de la investigación a los participantes para solicitar su consentimiento informado.

RESULTADOS

Para determinar los valores en sangre arterial de Presión Parcial de Oxígeno (PaO₂), Presión Parcial de Dióxido de Carbono (PaCO₂) y pH y poder conocer sus variaciones con respecto a otras altitudes se estudiaron a un total de 236 sujetos de uno y otro sexo, con una edad promedio de 28,4 ± 5,9 años (Rango: 18 - 39 años), de los cuales el 52,5 % (n=124) fueron de sexo masculino. La edad promedio para los hombres estudiados fue de 29,9 ± 5,4 años y para las mujeres de 26,8 ± 6,1 años (p<0,05).

En relación con el estado nutricional, el 20,3 % (n=48) presentaron sobrepeso. En las féminas, el 30,4 % presentó sobrepeso y el 11,3 % de los hombres; se encontró asociación entre el sobrepeso y el sexo (p<0,05).

Los promedios de los indicadores de gasometría arterial estudiados por sexo y para la muestra general, se encuentran en la tabla 1.

Sexo	Indicadores gasometría (Promedio ± DS)				
	pH	PO ₂ (mmHg)*	PCO ₂ (mmHg)*	SatO ₂ (%)*	HCO ₃ (mmol/L)*
Masculino (n=124)	7,42 ± 0,019	70,6±6,48	32,2±2,9	93,9±1,6	20,5±1,5
Femenino (n=112)	7,42 ± 0,019	79,57±8,65	31,2±2,4	95,6±1,6	19,9±1,1
Total (n=236)	7,42 ± 0,019	74,87±8,8	31,7±2,7	94,7±1,8	20,2±1,3

*p<0,05 (t de Student)

Previo a la definición de valores de referencia, se procedió a la limpieza de valores aberrantes “outliers”,

empleando metodología de intervalos intercuartiles (tabla 2).

Una vez eliminados los “outliers”, se establecieron los valores de referencia por género para cada uno de los analitos estudiados (tabla 3). En la tabla 4 se muestran los valores para otras zonas de gran altura

Tabla 2. Indicadores de Gasometría Arterial por Sexo una vez eliminados valores aberrantes y valores de referencia finales

Sexo	Indicadores gasometría X ± S (n)				
	pH**	PO ₂ (mmHg)*	PCO ₂ (mmHg)*	SatO ₂ (%)*	HCO ₃ (mmol/L)*
Masculino	7,419 ± 0,016 (120)	70,62 ± 6,47 (129)	32,22 ± 2,33 (123)	94,0 ± 1,41 (127)	20,36 ± 1,25 (124)
Femenino	7,423 ± 0,017 (110)	79,25 ± 8,77 (115)	31,27 ± 2,33 (114)	95,58 ± 1,61 (115)	20,04 ± 1,01 (112)

*p<0,05 (t de Student)

Tabla 3. Indicadores de Gasometría Arterial por Sexo una vez eliminados valores aberrantes y valores de referencia finales

Sexo	Indicadores gasometría de referencia (p2,5 - p97,5) (n)				
	pH	PO ₂ (mmHg)	PCO ₂ (mmHg)	SatO ₂ (%)	HCO ₃ (mmol/L)*
Masculino	7,417 (7,387-7,452) (120)	69,6 (59,6 - 83,2) (124)	32,5 (27,3 - 36,1) (123)	93,9 (91,5 - 96,5) (124)	20,4 (17,8 - 22,4) (124)
Femenino	7,422 (7,391 - 7,456) (110)	82,6 (62,5 - 89,6) (115)	31,5 (26,5 - 35,7) (114)	96,3 (92,6 - 97,3) (110)	20,2 (18,0 - 21,9) (111)

Tabla 4. Valores de referencia en varias zonas de altura

Ciudades Escala		Ecuador (2805 msnm)			Colombia (2646 msnm)			Peru (3350 msnm)			
		n	Media	IR	n	Media	IR	n	Media	IR	
Parámetro	pH	Hombre	120	7,42	7,391 - 7,456	169	7,43		51	7,4	
		Mujer	110	7,42	7,387-7,452	205	7,43	7,39-7,47	67	7,4	7,39-7,47
	PO2	Hombre	114	69,6	59,6 - 83,2	169	66	± 4,9	51	60,7	59,2-62,2
		Mujer	115	82,6	62,5 - 89,6	205	64,6	± 4,8	67	61,4	59,9-62,8
	PCO2	Hombre	123	32,5	27,3 - 36,1	169	33,5	28,3-38,7	51	29,9	29,1-30,6
		Mujer	114	31,5	26,5-35,7	205	34,6	26,3-35,9	67	31,6	30,6-32,6
HCO3	Hombre	124	20,4	17,8 - 22,4	169	21,9	19,1-24,7	51	19,4	19,00-20,81	
	Mujer	111	20,2	18,0 - 21,9	205	20,6	18,0-23,2	67	20,2	19,7-20,7	

