

## Crecimiento físico de niños escolares a nivel del mar y a altitud moderada

Physical growth of school children at both sea level and moderate altitude

Marco Antonio Cossio-Bolaños<sup>1,3</sup>, Alcibiades Bustamante<sup>2</sup>, Liz Caballero-Cartagena<sup>2</sup>,  
Rossana Gómez-Campos<sup>1</sup>, Miguel de Arruda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Educación Física, UNICAMP, SP, Brasil.

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Educación, Lima, Perú.

<sup>3</sup>Instituto del Deporte Universitario, IDUNSA, Arequipa, Perú.

### Resumen

**Introducción:** Las poblaciones que habitan en altitudes elevadas presentan un pequeño retardo en el crecimiento físico lineal. Esta diferencia es atribuida al fenómeno de la hipoxia, así como a factores socioeconómicos, nutricionales y medio-ambientales. **Objetivo:** Comparar el crecimiento físico de niños escolares peruanos de zonas urbanas del nivel del mar (150 msnm) y de altitud moderada (2 320 msnm). **Diseño:** Estudio descriptivo/comparativo, diseño ex post facto. **Institución:** Facultad de Educación Física, Universidad estadual de Campinas, SP, Brasil; y Universidad Nacional de Educación, Lima, Perú. **Participantes:** Escolares. **Intervenciones:** Se seleccionó un total de 1 153 escolares de 6 a 11 años, de ambos géneros, procedentes de dos regiones geográficas del Perú, siendo uno de nivel del mar (NM) (Lima Este; 150 msnm) y la otra de altitud moderada (AM) (Arequipa Sur; 2 320 msnm). La selección de los escolares del NM fue de forma no-probabilística intencional, totalizando una sub-muestra de 672 niños. Los escolares de altitud moderada, escogidos de manera probabilística estratificada, estuvieron representados por 792 niños, de un total de 5 627 escolares. Se evaluó la edad y las variables de crecimiento físico de masa corporal y estatura. Los resultados fueron analizados utilizando la media aritmética (X), desviación estándar (DE) y distribución percentilar. Para comparar los grupos, se usó la prueba de t student para muestras independientes ( $p < 0,001$ ), y las distribuciones de p5, p10, p25, p50, p75, p85, p90 y p95 fueron comparadas de acuerdo con la fracción 100 log (percentil de la referencia/percentil calculado). **Principales medidas de resultados:** Crecimiento de masa corporal y estatura. **Resultados:** Los niños de ambos géneros y de todas las edades del NM presentaron mayor masa corporal en relación a los niños de AM. Sin embargo, respecto a la estatura, no hubo diferencias significativas, presentando similar comportamiento de crecimiento desde los 6 hasta los 11 años. **Conclusiones:** Estos hallazgos sugieren que el grado de estrés hipóxico en la altitud moderada no afectaría el crecimiento en estatura de niños escolares de Arequipa (2 320 msnm). A su vez, los niños a nivel del mar presentaron tendencia al sobrepeso y obesidad.

**Palabra clave:** Desarrollo infantil, crecimiento, estatura, altitud.

### Abstract

**Background:** Populations living at high altitudes have a small delay in linear physical growth. These differences are attributed to hypoxia as well as to socioeconomic, nutritional and environmental factors. **Objectives:** To compare physical growth of school children in Peruvian urban areas at sea level (150 meters above sea level) and moderate altitude (2 320 m.a.s.l.). **Design:** Ex post facto design, descriptive comparative study. **Institution:** Faculty of Physical Education, State University of Campinas, SP, Brazil, and Universidad Nacional de Educación, Lima, Peru. **Participants:** School children. **Interventions:** A total of 1 153 boys and girls aged 6 to 11 years were selected from two Peruvian geographical regions, one at sea level (SL) (Lima-East; 150 m.a.s.l.) and the other at moderate altitude (MA) (urban Southern Arequipa; 2 320 m.a.s.l.). School children at SL were chosen in non-probabilistic intentional way, totaling a subsample of 672 children. Pupils at moderate altitude (MA) were selected by stratified probability, resulting in 792 children from a total of 5 627 school children. Decimal osmolality and body mass and height, variables of physical growth, were assessed. Results were analyzed using arithmetic mean (X), standard deviation (SD) and percentile distribution. 'T' student test was used to compare groups, and independent samples ( $p < 0.001$ ) and distributions (p5, p10, p25, p50, p75, p85, p90 and p95) were compared according to the fraction 100 log (percentile of the reference/percentile calculated). **Main outcome measures:** Body mass and height growth. **Results:** Children of both genders and all ages at sea level had higher body mass in relation to children at moderate altitude. However, height did not differ significantly, with similar growth behavior at ages 6 to 11. **Conclusions:** These findings suggest that moderate altitude hypoxic stress does not affect stature growth in Arequipa's (2 320 m.a.s.l.) school children. Children at sea level had a tendency to overweight and obesity.

