

Consumo de hierro y prevalencia de anemia en niños y adolescentes en una comunidad a gran altitud en Perú

Carlos Ballon-Salcedo¹, Fabricio Ccami-Bernal², Yury Ramos-Flores¹, Stefany Sierra-Morales², Angel F Vera-Portilla³, Oscar Moreno-Loaiza⁴.

¹ Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Ciencias de la Nutrición. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú; ² Facultad de Medicina. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú; ³ Departamento de Cirugía General, Hospital Regional Honorio Delgado Arequipa, Perú; ⁴ Laboratorio de cardioinmunología. Instituto de biofísica Carlos Chagas Filho. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Brazil.

Resumen

Fundamentos: Los niños y adolescentes que residen a gran altitud, 3.000 o más metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) representan un grupo vulnerable que puede tener anemia. El objetivo del presente estudio fue evaluar la relación entre los valores de hemoglobina y los conocimientos, actitudes y prácticas sobre el consumo de hierro en niños y adolescentes de la comunidad de Ayroca, Arequipa, Perú.

Métodos: Estudio descriptivo. Se midieron los niveles de hemoglobina en 65 niños y adolescentes de Ayroca, ubicada a 3515 m.s.n.m. Se evaluó el diagnóstico de anemia tanto usando las recomendaciones de corrección por altitud del Ministerio de Salud del Perú (MINSA) como sin corregir. Para determinar los conocimientos, actitudes y prácticas respecto al consumo de hierro, aplicamos el cuestionario KAP de la Food and Agriculture Organization (FAO) para deficiencia de hierro, en los responsables del cuidado de la población de estudio.

Resultados: Usando la recomendación del MINSA, del total de niños y adolescentes, el 30,8% tenía anemia leve, 12,3% anemia moderada y 56,9% no tenía anemia. Cuando no se realizó la corrección por altitud el 93,8% no tenía anemia. En cuanto al consumo de hierro no fue diferente entre los menores con anemia y sin anemia. La principal fuente de hierro con la que se preparan los alimentos fue el pollo 28 (60,9%) y la res 18 (39,1%). No se encontró diferencias entre actitudes y prácticas entre los grupos estudiados.

Conclusiones: Utilizando el factor de corrección por altitud, no se encontró relación entre la prevalencia de anemia y los conocimientos, prácticas y actitudes con respecto al consumo de hierro, por lo que vemos necesario considerar factores de corrección por altitud exclusivos para la población peruana.

Palabras clave: Anemia; Hemoglobinas; Niño; Adolescente; Nutrición del Niño; Altitud.

Iron consumption and prevalence of anemia in children and adolescents in a high altitude community in Peru

Summary

Background: Children and adolescents residing at high altitudes, 3,000 or more meters above sea level (m.a.s.l.) represent a vulnerable group that may have anemia. The objective of the present study was to evaluate the relationship between hemoglobin values and knowledge, attitudes and practices regarding iron consumption in children and adolescents from the Ayroca community, Arequipa, Peru.

Methods: Descriptive study. Hemoglobin levels were measured in 65 children and adolescents from Ayroca, located at 3,515 m.a.s.l. The diagnosis of anemia was evaluated both using the altitude correction recommendations of the Peruvian Ministry of Health (MINSA) and uncorrected. To determine the knowledge, attitudes and practices regarding iron consumption, we applied the KAP questionnaire of the Food and Agriculture Organization (FAO) for iron deficiency, in those responsible for the care of the study population.

Results: Using the MINSA recommendation, of all children and adolescents, 30.8% had mild anemia, 12.3% moderate anemia and 56.9% had no anemia. When the altitude correction was not performed, 93.8% did not have anemia. As for iron consumption, it was not different between children with anemia and without anemia. The main source of iron with which food is prepared was chicken 28 (60.9%) and beef 18 (39.1%). No differences were found between attitudes and practices between the groups studied.

Conclusions: Using the altitude correction factor, no relationship was found between the prevalence of anemia and the knowledge, practices and attitudes regarding iron consumption, so we consider it necessary to consider exclusive altitude correction factors for the Peruvian population.

Key words: Anemia; Hemoglobin; Children; Teenagers; Child Nutrition; Altitude.

