

Modelo explicativo del efecto de la talla y grasa corporal en el peso de escolares entre 9 y 17 años de edad

Daniela Carvajal^(1,2,3) Miguel Martín⁽²⁾ Natalia Romero-Sandoval^(2,3,4)



Este artículo está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported License

- 1 Postgrado de Pediatría. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica del Ecuador
- 2 Grupos de Investigación de América y África Latinas - GRAAL - Unidad de Bioestadística - Facultad de Medicina - Universidad Autónoma de Barcelona
3. Universidad Internacional del Ecuador
4. Postgrado de Medicina Familiar y Comunitaria. Instituto Superior de Postgrado, Facultad de Ciencias Médicas Universidad Central del Ecuador

Correspondencia:

Dra. Natalia Romero-Sandoval
E-mail: natalia.romero.15@gmail.com

Recibido: 18 - Septiembre - 2013

Aceptado: 27 - Diciembre - 2013

Palabras clave: Peso, Talla, Grasa corporal, Sobrepeso, Obesidad, Adolescencia, Ecuador.

Forma de citar este artículo:

Carvajal D, Martín M, Romero-Sandoval N. Modelo explicativo del efecto de la talla y grasa corporal en el peso de escolares entre 9 y 17 años de edad. Rev Med Vozandes 2013; 24: 9 - 18.

Resumen

Contexto

La obesidad ha aumentado en niños y jóvenes. La importancia de medir la composición corporal es reconocida. Sin embargo, la talla y la proporción de grasa podrían explicar la variabilidad del peso y dependerían de la edad y sexo de la persona.

Objetivo

Analizar la relación de la talla y grasa corporal con el peso de los estudiantes.

Diseño

Estudio observacional, transversal y analítico.

Lugar y sujetos

Se empleó la base de datos del estudio "Quito municipal schools cohort study: Baseline results", desarrollado en 6964 escolares de 9 a 17 años.

Mediciones principales

Se consideró las variables edad, sexo, peso, talla y grasa corporal. La condición antropométrica fue definida según criterios de la Organización Mundial de Salud. Para evaluar la correlación entre el peso en función de la talla y proporción de grasa corporal se aplicó un modelo de regresión lineal múltiple.

Resultados

La correlación entre el peso, talla y grasa corporal fue significativa, tanto en mujeres ($r=0.93$) como en varones ($r=0.92$). El coeficiente de determinación disminuyó con la edad y la aportación parcial de la grasa al peso fue mayor hasta los 11 años en mujeres y 14 años en varones. En los varones con exceso de peso la aportación de la grasa para explicar el peso fue menor que la talla y en las mujeres la aportación de la grasa corporal y la talla fue igual en todas las edades.

Conclusión

La proporción de grasa debería tenerse en cuenta siempre que se determine el exceso de peso y se determine y analice el sobrepeso y la obesidad, porque es el único de los dos términos que se puede modificar.

Keywords:
Weight, Height, Body fat,
Overweight, Obesity,
Adolescence, Ecuador.

Abstract

Explanatory model of the effect of size and body fat in the weight of school children between 9 to 17 years

Context

Obesity has increased in children and youth. The importance of measuring body composition is known. However, the size and the proportion of fat could explain weight variability and depend on the age and sex of the person.

Objective

To analyze the relationship between size and amount of body fat and the weight of the students.

Design

Cross – sectional study

Subjects and setting

The database from the study "*Quito municipal schools cohort study: Baseline results*" was used. This study was developed in 6964 students aged 9 to 17 years.

Main measurements

Age, sex, weight, height and body fat were considered in the analysis. Anthropometric status was defined according to criteria of the World Health Organization. To evaluate the correlation between the weight depending on the size and proportion of body fat a multiple linear regression was applied.