**Key words:** Child development, growth, body height, altitude.

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento está considerado como uno de los indicadores básicos del estado de salud de una población, y su evaluación forma parte esencial de los exámenes periódicos de los programas de salud <sup>(1)</sup>. Su valoración puede ser realizada por medio de medidas antropométricas, puesto que permite evaluar el impacto de los factores ambientales y genéticos en la adaptación biológica de las poblaciones humanas, tanto del nivel del mar como de altitud <sup>(2)</sup>. En este sentido, Guimarey y col <sup>(3)</sup> consideran el crecimiento y desarrollo como un producto de la interacción continua y compleja de los genes entre sí y con diferentes condiciones mesológicas. De hecho, no debe visualizarse como un proceso rígido de acuerdo a un plan genético determinado, sino más bien como un fenómeno biológico que permitirá a los individuos y a las poblaciones acomodarse a una serie amplia de condiciones ambientales, confiriendo a estos una gran ventaja adaptativa no encontrada en otras especies, y debida precisamente a la plasticidad del fenotipo <sup>(4)</sup> humano.

De acuerdo a esa perspectiva, consideramos que desde hace mucho tiempo se ha realizado una serie de investigaciones en regiones geográficas de altitudes elevadas buscando verificar los efectos de la hipoxia, destacando algunos estudios que dicho fenómeno está asociado a un pequeño retardo en el crecimiento físico <sup>(5-7)</sup>, mientras que otros estudios sugieren que pueden existir factores semejantes, como el potencial genético, factores socioeconómicos y el estado nutricional <sup>(8,9)</sup>, los cuales influirían en el crecimiento físico de niños y adolescentes que habitan en regiones de altitud.

La mayoría de estos estudios fue realizada en altitudes elevadas, arriba de los 3 000 msnm, y básicamente en zonas rurales, lo que podría explicar en parte que los estudios comparativos del crecimiento entre dos o más poblaciones de altitud pueden ilustrar una variedad de respuestas de adaptación

humana a la hipoxia <sup>(10)</sup>. Sin embargo, poco se sabe sobre el comportamiento del crecimiento físico de niños y adolescentes escolares de zonas urbanas de nivel del mar y de moderada altitud, a pesar de existir algunas evidencias que a altitudes moderadas el efecto de la hipoxia no ejerce suficiente impacto sobre las variables de crecimiento físico <sup>(11)</sup>. Inclusive, las investigaciones se han centrado en las diferencias auxológicas que existen entre las poblaciones rural y urbana, porque en ella los factores genéticos permanecen constantes y el crecimiento diferencial de las dos poblaciones puede ser interpretado como una proyección del impacto ambiental sobre el crecimiento <sup>(12)</sup>. En consecuencia, el propósito del presente estudio fue comparar las variables de crecimiento físico de niños escolares de zonas urbanas de nivel del mar (150 msnm) y de moderada altitud (2 320 msnm) del Perú.

## MÉTODOS

La muestra estuvo constituida por 1 153 escolares de 6 a 11 años de ambos géneros. Los niños estudiados procedieron de dos regiones geográficas del Perú (zonas urbanas), siendo una de nivel del mar (150 msnm) y la otra de altitud moderada (2 320 msnm). Los escolares del nivel del mar (NM) fueron seleccionados de forma no-probabilística intencional, totalizando una sub-muestra de 672 niños de ambos sexos. Sin embargo, los escolares de altitud moderada (AM) fueron elegidos de manera probabilística estratificada, considerando básicamente la edad y el sexo, estudiando 792 niños de un total de 5 627 escolares. Los escolares del NM pertenecían a centros escolares de la zona urbana de Lima-Este, específicamente la zona Ate-Vitarte, siendo considerados como escolares de condición socioeconómica media <sup>(13)</sup>. Los escolares de AM de Arequipa-Sur comprendían los niños de centros escolares estatales ubicados en zonas urbanas de la provincia de Arequipa y pertenecían a la condición socioeconómica media. Para corroborar

dicha condición se aplicó un cuestionario validado por Cossio-Bolaños <sup>(14)</sup>, en el que se incluyó 7 preguntas que permitieron identificar a los escolares de condición socioeconómica media en una escala que va de 36 a 59 puntos, donde valores inferiores indican condición baja y valores superiores condición alta. Todas las variables antropométricas provinieron de un banco de datos recolectados inicialmente en Arequipa (Distrito de José Luis Bustamante y Rivero) y en el distrito de Ate Vitarte de Lima.

Para caracterizar la muestra estudiada desde el punto de vista socioeconómico y de forma general, consideramos como criterio referencial el tipo de centro educativo donde se realizaba el estudio, como lo sugieren Prista, Marques, Maia <sup>(15)</sup>. Estos autores resaltan que dicho criterio puede ser válido sobre todo para países en vías de desarrollo, aunque por lo general en el Perú los escolares que frecuentan las escuelas de zonas urbano-marginales son considerados de condición socioeconómica baja, por lo que estarían caracterizados dentro de la categoría D, y los escolares que viven en zonas rurales de altitud son de clase muy baja y estarían dentro de la categoría E.

Los escolares estudiados se encontraban matriculados en escuelas públicas y privadas del sistema educativo peruano (nivel primario) y fueron considerados en la investigación los niños oriundos de NM y de AM. Se excluyó los escolares que habían nacido en otras regiones geográficas diferentes de las dos estudiadas.