Correspondencia: Carlos Ballon Salcedo
E-mail: cballons@unsa.edu.pe

Fecha envío: 19/02/2020
Fecha aceptación: 07/08/2020

Introducción

La anemia es una condición en la que existe disminución en la concentración de hemoglobina (Hb) en sangre. Esto origina un transporte insuficiente de oxígeno para satisfacer las necesidades metabólicas del organismo (1). La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que afecta aproximadamente a un tercio de la población mundial. La mitad de los casos se deben a deficiencia de hierro. El reporte de la OMS referido a 2011 indicaba que 800 millones de niños y mujeres en el mundo presentan anemia, resaltando que en el grupo de menores de 5 años la prevalencia llega a 42,6% (273,2 millones) (2). Durante el primer semestre del 2019 se ha reportado que cuatro de cada diez menores de 3 años presentaron anemia en el Perú (3). Dado que la anemia puede provocar secuelas irreversibles en el desarrollo, es importante un diagnóstico y tratamiento oportunos; y aún más importante, la prevención de la misma. Por ello es una prioridad en investigación (1,4).

Se ha detectado una mayor prevalencia de anemia en las regiones rurales y los Andes peruanos, donde el menor acceso a saneamiento y alimentación, así como un menor índice de desarrollo humano (IDH), contribuyen a la instauración de la anemia (3,5). En las poblaciones que viven a gran altitud, existen diversos mecanismos de adaptación a la hipoxia hipobárica que regulan los niveles de Hb. Conjunto con ello, los niños y mujeres gestantes en regiones de altitud presentan mayores demandas de hierro (1,6). En vista de esta situación será necesario definir los múltiples factores que influyen en la aparición de la anemia en las poblaciones de gran altitud.

La región Arequipa, al sur del Perú, ha presentado un aumento en los niveles de

anemia en menores de 6 a 30 meses desde el 2017 (34,2%) al 2019 (38,4%) (3). Sin embargo, los valores de Hb podrían ser mayores en las comunidades de Arequipa ubicadas a gran altitud. La comunidad de Ayroca se encuentra a 3515 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) en el distrito de Cahuacho, donde el IDH es de 0,39, siendo el más bajo de la provincia de Caravelí y uno de los más bajos del departamento de Arequipa (5). En una actividad organizada por estudiantes de medicina denominada “Campamento Rural Agustino de Atención Médica e Investigación y Salud” (CRAAMIS), se tuvo contacto con la población de Ayroca y se desarrolló una campaña de atención médica. En esta actividad, se observó como experiencia preliminar, que podría haber un elevado número de menores con anemia y alteraciones en los patrones alimentarios en cuanto al consumo de hierro. Por ello se realizó un estudio con el objetivo de describir la relación entre los valores de Hb y los conocimientos, actitudes y prácticas sobre el consumo de hierro en niños y adolescentes de la comunidad de Ayroca.

Material y métodos

Diseño y población de estudio

Se realizó un estudio descriptivo en el total de niños y adolescentes (N=65) de la comunidad de Ayroca, ubicada a 3515 m.s.n.m. en el distrito de Cahuacho, Provincia de Caravelí, Departamento de Arequipa – Perú. Se incluyeron a todos aquellos quienes cumplieron con los criterios de selección. La ejecución del estudio fue en el mes de enero del 2020.

Criterios de selección

Se incluyó a los niños y adolescentes residentes de la comunidad de Ayroca que aceptaron participar en el estudio, y firmaron del consentimiento informado. En el caso de

los menores de 8 años, el documento de consentimiento informado fue firmado por sus progenitores o tutor responsable. Igualmente, los responsables de la alimentación del menor que aceptaron participar en el relleno de la encuesta KAP firmaron el documento de consentimiento informado. Se excluyó a los menores que estaban atravesando por un proceso inflamatorio, presentaron pérdida considerable de sangre o rellenaron incorrectamente la encuesta. En caso que el menor y/o su responsable no aceptasen participar en el estudio o no se encontrasen en posibilidad de hacerlo, ya fuese por problemas físicos o mentales que le dificultasen la toma de decisiones o no residieran en la comunidad durante el tiempo de ejecución, no fueron considerados en el estudio.

