

Artículo original

Percentiles referenciales para la valoración del crecimiento físico de niños residentes de moderada altitud

Marco Antonio Cossío Bolaños,* Miguel de Arruda*

* Profesor Doctor, UNICAMP, São Paulo-Brasil.

Institución donde se realizó el trabajo, Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Educação Física-Brasil.

Resumen

Objetivo: El objetivo del presente trabajo fue proponer percentiles referenciales para la valoración del crecimiento físico de niños de moderada altitud de ambos sexos, basados en circunferencias corporales.

Material y métodos: De un total de 6,639 alumnos de 6 a 12 años fueron seleccionados de forma probabilística (estratificada) 473 niños y 482 niñas. Los escolares pertenecían a escuelas públicas del área urbana de la provincia de Arequipa, Perú. Las variables utilizadas fueron la masa corporal (kg), estatura (m), circunferencia del brazo relajado, tórax y pantorrilla media (cm). Las circunferencias corporales fueron utilizadas para desarrollar distribución percentil de p5, p10, p15, p25, p50, p75, p85, p90 y p95, en función de la edad y sexo.

Resultados: Se verificaron altos valores de correlación entre el peso y la estatura con las circunferencias corporales de brazo, tórax y abdomen: En niños (0.64-0.91) y en niñas (0.72-0.91). Se establecieron percentiles a partir de circunferencias corporales para la valoración del crecimiento normal por edad y género. Los valores han

sido resumidos en cinco categorías operacionales que podrían muy bien ser aprovechadas para la evaluación del estado nutricional.

Conclusión: Los escolares de moderada altitud podrían utilizar las curvas referenciales elaboradas a partir de circunferencias corporales con el propósito de monitorizar y vigilar el crecimiento físico y el estado nutricional, sirviendo de apoyo a las normas internacionales que utilizan variables de peso y estatura.

Palabras clave: Crecimiento físico, circunferencias, altitud, percentiles.

Abstract

Objective: The objective of this study was to propose reference percentiles for assessing the physical growth of children with moderate elevation of both sexes, based on body circumferences.

Methods: A total of 6,639 students between 6 to 12 years were selected in a probabilistic (stratified) 473 boys and 482 girls. The students were from urban public schools in the province of Arequipa, Peru. The variables were body mass (kg), height (m), relaxed arm circumference, chest and half calf (cm). Body circumferences were used to develop percentile distribution of p5, p10, p15, p25, p50, p75, p85, p90 and p95, depending on age and sex.

Results: We verified high levels of correlation between weight and height with the body circumferences of arm, chest and abdomen: In children (from 0.64 to 0.91) and girls (0.72-0.91). Percentiles established from body circumferences for the assessment of normal growth by age and gender. The values are summarized in five operational categories that could very well be utilized for the assessment of nutritional status.

Conclusion: The school of moderate altitude could use the reference curves developed from body circumferences in order to monitor and oversee the physical growth and nutritional status, serving as support to international standards using height and weight variables.

Key words: Physical growth, circles, altitude, percentiles.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento físico es definido como un aumento en el número y tamaño de las células que componen los diversos tejidos del organismo.¹ Su valoración puede efectuarse a través de la técnica antropométrica no invasiva, considerada como la más conveniente, simple y económica,² puesto que es uno de los componentes más importantes de la práctica pediátrica para el control del niño sano y enfermo.³

En este sentido, durante los primeros años de vida resulta trascendental monitorizar el crecimiento físico mediante la medición secuencial de peso, estatura e índices corporales,⁴ dado que dichas variables son aceptadas como importantes instrumentos en el control de la salud y evaluación del estado nutricional de niños,⁵ adolescentes y adultos. De esa forma, los índices antropométricos son los criterios más frecuentemente utilizados para la valoración del estado nutricional y el crecimiento de los niños,⁶ para lo cual es necesaria la presencia

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medicgraphic.com/pediatriademexico>

de curvas referenciales, ya que según Conde y Monteiro sirven para clasificar (comparar con grupo de referencia) y diagnosticar (separar individuos saludables de los no saludables) el estado nutricional de un individuo o una población.

Desde esa perspectiva, el control del crecimiento y su comparación con curvas consideradas como estándar es una práctica habitual en América Latina, así como en otras partes del mundo,⁸ ya que el uso de estas normas de referencia según los investigadores ha determinado que los niños sean normales, avanzados o retrasados en su crecimiento para su edad,⁹ así como también para inferir el estado nutricional de los niños y adolescentes.

