

Proporciones corporales en niños y adolescentes de zonas de moderada altitud del Perú: Propuesta de percentiles por edad y sexo

COSSIO-BOLAÑOS M.A.¹, CASTELLI CORREIA DE CAMPOS L.F.², LUARTE-ROCHA C.³, SULLA-TORRES J.⁴, COSSIO-BOLAÑOS W.⁵, URRÁ-ALBORNOZ, C.⁶ Y GÓMEZ-CAMPOS R.¹

¹Universidad Católica del Maule, Talca, Chile

²Universidad del Bio Bio, Chillán, Chile

³Universidad San Sebastián, Concepción, Chile

⁴Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú

⁵Universidad Privada San Juan Bautista, Lima, Perú

⁶Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Talca, Chile

Corresponding Author: rossaunicamp@gmail.com

RESUMEN

El objetivo principal fue comparar las proporciones corporales de niños y adolescentes de moderada altitud con estudios internacionales y proponer tablas de referencia. Se efectuó un estudio transversal en escolares que viven en moderada altitud en Perú. Se estudiaron 3915 escolares de ambos sexos con edades entre 6.0 y 17.9 años. Se evaluó el peso, la estatura y la estatura sentada. Se calcularon dos indicadores de proporción corporal: estatura sentada/longitud de la pierna y estatura sentada/estatura. Se realizaron comparaciones con otros estudios poblacionales. En esta muestra, la estatura sentada era similar a la de otras poblaciones (China y Argentina), mientras que la longitud de la pierna en la infancia fue menor que en Holanda, Argentina, Austria y China. En las niñas, la estatura sentada era inferior a las de Holanda, Argentina y China en todos los rangos de edad, mientras que la longitud de la pierna presentó valores similares a las niñas de Argentina y China. Las proporciones corporales en la infancia, aunque similares a las de otras poblaciones, mostraron una gran variación en la adolescencia. Las correlaciones entre estatura-estatura sentada ($r=0.14 - 0.81$) y entre estatura-longitud de la pierna ($r=0.67 - 0.88$) fueron positivas y estadísticamente significativas. En conclusión, la forma y las proporciones corporales en ambos sexos evidencian variaciones de mínimas acentuadas respecto a otras poblaciones. Durante la adolescencia, los valores de las variables estudiadas se aproximan a los de China y Argentina. Los escolares estudiados se caracterizan por presentar un tronco pequeño y piernas relativamente largas. Los percentiles de referencia propuestos ofrecen una herramienta útil para el diagnóstico clínico del crecimiento en esta población.

Keywords:

Body proportions
Children
Adolescents
Moderate altitude
Percentiles

Recibido: 03-12-2019

Aceptado: 13-03-2020

ABSTRACT

The main objective was to compare body proportions of children and adolescents of moderate altitude with international studies and to propose reference tables. A cross-sectional study was conducted in school children living at moderate altitude in Peru. 3915 school children of both sexes between the ages of 6.0 and 17.9 years were studied. Weight, height and sitting height were evaluated. Two body proportions were calculated: ratio sitting height/leg length and ratio sitting height/height. Comparisons were made with other population studies. In the sample, sitting height

Palabras claves:

Proporciones corporales
Niños
Adolescentes
Moderada altitud
Percentiles

is similar to other populations (China and Argentina), while leg length varied dramatically during childhood (Holland, Argentina, Austria and China). In girls, sitting height showed lower values in all age ranges (Holland, Argentina and China), while leg length showed values relatively similar to girls in Argentina and China. Body proportions are similar to other populations during childhood; however, during adolescence they varied ostensibly. The correlations between sitting height-stature ($r = 0.14$ to 0.81) and between height-leg length ($r = 0.67$ - 0.88) were positive and statistically significant. Percentiles were proposed. In conclusion, body shape and proportions in both sexes showed minimal to accentuated variations. During adolescence, as they move towards maturity, values approach other populations (China and Argentina). The subjects studied can be characterized by presenting a small trunk and relatively long legs. The proposed reference percentiles provide a useful tool for the clinical diagnosis of growth in this population.

Introducción

Las proporciones corporales son indicadores poderosos de la calidad del medio ambiente y de la plasticidad del cuerpo humano (Bogin & Varela-Silva, 2010). De hecho, los parámetros importantes para evaluar el crecimiento lineal humano son la estatura (E), la estatura (talla) sentada (ES), la longitud de la pierna (LP), la relación entre ambas (ES/LPx100) (Zhang & Li, 2015) y la relación entre ES y la estatura (ES/Ex100) (Bogin & Varela-Silva, 2010).

La ES también se puede utilizar como un indicador del crecimiento de la estatura en caso de que no se pueda medir esta variable, por ejemplo, debido a las deformidades de las extremidades inferiores (Fredriks et al., 2005). La LP se asocia con mejores entornos, estado nutricional, mayor condición socioeconómica y mejor salud en general (Bogin & Varela-Silva, 2010). La relación entre ES y estatura E (Zhang et al., 2016) y la relación ES/LP (Gleiss et al., 2013) son parámetros de uso común que sirven para el diagnóstico clínico de trastornos de crecimiento, como, por ejemplo, indicadores de asimetría corporal. También ayudan al diagnóstico diferencial de bajas estaturas, y a discernir algunas enfermedades endocrinas y metabólicas. Igualmente, son útiles para la práctica clínica ya que facilitan el diagnóstico de trastornos del desarrollo esquelético (Zhang & Li, 2015).

En general, el tamaño y las proporciones corporales pueden cambiar en respuesta al cambio social, al desarrollo económico (Kryst et al., 2017) y a la transición nutricional (Cossio-Bolaños et al., 2015; Khadilkar et al., 2019), pues están determinados por una interacción compleja entre el medio ambiente y los

factores genéticos (Norgan, 1998). En ese contexto, el mejoramiento de las condiciones de vida, la desaparición de muchas enfermedades infecciosas y la mayor disponibilidad de nutrientes han provocado una aceleración secular del crecimiento físico en las poblaciones pediátricas de numerosos países desarrollados (Del Río Navarro et al. 2007; Godina, 2009; Bogin, 2013).

El Perú es un país con gran diversidad geográfica y climática, especialmente Arequipa que está localizada a 2320 metros sobre el nivel del mar. Esta ciudad es considerada la segunda más desarrollada después de Lima, y presenta un territorio accidentado, muy diverso, con grandes variaciones geográficas y altitudinales (Cossio-Bolaños et al., 2015). El crecimiento económico y el desarrollo del Perú en los últimos años se han hecho presentes, habiéndose convertido en un país de ingresos medios-altos en comparación con sus países vecinos (de Mola et al., 2014). Estas mejoras económicas podrían ser responsables de los cambios de la población en términos de una mejor calidad de vida, salud, nutrición y condiciones económicas, y recientemente se han observado tendencias positivas en el crecimiento físico y adiposidad corporal de los niños de Arequipa (Cossio-Bolaños et al., 2017).