Descripción de procedimientos

Se coordinó con el Centro de Salud para convocar a los progenitores de la población de estudio para su evaluación. Posteriormente bajo previo asentimiento y firma de consentimiento informado de los participantes, se tomó las muestras de sangre capilar para evaluar la Hb y Hematocrito (Hto) con el equipo APTUSTM. Antes de tomar la muestra, se deshabilitó la función de corrección por altitud de la OMS (resta 2,6 a 3500 m.s.n.m.), incluida en el equipo de medición, según los criterios de medición de la concentración de Hb y Hto de la Norma Técnica de Salud (NTS) N° 134 - MINSAL/2017 "Norma técnica para el manejo terapéutico y preventivo de la anemia en niños, adolescentes y mujeres gestantes y puérperas" (7), la cual se basa en Centers for Disease Control And Prevention (CDC) (8) y su metodología de medición está establecida por la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar y el Instituto Nacional de Estadística e Informática (ENDES – INEI) (9).

Simultáneamente se aplicó la encuesta "Guidelines for assessing nutrition-related Knowledge, Attitudes and Practices, módulo 6 – Deficiencia de Hierro (Anemia)" validada por la Food Administration Organization (FAO) a los responsables de la alimentación de los menores para evaluar los conocimientos, actitudes y prácticas relacionadas con la deficiencia de hierro en la dieta y sus consecuencias en el crecimiento y desarrollo del menor (10) (disponible en <http://www.fao.org/3/i3545e/i3545e00.htm>)

Variables de estudio

Las variables fueron edad, sexo, hemoglobina (Hb) y KAP. La variable KAP se basa en las dicotomías sabe o no sabe y consume o no consume, el instrumento está validado por la FAO y tiene 3 secciones, conocimientos, actitudes y prácticas (10). La Hb fue evaluada con el equipo AptusTM y para el diagnóstico se aplicaron dos criterios: Hb corregida por altitud (-2,6) y Hb sin corregir; el resultado se comparó con los valores normales del MINSAL, de los cuales, los que indican anemia son los siguientes: Hb $\leq 13,0$ g/dL en menores prematuros de una semana, Hb $\leq 10,0$ g/dL en la segunda y cuarta semana, Hb $\leq 8,0$ g/dL en la quinta y octava semana; Hb $\leq 13,5$ g/dL en menores nacidos a término menores de 2 meses, Hb $\leq 9,5$ g/dL en menores de 2 a 6 meses; Hb $< 11,0$ g/dL en menores de 2 a 6 meses, Hb $\leq 11,5$ g/dL en menores de 5 a 11 años, Hb $< 12,0$ g/dL en adolescentes varones y mujeres de 12 a 14 años, Hb $< 13,0$ g/dL en varones mayores de 15 años en adelante, Hb $< 12,0$ g/dL en mujeres no gestantes mayores de 15 años y Hb $< 11,0$ g/dL en mujeres gestantes de 15 años en adelante (7).

Como variable de confusión fue considerado el contenido de metales pesados en el agua de consumo humano proveniente de su única fuente (reservorio comunitario) y distribuida a través de tuberías a toda la población de Ayroca. Además se verificó la existencia de

infecciones microbianas o parasitarias que pudieran generar pérdida de hierro. Para evitar estas variables, el Laboratorio de Investigación y Servicios (LABINSERV) de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA) analizó el contenido de metales pesados del reservorio comunitario por el método de Absorción Atómica y el método de Dietilcarbamato de plata para cuantificar los siguientes metales: plomo (Pb), arsénico (As), hierro (Fe), cobre (Cu) y se confirmó la distribución medicamentos antiparasitarios por parte del Centro de Salud. Ya que se sabe que los metales pesados interfieren con la eritropoyesis (11–15) y que ciertas infecciones microbianas y parasitarias aumentan la pérdida de hierro por malabsorción o alteración de su metabolismo (1,16).