En consecuencia, desde 1978 la Organización Mundial de la Salud promueve el uso de un estándar internacional para el monitoreo del crecimiento de los niños, particularmente en aquellos países sin curvas propias,¹⁰ como el caso específico del Perú. A este respecto, podemos señalar que varios son los autores e instituciones a nivel mundial que diseñaron curvas de crecimiento, como por ejemplo las normas propuesta por Tanner, Whitehouse, Takaishi,¹¹ Waterlow et al,¹² del Instituto de Investigación Fels,¹³ del Centro Nacional de Estadística para la Salud (NCHS)¹⁴ y del Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC).¹⁵ Todas estas referencias presentan una característica común en sus variables: la evaluación del peso y la estatura, así como también los sujetos que conforman la muestra de los mencionados estudios pertenecen a poblaciones del nivel del Mar. Esto trae consigo analizar que la nueva propuesta de la OMS, según Onis et al¹⁶ en su diseño, incluya niños que nacieron por debajo de los 1,500 m snm; sin embargo, el 6% de la población mundial que vive sobre los 1,500 m snm¹⁷ y en el Perú el 33% que vive arriba de los 3,000 m snm¹⁸ no podrían utilizar dichas normas referenciales, dado que el mencionado estudio internacional decidió no incluir la altitud como factor de ajuste,¹⁷ por lo que podría originar sesgo en los resultados.

Por lo tanto, con el propósito de realizar seguimiento del crecimiento físico en niños de moderada altitud, el objetivo del presente estudio fue proponer percentiles referenciales para la valoración del crecimiento físico de niños de ambos sexos basados en circunferencias corporales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo y diseño del estudio

La investigación es de tipo descriptiva de corte transversal, a través de la cual se estudiaron escolares de 6 a 12 años de edad. En general, en el Perú la educación básica regular comprende tres niveles: Inicial (entre 3-6 años), Primaria (entre 6-12 años) y Secundaria (entre 12-16 años). Todos los escolares estudiados se encuentran inmersos dentro de la educación primaria, los que son investigados en el presente estudio.

Selección de la muestra

El universo estuvo conformado por un total de 6,659 alumnos, siendo 3,300 niños y 3,359 niñas de condición socioeconómica media. Para calcular el tamaño de la muestra se consideró la hipótesis más desfavorable (0.50) con precisión de (0.05) para un intervalo de confianza de IC del 95% y el tamaño óptimo fue de 955 sujetos, siendo 473 varones y 482 damas, respectivamente.

Al momento de realizar las evaluaciones antropométricas se confirmó que todos los niños deberían poseer su registro de nacimiento en el departamento, provincia y/o distrito de moderada altitud (2,320 m snm). Esto se verificó mediante la partida de nacimiento de cada uno de ellos. Los sujetos que nacieron en ciudades por debajo de los 1,500 m snm fueron excluidos del estudio. Por lo tanto, se consideraron niños en edad escolar pertenecientes al sistema educativo peruano de educación básica regular (nivel primario) que nacieron y viven a moderada altitud.

Los niños peruanos que frecuentan centros educativos escolares ubicados en zonas urbanas por lo general son considerados de condición socioeconómica media, y los que frecuentan centros escolares en zonas marginales pertenecen a la condición socioeconómica baja. En este sentido, para el estudio se aplicó un cuestionario propuesto por Cossio-Bolaños.¹⁹ Este instrumento incluye siete preguntas, que permitieron identificar a los escolares de condición socioeconómica media por medio de una escala que va de 12 a 75 puntos, donde valores ≤ 35 puntos indican condición baja, valores entre 35-59 condición media y ≥ 60 puntos condición alta.

Delimitación del estudio

El estudio se encuentra delimitado en la provincia de Arequipa (Perú). Esta ciudad presenta una superficie de 63,528 km² con una densidad poblacional de 1,200.000 habitantes. En cuanto a su ubicación, se encuentra localizada en relación a América del Sur en la parte sur occidental del área Centro Sur y respecto al Perú se localiza en la parte sur con longitud oeste de Greenwich de 71° 31', latitud sur 16° 23' y a 2,320 m snm.

Técnicas e instrumentos

Para la evaluación de las variables antropométricas se adoptaron protocolos estandarizados a nivel internacional, siguiendo las normas y sugerencias realizadas por el *«International Working Group of Kineanthropometry»* descrita por Ross y Marfell-Jones.²⁰ Para el caso, tanto la circunferencia del brazo, como la pantorrilla fueron evaluadas en la extremidad del lado derecho del cuerpo. A continuación se describen cada una de las variables utilizadas para el estudio:

- Masa corporal (kg): Se evaluó 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).