Results

The correlation between weight, height and body fat was significant both in women ($r=0.93$) and in men ($r=0.92$). The coefficient of determination decreased with age and the partial contribution of fat to weight was higher until the age of 11 in women and 14 years in men. In males with overweight the contribution of fat to explain the weight was lower than the height and in women the contribution of body fat and the height was the same in all ages.

Conclusion

The proportion of fat should be taken into account when excess weight is determined and when overweight and obesity are analyzed because it is the only one of the two terms that can be modified.

Introducción

Desde 1997 la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró la obesidad como una epidemia mundial limitada a los adultos; sin embargo, en niños y jóvenes este fenómeno ha aumentado de manera exponencial desde la década del 2000^[1]; si bien existe reportes de países en los que la prevalencia se ha cuadruplicado en los últimos 30 años^[2].

La obesidad durante la infancia y adolescencia hace más probable la presencia de factores de riesgo asociados a enfermedades cardiovasculares como hipertensión, hipercolesterolemia y diabetes tipo 2, un niño/adolescente obeso tiene más probabilidad de seguir siendo obeso en la etapa adulta^[3]; de tal manera que existen suficientes motivos para la búsqueda de mejores herramientas de evaluación de la obesidad, tanto para la vigilancia como para el manejo clínico en la población pediátrica^[4].

Durante las dos últimas décadas, la importancia de la medición de la composición corporal según el estado nutricional cada vez es más reconocido, sobre todo en la población pediátrica^[5] y depende fundamentalmente del sexo y edad^[6]. La necesidad de contar con un patrón del crecimiento para la población de cinco a 19 años con el fin de clasificar la situación antropométrica y que sea de amplia aplicación motivó a la OMS, en el año 2007, a reconstruir las curvas de crecimiento del National Center of Health Statistics (NCHS) de 1977. Para este efecto se utilizó una muestra de infantes de 0 a 5 años procedentes de Brasil, Ghana, India, Noruega, Omán y Estados Unidos, seguidos entre 1997 y 2003^[7]. A través de modelos matemáticos que ajustan la mediana del peso y la talla para cada sexo y edad considerada, introduciendo en el modelo una corrección debida a la falta de normalidad de las variables peso y talla (sesgo y curtosis) se construyeron las conocidas tablas de crecimiento^[8].

En consecuencia, el peso y talla y su relación expresado en el índice de masa corporal (IMC) son utilizados como datos indirectos para clasificar obesidad^[9] debido a dos factores importantes: la adecuada correlación con la masa grasa y la facilidad y comodidad para su cálculo en los ámbitos clínico y epidemiológico. Sin embargo, ni en el peso ni en el IMC se distingue la variabilidad dada por adiposidad, musculatura, hueso o edema^[10]; por lo que no necesariamente el exceso de peso está asociado de manera directa al exceso de grasa.

El tejido graso, así como el peso y la talla, tienen características particulares en el crecimiento. Stratz describió para la niñez y adolescencia los períodos durante los que se

producen cambios antropométricos en relación con el porcentaje de tejido graso. Hasta el final de los doce meses de edad se produce un primer aumento del porcentaje de la grasa corporal denominado "el primer periodo de relleno (*filling*)", seguido del "primer periodo de estirón (*stretching*)"^[11].

Durante la pubertad, bajo la influencia de los esteroides gonadales y la hormona de crecimiento se produce un incremento en el contenido mineral óseo, en la masa muscular, y en el acúmulo de grasa alcanzando el segundo momento de máxima expresión^[12] en el crecimiento. Estos tres elementos se reflejan en el peso, que en esta etapa de la vida llega a constituir el 50% del que tendrá el individuo en la adultez, teniendo en cuenta que existirán variaciones individuales.

