



Asociación entre altitud de residencia y malnutrición en niños peruanos menores de cinco años

Association between altitude of the residency place and malnutrition in Peruvian children less than 5 years old

Jaime Pajuelo Ramírez^{1,a}, Marianella Miranda Cuadros^{2,b}, Ivon Bernui Leo^{3,c}

- 1 Instituto de Investigaciones Clínicas, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
 - 2 Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, Instituto Nacional de Salud. Lima, Perú.
 - 3 Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- a Médico, b Nutricionista, c Biólogo

Correspondencia

Jaime Pajuelo Ramírez
japara18@yahoo.com

Recibido: 08/08/2017

Arbitrado por pares

Aprobado: 15/11/2017

Citar como: Pajuelo Ramírez J, Miranda Cuadros M, Bernui Leo I. La desnutrición crónica y la obesidad en niños menores de cinco años en relación a la altitud en el Perú. *Acta Med Peru.* 2017;34(4):259-65

RESUMEN

Objetivo: Determinar la asociación entre la altitud de residencia y desnutrición crónica (DC) y obesidad, en niños peruanos menores de cinco años de edad. **Materiales y métodos:** Análisis secundario del Monitoreo Nacional de Indicadores Nutricionales (2007-2010). Se definió a la DC como la razón talla/edad < a 2DE, a la obesidad como la razón peso/talla > 2DE y a la pobreza como la presencia de una o más necesidades básicas insatisfechas. Se consideró al valor de 2 500 m de altitud como punto de corte. **Resultados:** Se incluyeron 3 845 niños. Por debajo de 2 500 m de altitud, la DC fue más frecuente en niños mayores de 24 meses (13,3%) y en los pobres (20,5%), la obesidad fue mayor en los niños de 24 meses a menos (11,1%) y en los no pobres (8,5%). A una altitud \geq 2 500 m, la DC predominó en niños mayores de 24 meses (32,5%) y en los pobres (35,8%). La obesidad fue mayor en los niños de 24 meses a menos (5,8%) y en los pobres (4,5%). Vivir en ciudades de menos de 2 500 metros de altitud (odds ratio [OR]: 0,31; intervalo de confianza al 95% [IC95%]: 0,23-0,44), tener 24 meses a menos (OR: 0,61; IC95%: 0,49-0,77) y no ser pobre (OR: 0,31; IC95%: 0,23-0,41) fueron factores de protección para no tener DC. Vivir en ciudades < 2 500 m de altitud (OR: 2,67; IC95%: 1,70-4,19) y tener 24 meses a menos (OR: 2,03; IC95%: 1,35-3,06) aumentaron la probabilidad de ser obeso. **Conclusión:** Habría una asociación entre la altitud y la malnutrición; mientras la DC se ubica principalmente en las poblaciones de mayor altitud, la obesidad se encuentra en las poblaciones de menor altitud.

Palabras clave: Altitud; Desnutrición; Obesidad (fuente: DeCS BIREME).

ABSTRACT

Objective: To determine if there is an association between the altitude of the living place and chronic malnutrition (CM) and obesity in Peruvian children less than five years old. **Materials and methods:** This is a secondary analysis of the National Monitoring of Nutritional Indicators Survey (2007-2010). CM was defined as a <2 SD height/age ratio; obesity was defined as a >2 SD weight/height ratio, and poverty was defined as the presence of one or more unsatisfied basic needs. The cutoff value was established at 2500 meters above sea level. **Results:** Nearly 4000 children (3845) were included. Below 2500 meters altitude, CM was more frequent in children more than 24 months old (13.3%), as well as in poor children (20.5%). Obesity was more frequent in children less than 24 months old (11.1%), as well as in those who were not poor (8.5%). At ≥ 2500 m altitude, CM was more prevalent in children more than 24 months old (32.5%), as well as in poor children (35.8%). Obesity was more frequent in children 24 months old or less (5.8%), as well as in poor children (4.5%). Living in cities below 2500 m altitude (odds ratio [OR]: 0.31; 95% confidence interval [CI]: 0.23-0.44), being 24 months old or less (OR: 0.61; 95% CI: 0.49-0.77) and not being poor (OR: 0.31; 95% CI: 0.23-0.41) were protection factors for not developing CM. Living in cities <2500 m altitude (OR: 2.67; 95% CI: 1.70-4.19) and being 24 months old or less (OR: 2.03; 95% CI: 1.35-3.06) increased the likelihood for being obese. **Conclusion:** There may be an association between high altitude and malnutrition. Chronic malnutrition is usually found in high altitude populations, and obesity is usually found in low altitude populations. **Keywords:** Altitude; Malnutrition; Obesity (source: MeSH NLM).