Por lo tanto, estudiar las proporciones corporales de niños y adolescentes que habitan en zonas de moderada altitud es relevante, ya que, hasta donde se sabe, no existe información de esta naturaleza en este tipo de población, a pesar de que en los últimos años muchos estudios se han interesado en demostrar las variaciones individuales de dichas proporciones en

diversas partes del mundo (Fredriks et al., 2005; Gleiss et al., 2013; Zhang & Li, 2015; Khadilkar et al., 2019). En este sentido, es posible que los niños y adolescentes que viven a moderada altitud pudieran presentar discrepancias sustanciales en sus proporciones corporales respecto a los estudios de otros países. Además, hasta donde se sabe, las tablas de referencia para este tipo de población no están disponibles hasta la fecha. Esta información puede contribuir a una comprensión más amplia de las diferencias étnicas entre diversas regiones geográficas, socio-culturales, económicas y altitudinales.

Por lo tanto, los objetivos de este estudio son: a) comparar las proporciones corporales de niños y adolescentes que habitan en zonas de moderada altitud del Perú con estudios internacionales y b) proponer tablas referenciales para evaluar las proporciones corporales según edad y sexo para esta población.

Materiales y Métodos

Tipo de estudio y muestra

Se efectuó un estudio descriptivo transversal en escolares que viven a moderada altitud del Perú. La

ciudad de Arequipa está localizada al sur de Lima, a 2320 metros sobre el nivel del mar. El clima de la ciudad durante los meses de diciembre a marzo se caracteriza por la presencia de nubes y poca lluvia. Durante los demás meses del año, la humedad relativa varía entre 46% y un máximo del 70%, y las temperaturas oscilan entre 10°C y 25° C (Cossio-Bolaños et al., 2015). La figura 1, ilustra la ubicación geográfica de Arequipa.

La muestra fue seleccionada de forma probabilística (al azar). La población universal estaba compuesta por 28150 alumnos de 6 colegios públicos (13500 niños y 14650 niñas). Se determinó una muestra representativa de 3915 escolares de entre 6.0 a 17.9 años. Estos representan el 13.9% [1867 niños (6.6%), 2048 niñas (7.3%)]. El número de sujetos seleccionados fue proporcional a la población por edad y sexo (IC 95%).

Los escolares que estudian en colegios estatales a menudo pertenecen a la condición socioeconómica media. Por ejemplo, una familia peruana con 4 integrantes, por lo general, recibe por día entre 10 a 50 dólares americanos (López-Calva & Ortiz-Juárez, 2011). Además, según el Instituto Nacional de

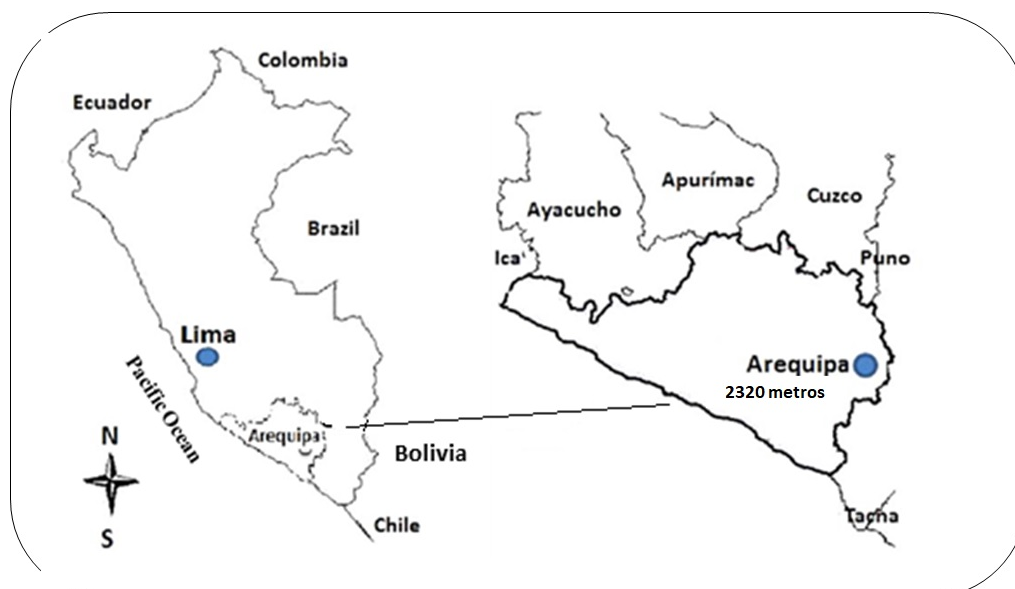


Figure 1: Mapa del sur del Perú, mostrando la ubicación de Arequipa (Perú).

Estadística e informática del Perú (INEI, 2017) el 78% de la población de Arequipa cuenta con acceso al agua potable (dentro y fuera de las casas), el 71% dispone de alcantarillado y el 90% tiene electricidad.

Procedimientos

Todas las variables antropométricas fueron evaluadas en las instalaciones de cada uno de los 6 colegios investigados. Las evaluaciones antropométricas fueron efectuadas por personal capacitado y con amplia experiencia en técnicas antropométricas. Se registró la información en una ficha de evaluación individual. Se anotó la fecha de nacimiento y evaluación, edad decimal, sexo, el peso, la estatura de pie y estatura sentada.

Las evaluaciones se efectuaron durante las clases de educación física de 8:00 a.m. a 1:00 p.m., de abril a junio y de agosto a noviembre del 2018. Todos los padres y/o tutores legales de los alumnos autorizaron la evaluación antropométrica. Los alumnos firmaron el consentimiento informado. Se incluyeron a los alumnos que estaban matriculados con edad superior a 6.0 años hasta los 17.9 años. Se excluyeron a los escolares que no completaron todas las variables antropométricas y a los que tenían algún problema de discapacidad física. La investigación se desarrolló de acuerdo al comité de ética local (UNSA).

Para la evaluación antropométrica se utilizó el protocolo estandarizado de Ross & Marfell-Jones (1991). El peso corporal (kg) se tomó usando una balanza eléctrica (Tanita, Reino Unido) con una escala de 0 a 150 kg y con una precisión de 100 g. La estatura de pie (E) se evaluó con un estadiómetro portátil (Seca GmbH & Co. KG, Hamburgo, Alemania) con una precisión de 0.1 mm., siguiendo el plano horizontal de Frankfurt. La estatura sentada (ES) se tomó usando un banco de madera con un respaldo firme de 50 cm de estatura, con una escala de medición de (0 a 150 cm) con una precisión a 1 mm. Se evaluó en posición sentada, con la espalda, nalgas y la cabeza contra la pared (Plano de Frankfurt). Los instrumentos de peso y estatura fueron calibrados constantemente durante los meses que duró la evaluación. La longitud de la pierna (LP) se obtuvo restando la estatura sentada de la

estatura. La relación entre ES/LP y ES/E se calcularon como indicadores de proporción corporal.