Todos los padres y apoderados de los niños estudiados firmaron la ficha de consentimiento libre, que autorizaba la realización de las mediciones antropométricas, en concordancia con las pautas y sugerencias realizadas por el Comité de ética en investigación del Departamento Médico del Instituto del Deporte Universitario, IDUNSA, para los niños de AM de Arequipa, y del Comité de Ética de la Universidad Nacional de Educación, en Lima.

La investigación fue de tipo descriptivo/comparativo, siendo el diseño *ex post facto*, puesto que se buscaba caracterizar inicialmente ambas muestras y luego comparar el efecto de la altitud sobre el crecimiento físico de niños escolares de altitud moderada con relación a niños del nivel del mar.

La edad decimal fue evaluada registrando la fecha de nacimiento (día, mes y año) y la fecha de evaluación antropométrica (día, mes y año). Luego, por medio de una tabla de registros decimales en función de los meses, se determinó la edad decimal de los niños de ambas regiones geográficas.

Para la evaluación de las variables antropométricas, se adoptó protocolos estandarizados a nivel internacional, siguiendo las normas y sugerencias realizadas por el *International working group of kineanthropometry*, descritas por Ross y Marfell-Jones<sup>(16)</sup>. A continuación, se describe cada una de las variables utilizadas para el estudio:

- Masa corporal (kg): fue evaluada descalzo y con la menor cantidad de ropa posible, utilizando una balanza digital con una precisión de 200 g,

de marca Tanita, con una escala de 0 a 150 kg, siendo calibrada todos los días con pesos conocidos que el instrumento trae consigo.

- Estatura (m): fue evaluada descalzo, ubicado en el plano de Frankfurt, utilizando un estadiómetro de aluminio graduado en milímetros, de marca Seca, presentando una escala de 0 a 2,50 m, con una precisión de 0,1cm, respectivamente.

Con el objetivo de garantizar y dar una mayor calidad a las medidas antropométricas, se hizo una doble medición a cada 10 sujetos. Todas las evaluaciones fueron realizadas por dos evaluadores altamente entrenados, siendo uno para los niños del NM y el segundo para los niños de AM. El error técnico de la medida intra e inter-evaluador osciló entre 2 y 3% en ambos casos y el coeficiente de reproductibilidad fue  $>0,85$ . De esta forma, se garantizó la fiabilidad de las medidas realizadas en los dos grupos de escolares estudiados.

Para analizar los datos, se utilizó la estadística descriptiva de media aritmética (X) y desviación estándar (DE). Para comparar las variables antropométricas

entre géneros, se usó la prueba de t Student para muestras independientes y la prueba de especificidad de Tukey ( $P<0,005$ ). Para cada segmento de edad y género se elaboró percentiles de masa corporal y estatura para ambas sub-muestras. Las distribuciones de p5, p10, p25, p50, p75, p85, p90 y p95 fueron comparadas de acuerdo con la fracción 100 log (percentil de la referencia/percentil calculado). La distribución normal de los datos fue verificada por la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Todos los datos fueron procesados mediante el programa estadístico Sigma-Stat 8,0, cuyos procedimientos estadísticos se encuentran descritos en el manual de Fox y col<sup>(17)</sup>.

## RESULTADOS

La tabla 1 muestra los valores medios y desviación estándar de las variables de masa corporal y estatura de los escolares de NM y de AM. Ambas variables antropométricas se incrementaron con el transcurso de la edad, mostrando un patrón de crecimiento similar en ambos grupos de escolares. No se verificó diferencias significativas ( $p<0,005$ ) res-

Tabla 1. Valores medios y desviaciones estándar (DE) de medidas antropométricas por edad y género de niños del nivel del mar y de moderada altitud.

Edad (años)	Nivel del mar			Altitud moderada		
	N	Peso	Estatura	N	Peso	Estatura
Niños						
6,00 - 6,99	31	25,00±4,80	1,16±0,04	56	21,88±2,38 <sup>a</sup>	1,14±0,05
7,00 - 7,99	50	27,80±5,56	1,20±0,05	67	22,91±3,92 <sup>a</sup>	1,18±0,05
8,00 - 8,99	55	31,90±6,93	1,26±0,05	68	25,85±3,55 <sup>a</sup>	1,25±0,05
9,00 - 9,99	65	34,90±7,74	1,30±0,06	73	29,38±3,80 <sup>a</sup>	1,27±0,04
10,00 - 10,99	75	38,60±6,84	1,36±0,49	59	33,25±4,05 <sup>a</sup>	1,36±0,07
11,00 - 11,99	85	43,20±8,00	1,44±0,06	71	37,01±4,82 <sup>a</sup>	1,43±0,06
Niñas						
6,00 - 6,99	37	24,90±5,80	1,17±0,05	80	22,48±2,62 <sup>a</sup>	1,19±0,05
7,00 - 7,99	52	26,90±5,90	1,23±0,05	61	24,62±3,45 <sup>a</sup>	1,23±0,04
8,00 - 8,99	50	28,40±4,42	1,26±0,05	63	26,57±3,04 <sup>a</sup>	1,26±0,06
9,00 - 9,99	52	33,70±6,70	1,33±0,06	58	30,38±4,62 <sup>a</sup>	1,32±0,06
10,00 - 10,99	55	38,60±9,40	1,39±0,07	60	35,64±5,47 <sup>a</sup>	1,40±0,06
11,00 - 11,99	65	42,50±8,23	1,46±0,06	76	38,91±5,98 <sup>a</sup>	1,44±0,05

a: diferencia significativa con relación al nivel del mar.