Análisis estadístico

Los datos numéricos son expresados como media y desviación estándar para la edad, mediana y rango intercuartílico (RIQ) para KAP y Hb, y los datos categóricos como frecuencias absolutas y porcentuales N (%). Analizamos la distribución de las variables con la prueba Kolmogorov-Smirnov. En el caso de variables con distribución diferente a la normal usamos pruebas no paramétricas (Rho de Spearman, Kruskal-Wallis). La proporción de la concordancia observada que ajusta el efecto del azar entre el diagnóstico corregido por altitud y no corregido fue medida mediante el coeficiente kappa de Cohen. El procedimiento de los datos obtenidos se realizó con los programas SPSS Statistics 23.0 y Microsoft Excel 2013.

Aspectos éticos

El estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Ética en Investigación de la Red Asistencial Arequipa (RCEI-83) con el número de registro NIT: 1313-20L9-2L636. Se contó con el consentimiento informado del

representante legal y el asentimiento de participación del menor para tomar la muestra de sangre capilar y aplicar de la encuesta KAP. Se mantuvo confidencialidad de los datos obtenidos.

Resultados

Los niños y adolescentes a quienes se les hizo el análisis de sangre fueron 65, de los cuales 46 tuvieron una adecuada cumplimentación de la encuesta KAP por parte de sus responsables; 36 (55,4%) fueron mujeres y 29 (44,6%) varones. La media y la desviación estándar de la edad de los niños y adolescentes incluidos fue de $8,99 \pm 4,40$, siendo 36 mujeres ($8,64 \pm 4,59$) y 29 varones ($9,41 \pm 4,20$). La mediana de la edad de las mujeres fue 9 (7,8) años; y de los varones, 9 (7,5) años. En la tabla 1 observamos los valores de Hb de acuerdo al diagnóstico por grupo etario y su corrección por altitud según la NTS N° 134-MINSA/2017/DGIESP. La concordancia entre el diagnóstico corregido por altitud y no corregido es baja (κ de Cohen = 0,036).

El diagnóstico de anemia se presenta en la tabla 2, encontrando más de un 30% de niños con anemia. Sin embargo, al hacer el diagnóstico sin realizar la corrección por altitud, el total de pacientes con Hb normal es 61 (93,8%) y con anemia leve 4 (6,2%). Asimismo, no hubo diferencia entre la proporción de menores de distinto sexo con anemia ($p=0,463$).

En la tabla 3 observamos la puntuación obtenida en conocimientos. No existió diferencia estadísticamente significativa en cuanto a los conocimientos sobre deficiencia de hierro y el tener anemia; sin embargo, se aprecia una baja puntuación de los conocimientos en los familiares responsables de niños con diagnóstico de anemia moderada. Igualmente, no se encontró correlación entre el valor de Hb corregida y la

puntuación del nivel de conocimientos ($\rho=0,109$).

Tabla 1. Valores de Hb (g/dL) de acuerdo a grupo etario. La corrección de los valores se realizó substrayendo 2,6 de acuerdo a la altitud, según MINSA-Perú..

| Grupo etario | N | % | Hb no corregida (g/dL)* | Hb corregida (g/dL)* |
|------------------|-----------|------------|-------------------------|----------------------|
| 6 meses a 5 años | 9 | 13,8 | 12,2(4) | 9,6(4) |
| 5 a 11 años | 35 | 53,8 | 14(0,8) | 11,4(0,8) |
| 12 a 14 años | 14 | 21,5 | 15(1,2) | 12,4(1,2) |
| 15 años a más | 7 | 10,8 | 15,7(2,1) | 13,1(2,1) |
| TOTAL | 65 | 100 | 14,3(1,2) | 11,7(1,2) |

*Se muestra: Mediana (RIQ)

Tabla 2. Números y porcentaje de niños varones y mujeres diagnosticados con anemia según la Norma técnica para el manejo terapéutico y preventivo de la anemia en niños, adolescentes y mujeres gestantes y púerperas de MINSA-Perú.

| Nivel de Hb Corregida | Mujeres | | Varones | | Total | |
|-----------------------|---------|-------|---------|-------|-------|-------|
| | N | % | N | % | N | % |
| Normal | 22 | 61,1 | 15 | 51,7 | 37 | 56,9 |
| Anemia leve | 9 | 25,0 | 11 | 37,9 | 20 | 30,8 |
| Anemia moderada | 5 | 13,9 | 3 | 10,3 | 8 | 12,3 |
| Total | 36 | 100,0 | 29 | 100,0 | 65 | 100,0 |

$p=0,463$ (Kruskal-Wallis).