Para las comparaciones de ES y LP se utilizaron las referencias de Fredriks et al. (2005) de niños de Holanda, del Pino et al. (2016) para niños de Argentina, de Gleiss et al. (2013) para niños de Austria y de Zhang & Li (2015) para niños de China. Las proporciones ES/LP fueron comparadas con las referencias de Gleiss et al. (2013) para niños de Austria y de Zhang & Li (2015) para niños de China. Estos estudios se seleccionaron para comparar las diferencias étnicas entre regiones geográficas de países desarrollados y en vías de desarrollo y de distintos orígenes.

Estadística

Se verificó la normalidad de datos por medio del test de Kolmogorov-Smirnov. Se describieron las variables mediante promedio, desviación estándar y rango de variación. Para comparar las diferencias entre ambos sexos se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes. Se usó el coeficiente de correlación de Pearson (r) para relacionar la estatura (E) con la ES y la LP. En todos los casos se adoptó como significativa una probabilidad inferior a $p < 0.05$. Se crearon percentiles según el sexo y la edad para evaluar la ES, la LP y la relación ES/LP (p3, p5, p10, p15, p25, p50, p75, p85, p90, p95 y p97). Se utilizó el método LMS de ajuste de datos (L: coeficiente de Box-Cox; M: mediana; S: coeficiente de variación) (Cole et al., 2000) mediante el software Chart Maker versión 2.3 (Pan & Cole 2015).

Resultados

Los valores descriptivos, promedio y desviación estándar (DE), de las variables antropométricas de los niños y adolescentes de Arequipa (Perú) se muestran en la tabla 1. En el peso corporal no hubo diferencias significativas desde los 6 hasta los 13 años entre ambos sexos, sin embargo, desde los 14 hasta los 17 años, los niños presentaron mayor peso en relación a las niñas ($p < 0.05$). En la estatura, la LP y la relación ES/LP, los valores medios entre niños y niñas fueron similares desde los 6 hasta los 12 años, y diferencias significativas desde los 13 hasta los 17.9 años ($p < 0.05$).

En la ES las diferencias sexuales fueron significativas desde los 15 hasta los 17.9 años, donde los niños tuvieron una mayor ES respecto a las niñas ($p < 0.05$). La relación ES/E no mostró diferencias entre ambos sexos.

Tabla 1. Características antropométricas de la muestra estudiada, según el sexo y la edad.

Edad (años)	Peso (kg)		E (cm)		ES (cm)		LP (cm)		ES/E		ES/LP		
	n	\bar{X}	DE	\bar{X}	DE	\bar{X}	DE	\bar{X}	DE	\bar{X}	DE	\bar{X}	DE
Niños													
6.0-6.9	58	26.7	5.5	121.4	5.3	64.8	4.1	56.5	5.1	53.5	3.2	1.16	0.13
7.0-7.9	81	25.9	5.7	125.3	5.7	66.1	3.5	59.2	5.5	52.8	2.9	1.13	0.12
8.0-8.9	136	30.4	7.3	129.3	5.5	69.0	3.4	60.3	3.7	53.3	1.7	1.15	0.07
9.0-9.9	165	34.5	9.0	133.6	6.3	71.2	4.1	62.4	4.1	53.3	2.0	1.15	0.09
10.0-10.9	192	39.5	9.6	139.7	6.9	74.1	4.4	65.6	4.7	53.0	2.2	1.13	0.11
11.0-11.9	174	44.2	10.2	144.3	6.8	75.3	3.6	69.0	5.1	52.3	2.1	1.10	0.11
12.0-12.9	165	44.0	10.1	148.2	8.0	77.1	4.3	71.1	5.2	52.0	1.8	1.09	0.08
13.0-13.9	199	49.0	10.7	154.5*	8.4	80.4	4.3	74.1*	5.7	52.1	1.9	1.09*	0.08
14.0-14.9	209	55.8*	12.7	161.3*	7.7	83.9	4.9	77.4*	5.9	52.0	2.4	1.09*	0.10
15.0-15.9	212	60.5*	12.8	165.3*	8.0	85.6*	4.6	79.7*	7.2	51.9	3.3	1.10*	0.37
16.0-16.9	192	59.9*	11.5	166.9*	6.1	86.3*	3.9	80.6*	5.7	51.7	2.3	1.08*	0.09
17.0-17.9	66	59.9*	9.5	168.6*	5.6	87.0*	4.9	81.6*	6.3	51.6	2.9	1.08*	0.11
18.0-18.9	18	65.2	14.0	170.9*	6.9	88.1*	4.3	83.2*	4.5	51.4	1.6	1.06*	0.06
Total	1867	46.5*	15.4	149.4*	16.1	78.1*	8.0	71.3*	9.5	52.4	2.4	1.11	0.15
Niñas													
6.0-6.9	58	24.4	4.6	118.7	5.0	62.9	2.9	55.8	5.5	53.1	3.1	1.14	0.13
7.0-7.9	75	25.7	5.3	124.2	7.0	65.4	4.0	58.7	6.9	52.8	3.6	1.13	0.15
8.0-8.9	147	30.8	8.0	129.4	7.1	68.8	3.8	60.7	4.9	53.2	2.0	1.13	0.09
9.0-9.9	178	33.5	9.0	134.5	7.6	71.2	4.3	63.3	5.6	53.0	2.4	1.13	0.11
10.0-10.9	198	36.6	11.2	139.2	7.2	73.2	4.2	66.1	4.8	52.6	2.0	1.11	0.08
11.0-11.9	209	44.2	9.9	145.2	6.6	75.5	4.9	69.7	6.3	52.0	3.1	1.09	0.13
12.0-12.9	189	45.5	10.0	148.3	6.3	78.0	3.4	70.3	4.4	52.6	1.6	1.11	0.07
13.0-13.9	220	49.5	11.0	151.6	6.0	80.5	4.0	71.2	4.6	53.1	2.1	1.13	0.08
14.0-14.9	245	52.5	8.6	154.3	6.0	82.0	3.0	72.3	5.1	53.2	2.0	1.14	0.09
15.0-15.9	236	53.8	9.3	156.6	6.2	83.1	3.5	73.5	5.0	53.1	2.0	1.14	0.09
16.0-16.9	216	53.1	7.8	157.1	5.9	82.9	3.2	74.2	5.2	52.8	2.1	1.12	0.09
17.0-17.9	66	56.8	9.8	157.6	7.0	83.1	5.4	74.5	6.2	52.8	3.0	1.13	0.11
18.0-18.9	11	65.2	15.1	162.7	7.7	85.9	4.6	76.8	4.8	52.8	1.7	1.12	0.08
Total	2048	44.6	13.3	146.2	12.7	77.2	7.0	69.0	7.3	52.8	2.3	1.13	0.10

\bar{X} : promedio, DE: Desviación estándar, E: Estatura, ES: Estatura sentada, LP: Longitud de la pierna, ES/LP: Relación entre la estatura sentada y la longitud de la pierna, ESE: Relación entre la estatura sentada y la estatura, *: diferencia significativa ($p < 0.05$).