El "segundo periodo de relleno" en los varones ocurre entre los 8-10 años y un "segundo periodo de estirón" durante el brote de crecimiento puberal, en el que la cantidad de grasa subcutánea se mantiene constante durante varios meses, con un incremento significativo de la masa muscular^[13]. En las niñas, el "segundo periodo de relleno" ocurre seis meses después de alcanzar el "pico" de talla; especialmente en el primer año después de la menarquia, con un incremento de la masa grasa corporal hasta la edad adulta. Por lo tanto, el incremento de la masa corporal durante el crecimiento y madurez se puede dividir en aumentos de la masa grasa y de la libre de grasa^[14].

El tiempo de duración medio del estirón puberal dura dos a tres años, posteriormente el crecimiento anual se reduce hasta llegar a la talla adulta,^[15] características que varían de acuerdo a la carga genética^[16] y condiciones ambientales (sociales y económicas)^[17]. Una vez superadas las etapas de rápido crecimiento, se espera que en la pubertad se alcance el 25% de la talla definitiva, en promedio a los 12 años en las mujeres con una velocidad de crecimiento de 8,5 cm/año y a los 14 años en varones con un incremento de 9,5 cm/año. Si bien la variación de la madurez relacionada con el tamaño corporal es más marcada en el rango de edad entre 13 y 15 años, los individuos que maduran más temprano tienen mayor tamaño corporal que aquellos con maduración tardía^[18].

A partir de 2007, la definición de sobrepeso y obesidad se plantea en base a un consenso (Percentil 85 o lo que se denomina una desviación por encima de la media – una unidad Z- y Percentil 97 o dos desviaciones por encima de la media, respectiva-

mente) que se correlaciona con los puntos de corte en el adulto. El gran reto para clasificar obesidad en la niñez y adolescencia es la adopción de criterios diagnósticos para distinguir el exceso de grasa corporal, ya que el crecimiento de varios tejidos y compartimentos del cuerpo, así como la madurez sexual asociada a los cambios hormonales dificultan diferenciar los períodos de "relleno" y crecimiento de masa ósea y muscular de un incremento no fisiológico de la grasa corporal mediante parámetros antropométricos^[19, 20].

Para llevar a cabo un adecuado análisis de la composición corporal es necesario delimitar su estructura, fraccionamiento del que resultarán distintos modelos de composición corporal. Behnke propuso un modelo de análisis a partir de dos componentes fundamentales: la masa grasa (porcentaje de grasa) y la masa libre de grasa^[10].

Las características fisiológicas descritas llevan a analizar la variabilidad del peso en función de la proporción de grasa corporal y la talla como marcadores relativos de exceso de peso en una población escolarizada de 9 a 17 años, de la ciudad de Quito, en la cual se describió para el año 2011 una prevalencia de sobrepeso de 18.7% (IC95%= 17.8-19.6), en hombres de 19.4% y en mujeres 18.1%; y de obesidad de 7.9% (IC95%= 7.6-8.2), en hombres 10.7% y en mujeres 5.4%^[21] buscando aportar con elementos para la discusión del concepto sobrepeso y obesidad en niñas, niños y adolescentes. La hipótesis de este estudio fue que la talla y la proporción de grasa explicarían la variabilidad del peso y dependen de la edad y sexo de la persona.

Sujetos y métodos

El presente estudio fue observacional, transversal y analítico; basándose en la continuidad de la explotación de la línea de base de una cohorte investigada: "Quito municipal schools cohort study: Baseline results",^[21] disponible en página electrónica (http://graal.uab.cat/#!/Informes-técnicos_100 [archivo: Escuelas de Quito.xls]). Las variables de estudio fueron sexo, edad, peso, talla, porcentaje de grasa y clasificación del índice de masa corporal, siendo la variable de interés el peso.

Para la medición de peso y talla los niños, niñas y adolescentes estuvieron con la camisa/camiseta del uniforme y pantalón, sin zapatos y adoptando la posición recomendada por la OMS para estudios antropométricos. Los antropometristas trabajaron conforme la norma estandarizada por la OMS.