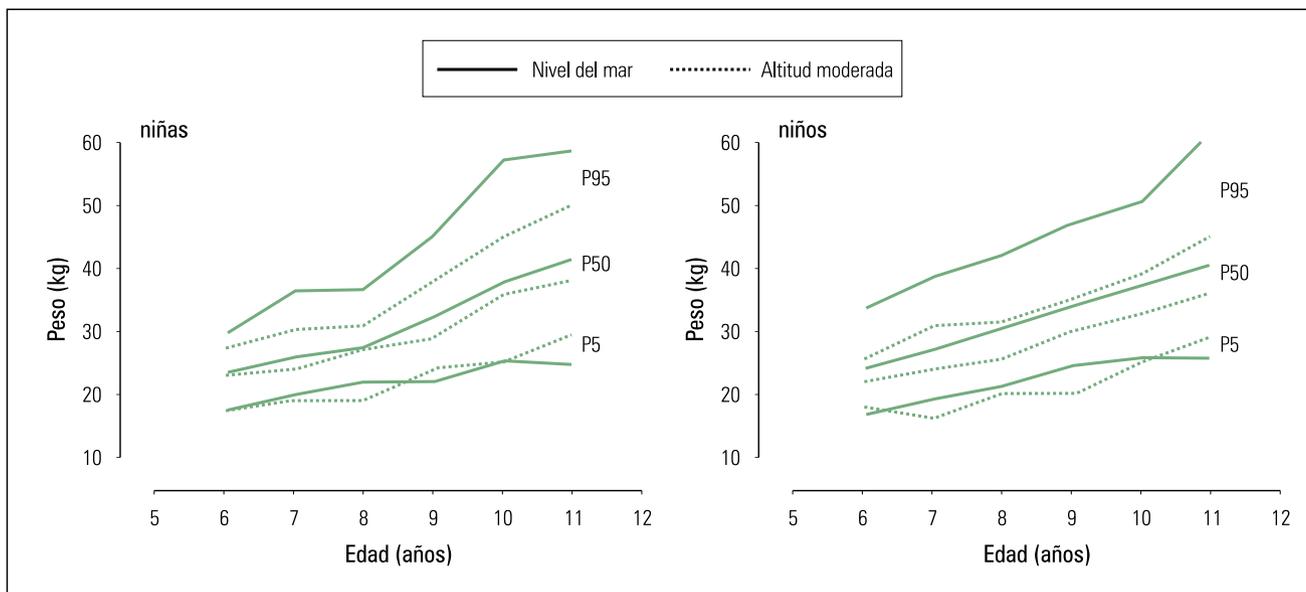


Figura 1. Curvas de crecimiento de la masa corporal de escolares de nivel del mar y de altitud moderada.

pecto a la estatura en ambos géneros y en todos los grupos de edad, a pesar de que los escolares del NM mostraron ligera superioridad respecto a los de AM. Sin embargo, en relación a la masa corporal, hubo diferencias significativas ( $p < 0,005$ ) en ambos géneros, desde los 6 hasta los 11 años. Por tanto, estos resultados sugieren que los niños del NM pesaron más y presentaron pa-

trón de crecimiento similar en cuanto al tamaño corporal en todos los grupos de edad.

Las figuras 1 y 2 muestran la evolución del crecimiento físico de las variables de masa corporal y estatura en ambos géneros. Los valores se encuentran descritos a través de percentiles (p5, p50 y p95), en función de la edad. Esta

distribución permite observar con claridad la mayor masa corporal de los escolares a NM y el comportamiento similar respecto al crecimiento de la estatura en comparación con los niños de AM.

Las comparaciones del peso y la estatura entre niños de NM y AM fueron realizadas por medio de la distribución percentilar. Se observa los valores de