En la figura 2 se ilustra el crecimiento de la ES y la LP de niños de Arequipa respecto a otras poblaciones del mundo (Holanda, Argentina, China). Estas comparaciones se efectuaron con el percentil 50, excepto el estudio de China, donde se utilizó el promedio. En los niños el patrón de crecimiento fué

idéntico a los demás estudios desde los 6 hasta los 13 años; a partir de los 14 años, los valores de ES fueron inferiores a los obtenidos en los otros estudios. En las niñas, a pesar de que el patrón evidencia un crecimiento lineal desde los 6 hasta los 17.9 años, los valores de ES se encuentran muy por debajo de todos los estudios comparados (Holanda, Argentina y China).

estudios (Holanda, Argentina, Austria y China) durante la infancia (6 hasta los 11.9 años), a partir de la adolescencia (12 hasta los 16 años) los valores fueron inferiores respecto al resto de estudios y posteriormente, a los 17.9 años, los valores se asemejaron a los de las niñas de Argentina y China.

En cuanto a la LP, los niños de Arequipa presentaron valores superiores desde los 6 hasta los 12.9 años en comparación a los demás estudios. A partir de los 13 hasta los 17.9 años, los patrones de crecimiento de LP fueron similares a los estudios de Austria y Argentina, especialmente en las edades más avanzadas (16 y 17.9 años). Por el contrario, las niñas, a pesar de presentar valores similares con todos los

Las comparaciones de las proporciones corporales de los niños de Arequipa (relación ES/LP) se recogen en la figura 3. Para el estudio de Austria se utilizó la mediana y para el estudio de China el promedio. En los niños de Arequipa, los valores de dicha relación presentaron una tendencia relativamente similar (decreciente) a los estudios de Austria y China hasta los 12.9 años, a partir de los 13.9 años los valores de Arequipa continuaron decreciendo, pero de forma

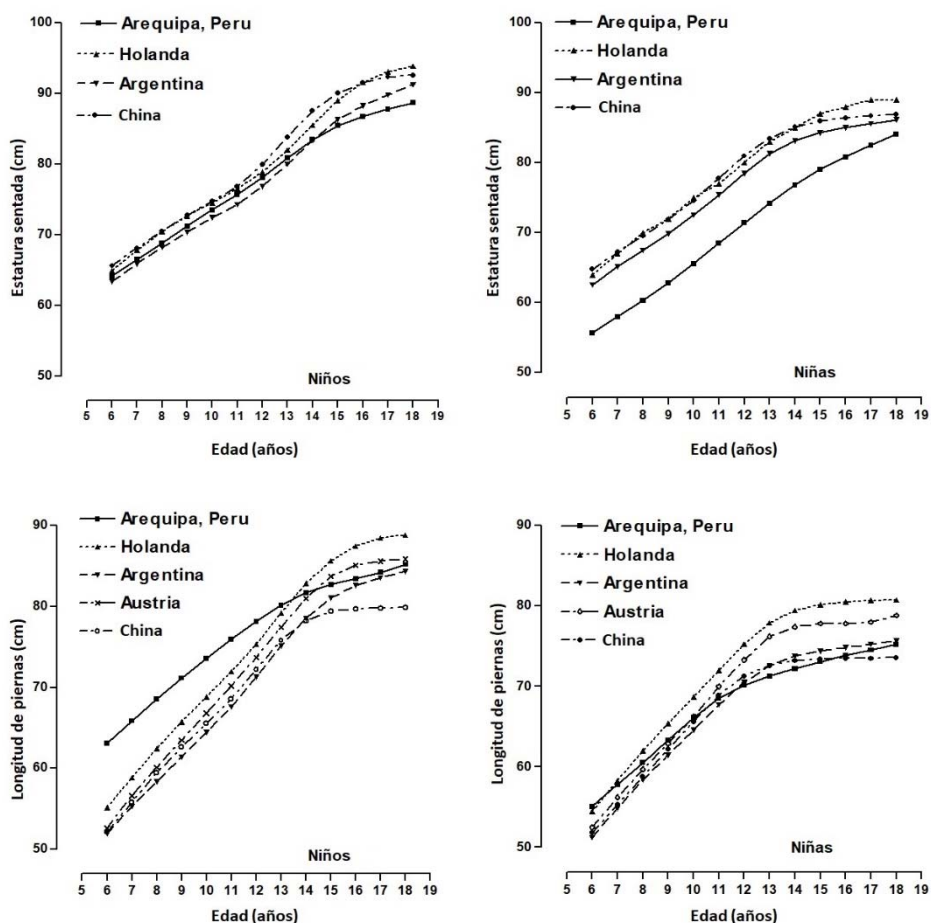


Figura 2. Comparación de la estatura sentada (ES) y la longitud de la pierna (LP) de niños y adolescentes de Arequipa (Perú) con otras poblaciones del mundo.

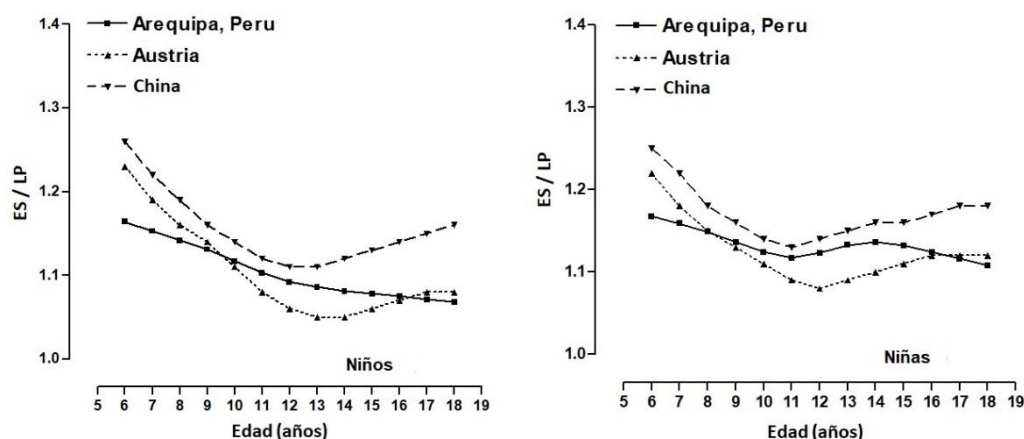


Figura 3. Comparación de las proporciones corporales (relación ES/LP) de niños y adolescentes de Arequipa (Perú) con otras poblaciones del mundo.

menos acentuada, hasta los 17.9 años. A edades más avanzadas (16 y 17.9 años) los valores se asemejaron a los de los niños austriacos. En cuanto a las niñas de Arequipa, los valores tendieron a decrecer de forma similar en relación a las niñas austriacas y chinas (desde los 6 hasta los 11.9 años), aunque de forma menos acentuada. Posteriormente, desde los 12 hasta los 14.9 años los valores mostraron un patrón similar al de las niñas chinas, aunque desde los 15 años, esta proporción corporal disminuyó drásticamente hasta coincidir en edades más avanzadas (16 y 17.9 años) con los valores de las niñas austriacas.