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, el Perú ha reconocido entre los problemas nutricionales que afectan a los niños a tres tipos de desnutrición (crónica, global y aguda). Esto generó una preocupación en los diferentes gobiernos para dispensarles una especial atención, tal es así que desde el año 1975^[1] se vienen realizando estudios con el objetivo de conocer la magnitud y localización de los mismos, con la finalidad de planificar acciones para enfrentar esta situación.

Como consecuencia de estos estudios se ha observado que el problema de mayor magnitud es la desnutrición crónica (DC), siendo lo más trascendente su prevalencia que se encuentra disminuyendo, esto de alguna manera refleja que las acciones generadas desde los organismos nacionales y la sociedad civil en su conjunto, están dando resultados^[2].

Por otro lado, el advenimiento de la modernidad ha traído consigo una serie de cambios conocidos como transicionales en lo epidemiológico, demográfico y nutricional. Este último conlleva modificaciones en los estilos de vida (patrones dietarios y actividad física) lo que trae aparejado la aparición de la obesidad con sus respectivas comorbilidades. La presencia de la obesidad hace que se incorpore al escenario de problemas nutricionales, pero a diferencia de la desnutrición viene con una tendencia al incremento^[3]. Esta se presenta, con mayor prevalencia en los estratos que han alcanzado un mayor desarrollo social, caracterizados por mejores ingresos económicos, mayores niveles de urbanización, mejor nivel de educación, que de alguna manera pueden reflejar los cambios que se vienen dando como expresión de la globalización^[4].

Asimismo, en el Perú, dada sus características geográficas, existen personas que viven en ciudades que se encuentran ubicadas

desde el nivel del mar como a 5 000 m de altitud, es por esta razón que el fenómeno de la altitud reviste un gran interés, ya que tiene algunos efectos conocidos que podrían comprometer el crecimiento de los niños.

En la década del 70, Frisancho, mencionaba que el crecimiento físico de las poblaciones que vivían a grandes altitudes se caracterizaban por un lento y prolongado crecimiento del tamaño del cuerpo y un acelerado desarrollo del diámetro del tórax, sugiriendo que los patrones de crecimiento de estas poblaciones eran relacionados a los efectos de la hipoxia crónica y/o un reflejo de la adaptación genética a tal estrés. Asimismo, los factores socioeconómicos, asociados con las diferencias entre urbano y rural y los niveles de altitud, parecerían reflejarse en el gran depósito de la grasa subcutánea y el incremento del peso más no en el desarrollo de la estatura^[5].

Posteriores estudios han demostrado que son más importantes las condiciones socioeconómicas en las que crecen los niños que la altitud donde viven. El estudio de Pawson y Huicho llevado a cabo en poblaciones de Nuñoa y Tintaya, ciudades que se encuentran alrededor de los 4 000 m de altitud, demostró que la presencia de condiciones favorables desde el punto de vista socioeconómico pueden alcanzar un mejor crecimiento. Esto se vio en los niños de Tintaya, ya que por ser un asiento minero tienen mejores condiciones de vida que los de Nuñoa^[6].

Algunos estudios epidemiológicos, realizados en Estados Unidos^[7] y en el Perú^[8], en población adulta, han reportado que la obesidad está inversamente relacionada con la altitud, incluso vivir en ciudades de altitud ha sido inversamente asociado con el riesgo de desarrollar obesidad^[9].

El objetivo del estudio fue determinar la asociación de la altitud de residencia en la desnutrición crónica (DC) y la obesidad en los niños peruanos menores de cinco años de edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información del presente estudio proviene de un análisis secundario de los datos del Monitoreo Nacional de Indicadores Nutricionales (MONIN 2007-2010), ejecutado por el Centro Nacional de Alimentación (CENAN) del Instituto Nacional de Salud (INS). Las bases se encuentran disponibles en la Web institucional (<http://www.ins.gob.pe/insvirtual/biblioDig/dataLib.xml>)^[10].