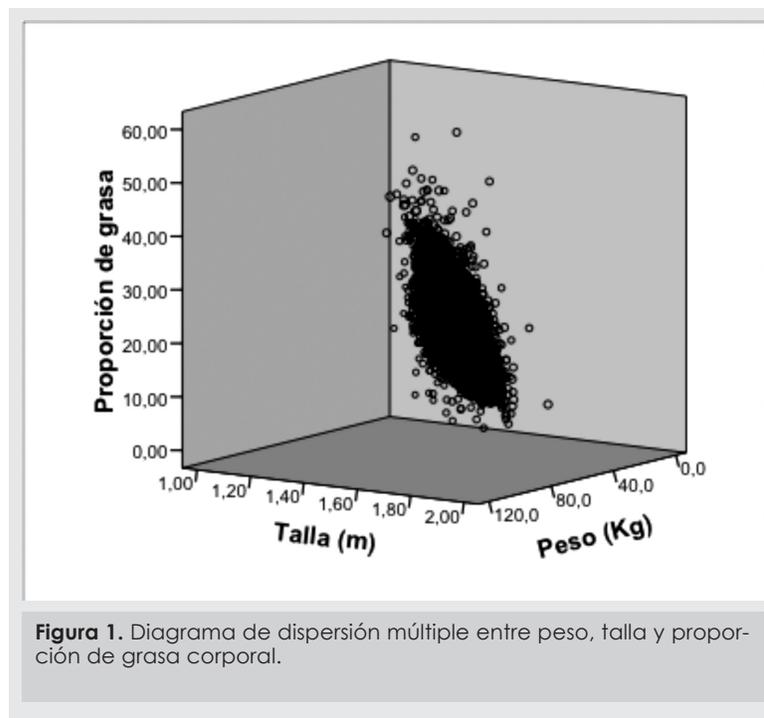
El peso fue registrado en las primeras horas de la mañana mediante una balanza electrónica marca TANITA®; la precisión para el mismo se fijó con un decimal. El porcentaje de grasa

fue determinado por la mencionada balanza, a través de la técnica de impedancia bioeléctrica (BIA), con una precisión de 0.1%; la corriente de medición fue 50kHz, 100 µA. En resumen, el método BIA envía una señal eléctrica segura de poca intensidad por el cuerpo. Es difícil para esta señal atravesar la grasa del cuerpo humano, pero le es fácil fluir por la humedad de los músculos y otros tejidos corporales. La dificultad con que la señal fluye a través de una sustancia se denomina impedancia. Así, cuanto más resistencia o impedancia encuentra la señal más alta es la lectura de grasa corporal^[22]. El tallímetro portátil marca SECCA® fue utilizado para la medida de la talla, el cual tuvo un rango de 0 a 200 centímetros con una precisión de 5 milímetros. Los instrumentos estuvieron calibrados y certificados por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).

El sobrepeso se definió a partir de valores de IMC ubicados entre los percentiles 85 y 97; y para obesidad por sobre el percentil 97, conforme la OMS^[7]; ambas alteraciones combinadas se denomina exceso de peso. La asociación de las variables continuas (talla, proporción de grasa corporal, peso) se realizó mediante un modelo de regresión lineal múltiple, previo al análisis de la colinealidad entre grasa y talla (una correlación múltiple es óptima si no existen colinealidades, $r=0$, entre las variables explicativas). El plan de análisis en una primera fase fue calcular el valor del coeficiente de correlación parcial (r) para talla y grasa corporal, la proporción de varianza explicada por el modelo [coeficiente de determinación (R^2)] y los coeficientes de la ecuación de regresión (b_1 y b_2), para observar el cambio de la magnitud del peso por cambio de centímetro de altura y unidad de tanto por ciento de grasa, estratificado por sexo y edad; y en una segunda fase se analizaron estas correlaciones solo en los individuos con exceso de peso. Los datos se analizaron mediante el paquete estadístico SPSS v 21.