Las correlaciones entre la estatura y la estatura sentada y entre la estatura y la longitud de la pierna para ambos sexos se muestran en la tabla 2. En todos los rangos de edad y sexo se observaron correlaciones positivas y significativas, excepto en las niñas de 6.0-6.9 años para la estatura y la estatura sentada (E-ES). Valores de correlación de moderados a altos se observaron entre los 8 y 13 años, en ambos sexos, tanto para la E respecto a la ES y como para la E con la LP, aunque en este último caso, los valores de correlación fueron más elevados.

En las tablas 3, 4 y 5 se describen percentiles para la estatura sentada (ES), la longitud de la pierna (LP) y la relación ES/LP de los niños y adolescentes estudiados, desde los 6.0 hasta los 17.9 años (p3, p5,

Tabla 2. Correlaciones de Pearson entre la estatura (E) y la estatura sentada (ES), y de la estatura (E) y la longitud de la pierna (LP), según el sexo y la edad.

Edad (años)	Niños		Niñas	
	E-ES	E-LP	E-ES	E-LP
6.0-6.9	0.42*	0.70**	0.14	0.84**
7.0-7.9	0.35*	0.81**	0.31*	0.83**
8.0-8.9	0.75**	0.81**	0.75**	0.85**
9.0-9.9	0.76**	0.77**	0.68**	0.83**
10.0-10.9	0.74**	0.77**	0.78**	0.83**
11.0-11.9	0.68**	0.85**	0.44*	0.71**
12.0-12.9	0.81**	0.87**	0.74**	0.85**
13.0-13.9	0.77**	0.88**	0.63**	0.75**
14.0-14.9	0.64**	0.77**	0.51**	0.86**
15.0-15.9	0.45*	0.82**	0.58**	0.83**
16.0-16.9	0.42*	0.78**	0.47*	0.84**
17.0-17.9	0.28*	0.67**	0.54**	0.68**

E: Estatura, ES: Estatura sentada, LP: Longitud de la pierna, *: diferencia significativa ($p < 0.05$), **: diferencia significativa ($p < 0.01$).

p10, p15, p25, p50, p75, p85, p90, p95 y p97). En la ES y LP los valores obtenidos reflejaron un crecimiento lineal en ambos sexos, mientras que en las proporciones (ES/LP) los valores reflejaron valores decrecientes, especialmente en los niños en relación a las niñas. Los cálculos pueden efectuarse en el siguiente link: <http://www.reidebihu.net/proporcioncorp.php>

Tabla 3. Distribución de percentiles para la estatura sentada (ES) de niños y adolescentes de Arequipa, según el sexo y la edad.

Edad (años)	L	M	S	P3	P5	P10	P15	P25	P50	P75	P85	P90	P95	P97
Niños														
6.0-6.9	-1.374	64.136	0.057	580	58.7	59.8	60.6	61.8	64.1	66.7	68.2	69.3	70.9	72.1
7.0-7.9	-0.864	66.438	0.057	60.0	60.8	61.9	62.7	64.0	66.4	69.1	70.6	71.6	73.2	743
8.0-8.9	-0.352	68.808	0.056	62.0	62.8	64.1	65.0	66.3	68.8	71.5	73.0	74.0	75.6	76.6
9.0-9.9	0.167	71.176	0.056	64.0	64.9	66.2	67.2	68.5	71.2	73.9	75.4	76.4	77.9	79.0
10.0-10.9	0.696	73.464	0.055	65.9	66.9	68.3	69.3	70.7	73.5	76.2	77.7	78.7	80.2	81.2
11.0-11.9	1.237	75.654	0.055	67.8	68.8	70.3	71.3	72.8	75.7	78.4	79.9	80.9	82.4	83.4
12.0-12.9	1.787	78.073	0.054	69.8	70.8	72.5	73.6	75.2	78.1	80.9	82.4	83.4	84.8	85.7
13.0-13.9	2.342	80.825	0.053	72.1	73.2	75.0	76.2	77.8	80.8	83.7	85.1	86.1	87.6	88.5
14.0-14.9	2.901	83.477	0.052	74.4	75.6	77.5	78.7	80.4	83.5	86.3	87.8	88.7	90.1	91.0
15.0-15.9	3.463	85.448	0.050	76.2	77.5	79.4	80.7	82.4	85.4	88.2	89.6	90.6	91.9	92.7
16.0-16.9	4.026	86.739	0.048	77.5	78.9	80.8	82.0	83.8	86.7	89.4	90.8	91.7	92.9	93.7
17.0-17.9	4.590	87.742	0.046	78.6	80.0	81.9	83.2	84.9	87.7	90.3	91.6	92.4	93.6	94.4
Niñas														
6.0-6.9	-1.073	55.724	0.072	49.1	49.8	51.0	51.9	53.1	55.7	58.6	60.2	61.4	63.2	64.5
7.0-7.9	-0.788	58.012	0.072	51.0	51.8	53.1	54.0	55.3	58.0	61.0	62.6	63.8	65.7	66.9
8.0-8.9	-0.502	60.350	0.072	52.9	53.8	55.1	56.1	57.5	60.4	63.4	65.1	66.3	68.2	69.4
9.0-9.9	-0.219	62.860	0.072	55.0	55.9	57.4	58.4	59.9	62.9	66.0	67.8	69.0	70.9	72.1
10.0-10.9	0.060	65.616	0.072	57.3	58.3	59.8	60.9	62.5	65.6	68.9	70.7	71.9	73.8	75.1
11.0-11.9	0.333	68.522	0.072	59.7	60.7	62.4	63.5	65.3	68.5	71.9	73.8	75.0	77.0	78.2
12.0-12.9	0.601	71.425	0.072	62.0	63.2	65.0	66.2	68.0	71.4	74.9	76.8	78.1	80.1	81.3
13.0-13.9	0.862	74.240	0.072	64.3	65.5	67.4	68.7	70.6	74.2	77.9	79.8	81.1	83.1	84.4
14.0-14.9	1.118	76.830	0.072	66.3	67.7	69.7	71.1	73.1	76.8	80.5	82.5	83.9	85.9	87.1
15.0-15.9	1.371	79.043	0.072	68.1	69.5	71.6	73.1	75.2	79.0	82.8	84.9	86.2	88.2	89.5
16.0-16.9	1.623	80.873	0.072	69.4	70.9	73.2	74.7	76.9	80.9	84.7	86.8	88.1	90.1	91.4
17.0-17.9	1.875	82.509	0.072	70.6	72.2	74.6	76.1	78.4	82.5	86.4	88.5	89.8	91.8	93.1

M: mediana, S: coeficiente de variación, L: Poder de transformación de Box Cox.

Tabla 4. Distribución de percentiles para la longitud de la pierna (LP) de niños y adolescentes de Arequipa, según el sexo y la edad.