- Estatura (m): Se evaluó descalzo, ubicado en el plano de Frankfurt, utilizando un estadiómetro de aluminio graduada en milímetros de marca Seca, presentando una escala de (0-2.50 m).
- Circunferencias corporales (cm): Se evaluó la circunferencia del brazo relajado en la mitad del acromión y olecranón del brazo derecho. La circunferencia del tórax se midió en el punto mesoesternal del plano horizontal entre una inspiración y expiración normal. Finalmente, la circunferencia de la pantorrilla media fue evaluada en la parte más prominente de la pantorrilla derecha. Para la evaluación de las circunferencias se utilizó una cinta métrica de nylon seca milimetrada con una precisión de (0.1 cm), respectivamente.

Confiabilidad de las medidas

Con el objetivo de garantizar y dar una mayor calidad de las medidas antropométricas, se utilizó una doble medición a cada 10 sujetos en todas las variables. Cabe resaltar que todas las evaluaciones fueron realizadas por un mismo evaluador altamente entrenado con certificación ISAK nivel III. El error técnico de la medida varía entre 2-3% y el coeficiente de reproductibilidad entre ($r = 0.97-0.99$), respectivamente. Tales valores son altamente confiables y reproducibles para su aplicación.

Aspectos éticos

El estudio contó con la respectiva aprobación del Comité de Ética en Investigación del Instituto del Deporte Universi-

sitario IDUNSA, así como los responsables y tutores de los niños llenaron y firmaron la ficha de consentimiento libre y aclarado para autorizar las evaluaciones antropométricas de sus hijos y/o apoderados.

Criterios de referencia adoptados

Para clasificar a los sujetos del presente estudio se adoptaron los criterios de referencia adoptados por Frisancho y Tracer.⁹ Los puntos de corte están basados en una distribución percentilar y los escores Z para cada variable, en función de la edad cronológica. El *cuadro I* muestra la clasificación.

Análisis estadístico

Los resultados del estudio fueron analizados a través de la estadística descriptiva de media aritmética, desviación estándar y distribución percentilar. Para correlacionar las variables antropométricas se utilizó el coeficiente producto-momento de Pearson (r) ($p < 0.05$).

RESULTADOS

El *cuadro II* muestra las variables antropométricas de masa corporal y estatura en función de la edad cronológica. Estas variables evolucionan en cuanto al crecimiento físico de forma lineal con el transcurso de la edad en ambos sexos.

El *cuadro III* muestra las correlaciones entre las variables antropométricas para ambos sexos. Los resultados evidencian correlaciones significativas para ambos géneros,

Cuadro I. Criterios para la clasificación del estado nutricional para ambos sexos.

Percentiles	Criterios estadísticos		Brazo	Circunferencias		Pantorrilla
	Z-escor			Tórax		
0.0-5.0 p	Z < - 1,682		Desnutrición	Desnutrición		Desnutrición
5.1-15.0 p	- 1,682 ≤ Z < - 1,122		Delgadez	Delgadez		Delgadez
15.1-85.0 p	- 1,122 ≤ Z < + 1,122		Normal	Normal		Normal
85.1-95.0 p	+ 1,122 ≤ Z < + 1,682		Sobrepeso	Sobrepeso		Sobrepeso
95.1 – 100 p	Z ≥ + 1,682		Obesidad	Obesidad		Obesidad

Cuadro II. Caracterización de la población estudiada.

Edad	n	Niños				n	Niñas			
		Masa corporal	Estatura	Masa corporal	Estatura		X	DE	X	DE
		X	DE	X	DE		X	DE	X	DE
6.0-6.9	56	21.88	2.38	1.14	0.05	80	22.48	2.62	1.19	0.05
7.0-7.9	67	22.91	3.92	1.18	0.05	61	24.62	3.45	1.23	0.04
8.0-8.9	68	25.88	3.55	1.25	0.05	63	26.57	3.04	1.26	0.06
9.0-9.9	73	29.38	3.80	1.28	0.04	58	30.38	4.62	1.32	0.06
10.0-10.9	59	33.25	4.05	1.36	0.07	63	36.64	5.47	1.40	0.06
11.0-11.9	71	37.01	4.83	1.43	0.06	76	38.91	5.98	1.44	0.06
12.0-12.9	79	42.03	6.32	1.47	0.06	81	43.60	5.10	1.51	0.05

determinándose relación positiva entre las variables de peso y estatura con las circunferencias corporales.