DISCUSIÓN

Un estudio realizado por Calderón Gerstein et al.⁽⁷⁾ realizó un estudio para determinar los valores de gases arteriales y electrolitos en pobladores adultos y adultos mayores sanos que viven en gran altitud. El estudio se realizó en una población de adultos y adultos mayores, sanos, voluntarios, en el Hospital Nacional Ramiro Prialé Prialé de EsSalud, Huancayo, ciudad localizada a 3250 metros sobre nivel del mar, cuya presión barométrica es de 515 mmHg. El estudio encontró los valores: pH: 7,46 ± 0,028; PO2: 59,15 ± 7,14; PCO2: 28,71 ± 4,32; SatO2

91,64 % \pm 3,30 y HCO₃: 20,63 \pm 1,80. Se observaron variaciones significativas con respecto a la presente en cuanto a los niveles de PO₂, PCO₂ y SatO₂, determinado principalmente por las diferencias en los niveles de altura (450 metros).

La hipocapnia registrada en la presente investigación (hombres 32,5 mmHg (27,3 - 36,1), mujeres 31,5 mmHg (26,5 - 35,7)), coincide en gran medida con lo reportado por Pereira.⁽²⁾ Esta disminución que muestran los dos estudios se sustenta en que en un lugar de mayor altitud la compensación de la deficiencia de oxígeno es a través de aumentar el volumen corriente y por lo tanto aumentar el paso del CO₂ a través de la membrana capilar, aumentando así su salida al ambiente y disminuyendo sus valores en Sangre.⁽¹²⁾

Además de presentar una hipocapnia también se presentan valores bajos de Presión Arterial de O₂, lo cual se relaciona directamente con la poca disponibilidad de este gas en el ambiente. Esta disminución esta compensada por varios mecanismos fisiológicos, como el incremento de las cifras de hemoglobina y un aumento del diámetro torácico para mejor la capacidad pulmonar de un 12 a un 15 %.^(13,14)

El valor obtenido en la presente fue de 69,6, el cual se correlaciona con los valores encontrados en los estudios de Maldonado⁽¹⁵⁾, pero solamente en el grupo de los pacientes de sexo masculino, pues encontramos un sesgo en los pacientes de sexo femenino con un valor de la mediana de 82,6 mmHg atribuidos al factor pre analítico de la toma de la muestra de pacientes femeninos porque durante la toma de este grupo hubo una demora en el procesamiento de estas muestras de varias pacientes.

Los valores de bicarbonato para hombres 20,4 (17,8 - 22,4) y mujeres en 20,2 (18,0 - 21,9) están directamente relacionados con los valores de PCO₂ y de hecho para el instrumento proporcionar estos valores realiza un cálculo matemático para proporcionar este dato. Estos valores se correlacionan proporcionalmente con el estudio de Pereira⁽²⁾, este hallazgo es directamente proporcional a la menor disponibilidad de CO₂, con lo cual también se observa que son más bajos a los encontrados a nivel del mar y de esta forma confirmar que existe una compensación además metabólica de los cambios respiratorios en los habitantes de ciudades de altura.