Edad (años)	L	M	S	P3	P5	P10	P15	P25	P50	P75	P85	P90	P95	P97
Niños														
6.0-6.9	1.093	63.089	0.061	55.8	56.7	58.1	59.1	60.5	63.1	65.7	67.1	68.0	69.4	70.3
7.0-7.9	1.237	65.848	0.060	58.3	59.2	60.7	61.7	63.2	65.8	68.5	69.9	70.9	72.3	73.2
8.0-8.9	1.381	68.570	0.059	60.8	61.8	63.3	64.3	65.8	68.6	71.3	72.7	73.7	75.1	76.0
9.0-9.9	1.525	71.148	0.058	63.2	64.2	65.8	66.8	68.4	71.1	73.9	75.3	76.3	77.7	78.7
10.0-10.9	1.670	73.569	0.056	65.6	66.6	68.2	69.2	70.8	73.6	76.3	77.7	78.7	80.1	81.0
11.0-11.9	1.814	75.915	0.053	68.0	69.0	70.6	71.6	73.2	75.9	78.6	80.0	80.9	82.3	83.2
12.0-12.9	1.958	78.143	0.050	70.4	71.4	73.0	74.0	75.5	78.1	80.7	82.1	83.0	84.3	85.2
13.0-13.9	2.102	80.142	0.047	72.6	73.6	75.1	76.1	77.5	80.1	82.7	84.0	84.8	86.1	86.9
14.0-14.9	2.246	81.673	0.045	74.3	75.3	76.8	77.7	79.1	81.7	84.1	85.4	86.2	87.5	88.3
15.0-15.9	2.391	82.704	0.044	75.4	76.4	77.9	78.8	80.2	82.7	85.1	86.4	87.2	88.4	89.2
16.0-16.9	2.535	83.401	0.043	76.1	77.1	78.6	79.5	80.9	83.4	85.8	87.0	87.8	89.0	89.8
17.0-17.9	2.679	84.218	0.043	76.8	77.8	79.3	80.3	81.7	84.2	86.6	87.9	88.7	89.9	90.7
Niñas														
6.0-6.9	-1.245	55.095	0.097	46.8	47.6	49.1	50.1	51.7	55.1	59.0	61.3	63.0	65.8	67.7
7.0-7.9	-0.937	57.787	0.091	49.3	50.2	51.7	52.8	54.4	57.8	61.6	63.8	65.4	67.9	69.7
8.0-8.9	-0.630	60.528	0.086	51.9	52.9	54.4	55.5	57.2	60.5	64.2	66.3	67.8	70.2	71.8
9.0-9.9	-0.308	63.332	0.081	54.6	55.6	57.2	58.3	60.0	63.3	66.9	68.9	70.4	72.5	74.0
10.0-10.9	-0.002	66.113	0.076	57.3	58.3	60.0	61.1	62.8	66.1	69.6	71.5	72.9	74.9	76.3
11.0-11.9	0.215	68.518	0.072	59.7	60.8	62.4	63.5	65.3	68.5	71.9	73.8	75.1	77.0	78.3
12.0-12.9	0.292	70.153	0.069	61.5	62.5	64.1	65.3	66.9	70.2	73.5	75.3	76.6	78.4	79.7
13.0-13.9	0.237	71.255	0.067	62.7	63.7	65.3	66.4	68.1	71.3	74.5	76.4	77.6	79.5	80.7
14.0-14.9	0.051	72.204	0.067	63.6	64.7	66.3	67.4	69.0	72.2	75.5	77.4	78.7	80.6	81.9
15.0-15.9	-0.265	73.081	0.067	64.5	65.5	67.1	68.2	69.9	73.1	76.5	78.4	79.8	81.8	83.1
16.0-16.9	-0.654	73.832	0.068	65.3	66.2	67.8	68.9	70.6	73.8	77.4	79.4	80.8	83.0	84.4
17.0-17.9	-1.084	74.523	0.070	65.9	66.9	68.4	69.5	71.2	74.5	78.2	80.3	81.8	84.2	85.8

M: mediana, S: coeficiente de variación, L: Poder de transformación de Box Cox.

Tabla 5. Distribución de percentiles para la relación entre la estatura sentada y la longitud de la pierna (ES/LP) de niños y adolescentes de Arequipa, según el sexo y la edad.

Edad (años)	L	M	S	P3	P5	P10	P15	P25	P50	P75	P85	P90	P95	P97
Niños														
6.0-6.9	0.009	1.164	0.001	0.98	1.00	1.04	1.06	1.10	1.16	1.23	1.27	1.29	1.33	1.35
7.0-7.9	0.008	1.153	0.001	0.97	0.99	1.03	1.05	1.09	1.15	1.22	1.26	1.28	1.32	1.34
8.0-8.9	0.007	1.142	0.001	0.96	0.99	1.02	1.04	1.08	1.14	1.21	1.25	1.27	1.31	1.33
9.0-9.9	0.006	1.131	0.001	0.96	0.98	1.01	1.03	1.07	1.13	1.20	1.23	1.26	1.29	1.32
10.0-10.9	0.006	1.117	0.001	0.95	0.97	1.00	1.02	1.05	1.12	1.18	1.22	1.24	1.28	1.30
11.0-11.9	0.005	1.103	0.001	0.93	0.95	0.99	1.01	1.04	1.10	1.17	1.20	1.23	1.26	1.29
12.0-12.9	0.004	1.092	0.001	0.93	0.95	0.98	1.00	1.03	1.09	1.16	1.19	1.22	1.25	1.28
13.0-13.9	0.004	1.086	0.001	0.92	0.94	0.97	0.99	1.03	1.09	1.15	1.18	1.21	1.24	1.27
14.0-14.9	0.003	1.082	0.001	0.92	0.94	0.97	0.99	1.02	1.08	1.15	1.18	1.20	1.24	1.26
15.0-15.9	0.003	1.078	0.001	0.92	0.93	0.97	0.99	1.02	1.08	1.14	1.18	1.20	1.24	1.26
16.0-16.9	0.003	1.075	0.001	0.91	0.93	0.96	0.98	1.01	1.08	1.14	1.17	1.20	1.23	1.26
17.0-17.9	0.002	1.072	0.001	0.91	0.93	0.96	0.98	1.01	1.07	1.13	1.17	1.19	1.23	1.25
Niñas														
6.0-6.9	0.049	1.168	0.001	0.72	0.85	0.96	1.01	1.08	1.17	1.24	1.27	1.29	1.32	1.33
7.0-7.9	0.047	1.159	0.001	0.78	0.87	0.97	1.01	1.07	1.16	1.23	1.26	1.28	1.30	1.32
8.0-8.9	0.045	1.149	0.001	0.82	0.89	0.97	1.01	1.07	1.15	1.21	1.24	1.26	1.29	1.31
9.0-9.9	0.044	1.136	0.001	0.84	0.90	0.97	1.01	1.06	1.14	1.20	1.23	1.25	1.27	1.29
10.0-10.9	0.043	1.124	0.001	0.85	0.90	0.97	1.00	1.05	1.12	1.18	1.21	1.23	1.26	1.27
11.0-11.9	0.040	1.117	0.001	0.88	0.92	0.97	1.01	1.05	1.12	1.18	1.20	1.22	1.25	1.26
12.0-12.9	0.032	1.123	0.001	0.92	0.95	0.99	1.02	1.06	1.12	1.18	1.21	1.23	1.25	1.27
13.0-13.9	0.022	1.133	0.001	0.95	0.97	1.01	1.04	1.07	1.13	1.19	1.22	1.24	1.27	1.29
14.0-14.9	0.011	1.136	0.001	0.97	0.99	1.02	1.04	1.08	1.14	1.20	1.23	1.25	1.28	1.30
15.0-15.9	0.001	1.132	0.001	0.97	0.99	1.02	1.04	1.07	1.13	1.20	1.23	1.26	1.29	1.32
16.0-16.9	-0.008	1.124	0.001	0.97	0.98	1.01	1.03	1.06	1.12	1.19	1.23	1.26	1.30	1.33
17.0-17.9	-0.016	1.116	0.001	0.96	0.98	1.01	1.02	1.05	1.12	1.19	1.23	1.27	1.32	1.36

M: mediana, S: coeficiente de variación, L: Poder de transformación de Box Cox.