Tabla 3. Puntuación de conocimientos de acuerdo al nivel de Hb corregida de los pacientes.

| Nivel de Hb | Nivel de Conocimientos | | |
|-----------------|------------------------|---------|-----------------------|
| | N | Mediana | Rango Intercuartílico |
| Normal | 25 | 100 | 25 |
| Anemia leve | 13 | 87 | 25 |
| Anemia moderada | 8 | 75 | 65,6 |
| Total | 46 | 87,5 | 25 |

$p=0,336$ (Kruskal-Wallis).

El alimento aportador de hierro más utilizado por la población investigada fue el pollo por 28 individuos (60,9%) y la res 18 (39,1%) (Tabla 4). Además, 36 (78,2%) de los responsables daban cítricos a los niños y adolescentes, y 32 (69,5%) reportaron consumo de té o café.

Por último, no se encontró diferencias significativas ($p>0,05$) entre las actitudes percibidas sobre el consumo de hierro (Tabla 5), respecto a la anemia en niños y adolescentes.

En cuanto al contenido de metales pesados en el agua de consumo humano de la población, los resultados fueron: Fe (0,036

Consumo de hierro y anemia en menores

mg/L), Cu (0,00 mg/L), As (0,0031 mg/L) y Pb (0,002 mg/L). Esta información fue obtenida por LABINSERV – UNSA, con registro N° 20453-10. Respecto a las infecciones

parasitarias, el Centro de Salud de Ayroca distribuye medicamentos antiparasitarios en forma periódica.

Tabla 4. Consumo de alimentos ricos en hierro de alta biodisponibilidad.

| Alimento | N | % |
|------------------|----|------|
| Pollo | 28 | 60,9 |
| Res | 18 | 39,1 |
| Pescado fresco | 16 | 34,8 |
| Hígado | 11 | 23,9 |
| Puerco | 7 | 15,2 |
| Borrego/chivo | 7 | 15,2 |
| Pescado envasado | 7 | 15,2 |
| Corazón | 2 | 4,3 |
| Gallina | 2 | 4,3 |
| Riñón | 0 | 0 |

Tabla 5. Relación entre las actitudes percibidas respecto a la anemia en niños y adolescentes.

| Actitudes | Hb normal N (%) | Anemia N (%) | p |
|---|--------------------|-----------------|-------|
| Susceptibilidad de padecer anemia percibida | | | |
| Poco probable | 12(52,2) | 11(47,8) | 0,681 |
| No está segura | 2(33,3) | 4(66,7) | |
| Probable | 9(52,9) | 8(47,1) | |
| Severidad de anemia | | | |
| No grave | 3(60) | 2(40) | 0,893 |
| No segura | 1(50) | 1(50) | |
| Grave | 19(48,7) | 20(51,3) | |
| Beneficios percibidos | | | |
| No es bueno | 3(60) | 2(40) | 0,449 |
| No está segura | 2(28,6) | 5(71,4) | |
| Es muy bueno | 18(52,9) | 16(47,1) | |
| Barreras percibidas | | | |
| No es difícil | 13(65) | 7(35) | 0,196 |
| Regular | 3(42,9) | 4(57,1) | |
| Difícil | 7(36,8) | 12(63,2) | |
| Confianza | | | |
| Si | 19(59,4) | 13(40,6) | 0,055 |
| Regular | 4(28,6) | 10(71,4) | |
| Total | 46(100,0) | | |

Discusión

Los datos del presente estudio indican que la corrección de Hb por altitud aumenta considerablemente la prevalencia de anemia (43,1%) en contraste con la prevalencia sin corrección (6,2%). Al respecto de la corrección por altitud, existen opiniones y evidencias divergentes; aunque, a momento son insuficientes para dar una recomendación general.