A todos los niños se los pesó y talló siguiendo la metodología internacionalmente aceptada^[11]. A los menores de 24 meses se los pesó y talló en posición horizontal. El diagnóstico nutricional se hizo con el indicador talla/edad para DC y peso/talla para obesidad. El punto de corte utilizado para definir DC fue el menor de menos dos desvíos estándar y para la obesidad el mayor de más dos desvíos estándar de la población referencial de la Organización Mundial de la Salud (OMS)^[12].

El estudio consideró que el tiempo de residencia para que el niño sea incluido en la encuesta fueran dos semanas previas a la entrevista.

Se ha considerado pobres a los que presentaron una o más necesidades básicas insatisfechas y no pobres a los que las tenían satisfechas. Este enfoque usado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática desde 1994 considera cinco variables dicotómicas: a) excretas no van a red, letrina o pozo ciego; b) vivienda precaria (pared no ladrillo, cemento, adobe ni tapia y piso de tierra, arena, ripio) u otra pared que no sea sillar ni

ladrillo; c) hacinamiento (residentes/habitaciones, sin baño, cocina, pasadizos, ni garaje); d) alta dependencia económica (jefe de familia sin primaria completa y >3 dependientes por trabajador-residente en el hogar que no trabajan) y e) entre abril y diciembre hay algún niño de entre 6 y 12 años no asiste a la escuela^[13].

Para el corte del nivel de altitud se ha utilizado los 2 500 m de altitud, de acuerdo a las sugerencias dadas por una reunión de expertos sobre el uso de los patrones internacionales de crecimiento infantil en poblaciones altoandinas^[14].

Análisis estadístico

Se utilizaron muestras complejas y los resultados se presentan en promedio y en prevalencias con su respectivo intervalo de confianza al 95% (IC 95%). Para valorar la asociación de las variables categóricas se usó la prueba de chi-cuadrado con un nivel de confianza del 95%. La diferencia de promedios con la t-student. Para ambos casos el nivel de significancia fue el < 0,05. Los datos fueron analizados con el paquete estadístico de SPSS 18.

RESULTADOS

De los 3 835 niños pesados y tallados, solamente 3 747 tuvieron la información completa y de ellos 2 220 (59,2%) vivían en ciudades por debajo de los 2 500 m de altitud.

En la Tabla 1 se observa el promedio de los indicadores antropométricos (talla y peso) según edad en meses y niveles de pobreza de acuerdo a niveles de altitud. Los mejores promedios

Tabla 1. Promedio de talla y peso por grupos de edad y nivel de pobreza, según nivel de altitud.

Variable	< 2500 m de altitud	≥ 2500 m de altitud	Valor de p
	x (IC 95%)	x (IC 95%)	
Talla			
Edad			
≤ 24 meses	71,2 (70,7-71,8)	69,7 (68,9-70,5)	< 0,05
> 24 meses	94,2 (93,8-94,6)	92,1 (91,6-92,7)	< 0,05
Pobreza			
No pobres	86,9 (85,5-86,9)	83,9 (82,9-84,8)	< 0,05
Pobres	84,4 (83,6-85,2)	82,9 (81,8-84,1)	< 0,05
Peso			
Edad			
≤ 24 meses	8,8 (8,7-9,0)	8,4 (8,1-8,6)	< 0,05
> 24 meses	14,5 (14,4-14,7)	13,7 (13,5-13,9)	< 0,05
Pobreza			
No pobres	12,7 (12,4-12,9)	11,8 (11,5-12,1)	< 0,05
Pobres	11,9 (11,7-12,1)	11,4 (11,1-11,8)	< 0,05

x: media; IC 95%: intervalo de confianza al 95%

Tabla 2. Prevalencia de los problemas nutricionales en menores de 5 años, de acuerdo a niveles de altitud, según grupos de edad en meses y niveles de pobreza

Variable	Desnutrición crónica		Obesidad	
	< 2500 m de altitud	≥ 2500 m de altitud	< 2500 m de altitud	≥ 2500 m de altitud
	% (IC 95%)	% (IC 95%)	% (IC 95%)	% (IC 95%)
Edad				
≤ 24 meses	8,1 (6,2-10,6)	23,2 (18,9-28,1)	11,1 (8,7-14,1)	5,8 (3,6-9,3)
> 24 meses	13,3 (10,5-16,7)	32,5 (26,3-39,3)	6,2 (4,4-8,6)	1,5 (0,8-2,9)
Pobreza				
No pobres	20,5 (16,5-25,7)	35,8 (29,3-42,8)	7,5 (4,8-11,5)	4,5 (2,8-7,2)
Pobres	5,5 (4,2-7,1)	23,0 (18,4-28,3)	8,5 (7,0-10,3)	2,1 (1,2-3,6)
Total	12,7 (10,7-13,6)	27,4 (25,3-29,6)	7,9 (6,8-9,0)	3,4 (2,6-4,4)