Discusión

Los resultados del estudio han evidenciado que el crecimiento de la estatura sentada de los niños de Arequipa es similar al de los demás estudios al menos hasta los 13 años (Fredriks et al., 2005; Zhang & Li, 2015; del Pino et al., 2016); posteriormente, durante la adolescencia, la ES es inferior a todos los estudios internacionales antes indicados. En las niñas los valores de la ES reflejan medianas inferiores frente a los demás estudios en todos los rangos de edad (Fredriks et al., 2005; Zhang & Li, 2015; del Pino et al., 2016).

La LP en los niños de Arequipa muestra valores superiores desde los 6 hasta los 13 años, mientras que en la adolescencia los valores han sido similares a los de los escolares de Austria (Gleiss et al., 2013) y Argentina (del Pino et al., 2016). En las niñas, los valores obtenidos han sido relativamente similares a los demás estudios hasta alrededor de los 12 años. Posteriormente, durante la adolescencia, la LP muestra valores similares a los de los escolares de la China (Zhang & Li, 2015).

Esto hallazgos indican que, a pesar de incrementarse la ES y la LP en edades más avanzadas, los escolares de Arequipa tienen un menor tamaño del tronco y longitud de la pierna que los de otros países. De hecho, en las proporciones corporales basadas en la relación entre la estatura sentada y la longitud de la pierna (ES/LP) los resultados indican que el crecimiento de la pierna se produce hasta alrededor de los 11 años en las niñas y de los 12 años en los niños, lo que se corrobora con los datos de la literatura (Bogin & Varela-Silva, 2010; Zhang & Li 2015; del Pino et al., 2016). Así, durante el periodo pre-puberal hay una predominancia del crecimiento de la longitud de la pierna (LP) respecto a la del tronco (ES), aunque lo que destaca en el presente estudio es que, en los niños, los valores de la relación ES/LP continúan decreciendo hasta los 17.9 años, mientras que en las niñas se produce un aumento en dicha proporción a los 12, 13 y 14 años, para luego disminuir drásticamente a edades más avanzadas. Esto indica que la longitud de la pierna, además de ser predominante en su crecimiento durante la infancia y la pre-pubertad, aún en edades de la

pubertad continúa creciendo más deprisa que la estatura sentada.

De hecho, los valores de la relación ES/LP en ambos sexos son similares a los reportados por los niños de China (Zhang & Li 2015), especialmente cuando estos llegan a los 17.9 años. Según lo anterior, los adolescentes de Arequipa de ambos sexos podrían caracterizarse por presentar un tronco relativamente pequeño y piernas largas cuando llegan a la mayoría de edad (18 años). Además, las correlaciones observadas en este estudio, indican que el crecimiento de la estatura de los niños de Arequipa está determinado principalmente por el crecimiento de la longitud de la pierna, ya que las relaciones entre la estatura y la LP son más fuertes en comparación con la relación entre la estatura y la estatura sentada hasta los 17,9 años, respectivamente. Este patrón está de acuerdo con el fenómeno biológico general observado durante el crecimiento, que indica que la LP (extremidad inferior) alcanza su velocidad máxima antes que el tronco (Tanner, 1962), y que al parecer es determinante en nuestra población. Esto se evidencia durante la pubertad, periodo en el que el crecimiento relativo al tronco y las extremidades inferiores empiezan a variar respecto a los demás estudios comparados, aun cuando la LP debería permanecer relativamente estable durante la adolescencia.

En general, el crecimiento lineal de niños y adolescentes de moderada altitud del Perú (2320 metros) se encuentra en un continuo proceso de cambio, por lo que la forma y las proporciones varían durante la adolescencia en la medida que van avanzando hacia un equilibrio del estado de madurez, aunque estos cambios podrían ser más acentuados, sobre todo, donde la presión parcial de oxígeno es más reducida, por encima de los 3000 metros de altitud (Virués-Ortega et al., 2006), lo que no es el caso. Estos hallazgos motivan a seguir investigando respecto al crecimiento de las proporciones corporales en niños, no sólo de moderada altitud, sino, de baja y eleva altitud ya que las comparaciones podrían ayudar a confirmar patrones específicos de los niños que viven a moderada y elevada altitud.

Tras verificar diferencias en los patrones de crecimiento relativo del tronco y de las extremidades inferiores respecto a otras poblaciones, este estudio desarrolló curvas de crecimiento para la evaluación de la ES, LP y las proporciones corporales. Estos datos derivan de una muestra representativa de niños que viven a moderada altitud del Perú y de colegios estatales. Es ampliamente conocido que la edad de escolarización (6 a 20 años) es una de las fases importantes en el ciclo de la vida humana, ya que durante estos años el cuerpo cambia significativamente en tamaño, estructura, proporciones y composición (Bogin, 1999).

En general, los percentiles pueden ser útiles en el diagnóstico de los pacientes cuando se estudian los trastornos del crecimiento, tanto en el caso de estaturas bajas como de estaturas altas, ya que es ampliamente conocido que los pacientes con mayor estatura presentan miembros inferiores relativamente largos y viceversa (Fredriks et al., 2005). Por lo tanto, la ES, LP y las proporciones corporales aportan mucha información que puede ser de vital importancia a la hora de la orientación de un diagnóstico. En ese sentido, incluir las mediciones de los segmentos y las proporciones corporales a la rutina en varias áreas de investigación como la antropología, la educación física (buscadores de talentos deportivos), ciencia médica, ciencia doméstica (fabricantes de ropa) y la nutrición es muy relevante (Tanaka et al., 2004). De este modo, las referencias propuestas permiten comprender el patrón del crecimiento del tamaño y las proporciones corporales, pues es una de las mejores formas de detectar la variación biológica debida a la plasticidad fenotípica, los estados de salud, nutrición y calidad de vida (Urlacher et al., 2016).

A nuestro entender, este estudio es el único que ha investigado las proporciones corporales y propuesto referencias para niños y adolescentes de moderada altitud del Perú. Además, se ha trabajado con un gran tamaño de muestra seleccionado de forma probabilística (estratificada). A pesar de estas potencialidades, destacamos que se necesitan más estudios, especialmente para estudiar los puntos de corte, a pesar de que se propone en las proporciones un

+2.5DE como alto y un -2.2DE como normal (Fredriks et al., 2005).