En los cuadros IV, V y VI se observa la distribución percentilar de las circunferencias corporales. Esta distribución va desde el p5 hasta el p95, así como también muestra la media aritmética y desviación estándar por variable, edad y sexo y podría ser bien utilizada para representar la variabilidad de una distancia media en unidades de desviación estándar en función de una referencia. La ecuación para calcular el Z escore es:

$$Z \text{ escore} = \frac{(\text{Valor observado del sujeto}) - (\text{Valor medio de la referencia})}{(\text{Desviación estándar de la referencia})}$$

Los valores entre el percentil p15 y p85 son considerados como normales (*Cuadro I*), dado que dentro de la correspondencia entre los escores Z y los percentiles en diferentes puntos de corte y su posición relativa en la Campana de Gauss lo muestran así (*Figura 1*). Las mencionadas correspondencias desde una perspectiva de la estadística de distribución normal permiten definir el estado de riesgo de una población determinada, por lo que en su mayoría los estudios antropométricos utilizan la curva de Gauss para realizar seguimiento del crecimiento físico y del estado nutricional, respectivamente.

DISCUSIÓN

La evaluación del crecimiento y el estado nutricional se realiza por medio de curvas de referencia,²¹ sugiriendo la Organización Mundial de la Salud^{10,22} el uso de un estándar internacional para el monitoreo del crecimiento físico de niños y adolescentes; sin embargo, las diferencias raciales o étnicas y la tendencia secular en el crecimiento, composición corporal y maduración sexual son factores que complican la interpretación de las medidas antropométricas y de los puntos de corte.²³⁻²⁵ Así también, la falta de una adecuada referencia para el seguimiento del crecimiento en poblaciones de altitud permitió estructurar una propuesta de normas referenciales oriundas para niños escolares de ambos sexos residentes a 2,320 msnm. El estudio está basado en argumentos de estadística descriptiva como los percentiles y los escores Z; a su vez, las fuertes correlaciones obtenidas para los niños ($r = 0.64-0.91$) y para las niñas ($0.72-0.91$) permiten resaltar que las circunferencias corporales del brazo, tórax y la pantorrilla son variables antropométricas que muy bien pueden ser utilizadas para la valoración del crecimiento físico y del estado nutricional de escolares que viven a moderada altitud.

En este sentido, varios estudios basados principalmente en circunferencias del brazo y la pantorrilla consideran

Cuadro III. Correlación entre variables antropométricas.

Variables	Peso	Estatura	C. brazo	C. tórax	C. pantorrilla
Peso	X	(0.91)	(0.86)	(0.91)	(0.85)
Estatura	0.91	X	(0.76)	(0.81)	(0.77)
C. brazo	0.80	0.71	X	(0.85)	(0.72)
C. tórax	0.89	0.80	0.76	X	(0.82)
C. pantorrilla	0.67	0.66	0.75	0.64	X

Leyenda: Paréntesis () correlación para la serie de niñas ($p < 0.05$) y sin paréntesis correlación para la serie de niños ($p < 0.05$).

Cuadro IV. Valores promedios, desviación estándar y percentiles para la circunferencia del brazo relajado (cm) para niños de 6 a 12 años de ambos sexos.

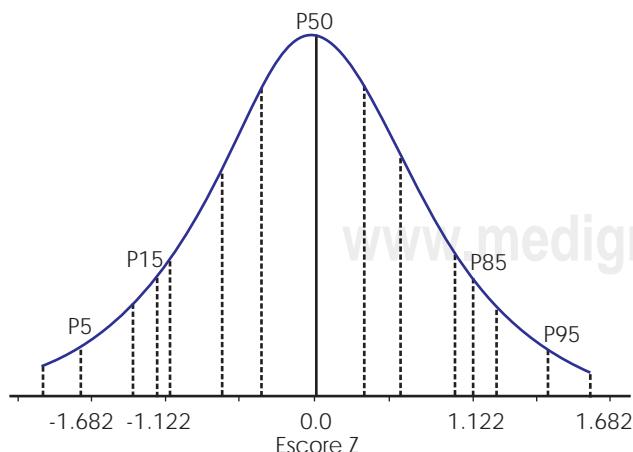
Edad	P5°	P10°	P15°	P25°	P50°	P75°	P85°	P90°	P95°	X	DE
Niños (n = 473)											
6.0-6.9	14.28	15.00	15.50	16.00	17.00	17.40	18.00	18.50	19.00	16.67	1.18
7.0-7.9	15.00	15.50	16.00	16.00	17.00	18.00	18.00	18.50	20.00	17.23	1.37
8.0-8.9	15.00	15.50	16.00	16.50	17.00	18.00	19.02	20.00	21.00	17.49	1.43
9.0-9.9	15.00	16.50	17.00	17.50	18.00	18.20	19.20	20.00	21.20	18.07	1.27
10.0-10.9	16.00	17.50	18.00	18.15	19.00	19.50	20.00	20.50	22.00	19.03	1.06
11.0-11.9	17.00	17.50	18.00	18.50	19.50	20.75	22.00	23.00	23.50	19.91	2.29
12.0-12.9	18.00	18.50	19.00	19.90	21.00	22.25	23.00	23.50	24.50	21.18	1.82
Niñas (n = 482)											
6.0-6.9	15.00	15.50	16.00	16.00	17.00	18.00	18.00	18.50	19.00	17.00	1.10
7.0-7.9	15.00	15.80	16.00	16.00	17.80	18.00	19.00	19.50	20.00	17.38	1.51
8.0-8.9	16.00	16.50	16.50	16.80	18.00	18.45	18.85	19.00	20.00	17.70	1.09
9.0-9.9	16.00	16.94	17.00	17.00	18.50	20.40	21.00	21.40	21.58	18.71	1.85
10.0-10.9	16.80	17.00	17.50	17.50	19.50	21.00	21.50	22.00	22.00	19.49	1.83
11.0-11.9	18.00	18.25	18.85	19.00	20.00	21.00	22.00	24.00	23.50	20.45	2.50
12.0-12.9	19.00	19.50	20.00	21.00	22.00	22.50	23.40	24.00	25.00	21.84	1.58