%; prevalencia; IC 95%: intervalo de confianza al 95%.

de la talla y el peso se ocurren en los niños que vivían por debajo de los 2 500 m de altitud, en ambos grupos de edad y niveles de pobreza. Las diferencias, entre el promedio de los indicadores de acuerdo a los niveles de altitud fueron significativos ($p < 0,001$).

La Tabla 2 muestra la prevalencia de niños que presentan DC y obesidad, de acuerdo a niveles de altitud según grupos de edad y niveles de pobreza. En el primer nivel de altitud (<2500 m de altitud) se observa que la DC fue más prevalente en los mayores de 24 meses (13,3%) y en los pobres (20,5%), mientras que en la obesidad fue mayor en los menores de 24 meses (11,1%) y en los no pobres (8,5%). En el segundo nivel (≥2500 m de altitud) la DC predominó en los mayores de 24 meses (32,5%) y en los pobres (35,8%). En cuanto a la obesidad, fue mayor en los menores de 24 meses (5,8%) y en los pobres (4,5%). Cuando se compararon entre niveles, la DC tuvo una tendencia a presentar mayor frecuencia conforme se incrementa la altitud, caso contrario sucede con la obesidad.

La Tabla 3 muestra un análisis bivariado de la DC y obesidad de acuerdo a la altitud, edad y niveles de pobreza. En lo que se refiere a la DC el vivir en ciudades que se encuentran menos de 2 500 m de altitud, tener menos de 24 meses y ser considerado no pobre fue un factor protector; mientras que para la obesidad, el vivir en ciudades que se encuentran menos de 2 500 m de altitud significó tener casi tres veces más probabilidad de ser obeso (odds ratio [OR]: 2,67; IC 95%: 1,70-4,19) de la misma manera el tener menos de 24 meses representó dos veces más probabilidad de ser obeso (OR: 2,03; IC 95%: 1,35-3,06).

DISCUSIÓN

La percepción que se tiene en relación al efecto que pueda generar la altitud frente a los problemas nutricionales, ha cambiado ostensiblemente y ha transitado un camino donde era el factor desencadenante de estos problemas, en especial con

la desnutrición crónica, a ser un elemento más en la causalidad de los mismos.

En el Perú, el 27,3% de los niños menores de 5 años, viven en poblaciones que se encuentran ubicadas por encima de los 2 500 m de altura^[15], en ese sentido estos niños presentan promedios de talla y peso menores, tanto para los grupos de edad como con los niveles de pobreza, en relación a aquellos que viven a altitudes menores; situación similar ocurre en Argentina y los autores indican que sería reflejo de las condiciones socioambientales en las que viven^[16].

Anteriormente se postulaba que la altitud condicionaba el crecimiento deficiente de los niños^[5]; si fuera así, se estaría aceptando que el crecimiento infantil no sería multicausal y el factor socioambiental ocuparía un lugar preponderante. En ese sentido, Leonard demostró que en Nuñoa (4 000 m de altitud) los hijos de padres que tenían un ingreso económico permanente

Tabla 3. Análisis bivariado de los problemas nutricionales según niveles de altitud, edad y niveles de pobreza.

Variable	Desnutrición crónica	Obesidad
	OR (IC 95%)	OR (IC 95%)
Altitud		
< 2500 m	0,31 (0,23-0,44)	2,67 (1,7-4,19)
≥ 2500 m	1	1
Edad		
≤ 24 meses	0,61 (0,49-0,77)	2,03 (1,35-3,06)
> 24 meses	1	1
Pobreza		
No pobre	0,31 (0,23-0,41)	1,07 (0,69-1,64)
Pobre	1	1

OR: odds ratio; IC 95%: intervalo de confianza al 95%.

presentaban mejores promedios de talla y peso que aquellos que no ^[17]. Un estudio realizado en el Tibet, en dos ciudades ubicadas alrededor de los 4 000 m de altitud, mostró que los niños que habitaban en la ciudad con mejor nivel socioeconómico alcanzaban tallas mejores ^[18].