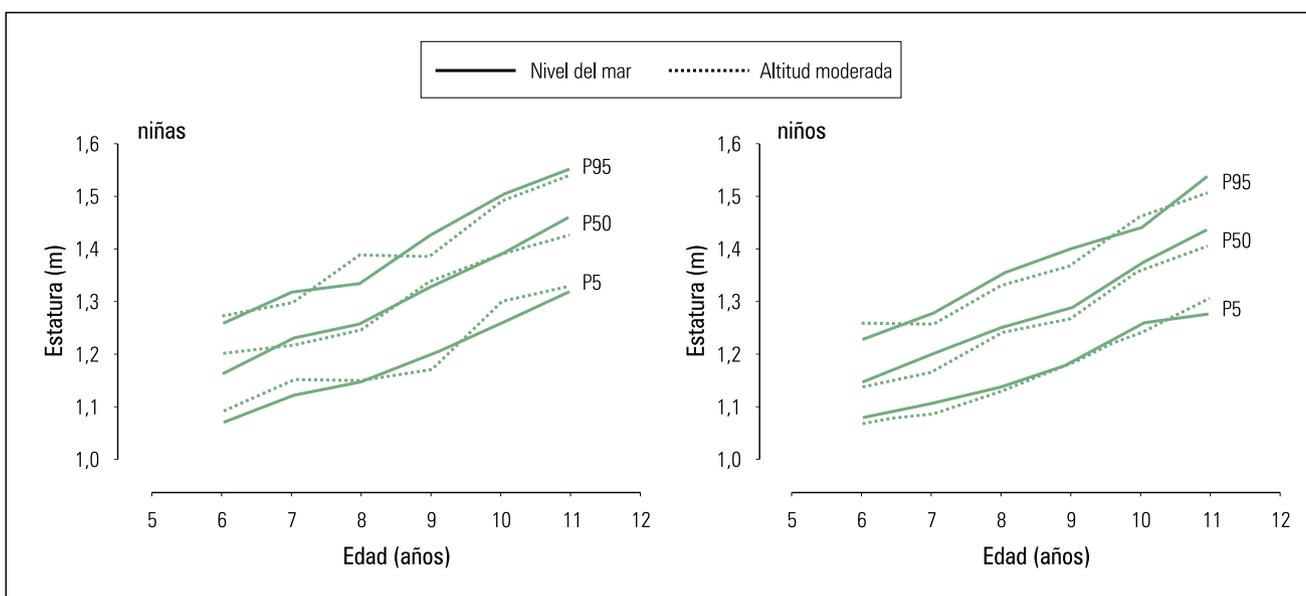


Figura 2. Curvas de crecimiento de la estatura de escolares de nivel del mar y de altitud moderada.

Tabla 2. Diferencias de la distribución percentilar de la masa corporal entre escolares del nivel del mar y de altitud moderada.

	P5°	P10°	P25°	P50°	P75°	P85°	P90°	P95°
Niñas								
6 - 6,9	-1,30	-0,46	0,81	0,63	3,70	6,53	5,33	4,40
7 - 7,9	1,87	1,10	2,75	3,12	3,64	7,26	7,84	8,38
8 - 8,9	5,96	-0,63	-0,80	0,54	3,33	6,30	8,85	7,63
9 - 9,9	-2,95	1,06	5,06	4,66	3,12	8,04	7,52	7,07
10 - 10,9	0,60	-1,90	0,61	1,70	0,29	7,10	8,13	10,76
11 - 11,9	-3,07	5,61	1,98	3,76	3,71	7,29	5,74	6,72
Niños								
6 - 6,9	-3,77	1,87	4,31	3,85	9,37	8,26	9,95	12,26
7 - 7,9	7,73	7,11	8,48	4,69	7,28	10,83	14,03	9,13
8 - 8,9	2,38	5,96	4,69	7,90	10,96	12,32	11,33	12,50
9 - 9,9	8,66	3,34	2,33	5,42	11,22	10,82	11,19	13,03
10 - 10,9	1,40	5,42	4,50	5,71	6,60	10,42	11,12	11,70
11 - 11,9	-4,94	2,23	2,56	5,47	7,90	10,24	10,34	13,50

Diferencias entre percentiles: 100 Log (percentil NM/AM).

ambas regiones geográficas en las tablas 2 y 3. Los resultados mostraron discrepancia para el caso del peso corporal, puesto que los niños del NM en ambos géneros tuvieron valores mayores en relación a los niños de AM; sobretodo, esa tendencia fue mayor en los niños de género masculino. Los valores oscilaron para las niñas desde -3,0 a 10,76 kg y para los niños desde -4,9 a 13,50 kg. Sin embargo, en el caso de la estatura, los resultados mostraron valores similares en ambos grupos, oscilando para las niñas entre -1,6 y 1,3 cm, y en los niños entre -1,2 y 1,4 cm., respectivamente. En consecuencia, los niños de ambos géneros del NM pesaron más, y principalmente los niños de género masculino mostraron mayor tendencia a pesar más en relación a los niños de AM. A su vez, ambos grupos presentaron valores similares de estatura en todas las edades y en ambos géneros.

## DISCUSIÓN

La influencia de los factores ambientales, como por ejemplo el estado nutricional, la altitud, clima, nivel socioeconómico y actividad física, sobre el crecimiento y desarrollo corporal es

un hecho estudiado en numerosas poblaciones<sup>(18)</sup>. Por lo que varios estudios utilizan como norma las curvas referenciales propuestas para el nivel del mar<sup>(19-21)</sup> (NCHS, WHO) para estudiar el impacto de la altitud sobre el crecimiento físico. Sin embargo, en este estudio utilizamos una muestra de niños escolares de zonas urbanas que vivían a altitud baja (150 msnm), considerada como referencia no afectada por la altitud, para compararla con los niños escolares de altitud moderada (2 320 msnm), en relación a las variables de crecimiento físico de masa corporal y estatura, respectivamente.