Otros estudios recientes indican que la corrección por altitud establecida por la OMS y CDC no son adecuados, ya que no consideran la adaptación de las distintas poblaciones a estos ambientes. La adaptación a la altitud requiere una mayor flexibilidad genética a diferentes altitudes, donde las estrategias de adaptación biológica son los mecanismos moleculares dependientes e independientes del factor inducible por hipoxia (HIF), estos mecanismos regulan la homeostasis del hierro en condiciones de hipoxia aguda o crónica (17–19). La OMS considera que la Hb de todas las poblaciones aumenta con la altitud y por eso se debe corregir, sin embargo este aumento no es universal ni aumenta de manera lineal y como consecuencia se sobreestima la prevalencia de anemia, conduciendo a un incorrecta toma de decisiones por parte de los programas estatales (6,20), la misma crítica se aplicaría al método de corrección por altitud del MINSA, el cual usa parámetros similares y antiguos. En las poblaciones residentes de los Andes, la altitud no es el único factor que influye en los valores de Hb, por lo que Bartolo-Marchena *et al.*, (21), propone una nueva forma de corregir la Hb por altitud en niños de 6 a 59 meses de edad.

Sharma *et al.* (22) y Gassmann *et al.* (23), proponen nuevos métodos de corrección por etnia y población. De esta manera existen diversos estudios que indican que la corrección por altitud debe actualizarse o no

aplicarse (6,17,19,20,22–24), ya que la población andina se adapta entre otros, mediante mecanismos moleculares como el factor 2-alfa inducible por hipoxia (HIF2 α) (16,17,24).

Cerca de la mitad de casos de anemia se deben a la deficiencia de hierro (1), En la población estudiada, los conocimientos en torno al consumo de hierro son óptimos en el 54,3% del total de los responsables de la alimentación. En cuanto al consumo de alimentos ricos en hierro de alta biodisponibilidad, la mayoría de responsables incluía pollo (60,9%) y res (39,1%) en la preparación de las comidas. Una elevada frecuencia de consumo de carne de pollo y sus vísceras no implica que se cubran los requerimientos de hierro ya que la cantidad puede ser insuficiente o tener una menor frecuencia que la necesaria (25). En cuanto a los cítricos el 78,2% los consumía frecuentemente, esto aumenta la absorción de hierro no hemínico pero a su vez el 69,5% preparaban consumo de té o café, lo que perjudica la absorción de hierro (1). El 50% de los responsables consideraban que sus hijos no tenían anemia y si así era, el 84,8% lo consideraban un problema grave.

Respecto a KAP, en un estudio desarrollado en Navi Mumbai-India, la ignorancia y la falta de educación entre la mayoría de las mujeres en edad fértil y de clase socioeconómica baja, se asoció con la anemia (26). En Egipto se ha descrito que más de uno de cada cuatro menores de entre 6 y 59 meses padece algún grado de anemia, por lo que se aplicó educación nutricional para mejorar los KAP de los niños y su ingesta dietética, obteniendo un aumento de la Hb en el 89,3% de los mismos. En otro estudio realizado en Ghana se vio que la anemia era percibida principalmente como causa de las malas prácticas de alimentación (43%), además de signos como conjuntiva pálida (47%) y palma pálida (44%) (27). Todos estos resultados

concuerdan con los obtenidos en este trabajo, ya que ambas poblaciones consideran a la dieta importante.

El hecho que no haya relación entre los valores de Hb y los resultados del KAP indican que hay otros factores relacionados con anemia como es el caso de las parasitosis. En el presente estudio dicho factor estaría alejado ya que el Centro de Salud del poblado distribuye medicamentos antiparasitarios en forma periódica RM N° 479-2017/MINSA (28). En relación con la anemia y los metales pesados, no se encontró presencia de Fe (0,036 mg/L), Cu (0,00 mg/L), As (0,0031 mg/L) y Pb (0,002 mg/L) por encima del umbral permitido para las aguas de consumo humano en dicha población, que se abastece de la vertiente del nevado Sara Sara (D.S. N° 031-2010-SA/MINSA (29). La suplementación con hierro podría ser muy dañina en poblaciones sin identificación o cuando la anemia se debe a otras afecciones y edad, ya que la acumulación de hierro cerebral está relacionada con el envejecimiento y las enfermedades neurodegenerativas (30,31). Entre las limitaciones del estudio, se encuentra el pequeño tamaño de la población analizada. Sin embargo, dadas sus características particulares, la lejanía de la población al Centro de Salud, y los recursos limitados del mismo, este primer análisis ayuda a entender algunas características importantes en torno a la anemia en poblaciones rurales de los Andes.

