



Expedición 5300: adaptaciones a la hipoxia y revisión de modelos de hemoglobina en altura

Expedition 5300: Adaptations to hypoxia and review of hemoglobin models at high altitudes

José J. Valle-Bayona 

Especialista en medicina ocupacional. Docente de posgrado, Facultad de Medicina, Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú

Fecha de recepción: 10/07/2024

Fecha de aceptación: 14/07/2024

Fecha de publicación: 30/09/2024

Correspondencia: José J. Valle-Bayona. jvalleb@usmp.pe

Sr. editor:

La colaboración entre Francia y Perú ha sido constante debido al interés en entender cómo se vive en grandes altitudes y los problemas de salud específicos que surgen en estas condiciones. Ciertamente, la escuela europea se enfocaba a la exposición aguda a las grandes alturas motivadas por las numerosas expediciones para escalar montañas de grandes altitudes, en tanto que la escuela peruana enfocará sus actividades tanto en las exposiciones agudas como en la del nativo que nace, vive y reproduce a grandes altitudes. La escuela peruana de biología y medicina de altura se ha nutrido significativamente de la colaboración francesa desde finales del siglo XIX.¹

En años posteriores, Carlos Monge Medrano y Alberto Hurtado desarrollaron la escuela peruana de medicina y biología de altura.^{2,3} Desde entonces, a la actualidad la relación entre la concentración de hemoglobina (Hb) y la altitud ha sido objeto de estudio y debate entre diversas instituciones y estudios científicos.

La OMS, el CDC de Atlanta (EE. UU.) y otros estudios han investigado cómo ajustar los puntos de corte de la Hb para una evaluación precisa de la anemia en poblaciones que viven a diferentes altitudes, pero se requiere más evidencia científica para cambios adicionales.⁴ Hay consenso en que la concentración de hemoglobina

aumenta con la altitud como una respuesta adaptativa a la menor presión parcial de oxígeno. Todos los estudios coinciden en que el aumento de la hemoglobina con la altitud es curvilíneo, volviéndose más pronunciado a mayores altitudes. La OMS acepta que los factores de ajuste para la hemoglobina son necesarios para una evaluación precisa de la anemia en poblaciones que viven a diferentes altitudes. También la OMS observa que los datos del CDC son considerados apropiados para ser aplicados tanto a hombres adultos como a mujeres embarazadas, dada la similitud con los datos de otros estudios como los de Hurtado et al.,⁵ y Cohen y Hass.⁶

Sin embargo, con base en diferentes estudios, se presentan discrepancias significativas en los modelos y ecuaciones utilizados para describir estos ajustes. El CDC utiliza una ecuación basada en datos de niños de 2 a 5 años que describe un aumento curvilíneo de la Hb con la altitud. Por otro lado, en un estudio ecuatoriano, al utilizar una ecuación diferente, sugiere valores de Hb más altos (2 a 3 g/L) que los del CDC, atribuyendo esta diferencia al tamaño de la muestra y a la suposición de que la relación entre Hb y altitud es exponencial desde el nivel del mar. Además, Cohen y Hass en Bolivia proponen una ecuación para mujeres embarazadas basada en la curva de disociación de oxígeno, que produce valores 2 a 4 g/L más bajos que los del CDC.

Citar este artículo como: Valle-Bayona JJ. Expedición 5300: Adaptaciones a la hipoxia y revisión de modelos de hemoglobina en altura. Rev Soc Peru Med Interna. 2024; 37(3): 194-196. Disponible en: <https://doi.org/10.36393/spmi.v37i3.867>