Los resultados evidencian que los niños de ambos géneros que viven en el NM muestran mayor masa corporal que los niños de altitud moderada. A su vez, en relación a la estatura, no se observó diferencias significativas en ambos géneros y series de edad. Por lo que, las variables de masa corporal y estatura del presente estudio mostraron un crecimiento lineal con el transcurso de la edad, al igual que algunos estudios realizados en el Perú<sup>(22,23)</sup> y otras regiones del mundo<sup>(24-26)</sup>.

Los niños del NM mostraron mayor masa corporal en todas las edades y en

ambos géneros que su similar de AM. Estas evidencias permiten destacar que los escolares del NM muestran una tendencia al sobrepeso y obesidad, por lo que estudios anteriores efectuados en países desarrollados muestran curvas de crecimiento inferiores a este grupo y superiores a los niños de AM<sup>(1,27)</sup>, así como otros estudios han informado que los niños de altitud tienden a ser más delgados que los del nivel del mar<sup>(28,29)</sup>. Esto demuestra que los niños del NM evidencian una clara sobrealimentación en relación a los niños de AM, puesto que los valores medios de los niños de NM se encontraron por encima del p85 de la referencia de la WHO<sup>(30)</sup> y los valores medios de los escolares de AM mostraron valores relativamente similares con la referencia (p50). Es probable que los escolares del NM tuvieran hábitos de alimentación distintos a los escolares de Arequipa, lo que explicaría en parte tales diferencias entre los escolares de ambas regiones geográficas, como lo describen algunos estudios<sup>(31,32)</sup>. Además, otros factores como las alteraciones en el estilo de vida y el sedentarismo<sup>(33)</sup> podrían afectar el aumento excesivo de la masa corporal de poblaciones en crecimiento. Sin embargo, en este es-

Tabla 3. Diferencias de la distribución percentilar de la estatura entre escolares del nivel del mar y de altitud moderada.

	P5°	P10°	P25°	P50°	P75°	P85°	P90°	P95°
Niñas								
6 - 6,9	-0,84	-0,48	-0,37	-1,47	-0,71	0,91	-0,26	-0,36
7 - 7,9	-1,02	-0,40	0,01	0,35	-0,37	0,21	0,56	0,77
8 - 8,9	-0,08	-0,16	0,35	0,39	-0,23	0,44	-0,03	-1,50
9 - 9,9	1,23	1,00	0,77	-0,48	0,11	0,84	0,82	1,22
10 - 10,9	-1,44	-0,83	-1,60	0,00	-0,78	-0,31	-0,05	0,15
11 - 11,9	-0,27	-0,51	0,90	0,96	0,20	1,31	1,04	0,14
Niños								
6 - 6,9	0,53	0,99	1,13	0,37	1,28	0,54	-0,35	-1,06
7 - 7,9	0,67	0,95	0,92	1,10	1,21	0,66	1,21	0,81
8 - 8,9	0,32	-0,30	0,07	0,41	0,89	0,75	0,62	0,81
9 - 9,9	-0,39	-0,35	0,34	0,56	1,10	1,28	1,41	0,94
10 - 10,9	0,54	0,99	0,03	0,31	-0,38	-0,39	-0,69	-0,33
11 - 11,9	-1,273	0,317	-0,17	0,91	0,44	0,68	0,42	0,91

Diferencias entre percentiles: 100 Log (percentil NM/AM).

tudio no se controló tales variables, lo que de modo general hubiera permitido discutir mejor nuestros resultados. Inclusive, el fraccionamiento de la masa corporal total en componentes hubiera permitido distinguir si el exceso de peso fue por la masa grasa, masa muscular o masa ósea. Este fraccionamiento no fue posible, ya que no se evaluó las variables antropométricas, como las circunferencias corporales y diámetros óseos. Sugerimos su valoración para futuros estudios y controlar de mejor forma las variables intervinientes, ya que a menudo producen sesgo en los resultados.

Respecto a la estatura, los resultados mostraron valores medios similares en ambos grupos y géneros. Esto demuestra que tanto los niños de altitud moderada y nivel del mar presentaron similar comportamiento en relación al tamaño corporal. Este hecho también fue observado por Crespo y col<sup>(22)</sup> al estudiar niños y adolescentes de diversas altitudes en el Perú. Sin embargo, Baker<sup>(34)</sup>, al estudiar niños de altitud moderada en el Perú (1 900 a 3 656 msnm), y Miklashevskaja y col<sup>(35)</sup>, en niños de Tien Shen, verificaron un ligero atraso del crecimiento en comparación con sus contrapartes del nivel del mar. Tal vez este hecho se deba al tipo y característi-

cas de las muestras utilizadas en dichos estudios (zonas rurales y de condición socioeconómica baja), lo que de alguna forma explicaría nuestros hallazgos. Sin embargo, cuando comparamos con la referencia de la OMS<sup>(30)</sup>, los valores medios de ambos grupos se encuentran ligeramente por debajo del p50.