Cuadro V. Valores promedios, desviación estándar y percentiles para la circunferencia del tórax (cm) para niños de 6 a 12 años de ambos sexos.

Edad	P5°	P10°	P15°	P25°	P50°	P75°	P85°	P90°	P95°	X	DE
Niños (n = 473)											
6.0-6.9	54.00	56.00	57.00	58.00	59.00	61.00	62.00	63.00	65.00	59.33	2.51
7.0-7.9	56.00	57.50	58.00	58.00	61.00	64.50	65.00	68.20	69.00	61.89	4.44
8.0-8.9	56.00	58.00	60.00	61.00	63.25	65.00	66.00	68.00	69.00	63.14	3.38
9.0-9.9	58.00	61.00	61.96	63.00	64.00	66.00	67.00	68.00	71.00	64.52	2.77
10.0-10.9	60.00	64.80	65.00	66.00	69.00	73.00	74.00	75.00	75.00	69.33	3.97
11.0-11.9	62.00	63.00	65.00	66.00	69.00	73.00	73.00	74.00	77.00	69.18	4.98
12.0-12.9	63.00	66.00	67.70	69.50	74.00	77.00	80.00	82.00	82.20	73.59	5.37
Niñas (n = 482)											
6.0-6.9	51.00	55.90	57.00	59.00	60.00	61.00	62.00	62.40	63.25	59.56	3.39
7.0-7.9	53.00	56.00	57.00	59.00	61.00	65.00	65.00	66.00	68.00	61.61	3.84
8.0-8.9	55.00	60.00	61.00	63.00	64.00	67.00	68.00	69.60	71.00	64.67	3.33
9.0-9.9	58.00	59.00	61.00	63.00	65.00	71.00	71.00	72.00	73.00	66.03	5.04
10.0-10.9	62.00	62.50	63.00	65.00	69.00	73.00	73.50	74.00	76.00	69.13	4.64
11.0-11.9	63.50	66.00	66.50	69.38	70.10	74.00	75.00	78.00	80.00	71.95	5.63
12.0-12.9	66.00	66.50	70.00	72.00	75.00	76.00	80.00	85.00	85.00	75.16	5.50

Cuadro VI. Valores promedios, desviación estándar y percentiles para la circunferencia de la pantorrilla (cm) para niños de 6 a 12 años de ambos sexos.

Edad	P5°	P10°	P15°	P25°	P50°	P75°	P85°	P90°	P95°	X	DE
Niños (n = 473)											
6.0-6.9	19.08	20.00	21.13	22.00	23.00	24.05	24.88	25.00	26.00	23.09	2.45
7.0-7.9	20.40	21.50	21.95	22.00	23.40	24.00	24.55	25.00	27.00	23.35	1.68
8.0-8.9	21.00	21.00	22.00	22.30	24.00	26.00	26.50	27.00	29.00	24.21	1.94
9.0-9.9	22.00	23.50	24.00	24.00	25.00	27.00	27.50	27.90	31.00	25.63	1.53
10.0-10.9	22.10	23.50	24.00	25.50	27.40	28.70	31.00	36.00	33.00	27.78	4.15
11.0-11.9	22.50	24.00	25.10	26.00	28.00	29.00	30.00	35.00	34.50	28.08	3.73
12.0-12.9	23.50	27.00	27.90	28.00	30.00	31.60	32.36	32.50	35.00	29.70	2.16
Niñas (n = 482)											
6.0-6.9	20.00	21.00	22.00	22.00	23.00	24.00	24.12	25.00	25.00	23.26	1.22
7.0-7.9	21.00	22.50	23.00	23.50	24.00	25.00	25.20	26.00	24.06	0.99	
8.0-8.9	21.50	22.50	23.00	23.35	24.00	26.00	26.40	27.00	24.51	1.54	
9.0-9.9	22.00	23.28	23.40	24.10	25.50	27.00	28.00	28.50	29.00	25.69	1.89
10.0-10.9	22.50	23.50	24.00	25.00	28.00	29.30	29.85	30.00	30.90	27.40	2.59
11.0-11.9	24.00	24.00	26.00	26.50	28.70	30.00	31.00	32.00	36.25	28.56	3.77
12.0-12.9	26.00	26.50	27.00	28.00	29.00	31.00	32.00	32.50	33.00	29.48	2.37