Se destacan también algunas posibles limitaciones que no se han podido controlar en esta investigación. Por ejemplo, es posible que la resta entre la estatura y la estatura sentada, usada como estimación de la longitud de la pierna (LP) en este estudio podría ocasionar algunos sesgos en los resultados; también es posible que el hecho de diseñar un estudio transversal no refleje completamente el ritmo de crecimiento real de las proporciones corporales. A pesar de ello, destacamos que esta investigación podría servir de base para futuros estudios longitudinales y para comparar con otras realidades.

Conclusión

La forma y las proporciones corporales en ambos sexos revelan variaciones de mínimas a acentuadas en todos los rangos de edad. Durante la adolescencia, a medida que los niños y niñas avanzan hacia el estado de madurez los valores de la estatura sentada (ES), la longitud de la pierna (LP) y la relación entre ambas variables (ES/LP) se aproximan a los de otras poblaciones comparadas, como China y Argentina. Los escolares estudiados se caracterizan por presentar un tronco pequeño y piernas relativamente largas comparados con otras poblaciones. Los percentiles de referencia de ES, LP y ES/LP constituyen una herramienta útil para el diagnóstico clínico del crecimiento en niños y adolescentes de moderada altitud del Perú. Los resultados sugieren su uso y aplicación en entornos pediátricos y en la investigación en general.

Agradecimientos

Proyecto de investigación IBA-0042- 2017-UNSA, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Referencias

Bogin B. (2013). Secular changes in childhood, adolescent and adult stature. En: M.W. Gillman, P.D. Gluckman & R.G. Rosenfeld (Eds.). *Recent advances in growth,*

- research: Nutritional, molecular and Endocrine Perspectives: 115-126. Karger AG. Basel.
- Bogin B., Varela-Silva M.I. (2010). Leg length, body proportion, and health: a review with a note on beauty. *Int J Environ Res Public Health* 7(3): 1047-1075.
- Cole T.J., Bellizzi M.C., Flegal K.M., Dietz W.H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *Br Med J* 320(7244), 1240.
- Cossio-Bolaños M., Campos R., Andruske C., Flores A., Luarte-Rocha C., Olivares P., Garcia-Rubio J., de Arruda M. (2015). Physical growth, biological age, and nutritional transitions of adolescents living at moderate altitudes in Peru. *Int J Environ Res Public Health* 12(10): 12082-12094.
- Cossio-Bolaños M., De Arruda M., Andruske C.L., Luarte-Rocha C., Gómez-Campos, R. (2017). Secular trends of physical growth and abdominal adiposity of school children and adolescents living at a moderate altitude in Peru. *Am J Phys Anthropol* 162(2): 385-392.
- de Mola CL., Quispe R., Valle GA., Poterico J.A. (2014). Nutritional transition in children under five years and women of reproductive age: a 15-years trend analysis in Peru. *PloS ONE* 9(3): e92550.
- del Pino M., Orden A.B., Arenas M.A., Caíno S., Fano V. (2016). Referencias argentinas de estatura sentada y longitud de miembros inferiores de 0 a 18 años. *Medicina Infantil* 23: 279-286.
- Del Río Navarro B.E., Velázquez-Monroy O., Santos-Preciado J.I., Lara-Esqueda A., Berber A., Loredó-Abdala A., Tapia-Conyer R. (2007). Mexican anthropometric percentiles for ages 10-18. *Eur J Clin Nutr* 61(8): 963-975.
- Fredriks A.M., van Buuren S., Van Heel W.J.M., Dijkman-Neerinx R.H.M., Verloove-Vanhorick S.P., Wit J.M. (2005). Nationwide age references for sitting height, leg length, and sitting height/height ratio, and their diagnostic value for disproportionate growth disorders. *Arch Dis Child* 90(8): 807-812.
- Gleiss A., Lassi M., Blümel P., Borkenstein M., Kapelari K., Mayer M., Häusler, G. (2013). Austrian height and body proportion references for children aged 4 to under 19 years. *Ann Hum Biol* 40(4): 324-332.
- Godina E.Z. (2009). The secular trend: History and prospects. *Hum Physiol* 35(6): 770-776.
- Instituto Nacional de estadística e informática del Perú (INEI). (2017). Perfil sociodemográfico. Capítulo 5: Acceso a Servicios Básicos de las viviendas particulares censadas: 317-352.
- Khadilkar A., Ekbote V., Kajale N., Chiplonkar S., Prasad H., Agarwal S., Mandlik, R. (2019). Sitting height percentiles in 3–17-year-old Indian children: a multicentre study. *Ann Hum Biol* 46(3): 267-271.
- Kryst L., Woronkiewicz A., Kowal M., Sobiecki J. (2017). Intergenerational changes in chest size and proportions in children and adolescents aged 3–18 from Kraków (Poland), within the last 70 years. *Am J Hum Biol* 29(2): e22918.
- López-Calva L.F., Ortiz-Juarez E. (2011). A Vulnerability Approach to the Definition of the Middle Class. Policy Research Working Paper 5902, World Bank, Washington, DC.
- Norgan N.G. (1998). Body-proportion differences. En: S.J. Ulijaszek, F.E. Johnston & M.A. Preece (Eds.). *Cambridge encyclopedia of human growth and development: 378-379*. Cambridge University Press: Cambridge.
- Pan H., Cole T.J. (2006). LMSChartmaker. Available at: <http://www.healthforallchildren.co.uk>. Accessed on: March 28th, 2015
- Ross W.D., Marfell-Jones M.J. (1991). Kinanthropometry. En: J.D. MacDougall, H.A. Wenger & H.J. Green (Eds.). *Physiological testing of the high-performance athlete (2nd edition)*. Human Kinetics Books: Champaign.
- Tanaka C., Murata M., Homma M., Kawahara T. (2004). Reference charts of body proportion for Japanese girls and boys. *Ann Hum Biol* 31(6): 681-689.
- Tanner J.M. (1962). *Growth at adolescence*. 2nd Edition. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Urlacher S.S., Blackwell A.D., Liebert M.A., Madimenos F.C., Cepon-Robins T.J., Gildner T.E., Sugiyama L.S. (2016). Physical growth of the shuar: Height, Weight, and BMI references for an indigenous amazonian population. *Am J Hum Biol* 28(1): 16-30.
- Virués-Ortega J., Garrido E., Javierre C., Kloezeman K.C. (2006). Human behaviour and development under high-altitude conditions. *Dev Sci* 9(4): 400-410.
- Zhang Y.Q., Li, H. (2015). Reference charts of sitting height, leg length and body proportions for Chinese children aged 0–18 years. *Ann Hum Biol* 42(3): 225-232.
- Zhang Y.X., Chu Z.H., Zhao, J.S. (2016). Distribution of sitting height ratio and its association with body mass index among children and adolescents in Shandong, China. *Biol Med* 8(1): 1.