En líneas generales, estas evidencias hacen suponer que los niños peruanos que viven en zonas urbanas presentan patrones de crecimiento de estatura similares, independientemente de la altitud, aunque algunos estudios documentan que, a altitudes elevadas, el efecto de la hipoxia tiene papel decisivo sobre el crecimiento físico de niños y adolescentes<sup>(36)</sup>; y la altura geográfica no solo afecta a los tejidos blandos, sino también al crecimiento prenatal del esqueleto<sup>(37)</sup>. Por ello, no se descarta la posibilidad de que en edades más avanzadas se pueda observar diferencias. Inclusive, a mayores niveles de altitud probablemente la hipoxia pueda ejercer efectos sobre el crecimiento físico de niños de condición socioeconómica media. Desde esa perspectiva, cabe resaltar que nuestros resultados muestran información útil para seguir estudiando el crecimiento físico y estado nutricional de los niños escolares de zonas ur-

banas de nivel del mar y altitud moderada del Perú.

Como limitaciones, señalamos que la selección de la muestra intencional en el grupo de los niños del nivel del mar (150 msnm) podría originar sesgo en nuestros resultados, así como la no aplicación de un cuestionario socioeconómico a esta muestra podría traer consigo la imposibilidad de generalizar los resultados a otras regiones geográficas con similares características. A su vez, la falta de información sobre el tipo de alimentación y el nivel de actividad física no permitieron caracterizar de mejor forma a ambos grupos, por lo que los resultados obtenidos en el presente estudio deben ser analizados con precaución.

Con los resultados obtenidos, podemos concluir que los niños escolares de zonas urbanas de nivel del mar (150 msnm) y de altitud moderada (2 320 msnm) presentaron patrón de crecimiento similar en función de la edad. Los niños de ambos géneros del nivel del mar mostraron mayor masa corporal que los niños de altitud moderada; los varones tendieron a ser más pesados. Sin embargo, en relación a la estatura, ambos grupos fueron relativamente si-

