

RESUMEN

Objetivo: Determinar la distribución por percentiles de la circunferencia de cintura en una población escolar de Bogotá, Colombia, pertenecientes al estudio FUPRECOL.

Métodos: Estudio transversal, realizado en 3.005 niños y 2.916 adolescentes de entre 9 y 17,9 años de edad, de Bogotá, Colombia. Se tomaron medidas de peso, talla, circunferencia de cintura, circunferencia de cadera y estado de maduración sexual por auto-reporte. Se calcularon los percentiles (P_3 , P_{10} , P_{25} , P_{50} , P_{75} , P_{90} y P_{97}) y curvas centiles según sexo y edad. Se realizó una comparación entre los valores de la circunferencia de cintura observados con estándares internacionales.

Resultados: De la población general ($n=5.921$), el 57,0% eran chicas (promedio de edad $12,7\pm 2,3$ años). En la mayoría de los grupos etáreos la circunferencia de cintura de las chicas fue inferior a la de los chicos. El aumento entre el P_{50} - P_{97} de la circunferencia de cintura, por edad, fue mínimo de 15,7 cm en chicos de 9-9.9 años y de 16,0 cm en las chicas de 11-11.9 años. Al comparar los resultados de este estudio, por grupos de edad y sexo, con trabajos internacionales de niños y adolescentes, el P_{50} fue inferior al reportado en Perú e Inglaterra a excepción de los trabajos de la India, Venezuela (Mérida), Estados Unidos y España.

Conclusiones: Se presentan percentiles de la circunferencia de cintura según edad y sexo que podrán ser usados de referencia en la evaluación del estado nutricional y en la predicción del riesgo cardiovascular desde edades tempranas.

Palabras clave: Pediatría; Obesidad; Factor de riesgo.

ABSTRACT

Objective: The aim was to establish reference standards for waist circumference measured in Colombia children and adolescent aged 9 to 17.9 years who participated in “The FUPRECOL Study”.

Methods: Cross-sectional study. A sample of 5.921 healthy Colombian youth (children n=3.005) and adolescents (n=2.916) participated in the study. Height, weight, waist circumference, hip circumference and sexual maturation status were measured. Centile smoothed curves for the 3rd, 10th, 25th, 50th, 75th, 90th and 97th percentiles were calculated and to compare them to international references.

Results: Overall population (n=5.921), 57.0 % were women (mean age 12.7 ± 2.3 years old). In all ages, the waist circumference was higher in boys than in girls. The increase between 50th- 97th percentiles by age was 15.7 cm in boys of 16.0 years old and 9-9.9 cm in girls of 11-11.9 years old. Overall, our 50th percentile was lower than Peru and India with except for the research from India, Venezuela (Merida), US and Spain.

Conclusion: Values reference charts for waist circumference specific for age and sex, obtained from children and adolescents from Bogota, Colombia, are provided. They may be used regionally, both for nutritional assessment and to predict cardiovascular risks in early age.

Keywords: Pediatrics; Obesity; Risk factor.

INTRODUCCIÓN

En el mundo se ha estimado que el 10% de los niños en edad escolar presentan exceso de peso y un cuarto de ellos son obesos¹. En una reciente revisión, Rivera et al.² analizan los datos obtenidos a través de estudios poblacionales realizados en países como Brasil, México, Argentina, Perú, Colombia, Chile entre el 2008 y el 2013 y concluyen que uno de cada cinco niños y adolescentes en América Latina presentan sobrepeso y obesidad. Según estos autores, para el año 2015, la prevalencia de este factor de riesgo alcanzaría al 39% de la población mayor de 20 años, mientras en el 2010 la prevalencia fue del 23%. De acuerdo con la última Encuesta de la Situación Nutricional en Colombia (2010)³, y el Report Card publicado por González et al.⁴ el 13,4% de los niños presentan exceso de peso y el 4,1% de los adolescentes son obesos.