En conclusión, utilizando el factor de corrección por altitud del MINSA, no se encontró relación entre la alta prevalencia de anemia de los niños y adolescentes con los adecuados niveles de conocimientos, prácticas y actitudes del consumo de hierro que los responsables de la alimentación familiar refirieron; por lo que es necesario considerar los factores genéticos adaptativos y moleculares que modulan la expresión de la hemoglobina en la altitud, en base a ello sería

necesario aplicar nuevos métodos de corrección por altitud para la población peruana.

Agradecimientos

Agradecemos al Dr. Juan Lopa Bolívar del Departamento Académico de Química de la UNSA por su guía con la idea inicial del proyecto y a los trabajadores del Centro de Salud de Ayroca por su ayuda con la ejecución del estudio.

Referencias

1. World Health Organization (WHO). Nutritional Anaemias: Tools for effective prevention and control [web site]. Geneva: World Health Organization; 2017. [

Access date October 14, 2019] Available in :<http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/anaemias-tools-prevention-control/en/>

2. World Health Organization (WHO). The Global Prevalence of Anaemia in 2011 [web site].. Geneva: WHO Global Database on Anaemia. [Access November 18, 2019]. Available in : https://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/global_prevalence_anaemia_2011/en/

3. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú: Indicadores de Resultados de los Programas Presupuestales, Primer Semestre 2019 [sede web]. ENDES. Lima: INEI [fecha de acceso 15 de noviembre 2019] . Disponible en: https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2019/ppr/Indicadores_de_Resultados_de_los_Programas_Presupuestales_ENDES_Primer_Semestre_2019.pdf

4. Instituto Nacional de Salud. Aprobación y publicación de Prioridades Nacionales de Investigación 2016-2021 [sede web]. Lima: Instituto Nacional de Salud; 2016 [fecha de acceso 06 de agosto 2019]. . Disponible en: <https://web.ins.gob.pe/es/investigacion-en-salud/prioridades-de-investigacion>

5. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. El reto de la igualdad. Una lectura de las dinámicas territoriales en el Perú [sede web]. Lima: PNUD Perú; 2019 [fecha de acceso 15 de enero 2020]. 118 p. Disponible en: <https://www.pe.undp.org/content/peru/es/home/library/poverty/el-reto-de-la-igualdad.html>
6. Gonzales GF, Fano D, Vásquez C. Necesidades de investigación para el diagnóstico de anemia en poblaciones de altura. *Rev Peru Med Exp*. 2017; 34(4):699.
7. Ministerio de Salud. Norma técnica para el manejo terapéutico y preventivo de la anemia en niños, adolescentes y mujeres gestantes y púerperas [sede web]. Lima: Dirección General de Intervenciones Estratégicas en Salud Pública, MINSA; 2017. [fecha de acceso 15 de diciembre 2019]. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4190.pdf>
8. Centers for Disease Control (CDC). CDC criteria for anemia in children and childbearing-aged women. *Morbidity and mortality weekly report [web site]*. 1989;38(22):400–4. [access date december 15, 2019] Available in: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2542755>
9. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Metodología de la medición de la anemia [sede web]. ENDES. Lima: INEI; 2018 [fecha de acceso 10 de noviembre 2019]. 128 p. Disponible en: https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2018/documentos_2018/METODOLOGIA_DE_LA_MEDICION_DE_LA_ANEMIA.pdf
10. Macías YF, Glasauer P. Module 6: Iron-deficiency anaemia. In: *Guidelines for assessing nutrition-related Knowledge, Attitudes and Practices [web site]*. Geneva: FAO Nutrition Division; 2014 [Access date December 2, 2019]. 118–28. Available in: www.fao.org/docrep/019/i3545e/i3545e00.htm
11. Rodríguez D. Intoxicación ocupacional por metales pesados. *MEDISAN*. 2017;21(12):3372–85.
12. Duruibe JO, Ogwuegbu MO., Ekwurugwu JN. Contaminación de metales pesados y efectos biotóxicos humanos. *Int. J. Phys. Sci*. 2007;2(5):112–8.
13. Medina-Pizzali M, Robles P, Mendoza M, Torres C. Ingesta de arsénico: el impacto en la alimentación y la salud humana. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2018;35(1):93.
14. Ruiz-Ramos R, Calderon-Garcidueñas AL, López-Amador N, Melo-Santiesteban G, Waliszewski-Kubiak S. Exposición a Arsénico y Patologías Asociadas. *Rev Mex Med For Patol*. 2014;1(1):14–23.
15. Poma PA. Intoxicación por plomo en humanos. *An Fac med*. 2008;69(2):120–6.
16. Moya M, Blanquer M, Moraleta JM. Anemias carenciales. *MEDICINE*. 2016;12(20):1136–47.
17. Stobdan T, Akbari A, Azad P, Zhou D, Poulsen O, Appenzeller O, et al. New Insights into the Genetic Basis of Monge's Disease and Adaptation to High-Altitude. *Mol Biol Evol.* 2017;34(12):3154–68.
18. Alarcón-Yaquette DE, Caballero L, Gonzales GF. Association Between Plasma N-Acylethanolamides and High Hemoglobin Concentration in Southern Peruvian Highlanders. *High Alt Med Biol*. 2017;18(4):322–9.
19. Gonzales GF, Alarcón-Yaquette DE, Zevallos-Concha A. Human Adaptation to Life at High Altitude. En: R.J. Gelpi et al (ed.s) *Biochemistry of Oxidative Stress: Physiopathology and Clinical Aspects [web site]*. Cham: Springer International Publishing; 2016. 109–26. [Access date January 12, 2020]. Available in : http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-45865-6_8
20. Gonzales GF, Rubín V, Begazo J, Del Rosario M, Yucra S, Zevallos-Concha A, et al. Correcting the cut-off point of hemoglobin at high altitude favors misclassification of