Stinson en 1982 observó que las tallas alcanzadas en niños en La Paz, Bolivia (alrededor de 3000 m de altitud), de un nivel socioeconómico alto fueron esencialmente las mismas que los niños de Guatemala del mismo estatus socioeconómico concluyendo que esto se debía más a factores socioambientales que a la altitud en sí ^[19].

Un estudio realizado con niños escolares del mismo nivel socioeconómico en una ciudad a nivel del mar y en Arequipa (2320 m de altitud), ambos en Perú, concluyó que las tallas eran similares y sugieren que el grado de estrés hipóxico crónico no afectaría al crecimiento ^[20]. Según el primer Censo Nacional de Talla en Escolares mostró que las niñas de 6 años alcanzaron una talla de 113,6 cm en Tacna (562 m de altitud) versus 106,0 cm en Huancavelica (3 660 m de altitud), lo mismo sucedía en los niños (114,8 cm vs 106,9 cm, respectivamente). Ambas ciudades representan las mejores y peores condiciones sociales en el país, respectivamente. En Huancavelica se observó diferencias de 4 a 5 cm entre niños que asisten a centros educativos particulares frente a estatales ^[21]. Todo esto respalda el argumento de que el rol del entorno social que rodea al niño presenta mayor responsabilidad que la altitud en sí.

No obstante, existen algunas experiencias que muestran una diferencia a favor de los que viven en zonas de altitud baja frente a aquellas de altitud alta ^[22]. Las mismas diferencias se han reportado en niños preescolares, aduciendo que es debido a que en las zonas bajas existen muchas infecciones tropicales como la leishmaniasis ^[23].

Es perfectamente compatible deducir que en los lugares donde la talla de los niños es baja la prevalencia de DC sea alta. En ese sentido la mayor prevalencia de DC se encuentra en los niños que viven por encima de los 2 500 m de altura (27,4 vs 12,1%), resultados que son similares a otros estudios. Dutta *et al*, en un estudio realizado en ciudades de Garhwal Himalayas (India) observó una mayor prevalencia de DC en estas localidades de mayor altitud, no encontrando asociación con ninguna de ellas ^[24]. Larrea y Freire, en ciudades andinas de tres países (Perú, Bolivia y Ecuador) encontraron prevalencias de DC más altas en las ciudades de mayor altitud en comparación de otras regiones ^[25]. Lo mismo reportó Mamani en Cochabamba, Bolivia ^[26]. En nuestro país, Sobrino *et al*. ^[27] y Beltrán y Seinfeld, obtuvieron los mismos resultados ^[28]. Dang *et al*. en niños tibetanos, demostraron la asociación entre la alta prevalencia de DC con el incremento de la altitud ^[29].

Si bien diera la impresión que la altitud cumple un rol protagónico en la DC, otros estudios no apoyaban este rol. Harris *et al*., pese a encontrar lo mismo, indicaban que los efectos de la altitud no serían un factor determinante en las fallas en el crecimiento, y

que la pobreza estaría considerada como un determinante básico para el estado nutricional de los niños ^[30]. De la misma manera Niemeyer *et al*. mencionan que la malnutrición entre los niños que viven en altas altitudes resulta de una deficiencia tanto de macro como micronutrientes ^[31].

Sin bien todo apuntaría que a mayor altitud habría una mayor DC, existen excepciones. Un estudio realizado en Arabia Saudita, reportó que era más frecuente la DC en aquellos lugares que se encontraban a los 500 m de altitud, comparadas con aquellas ubicadas alrededor de los 3000 m de altitud. La explicación que dan los autores es que las características de mayor temperatura y humedad, en los lugares bajos, los convertiría en lugares apropiados para la presencia de malaria y leishmaniasis ^[32]; situación que, en concordancia con esquema de Smith y Haddad, se condice con el argumento de que el estado nutricional está dado por determinantes básicos, subyacentes e inmediatos, y dentro de estos últimos, la ingesta de alimentos (con todos los factores que la condicionan) y la situación de salud del niño (infecciones) ^[33].