**Figura 1.** Correspondencia entre los Escores Z y los percentiles, según diferentes puntos de corte dentro de la campana de Gauss.

relevante el uso de dichas variables para valorar el crecimiento y desarrollo de niños y adolescentes.^{1,26,27} El tórax, es ampliamente utilizado para caracterizar poblaciones de altitud, ya que ampliamente está demostrado que los sujetos de elevadas altitudes muestran mayores dimensiones torácicas en relación con los del nivel del mar.²⁸ A su vez, en el presente estudio verificamos alta correlación con el peso y la estatura, lo que puede ser considerado como indicadores de crecimiento de niños que viven a moderada altitud.

Los puntos de corte utilizados en las tablas del presente trabajo fueron adoptados con base en el estudio de Frisancho y Tracer⁹ para niños y adolescentes de 2 a 17 años y en los estudios del CDC,^{15,29} considerando como límites de normalidad entre el percentil 5 y 95, cuya puntuación Z correspondiente es $-1.65 \leq Z \geq +1.65$ DE. En el caso de

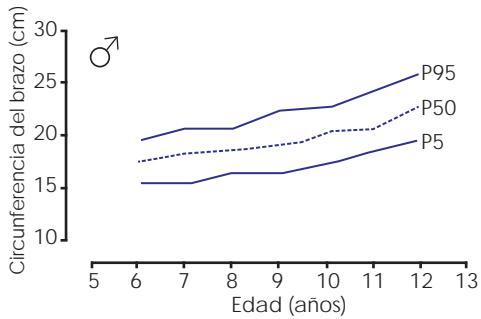
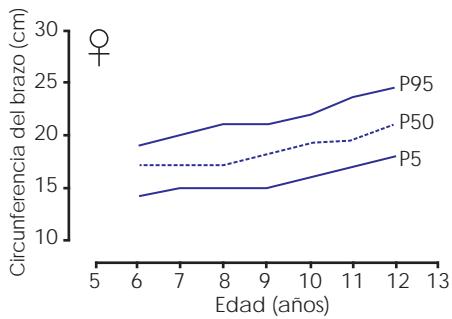


Figura 2. Distribución percentilar para la circunferencia del brazo de niños de moderada altitud.

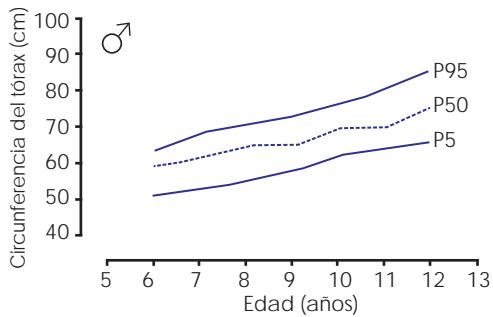
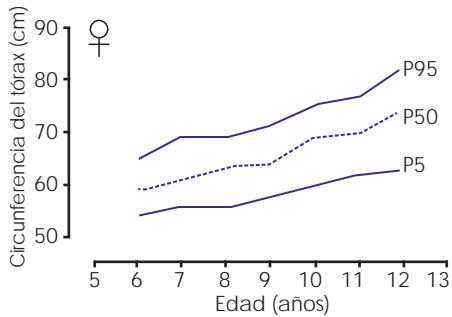


Figura 3. Distribución percentilar para la circunferencia del tórax de niños de moderada altitud.

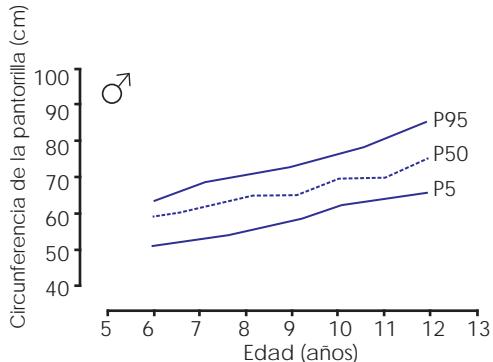
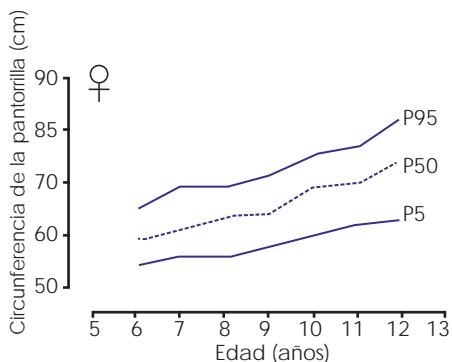