- anemia, erythrocytosis and excessive erythrocytosis. *Am J Hematol.* 2018 ;93(1):12–6.
21. Bartolo-Marchena M, Pajuelo-Ramírez J, Obregón-Cahuaya C, Bonilla-Untiveros C, Racacha-Valladares E, Bravo-Rebatta F. Propuesta de factor de corrección a las mediciones de hemoglobina por pisos altitudinales en menores de 6 a 59 meses de edad, en el Perú. *An Fac med.* 2017 ;78(3):281.
22. Sharma AJ, Addo OY, Mei Z, Suchdev PS. Reexamination of hemoglobin adjustments to define anemia: altitude and smoking. *Ann N Y Acad Sci.* 2019 ;1450(1):190–203.
23. Gassmann M, Mairböurl 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.* 2019 ;1450(1):204-220.
24. Beall CM. Andean, Tibetan, and Ethiopian patterns of adaptation to high-altitude hypoxia. *Integr Comp Biol.* 2006;46(1):18–24.
25. Vila M, Quintana M. Ingesta de hierro dietario en mujeres adolescentes de instituciones educativas. *An Fac med.* 2013;69(3):172.
26. Kulkarni KK. KAP Studies Among Indian Antenatal Women: Can We Reduce the Incidence of Anemia?. *J Obstet Gynaecol India.* 2015;65(5):320–2.
27. Anokye R, Acheampong E, Edusei AK, Mprah WK, Ofori-Amoah J, Amoah VMK, et al. Perception of childhood anaemia among mothers in Kumasi: a quantitative approach. *Ital J Pediatr.* 2018 ;44(1):142.
28. Ministerio de Salud. Lineamientos para la Desparasitación Preventiva contra Geohelminths en el Perú [sede web]. Lima: Dirección General de Intervenciones Estratégicas en Salud Pública; 2017 [fecha de acceso 26 de junio 2020]. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/189301-479-2017-minsa>
29. Dirección General de Salud Ambiental. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano [sede web]. Lima: DIGESA; 2011 [fecha de acceso 10 de noviembre 2019]. Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
30. Agrawal S, Berggren KL, Marks E, Fox JH. Impact of high iron intake on cognition and neurodegeneration in humans and in animal models: a systematic review. *Nutr Rev.* 2017;75(6):456–70.
31. Choque-Quispe BM, Paz V, Gonzales GF. Proportion of anemia attributable to iron deficiency in high-altitude infant populations. *Ann Hematol.* 2019 ;98(11):2601–3.