milares en sus valores. Estos hallazgos sugieren que el grado de estrés hipóxico de la altitud moderada no afectaría el crecimiento de la estatura de niños escolares de Arequipa (2 320 msnm). Los niños del nivel del mar presentaron tendencia al sobrepeso y obesidad, por lo que es necesario promover de forma urgente la práctica de la actividad física sistemática en este tipo población escolar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Durá Trave T, Garralda Torres I, Hualde Olascoaga J; Grupo Colaborador de Navarra. Estudio longitudinal del crecimiento de Navarra (1933 a 2007). *An Pediatr (Barc)*. 2009;70(6):526-33.
- Cossio-Bolaños MA, Arruda M, Núñez Álvarez V, Llancho Alonso JL. Efectos de la altitud sobre el crecimiento físico en niños y adolescentes. *Rev Andal Med Deporte*. 2011;4(2):71-6.
- Guimarey LM, Camese FR, Puciarelli HM. La influencia ambiental en el crecimiento humano. *Ciencia Hoy*. 1995;5(30):41-7.
- Bogin B. Play and human childhood. Their evolution and risk in the modern world. *Cuartas Jornadas Nacionales de Antropología Biológica*. San Salvador de Jujuy, Argentina, 1999.
- Leonard WR. Nutritional determinants of high altitude growth in Nuñoa, Peru. *Am J Physic Anthropol*. 1989;80:341-52.
- Stinson S. The effect of high altitude on the growth of children of high socioeconomic status in Bolivia. *Am J Physic Anthropol*. 1982;59:61-71.
- Pawson I, Huicho L, Muro M, Pacheco A. Growth of children in two economically diverse Peruvian high-altitude communities. *Am J Physic Anthropol*. 2001;113:323-40.
- Hoff C. Altitudinal variations in the physical growth and development of Peruvian Quechua. *Homo*. 1974;24:87-99.
- Malina RM. Growth of children at different altitudes in Central and South America. *Am J Physic Anthropol*. 1974;40:144-53.
- Pawson IG. Growth and development in high altitude populations: a review of Ethiopian, Peruvian, and Nepalese Studies. *Proc R Soc Lond B Biol Sci*. 1976;194(1114):83-98.
- Clegg EJ, Pawson IG, Ashton EH, Flynn RM. The growth of children at different altitudes in Ethiopia. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 1972;264(864):403-37.
- Thibault HW, La Palme L, Tanguay R, Demirjian A. Anthropometric differences between rural and urban French-Canadian schoolchildren. *Hum Biol*. 1985;57(1):113-29.
- Asociación Peruana de Empresa de Investigación de Mercado (APEIM). Nivel socioeconómico 2007-2008, Lima, 2008. Disponible en: <http://pt.scribd.com/doc/12594577/PERU-NIVELES-SOCIOECONOMICOS-20072008>.
- Cossio-Bolaños MA. Crescimento físico e desempenho motor em crianças de 6-12 anos de condição socioeconômica média da área urbana de Arequipa (Perú). Dissertação de mestrado. Unicamp/FEF. Campinas, 2004.
- Prista A, Marques A, Maia J. Relationship between physical activity, socioeconomic status, and physical fitness of 8-15-year-old youth from Mozambique. *Am J Human Biol*. 1997;9(4):449-57.
- Ross WD, Marfell-Jones MJ. *Kinanthropometry*. En: MacDougall JD, Wenger HA, Geen HJ (Eds). *Physiological testing of elite athlete*. London: Human Kinetics, 1991:223-308.
- Fox E, Shotton K, Ulrich C. *Sigma-Stat User's Manual* (cd). San Rafael, CA, USA: Jandel Scientific Co, 1995.
- Eveleth PB, Tanner JM. *Worldwide variation in human growth*. Great Britain: LPB, Cambridge University Press, 1976.
- Frisancho AR. Human growth and development among high altitude populations. En: Baker PT, editor. *The Biology of High Altitude Peoples*. International Biological; 1978.
- Greksa LP, Spielvogel H, Paredes-Fernández L, Paz-Zamora M, Caceres E. The physical growth of urban children at high altitude. *Am J Phys Anthropol*. 1984;65:3315-22.
- Dang S, Yani H, Yamamoto S, Wang X, Zeng I. Poor nutritional status of younger Tibetan children living at high altitudes. *Europ J Clin Nutr*. 2004;58:938-46.
- Crespo I, Valera J, Gonzales G, Guerra-García R. Crecimiento y desarrollo de niños y adolescentes a diversas alturas sobre el nivel del mar. *Acta Andina*. 1995;4(1):53-64.
- Cossio-Bolaños MA, Arruda M, Gómez R. Crecimiento físico en niños de 6 a 12 años de media altura de Arequipa - Perú (2.320 msnm). *Rev Inter Ciencias Deporte*. 2009;14:32-44.
- Malina RM, Bouchard C. *Growth maturation and physical activity*. Champaign, Human Kinetics, 1991.
- Petroski EL, Silva RJ, Pelegrini A. Crescimento físico e estado nutricional de crianças e adolescentes da região de Cotiguiaba, Sergipe. *Ver Paul Pediatr*. 2008;26(3):206-11.
- Nhantumbo L, Maia J, Saranga S, Fermino R, Prista A. Efeitos da idade, do sexo e da área geográfica no crescimento somático e aptidão física nas crianças e jovens rurais de Calanga, Moçambique. *Rev bras Educ Fis Esp São Paulo*. 2007;21(4):271-89.
- Lopes de Lara D, Santiago Paniagua P, Tapia Ruiz M, Rodríguez Mesa MD, Gracia Bouthelie R, Carrascosa Lezcano A. Valoración del peso, la talla y el IMC en niños, adolescentes y adultos jóvenes de la comunidad Autónoma de Madrid. *An Pediatr (Barc)*. 2010;73(6):305-19.
- Hoff C. Altitudinal variations in the physical growth and development of Peruvian Quechua. *Homo*. 1974;24:87-99.
- Beall C, Baker PT, Baker TS, Haas JD. The effects of high altitude on adolescent growth in southern Peruvian Amerindians. *Human Biology*. 1977;49:109-24.
- World Health Organization. Multicentre Growth Reference Study Group. Assessment of differences in linear growth among populations in the WHO Multicentre Growth Reference Study. *Acta Paediatr Suppl*; 2006;450:56-65.
- Ronque ER, Cyrino E, Dórea V, Serassuelo JH, Galdi EH, Arruda M. Prevalence of overweight and obesity in schoolchildren of high socioeconomic level in Londrina, Paraná, Brazil. *Rev Nutr*. 2005;18(6):709-17.
- Bustamante A, Seabra A, Garganta R, Maia J. Efectos de la actividad física y el nivel socioeconómico en el sobrepeso y obesidad de escolares, Lima Este, 2005. *Rev Perú Med Exp Salud Publica*. 2007;24(2):121-8.
- Malina RM, Little RB. Physical activity: the present in the context of the past. *Am J Hum Biol*. 2008;20:373-91.
- Baker PT. Human adaptation to high altitude. *Science*, N.Y. 1969;163:1149-56.
- Miklashevskaja NN, Solovyeva VS, Godina EZ. Growth and development in high altitude regions of Southern Kirghizia, U.S.S.R. *Field Research Projects*. Coconut Grove, Miami, Florida, 1973.
- Hass JD, Baker PT, Hunt EE. The effects of high altitude on body size and composition of the newborn infant in southern Peru. *Am J Phys Anthropol*. 1982;59:251-62.
- Haas JD, Moreno Black G, Frongillo EA, Pabón J, Pareja G, Ybarregaray A, Hurtado L. Altitude and infant growth in Bolivia: A longitudinal study. *Am J Phys Anthropol*. 1982;59(3):251-62.

Artículo recibido el 23 de setiembre de 2011 y aceptado para publicación el 15 de diciembre de 2011.

Institución en que se realizó el trabajo:  
Facultad de Educación Física de la Universidad Estadual de Campinas, SP, Brasil.

Conflicto de intereses:  
No existe ningún conflicto entre los autores.

Correspondencia:  
Dr. Marco Antonio Cossio Bolaños  
Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas

Av. Erico Verissimo 701, Cidade Universitária - 13083-851

Caixa Postal 6134. Campinas, São Paulo, Brasil.

Correo electrónico: [mcossio1972@hotmail.com](mailto:mcossio1972@hotmail.com)