Rev Soc Peru Med Interna 2024; 37(3): 194-196

<https://doi.org/10.36393/spmi.v37i3.867>

www.revistaperuanademedicinainterna.com

Las suposiciones sobre la relación entre Hb y altitud también difieren. Mientras que el CDC no asume una variación significativa de la Hb a altitudes inferiores a 1000 m, el estudio ecuatoriano supone que la relación es exponencial desde el nivel del mar, aunque no hay evidencia biológica que respalde esta suposición a altitudes bajas. Estas diferencias se sustentan principalmente en el tamaño de la muestra, la metodología y las suposiciones subyacentes en los diferentes estudios. Por ejemplo, los datos del estudio ecuatoriano se basan en una muestra más pequeña, lo que podría afectar la precisión de los valores de Hb. La metodología y las suposiciones también varían, como la suposición del estudio ecuatoriano sobre la relación exponencial de Hb y la suposición de Cohen y Hass sobre la expansión del volumen plasmático durante el embarazo a grandes altitudes.

Recientemente, basándonos en otra colaboración Francia-Perú, se ha realizado un importante estudio de investigación sobre la anemia en niños de altura, tratando de desvelar la necesidad de ajustar o no los puntos de corte de la hemoglobina para definir anemia en la altura. Esta importante colaboración científica se lleva a cabo con dos fundamentales líderes de la fisiología de altura, el Dr. Gustavo F. Gonzales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y el Dr. Samuel Vergès de la Université Grenoble Alpes en Francia.

Ambos investigadores fueron entrevistados con relación a esta expedición a la altura que incluye un estudio en la ciudad más alta del mundo, La Rinconada, en Puno. En la entrevista se actualiza la importancia de la colaboración en medicina de altura entre Francia y Perú, específicamente y a través de la UPCH el aporte científico del INSERM con el Dr. Samuel Vergès, científico sénior, director de investigación y que lidera el equipo de hipoxia-ejercicio de la Université Grenoble Alpes.

El grupo liderado por el Dr. Samuel Vergès ha estado estudiando en La Rinconada, respuestas cardiovasculares y anemia en la altura.^{7,8} La principal experiencia en Expedition 5300^{9,10} ha sido oportunidad para poder determinar si los valores de hemoglobina utilizados para diagnosticar anemia deben ajustarse según la altitud.^{11,12}

La Rinconada (Distrito de Ananea, Puno-PERÚ), situada a 5300 metros sobre el nivel del mar, ofrece un entorno único para estudiar los efectos de la hipoxia crónica. Los datos recolectados en estas condiciones extremas proporcionan información valiosa sobre cómo el cuerpo humano se adapta a niveles extremadamente bajos de oxígeno. Los estudios en La Rinconada podrían contribuir significativamente a la discusión sobre los puntos de corte de hemoglobina (Hb) en altitudes elevadas.

Estos datos pueden ser comparados con los modelos actuales utilizados por la OMS y el CDC, que se basan en datos de altitudes menores, como los estudios en Ecuador y Bolivia.

Los estudios en La Rinconada han mostrado que los residentes tienen adaptaciones únicas, como niveles muy altos de hemoglobina y posibles variantes genéticas que permiten una mejor adaptación a la hipoxia. Comprender estas adaptaciones puede ayudar a refinar los modelos actuales de ajuste de Hb, asegurando que sean aplicables no solo a altitudes moderadas sino también a altitudes extremas.

La diversidad genética y las distintas adaptaciones fisiológicas observadas en los residentes de La Rinconada pueden aportar información sobre las variaciones en la respuesta a la hipoxia entre diferentes poblaciones.

Esto puede respaldar o cuestionar los argumentos actuales sobre la necesidad de ajustes específicos para diferentes grupos étnicos y poblacionales. Los estudios pueden proporcionar un marco más detallado para los factores de ajuste de Hb, considerando no solo la altitud, sino también otros factores como la genética, el estilo de vida y las condiciones socioeconómicas.

Los datos de La Rinconada pueden ser utilizados para validar o refutar los modelos actuales del CDC y la OMS. Si, por el contrario, los datos muestran discrepancias significativas, podría indicarse la necesidad de revisar y ajustar los modelos actuales.