En el presente estudio se ha encontrado asociación de la altitud con la DC. Esto significa que vivir en ciudades por debajo de los 2 500 m de altitud representaría de alguna manera un efecto protector. En ese sentido Sobrino reportó tres veces mayor riesgo de tener DC en aquellos niños que vivían a mayor altitud que los otros ^[27]. Independientemente de otras condiciones ambientales, la altitud afectó negativamente la altura en aproximadamente -0,07 puntajes z por altitud de kilómetro sobre el nivel del mar ^[34]. En contraposición, Al-Hashem menciona que el vivir en ciudades da baja altitud es un factor de riesgo ^[32].

Al desagregar la información por niveles de pobreza las prevalencias más altas se dieron en los pobres en relación a los no pobres en ambos niveles de altitud, siendo más prevalente en la mayor altitud. En lo que respecta a la edad, las prevalencias más altas se observaron en los mayores de 24 meses y en los que viven por encima de los 2 500 m de altitud, para ambos grupos. Por otro lado, en nuestro estudio también la edad menor a 24 meses apareció como factor protector para la DC.

En lo que respecta a la obesidad, en el Perú existen estudios, realizados en población adulta, que han reportado una relación inversa entre la altitud y la presencia de obesidad ^[8-35]. Esta relación también se da en los niños, donde se observan que las mayores prevalencias se presentan en los que viven en ciudades de menor altitud. Sin embargo, un estudio en Arabia Saudita encontró mayor prevalencia de obesidad a mayor altitud, mencionando que los mecanismos implicados serían las diferencias que se dan el peso al nacimiento y en la actividad física ^[36].

La asociación que se da con la altitud es diferente a la que se presenta con la DC. En este caso el vivir por debajo de los 2500 m de altitud representó casi tres veces más probabilidad de ser obesos comparados con aquellos que viven en mayor altitud. De la misma manera el ser menor de 24 meses representó dos veces más probabilidad de ser obeso comparado con los mayores de 24 meses. En cuanto a la pobreza no existió asociación.

La razón de la relación inversa entre obesidad y altura no es suficientemente clara. Algunos sostienen que la hipoxia disminuye el hambre y por ende el ingreso de alimentos y como consecuencia pérdida de peso, lo que podría deberse a que la hipoxia determina una disminución en la concentración de grelina que es una hormona producida en el estómago y que actúa como un estimulante del apetito^[37]. Otros autores sostienen que no sólo existe una reducción de la ingesta de energía sino también un incremento en la pérdida de energía^[38].

La relación que se pueda encontrar entre la DC, la obesidad y la altitud lleva implícito reconocer que la altitud es una variable geográfica, y que en su interior encierra muchísimas determinantes socioeconómicas que por sí solas representan un mayor potencial para determinar una condición nutricional. La altitud es una variable no modificable y por ende su influencia estaría dada por las condiciones en que se presentan todos los factores que rodean e influyen en la situación nutricional.

En ese sentido, el crecimiento de los niños responde a una serie de elementos multifactoriales donde la altitud cumple un rol muy secundario. Bertí *et al.*, ya en el año 1998, mencionaba que el rol de la hipoxia crónica era secundario al rol de la nutrición y otros agentes ambientales reflejados en el status socioeconómico^[39]. Frongillo, en su estudio de 70 países, reportó que las tres cuartas partes de la DC fueron explicadas por factores sociales y económicos^[40]. En una reunión de expertos sobre el uso de los patrones internacionales para poblaciones altoandinas mencionaban que la hipoxia aportaba escasa influencia en el crecimiento, en comparación con el resto de los determinantes y que la altitud tendría un efecto marginal comparado con otras determinantes sociales que influyen de manera sinérgica en el retardo de crecimiento y desarrollo infantil^[41]. Recientemente Pomeroy reportó que las diferencias en sus patrones de crecimiento de niños que viven a diferentes altitudes probablemente refleje las diferencias ambientales y la exposición al estrés ambiental^[41].

La obesidad es considerada una consecuencia de la modernidad donde se han visto modificados los patrones dietarios y se ha incrementado la inactividad física. La actividad física fue inversamente asociada en niños con obesidad tanto en ciudades ubicadas a baja y alta altitud^[42]. La menor presencia de obesidad en los niños que viven en ciudades de mayor altitud se explicaría por cuanto los cambios dados por la modernidad no tienen la dinámica que se observa en ciudades de menor altitud.

Las limitaciones que se presenta son de alguna manera consecuencia de que el estudio proviene de datos secundarios que tiene un diseño que responde a objetivos más generales, entre ellas no se ha tomado en cuenta el tiempo de residencia de los niños, las migraciones internas, los patrones dietarios, el uso de una metodología común para identificar la pobreza, entre otros.