Resultados

La edad de la población de estudio estuvo comprendida entre 9 y 17 años, con una media de 12 años (desviación típica 1.64). Los escolares hombres fueron 3253 (46.7%). El porcentaje medio de grasa corporal fue 22.5%.



El análisis de la relación lineal entre talla y proporción de grasa mostró que el coeficiente de correlación fue $r < 0,001$; es decir, lo que la variabilidad de la talla es explicada por la variabilidad de la proporción de grasa es 0 y viceversa (ortogonales) al no existir covarianza.

En el modelo de regresión, la correlación encontrada entre el peso, la talla y la proporción de grasa corporal en los participantes fue muy cercana a la unidad tanto en mujeres (0.934) como en varones (0.921), con alta significación estadística ($p < 0,001$), como se muestra en la **figura 1**. Para hombres y mujeres la varianza explicada del peso por el modelo de regresión superó el 80% ($R^2 = 0.856$ y 0.872 , respectivamente).

En la **tabla 1** se presentan los valores de los modelos de regresión para el peso y las variables talla y proporción de grasa, estratificados por sexo y edad. En los varones el coeficiente de determinación fue disminuyendo con la edad y la aportación parcial de la grasa fue mayor hasta los 11 años; cambiando esta tendencia a partir de esta edad. En las mujeres el coeficiente de determinación también disminuyó siendo más evidente a partir de los 14 años.

En las mujeres, la aportación al peso, tanto de la proporción de grasa como de la talla fue igual hasta los 10 años, tal y como muestran los coeficientes de correlación parcial (r). A partir de esta edad, en el peso final tuvo mayor influencia la proporción de la grasa corporal que la talla, a diferencia de los varones.

Como se muestra en la **tabla 2**, en el caso de los varones con exceso de peso la aportación de la proporción de grasa para explicar el peso fue menor que la talla; lo cual resultó más evidente a medida que aumentaba la edad. En las mujeres con exceso de peso la aportación de la grasa corporal y la talla al peso, fue igual en todas las edades.

En toda la población, a los 16 y 17 años la proporción de grasa corporal para explicar el peso fue significativa; sin embargo, se debe tomar en cuenta que hubo menos datos a esas edades.

Discusión

El peso es la medida antropométrica más utilizada para la valoración del estado nutricional en la edad pediátrica, pero precisa relacionarlo con la talla o con la proporción relativa de tejido graso, para obtener un análisis correcto del exceso de peso^[20].

El objetivo de este estudio fue analizar la asociación entre el peso, la talla y la proporción de grasa corporal en un grupo de escolares municipales de la ciudad de Quito, el análisis se enmarcó tanto en la población general del estudio como en los participantes clasificados con sobrepeso y obesidad. Los

Tabla 1. Modelo de regresión del peso con la talla y proporción de grasa corporal, estratificado por edad y sexo*

Edad(años)	n	R ²	r talla†	rgrasa†	Cte‡	b 1	b 2
Hombres							
9	66	0.913	0.83	0.91	-65.60	0.79	60.90
10	551	0.841	0.81	0.83	-60.70	0.62	60.20
11	620	0.824	0.77	0.83	-71.10	0.77	66.20
12	623	0.785	0.79	0.77	-79.30	0.70	73.40
13	617	0.792	0.82	0.79	-88.80	0.82	79.00
14	540	0.759	0.77	0.79	-86.90	0.95	76.60
15	130	0.748	0.79	0.75	-87.30	0.96	77.90
16	63	0.688	0.73	0.75	-94.00	0.88	83.70
17	44	0.744	0.79	0.70	-92.10	0.83	84.70
Total	3254	0.849	0.91	0.76	-93.90	0.75	83.20
Mujeres							
9	66	0.913	0.83	0.91	-65.60	0.79	60.90
10	551	0.841	0.81	0.83	-60.70	0.62	60.20
11	620	0.824	0.77	0.83	-71.10	0.77	66.20
12	623	0.785	0.79	0.77	-79.30	0.70	73.40
13	617	0.792	0.82	0.79	-88.80	0.82	79.00
14	540	0.759	0.77	0.79	-86.90	0.95	76.60
15	130	0.748	0.79	0.75	-87.30	0.96	77.90
16	63	0.688	0.73	0.75	-94.00	0.88	83.70
17	44	0.744	0.79	0.70	-92.10	0.83	84.70
Total	3254	0.849	0.91	0.76	-93.90	0.75	83.20