CONCLUSIONES

Los valores obtenidos en la gasometría arterial en población sana a nivel del mar comparados con los obtenidos en la ciudad de Quito a 2800 metros sobre el nivel del mar son significativamente variables. Los niveles de PO₂ y O₂ son más bajos que los establecidos a nivel del mar para los hombres y el PCO₂ y pH para ambos sexos. Los valores de bicarbonato fueron menores a los que del nivel del mar, sin diferencia significativa comparados con aquellos observados en las diferentes ciudades de Altura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Solberg HE. International Federation of Clinical Chemistry (IFCC), Scientific Committee, Clinical Section, Expert Panel on Theory of Reference Values, and International Committee for Standardization in Haematology (ICSH), Standing Committee on Reference Values. *Appro. J Clin Chem Clin Biochem.* 1987; 25(5):337-42.
2. Pereira-Victorio C, Huamanquispe-Quintana J, Castelo-Tamayo, LE. Gasometría arterial en adultos clínicamente sanos a 3350 metros de altitud. *Rev Peru Med Exp Salud Pública [Internet].* 2014 [citado 11/12/2022]; 31(3):473-9. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342015000100037
3. Horowitz GL. EP28 A3C - Defining, Establishing, and Verifying Reference Intervals in the Clinical Laboratory. 3rd ed. Clinical and Laboratory Standards Institute, editor. 2010.
4. Beall CM, Brittenham GM, Strohl KP, Blangero J, Williams-Blangero S, Goldstein MC, et al. Hemoglobin concentration of high-altitude Tibetans and Bolivian Aymara. *Am J Phys Anthropol.* 1998;106(3):385-400.
5. Sáenz FK, Narváez GL, Cruz M. Valores de referencia hematológicos en población altoandina ecuatoriana establecidos con el uso del analizador Sysmex XE-2100. *Rev Mex Patol Clin Med Lab.* 2008;55(4):207-2015.
6. Hinojosa-Campero WE. Gasometría arterial y adaptación en la altura. *Rev Médico-Científica "Luz y Vida."* 2011 Jun;2(1):39-45.
7. Calderón Gerstein W, López Martínez O. Valores gasométricos en población adulta y adulta mayor residente de gran altitud. *An la Fac Med [Internet].* 2020 [citado 11/12/2022]; 81(2):18032. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/anales/article/view/18032>
8. Gassmann M, Mairbäurl H, Livshits L, Seide S, Hackbusch M, Malczyk M, et al. The increase in hemoglobin concentration with altitude varies among human populations. *Ann N Y Acad Sci [Internet].* 2019 [citado

11/12/2022]; 2019:nyas.14136. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nyas.14136>

9. Mejia CR, Cáceres OJ, Rodríguez-Alarcon JF, Corrales-Reyes IE. Variaciones fisiológicas y antropométricas en trabajadores según su residencia en tres altitudes geográficas del Perú. *Rev Cuba Investig Biomédicas* [Internet]. 2020 [citado 11/12/2022] 39(3):e611. Disponible en: <https://revibiomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/view/611/873>

10. Ricardo A, Emma M, Daniela P, Julieta L, Silvia M, Carlos J, et al. Eritrocitosis Patológicas Con Niveles De Eritropoyetina Baja E Incrementada : Características Clínicas Y Laboratoriales. *Rev Médica La Paz* [Internet]. 2022 [citado 11/12/2022]; 28(1):27-32. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-89582022000100027&nrm=iso

11. Sanabria Pérez ES, Ercilla Sánchez JG, Aguirre-Zurita O. Impacto de la variación de la altura sobre el nivel del mar en los parámetros clínicos y hemodinámicos en hipertensión arterial pulmonar: a propósito de un caso. *Arch Peru Cardiol y Cirugía Cardiovasc* [Internet]. 2021 [citado 11/12/2022]; 2(1):68-71. Disponible en: <https://apcyccv.org.pe/index.php/apccc/article/view/93>

12. Palencia-Mojica CL, Valero-Ortiz AS, Silva-Rodríguez LJ. Comportamiento clínico y gasométrico en falla respiratoria aguda tratada con cánula nasal de alto flujo. *Univ y Salud* [Internet]. 2020 [citado 11/12/2022]; 22(2):102-11. Disponible en: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/usalud/article/view/4503>

13. Paredes Gonzalez KF, Zabala - Haro A. Características Morfofuncionales del Hombre de Altura. *Cienc Lat Rev Científica Multidiscip* [Internet]. 2023 [citado 11/12/2022]; 7(1):14251-73. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/5846>

14. Vaca García MR, Rosas Mora ME, Alarcón Calero FL, Paredes Navarrete LR, Fernández Concepción RR, Alomoto Mera M de los Á. Intercambio de gases respiratorios, respuestas cardiacas y metabólicas en altitud: estudio en pentatletas ecuatorianos. *Rev Cuba Investig Biomédicas* [Internet]. 2019 [citado 11/12/2022]; 38(2):e298. Disponible en: <https://revibiomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/view/298/277>

15. Maldonado D, Gonzalez-Garcia M, Barrero M, Casas A, Torres-Duque CA. Reference Values For Arterial Blood Gases At An Altitude Of 2640 Meters. In: C76 EXERCISE, HYPOXIA, AND ALTITUDE. American Thoracic Society; 2013. p. A4852-A4852.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Los autores declaran no haber recibido financiación para el desarrollo de la presente.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Todos los autores participaron en la conceptualización, redacción - borrador inicial, redacción - revisión y edición.