En conclusión, existe una asociación de altitud con la malnutrición, mientras la DC se ubica principalmente en las poblaciones de

mayor altitud; la obesidad se encuentra en las poblaciones de menor altitud.

Fuente de financiamiento: El autor declara no haber recibido ninguna financiación para la realización de este trabajo.

Declaración de conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses con la publicación de este artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministerio de Salud del Perú, Instituto de Nutrición. Evaluación del estado nutricional del poblador peruano (ENPPE 1975). Lima: Minsa; 1975.
2. Pajuelo J. Retardo del crecimiento en el Perú. Lima: Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2015.
3. Pajuelo J. El sobrepeso y la obesidad: un problema a enfrentar. Lima: Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2012.
4. Huynen M, Vallebreg L, Martens P, Benavides B. The epidemiological transition in Peru. *Pan Am J Public Health*. 2005;17(1):53-9.
5. Frisancho A, Baker P. Altitude and growth: a study of the patterns of physical growth of a high altitude Peruvian quechua population. *Am J Phys Anthropol*. 1970;32(2):279-92.
6. Pawson I, Huicho L. Persistence of growth stunting in a Peruvian high altitude community, 1964-1999. *Am J Hum Biol*. 2010;22(3):367-74.
7. Voss J, Masuoka P, Webber B, Scher A, Atkinson R. Association of elevation, urbanization and ambient temperature with obesity prevalence in the United States. *Int J Obes (Lond)*. 2013;37(10):1407-12.
8. Woolcot OO, Gutierrez C, Castillo OA, Elashoff RM, Stefanovski D, Bergman RN. Inverse association between altitude and obesity: a prevalence study among Andean and low-altitude adult individuals of Peru. *Obesity (Silver Spring)*. 2016;24(4):929-37.
9. Díaz-Gutiérrez J, Martínez-González MA, Pons Izquierdo J, González-Muniesa P, Martínez A, Bes-Rastrollo M. Living at high altitude and incidence of overweight/obesity: prospective analysis of the SUN cohort. *PLoS One*. 2016;11(11):e0164483.
10. Campos-Sánchez M, Ricaldi-Sueido R, Miranda-Cuadros M; Equipo MONIN. Diseño del Monitoreo Nacional de Indicadores Nutricionales (MONIN), Perú 2007-2010. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2011;28(2):210-21.
11. Lohman T, Roche A. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books; 1990.
12. World Health Organization (WHO). Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Technical Report Series No. 854. Geneva: WHO; 1995.
13. Perú, Instituto Nacional de Estadística e Informática. Mapa de necesidades básicas insatisfechas de los hogares a nivel distrital. Lima: INEI/UNFPA; 1994.
14. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Informe de la reunión de expertos sobre el uso de los patrones internacionales de crecimiento infantil en poblaciones alto-andinas. Washington, DC: OPS; 2012.
15. Ministerio de Salud del Perú. Boletines especiales de Estimaciones y Proyecciones de Población No. 17 al 20 INEI [Internet]. Lima: Minsa; 2016 [citado el 4 de enero de 2017]. Disponible en: <http://www.minsa.gob.pe/>