* Todas las regresiones que se muestran en la tabla son estadísticamente significativas p<0.001

† r: Coeficiente de correlación parcial.

‡ Constante en el modelo.

Tabla 2. Modelo de regresión del peso con talla y proporción de grasa corporal en población con exceso de peso (IMC mayor a percentil 85), estratificado por edad y sexo *

Edad(años)	n	R ²	r talla [†]	rgrasa [†]	Cte [†]	b 1	b 2
Hombres							
9	27	0.836	0.81	0.83	-87.80	0.75	0.75
10	208	0.708	0.79	0.61	-58.80	0.40	0.40
11	218	0.729	0.79	0.67	-81.60	0.63	0.63
12	206	0.765	0.86	0.53	-87.20	0.36	0.36
13	175	0.762	0.86	0.61	-96.10	0.56	0.56
14	109	0.717	0.82	0.69	-93.90	0.68	0.68
15	21	0.573	0.75	0.23	-88.10	0.36	0.36
16 [‡]	9	0.603	0.72	-0.32	-139.00	-0.38	-0.38
17	7	0.837	0.78	0.11	-124.80	0.22	0.22
Total	980	0.852	0.92	0.55	-107.80	0.478	0.478
Mujeres							
9	26	0.878	0.88	0.87	-69.10	0.98	57.80
10	119	0.742	0.81	0.56	-52.40	0.41	59.30
11	118	0.856	0.87	0.87	-94.30	1.21	71.90
12	177	0.823	0.81	0.82	-91.70	1.18	71.80
13	223	0.763	0.79	0.77	-101.20	1.05	81.60
14	152	0.865	0.85	0.84	-115.90	1.40	84.20
15	33	0.987	0.98	0.98	-133.40	1.97	83.70
16	13	0.984	0.89	0.99	-102.60	2.12	61.30
17	11	0.891	0.68	0.92	-58.70	1.28	52.80
Total	872	0.845	0.86	0.75	-107.00	1.10	84.00

* Todas las regresiones que se muestran en la tabla son estadísticamente significativas $p < 0.001$

† Constante en el modelo.

hallazgos han mostrado la alta probabilidad de que, lo que la talla explica del peso no está relacionado con lo que la proporción de grasa corpórea pudiese explicar a su vez del peso. Esta situación tan poco frecuente y a su vez tan deseable en la generación de un modelo lineal múltiple, se fundamenta precisamente en la ausencia de correlación entre la talla y la proporción de grasa, no existiendo por lo tanto interacción entre ellas.

Bajo este contexto se puede evidenciar que existe una relación significativa entre la talla y la proporción de grasa con el peso, con una gran explicación de la varianza original del mismo, por el alto valor de R^2 ; es decir, estas dos medidas son los determinantes mayoritarios del peso de los participantes.

La relación entre el peso y la grasa corporal es significativa en los varones entre los 9 y los 11 años y en las mujeres entre los 9 y 14 años; evidenciando en ellas mayor influencia de la grasa corporal en el peso a los 10 años de edad. Esta observación coincide con la descripción de la literatura en lo referente a la edad en que se produce el "segundo periodo de relleno". Probablemente estos cambios en la distribución de la grasa corporal generan el característico patrón androide y ginecoide.

Por otro lado el hallazgo de la importante correlación entre el peso y la proporción de grasa corporal en la pubertad y adolescencia para hombres y mujeres, permitirá planear la necesidad de detección temprana del exceso de peso que advertiría el desarrollo de obesidad en edades posteriores, ya que cuanto más temprano se produzca un exceso en el depósito de grasa más riesgo existe de desarrollar obesidad.