Se ha estimado que las intervenciones para el control y el tratamiento de la obesidad central aumentan de manera significativa los costos en salud y disminuye el rendimiento académico en la etapa escolar⁵. En este sentido, resulta necesario poder determinar de manera temprana en el ámbito escolar el riesgo de obesidad infantil siendo una prioridad en la atención primaria en salud. Dentro de los indicadores antropométricos se encuentra la circunferencia de cintura (CC) utilizada para la estimación de la grasa abdominal^{6,7}; ya que se correlaciona positiva y significativamente con la cantidad de grasa intra-abdominal, logrando identificar a las personas en riesgo cardiometabólico con mayor precisión que el índice de masa corporal (IMC)⁸.

Suramérica presenta características particulares en su crecimiento, desarrollo y composición corporal producto del mestizaje de ancestros europeos, amerindios y

africanos, siendo difícil establecer una clara diferenciación entre la influencia de los factores ambientales y genéticos^{2,9}. Los percentiles más que los valores absolutos de CC han sido utilizados para compensar las variaciones propias en el desarrollo infantil y el origen étnico¹⁰. En varios trabajos se han publicado valores de referencia y cartas centílicas de la CC para niños y adolescentes en países como Colombia (Santiago de Cali)¹¹, Venezuela (Mérida)¹², Perú¹³, India¹⁴, Inglaterra¹⁵, Estados Unidos¹⁶ y España (Estudio de *“Alimentación y valoración del estado nutricional en adolescentes”-AVENA*)¹⁷ y Europa (Estudio *“Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescents”-HELENA*)¹⁸ y el Estudio para *“Identificación y prevención de los efectos inducidos por la dieta y el estilo de vida en la salud de los niños”-IDEFICS*)¹⁹.

Este trabajo presenta los valores en percentiles y cartas centílicas de la CC en población escolar de Bogotá, Colombia, pertenecientes al estudio FUPRECOL. Un objetivo secundario es la comparación de los valores de la CC con estudios internacionales.

MÉTODOS

Diseño y población de estudio

El presente trabajo es un análisis secundario del estudio FUPRECOL. Se trata de un estudio de corte transversal, realizado en 6.000 niños y adolescentes en edad escolar de entre 9 y 17 años de edad residentes en el área metropolitana del Distrito de Bogotá, Colombia (2480msnm). De la población convocada al estudio, 5.921 escolares (tasa de respuesta 98,6%), se obtuvieron datos válidos en la valoración antropométrica de manera intencional de 24 instituciones educativas oficiales. Se excluyeron escolares

con discapacidad física, sensorial e intelectual permanente, enfermedades no transmisibles como diabetes tipo 1 o 2, enfermedad cardiovascular, autoinmune o cáncer diagnosticado, estado de gestación, abuso en el consumo de alcohol o drogas y, en general en patologías que no estén relacionadas directamente con la nutrición.

Tamaño de muestra

Se tomó como referencia poblacional los 546.000 registros de matrícula del 2013, suministrado por la Secretaria de Educación Distrital. Para este cálculo, se utilizó la ecuación de Schlesselmann²⁰ para el tamaño poblacional de muestras conocidas, teniendo un $\alpha=0,05$ (fiabilidad del 95 %). La varianza estimada para los sujetos con exceso de peso (obesidad/sobrepeso) usada para esta población fue del 20% de acuerdo con la última Encuesta de la Situación Nutricional (2010)³. Así pues, el tamaño de muestra fue calculado para estimar una diferencia entre la proporción estimada y real del 5% para un tamaño muestral de 3.131, dato que se ajustó a 4.000 sujetos por posibles pérdidas en el proceso de captación. El muestreo se realizó por conveniencia en orden de llegada al punto de recolección de los datos. Para disminuir el sesgo por ser una muestra no probabilística, se le asignó *–a posteriori–* un peso muestral a cada participante, calculado a partir de la estratificación por grupos etarios (± 2 años). Para eso se tuvo en cuenta que “N” es el tamaño de la población, y “n” es el tamaño de la muestra, cuyas probabilidades de inclusión fueron $\pi_i=n/N$ y los pesos ponderales muestrales $\omega_i= n/N$. Con relación al cálculo del tamaño de la muestra para este estudio, esta fue estimada según la media de circunferencia de cintura de 58 cm y desviación estándar de 10 cm, obtenida en estudio previo realizado en infantes y adolescentes de Colombia²¹, con un error alfa del 5%, error beta del 20%, precisión del 2% y potencia a

priori del 80%. El tamaño muestral final fue de 5.921 participantes y exclusión efectiva se realizó a *posteriori*, sin conocimiento del alumno. La recogida de datos se realizó durante el 2014-2015.