16. Román E, Bejarano F, Alfaro L, Abdo G, Dipierri J. Geographical altitude, size, mass and body surface area in children (1-4 years) in the Province of Jujuy (Argentina). *Ann Hum Biol.* 2015;42(5):431-8.
17. Leonard W. Nutritional determinants of high altitude growth in Nuñoa, Peru. *Am J Phys Anthropol.* 1989;80(3):341-52.
18. Argñani L, Cogo A, Gualdi-Russo E. Growth and nutritional status of Tibetan children at high altitude. *Coll Anthropol* 2008;32(3):807-12.
19. Stinson S. The effect of high altitude on the growth of children of high socioeconomic status in Bolivia. *Am J Phys Anthropol.* 1982;59(1):61-71.
20. Cossio-Bolaños M, Bustamante A, Caballero-Cartagena L, Gómez-Campos R, de Arruda M. Crecimiento físico de niños escolares a nivel del mar y altitud moderada. *An Fac Med.* 2012;73(3):183-9.
21. Pajuelo J, Lizarzaburo P, Orihuela P, Acevedo M. Aportes al estudio del crecimiento de los niños en el Perú. Lima: Sociedad Geográfica de Lima; 1999.
22. Katuli S, Natto Z, Beeson L, Cordero Z. Nutritional status of highland and lowland children in Ecuador. *J Trop Pediatr* 2013;59(1):3-9.
23. El-Habib Khalid M. The relationship of body weight to altitude in preschool children of Southwestern Saudi Arabia. *J Family Community Med.* 2007;14(2):71-6.
24. Dutta A, Pant K, Puthia R, Sah A. Prevalence of undernutrition among children in the Garhwal Himalayas. *Food Nutr Bull.* 2009;30(1):77-81.
25. Larrea C, Freire W. Social inequality and child malnutrition in four Andean countries. *Rev Panam Salud Publica.* 2002;11(5):356-64.
26. Mamani Y, Choque MC, Rojas G, Caero R. La desnutrición infantil y su relación con los pisos ecológicos en Vinto, Cochabamba, Bolivia. *Gac Med Bol.* 2012;35(1):16-21.
27. Sobrino M, Gutiérrez C, Cunha A, Dávila M, Alarcón J. Desnutrición infantil en menores de cinco años en Perú: tendencias y factores determinantes. *Rev Panam Salud Publica.* 2014;35(2):104-12.
28. Beltrán A, Seinfeld J. Desnutrición crónica infantil en el Perú: un problema persistente. Documento de Discusión. Lima: Universidad del Pacífico; 2014.
29. Dang S, Yan H, Yamamoto S. High altitude and early childhood growth retardation: new evidence from Tibet. *Eu J Clin Nutr.* 2008;62(3):342-8.
30. Harris N, Crawford P, Yangzom Y, Pinzo L, Gyaltzen P, Hudes M. Nutritional and health status of Tibetan children living at high altitudes. *N Engl J Med.* 2001;344(5):341-7.
31. Niemeyer S, Andrade Molinedo P, Huicho L. Child health and living at high altitude. *Arch Dis Child.* 2009;94:806-11.
32. Al-Hashem F. The prevalence of malnutrition among high and low altitude preschool children of southwestern Saudi Arabia. *Saudi Med J.* 2008;29(1):116-21.
33. Smith L, Haddad L. Explaining child malnutrition in developing countries: a cross country analysis. Washington, DC: International Food Policy Research Institute; 2000.
34. Little B, Malina R, Peña Reyes ME, Bali G. Altitude effects on growth of indigenous children in Oaxaca, Southern Mexico. *Am Phys Anthropol.* 2013;152(1):1-10.
35. Pajuelo J, Sánchez-Abanto J, Arbañil H. Las enfermedades crónicas no transmisibles en el Perú y su relación con la altitud. *Rev Soc Peru Med Interna.* 2010;23(2):45-52.
36. El-Habib Khalid M. Is high altitude environment a risk factor for childhood overweight and obesity in Saudi Arabia? *Wilderness Environ Med.* 2008;19(3):157-63.
37. Wasse L, Sunderland C, King J, Batterham R, Stensel D. Influence of rest exercise at a simulated altitude of 4000 m on appetite energy intake, and plasma concentrations of acylated ghrelin and peptide YY. *J Appl Physiol* 2012;112(4):552-9.
38. Kayser B, Verges S. Hypoxia, energy balance and obesity: from pathophysiological mechanism to new strategies. *Obes Rev.* 2013;14(7):579-92.
39. Berti P, Leonard W, Berti W. Stunting in an Andean Community: prevalence and etiology. *Am J Hum Biol.* 1998;10(2):229-40.
40. Frongillo J, de Onis M, Hanson K. Socioeconomic and demographic factors are associated with worldwide patterns of stunting and wasting of children. *J Nutr.* 1997;127(12):2302-9.
41. Pomeroy E, Stock J, Stanojevic S, Miranda J, Cole T, Wells J. Stunting, adiposity and the individual-level "dual burden" among urban lowland and rural highland Peruvian children. *Am J Hum Biol.* 2014;26(4):481-90.
42. Ahmed HS, Khalid ME, Osman OM, Ballr MA, Al-Hashem FH. The association between physical activity and overweight and obesity in a population of children at high and low altitudes in Southwestern Saudi Arabia. *J Family Community Med.* 2016;23(2):82-7.

Ahora puede enviar sus artículos para
Acta Médica Peruana
en nuestro *Open Journal System*:

www.amp.cmp.org.pe