Figura 4. Distribución percentilar para la circunferencia de la pantorrilla de niños de moderada altitud.

nuestro estudio, los percentiles permiten distinguir cinco categorías para su monitorización (*Cuadros IV, V y VI*), reflejando la normalidad entre $-1,682 \leq Z \leq +1,682$ Z escore. La Organización Mundial de la Salud^{10,22} recomienda como límite inferior de normalidad en el índice de estatura para la edad 2DE de puntuación Z, que corresponde al percentil 2,3, respectivamente, adoptándose como puntos de corte por una aproximación p3 a p97, respectivamente.

En consecuencia, la construcción de un estándar de crecimiento internacional para niños y adolescentes de edad escolar debe ser estructurada con cautela, considerando criterios de selección individual de la población, diseño de estudio, tamaño de la muestra, mediciones y modelos estadísticos,³⁰ ya que muchas veces durante las evaluaciones nutricionales los estudios sobreestiman y/o subestiman los resultados³¹ debido a la falta de unanimidad en los puntos de corte adoptados por las diversas referencias. Por lo tanto, los reportes de prevalencia de malnutrición por carencia o por exceso como la desnutrición, sobre peso u

obesidad podrían diferir notablemente entre los estudios, entre países y en el tiempo, si se usan diferentes criterios o puntos de corte.³²

El desarrollo de una referencia está determinado para la proyección, vigilancia y monitorización de niños escolares y adolescentes,³⁰ a partir del cual los niños en edad escolar de poblaciones en altitud podrían utilizar las referencias basadas en circunferencias corporales, ya que no sólo las curvas de peso y estatura son variables de crecimiento físico, sino también las circunferencias corporales son consideradas como tales, puesto que son sensibles a sufrir cambios por efectos de la desnutrición y/o sobre nutrición.

El estudio presenta limitaciones, dado que no fue posible el control de parámetros bioquímicos y hematológicos que permitan contrastar los puntos de corte adoptados; sin embargo, el hecho de basarse en fundamentos metodológicos de estudios previos⁶⁻⁹ permite su aplicabilidad a escolares de moderada altitud. Sugerimos, para futuros estudios, controlar tales variables y ampliar el rango de edades, con

el objetivo de proponer curvas de crecimiento para regiones geográficas de moderadas y elevadas altitudes.

Finalmente, a través de las curvas referenciales obtenidas en el presente estudio podemos concluir que las poblaciones de moderada altitud podrían utilizar los valores obtenidos en los percentiles y/o los escores Z para el seguimiento y vigilancia del crecimiento físico de niños en edad escolar, así como también para el diagnóstico del