En los varones se observa una adecuada correlación del peso y talla a los 12 a 13 años de edad y en las mujeres a los 10 a 11 años, lo que coincide con el momento en que comienza el estirón puberal descrito en los niños entre los 10.5 a 16.0 años y en las niñas de 10.5 a 14.5 años.

En este estudio se muestra que en las mujeres con exceso de peso la grasa corporal y la talla explican el peso esperado para una talla y proporción de grasa dados, en todas las edades. Este hecho puede explicar que cuando ocurre el aumento acelerado de peso en las mujeres suele ir acompañado de una aceleración similar de la maduración ósea^[18] y del acúmulo de grasa y no necesariamente sea obesidad.

El avance de la maduración ósea es también consecuencia de los cambios hormonales que ocurren en la obesidad, ya que aumentan los andrógenos libres tanto de origen adrenal como gonadal y se produce hiperinsulinemia que incrementa los receptores tisulares de la hormona de cre-

cimiento y los niveles séricos del factor de crecimiento similar a la insulina, principalmente el tipo 1 (IGF1)^[23, 24].

La correlación entre peso, talla y grasa corporal en los más jóvenes no presenta variaciones de la encontrada en los mayores, lo cual haría pensar que en los últimos cuatro a seis años se ha mantenido una situación biológica y social en la que no han ocurrido cambios importantes en los estilos de vida de la población.

En este estudio se identifican las siguientes limitaciones: a pesar que es importante definir la extensión de la adiposidad en niños en los diferentes grupos étnicos^[17], no se tomó en cuenta la etnia; por otro lado, las correlaciones se establecen en las edades de 10 a 14 años, ya que es donde está concentrada la población participante pues la unidad para futuras intervenciones es el aula escolar.

A pesar de no contar con datos comparativos de estado nutricional y composición corporal en niñas, niños y adolescentes ecuatorianos, ni de estadiaje de madurez sexual, este estudio es un acercamiento al análisis para instaurar protocolos que incluyan la relación de la grasa corporal y las otras medidas antropométricas como un parámetro para un diagnóstico más exacto de la categorización antropométrica del púber y adolescente, lo que determina las pautas a seguir.

Conflictos de interés

Los autores declaran no poseer conflictos de interés.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Secretaría de Salud del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, por su autorización para el libre uso de la base de datos, enmarcado en objetivos científicos.

Financiamiento

Este estudio fue financiado por la Unidad Metropolitana de Salud Centro, el Postgrado de Medicina Familiar y Comunitaria del Instituto Superior de Postgrado/Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Central del Ecuador, Estrategia INTI del Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social y Red GRAAL

Contribuciones de los autores

Los autores (DC, MM, NRS) declaran haber contribuido de forma similar en la idea, diseño del estudio, análisis e interpretación de datos y redacción del artículo.

Referencias

1. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body fat reference curves for children. *Int J Obes* 2006; 30: 598–602.
2. Daniels SR, Jacobson MS, McCrindle BW, Eckel RH, Sanner BM. AHA Conference Proceedings. *Circulation* 2009; 119: e489–e517.
3. Han JC, Lawlor DA, Kimm S. Childhood obesity. *Lancet*. 2010; 375: 1737–48.
4. De Onis M, Martínez-Costa C, Núñez F, Nguefack-Tsague G, Montal A, Brines J. Association between WHO cut-offs for childhood overweight and obesity and cardiometabolic risk. *Public Health Nutr* 2013; 16: 625–30.
5. Demerath EW, Schubert CM, Maynard LM, Sun SS, Chumlea WC, Pickoff A, et al. Do Changes in Body Mass Index Percentile Reflect Changes in Body Composition in Children? Data From the Fels Longitudinal Study. *Pediatrics* 2006; 117: e487–e495.
6. Kehoe SH, Krishnaveni GV, Lubree HG, Wills AK, Guntupalli AM, Veena SR, et al. Prediction of body-fat percentage from skinfold and bio-impedance measurements in Indian school children. *Eur J Clin Nutr* 2011; 65: 1263–70.
7. World Health Organization. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents [Internet]. World Health Organization [homepage]. [citado 2013 Jul 31]. Available from: http://www.who.int/growthref/growthref_who_bull/en/

8. Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D, Jackson AA. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ* 2007; 335 (7612): 194.
9. Okorodudu DO, Jumean MF, Montori VM, Romero-Corral A, Somers VK, Erwin PJ, et al. Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity: a systematic review and meta-analysis. *Int J Obes* 2010; 34: 791-99.
10. González Jiménez E. Composición corporal: estudio y utilidad clínica. *Endocrinol Nutr* 2013; 60: 69-75.
11. Leis R, Tojo R. Valoración del Estado Nutricional. *Nuevo Tratado Pediatría*. 10ma Ed. Madrid: Ergon; 2011: 682-83.
12. Lee PA, Houk CP. Puberty and its disorders. *Pediatr Endocrinol* 2007; 2: 273-305.
13. Ojeda SR, Lomniczi A, Mastronardi C, Heger S, Roth C, Parent A-S, et al. Mini-review: the neuroendocrine regulation of puberty: is the time ripe for a systems biology approach? *Endocrinology* 2006; 147: 1166-74.
14. Milestones P. Normal Pubertal Development. *Pediatr Rev* 2011; 32 (7): 281.
15. Molina T. Desarrollo puberal normal: Pubertad precoz. *Pediatría Atención Primaria* 2009; 11: 127-42.
16. Hales CN, Barker DJ. The thrifty phenotype hypothesis. *Br Med Bull*. 2001; 60: 5.
17. Nightingale CM, Rudnicka AR, Owen CG, Cook DG, Whincup PH. Patterns of body size and adiposity among UK children of South Asian, black African-Caribbean and white European origin: Child Heart And health Study in England (CHASE Study). *Int J Epidemiol* 2011; 40: 33-44.
18. Alvero-Cruz JR, Álvarez Carnero E, Fernández-García JC, Barrera Expósito J, Carrillo de Albornoz Gil M, Sardinha LB. Validez de los índices de masa corporal y de masa grasa como indicadores de sobrepeso en adolescentes españoles: estudio Esccola. *Med Clin (Barc)* 2010; 135: 8-14.
19. Camacho-Camargo N, Velásquez-Guillén J, Paoli-Valeri M, Cicchetti-Uzcátegui R, Alvarado-Colmenares J, Santiago-Peña J. Maduración ósea en niños y adolescentes con obesidad. *Rev Venez Endocrinol Metab* 2008; 6: 7-12.
20. Spruijt-Metz D. Etiology, treatment, and prevention of obesity in childhood and adolescence: A decade in review. *J Res Adolesc* 2011; 21: 129-52.
21. Romero-Sandoval N, Ruiz Vinueza V, Quizanga J, Recalde R, Anchali E, Falconi J, et al. "Quito municipal schools" cohort study: Baseline results. *Open J Epidemiol* 2012; 2 (3): 70-74.
22. Haroun D, Taylor SJ, Viner RM, Hayward RS, Darch TS, Eaton S, et al. Validation of bioelectrical impedance analysis in adolescents across different ethnic groups. *Obesity* 2010; 18: 1252-59.
23. Artz E, Haqq A, Freemark M. Hormonal and Metabolic Consequences of Childhood Obesity. *Pediatr Endocrinol Update*. 2005; 34: 643-58.
24. Reinehr T, de Sousa G, Wabitsch M. Relationships of IGF-I and androgens to skeletal maturation in obese children and adolescents. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2006; 19: 1133-40.