La información obtenida podría ser decisiva para definir políticas de salud pública más rigurosas y precisas, asegurando que las evaluaciones de anemia y otras condiciones relacionadas con la hipoxia sean más exactas y aplicables a una variedad de contextos geográficos y demográficos.

Podría apoyar la implementación de programas específicos de salud para poblaciones en altitudes extremas, basados en datos empíricos sólidos.

Los estudios en La Rinconada proporcionan evidencia empírica directa de cómo la hipoxia afecta a los humanos en altitudes extremas, algo que hasta ahora se ha inferido principalmente de estudios a altitudes menores.

Esto puede ser decisivo para argumentar la necesidad de ajustar o confirmar los modelos actuales de manera más rigurosa, basándose en datos reales y no solo en extrapolaciones.

Financiamiento

Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de agencias de financiamiento de los sectores público, comercial o sin fines de lucro.

Conflictos de interés

El autor declara no tener conflictos de interés.

Contribución de autoría

JJVB declara que cumple con los criterios de autoría recomendados por el ICMJE.

Referencias

1. Villena AE. La contribución francesa a los estudios de la fisiología de altura. *Acta Andina*. 1994;3(1):3-18.
2. Monge C. Aclimatación en los Andes-Confirmaciones históricas sobre la "Agresión climática" en el desenvolvimiento de las sociedades de América. *Anales de la Facultad de Medicina*. 1945;28(4):307-382.
3. Hurtado A. Aspectos patológicos de la vida en las grandes alturas. *Anales de la Facultad de Medicina*. 1956;39(3): 957-976.
4. Munares-García O, Gómez-Guizado G. Réplica: el punto de corte de la hemoglobina para definir anemia materna en la altura no debe ser corregido. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. 2015;32:199.
5. Hurtado A, Merino C, Delgado E. Influence of anoxemia on the hemopoietic activity. *Arch Int Med*. 1945;75:284-323.
6. Cohen JH, Hass JD. Hemoglobin correction factors for estimating the prevalence of iron deficiency anemia in pregnant women residing at high altitudes in Bolivia. *Pan Am J Pub Health*. 1999;6:392-396.
7. Verges S, Bachasson D, Wuyam B. Effect of acute hypoxia on respiratory muscle fatigue in healthy humans. *Respiratory research*. 2010 Dec;11:1-9.
8. Champigneulle B, Hanco I, Hamard E, Doutreleau S, Furian M, Brugniaux JV, Bailly S, Vergès S. Excessive erythrocytosis and chronic mountain sickness in the highest city in the world: A longitudinal study. *Chest*. 2022 May 1;161(5): 1338-42.
9. Champigneulle B, Brugniaux JV, Stauffer E, Doutreleau S, Furian M, Perger E, Pina A, Baillieul S, Deschamps B, Hanco I, Connes P. Expedition 5300: limits of human adaptations in the highest city in the world. *The Journal of Physiology*. 2023 Dec 26.
10. Champigneulle B, Caton F, Seyve L, Stauffer É, Pichon A, Brugniaux JV, Furian M, Hanco I, Deschamps B, Kaestner L, Robach P. Are coagulation profiles in Andean highlanders with excessive erythrocytosis favouring hypercoagulability?. *Experimental Physiology*. 2024 Jun 1.
11. Gonzales GF, Olavegoya P, Vásquez-Velásquez C, Alarcón-Yaquette DE. Anemia en niños menores de cinco años. ¿Estamos usando el criterio diagnóstico correcto?. *Revista de la Sociedad Peruana de Medicina Interna*. 2018;31(3):92-103.
12. Vásquez-Velásquez C, Tapia V, Gonzales GF. La nueva guía sobre los puntos de corte de la hemoglobina para definir anemia en individuos y poblaciones. *Revista de la Sociedad Peruana de Medicina Interna*. 2024 Apr 5;37(1):15-20.