estado nutricional de los mismos, sirviendo de apoyo a las referencias internacionales que utilizan durante sus evaluaciones el peso y la estatura. A su vez, las regiones de elevadas altitudes necesitan de estudios longitudinales y transversales que posibiliten construir sus propias curvas de crecimiento y de esta forma evitar ser excluidos de los estudios internacionales por la probabilidad de originar sesgos muestrales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or C. Growth maturation and physical activity. 2^a ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004.
2. Zemel BS, Riley EM, Stallings VA. Evaluation of methodology for nutritional assessment in children: anthropometry, body composition, and energy expenditure. *Ann Rev Nutr Palo Alto* 1997; 17: 211-235.
3. Overby KJ. Pediatric health supervision. Physical Growth. In: Rudolph AM, Hoffman JIE, Rudolph CD (eds). *Rudolph's pediatrics*. 20th ed. Stanford, Connecticut: Appleton & Lange, 1996: 1-9.
4. Flores-Huerta S. Antropometría, estado nutricio y salud de los niños. Importancia de las mediciones comparadas. *Bol Med Hosp Infant Mex* 2005; 63: 73-75.
5. Onis M, Habicht JD. Anthropometric reference data for international use; recomendations from a World Health Organization expert Committee. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 650-658.
6. OMS. El estado físico: uso e interpretación de la antropometría. Informe de un Comité de Expertos de la OMS. Serie de Informes Técnicos, Nº 854. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 1995.
7. Conde W, Monteiro CA. Body mass index cutoff points for evaluation of nutritional status in Brazilian children and adolescents. *J Pediatr (Rio J)* 2006; 82(4): 266-272.
8. SAP. La Sociedad Argentina de Pediatría actualiza las curvas de crecimiento de niñas y niños menores de cinco años. *Arch Argent Pediatr* 2008; 106(5): 462-467.
9. Frisancho AR, Tracer DP. Standards of Arm Muscle by Stature for the Assessment of Nutritional Status of Children. *American Journal of Physical Anthropology* 1987; 73: 459-465.
10. WHO. A growth chart for international use in maternal and child health care. Guidelines for Primary Health Care Personnel. Geneva: WHO; 1978.
11. Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children. *Arch Dis Child* 1965; 41: 454-464.
12. Waterlow JC, Buzina R, Keller W, Lane JM, Nichamont MZ. The presentation and use of height and weight data for comuarine the nutritional status of growth of children under the age of 10 years. *Bull WHO* 1977; 55: 489-498.
13. Hamill PV, Drizd TA, Johnson CL, Reed RB, Roche AF. NCHS growth curves for children, birth-18 years, United States. *Vital and Health Statistics, Series 11, No. 165*. Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics. DHEW Publ, 1977. No. PHS 78-1650.
14. NCHS. Growth curves for children. Birth-18 years. United States DHEW Pub. No. (PHS) 78-1650: US Dept of Health, Education and Welfare. Public Health Service. National Center for Health Statistics. USA: Hyattsville, MD, 1977.
15. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei R, Mei Z, Curtin LR, Roche AF, Johnson CL. CDC Growth Charts: United States. Advance data from vital and health statistics; No. 314. Hyattsville, Maryland: National Center for Health Statistics, 2000: 1-28.
16. Onis M, Onyango AW, Van den Broeck J, Chumlea WC, Martorell R. Measurement and standardization protocols for anthropometry used in the construction of a new international growth reference. *Food Nutr Bull* 2004; 25(1): S27-S36.
17. Ponce de León S. The WHO Multicentre growth reference study and altitude above sea level. An example of hyposometric bias. *High Altitude Medicine & Biology* 2008; 9: 3.
18. González F. Metabolismo en las grandes alturas. *Acta Andina* 2001; 9(1-2): 31-42.
19. Cossio-Bolaños MA. Crescimento físico e desempenho motor em crianças de 6-12 anos de condição socioeconômica média, da área urbana de Arequipa (Peru). Dissertação de mestrado. Unicamp/ FEF. Campinas, 2004.
20. Ross WD, Marfell-Jones MJ, Kinanthropometry. In: MacDougall JD, Wenger HÁ, Geen HJ (Eds). *Physiological testing of elite athlete*. 223-308, London, Human Kinetics, 1991.
21. Zeferino AMB, Barros Filho A, Bettoli H, Barbieri M. Acnpanhamento do crescimento. *J Pediatr (Rio J)* 2003; 79: s23-232.
22. WHO 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.
23. Prentice AM, Jebb AS. Beyond body mass index. *Obes Rev* 2001; 2: 141-147.
24. Cole TJ. The secular trend in human physical growth: a biological view. *Econ Hum Biol* 2003; 1: 161-168.
25. Zellner K, Jaeger U, Kromeyer-Hauschild K. Height, weight and BMI of schoolchildren in Jena, Germany-Are the secular changes levelling off? *Econ Hum Biol* 2004; 2: 281-94.
26. Cossio-Bolaños MA, Arruda M, De Marco A. Correlación entre el índice de masa corporal y las circunferencias corporales de niños de 4 a 10 años. *An Fac Med* 2010; 71(2): 79-82.
27. Ross WD, Wilson NC. A stratagem for proportional growth assessment. *Acta Paediatr Belg* 1974; 28: 169-182.
28. Stinson S. The physical growth of high altitude Bolivian Aymara children. *Am J Phys Anthropol* 1980; 52: 377-385.
29. Center for disease control and preventive, national center for health statistics. CDC, growth charts: United States, 2002. <http://www.cdc.gov/growthcharts>
30. Butte NF, Garza C, Onis M. Evaluation of the feasibility of international growth standards for school-aged children and adolescents. *Food and Nutrition Bulletin*. 2006; 27(4).
31. Keller W, Filmore CM. Prevalence of proteinenergy malnutrition. *World Health Statist. Quart* 1983; 36: 129-167.
32. Lobstein T, Baur L, Uauy R. IASO International Obesity Task-Force. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev* 2004; 5(Suppl 1): 4-104.

Correspondencia:

Marco Antonio Cossio Bolaños
Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Educação Física
Av. Erico Veríssimo 701,
Cidade Universitária-13083-851,
Caixa Postal 6134. Campinas, São Paulo, Brasil.
E-mail: mcossio1972@hotmail.com