Procedimientos

Antes del comienzo del estudio, se explicó detalladamente el mismo y se solicitó conformidad previa por escrito por parte de cada niño y/o adolescente y de su padre/madre o tutor/a, además del permiso otorgado por autoridades de las escuelas participantes en el estudio. El estudio FUPRECOL se llevó a cabo siguiendo las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki y la Resolución 008439 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia que regula la investigación clínica en humanos. Además, el estudio contó con la aprobación del Comité de Investigación en Seres Humanos de la universidad encargada del estudio (UR N° CEI-ABN026-000262).

Examen físico

Previo a las mediciones del estudio, los investigadores y profesionales de la salud y del deporte realizaron diez sesiones teórico-prácticas para estandarizar el proceso de evaluación del componente morfológico descrito previamente en la batería ALPHA-Fitness²². Se midió el peso con balanza de piso TANITA® modelo BF-689 (*Arlington Heights, IL 60005, USA*), con resolución 0,100 kg. La estatura se midió con un estadiómetro portátil SECA 206® (*Hamburgo Alemania*), rango 0-220 cm de 1 mm de precisión. Con estas variables se calculó el índice de masa corporal (IMC) en kg/m². La CC fue medida con una cinta métrica inextensible a la mitad de la distancia entre el reborde costal y la cresta ilíaca (espina ilíaca anterosuperior) en bipedestación y espiración. La circunferencia de la cadera se midió a nivel de la prominencia glútea. El

estado madurativo de los participantes se valoró con la metodología descrita por Tanner²³ mediante auto-declaración de la estadificación de maduración sexual según dibujos estándar que distinguen las características de desarrollo genital y vello pubiano en chicos, y desarrollo mamario y vello pubiano en chicas. En población latina, el reporte de Matsudo et al.²⁴ muestra coeficientes de concordancia que superan el 0,60 (*kappa de cohen*) entre la medición directa por médico pediatra y el auto-reporte para mamas y vello pubiano en chicas (69.7–71.3%), y genitales combinados con vello pubiano en chicos (60%). Las citadas dimensiones se tomaron con dispositivos homologados y de acuerdo con las normas del Programa Biológico Internacional, elaborado por el *Internacional Council of Scientific Unions* que recoge los procedimientos esenciales para el estudio biológico de las poblaciones humanas²⁵.

Análisis estadístico

Se efectuaron previamente pruebas de normalidad mediante los test de *Kolmogorov-Smirnov*. Los valores continuos se expresaron como media y desviación estándar. Se aplicaron pruebas de homogeneidad de varianzas con prueba ANOVA de una vía para observar diferencias entre las variables continuas. Para providenciar valores centílicos y construir las cartas de la CC para cada sexo se recurrió al método del LMS propuesto por Cole & Green²⁶ implementado en el programa LMSchartmaker Pro versión 2.54²⁷. El método LMS permite que la distribución de datos independientes con valores positivos pueda ser normalizada en cada edad recurriendo a la transformación de Box-Cox. Se producen tres curvas suavizadas y específicas para cada edad: L, M y S, donde la curva L (transformación Box-Cox), curva M (mediana), y curva S (coeficiente de variación). Los grados de libertad equivalentes para L(t), M(t) y S(t) miden la

complejidad del alineamiento de cada curva. El número apropiado de los grados de libertad fue determinado de acuerdo con las sugerencias de Pan y Cole (2004)²⁸, basados en las representaciones gráficas del Q-test²⁹ y Worm-plots³⁰ para evaluar la calidad de los modelos. Finalmente, se calcularon percentiles (P_3 , P_{10} , P_{25} , P_{50} , P_{75} , P_{90} y P_{97}) por sexo y edad y se realizó una comparación de los valores de CC del presente estudio con referentes internacionales.

RESULTADOS

Constituyeron la muestra 5.921 escolares pertenecientes a 24 instituciones educativas oficiales de la ciudad de Bogotá, Colombia. De la población general, el 57,7% eran chicas (promedio de edad $12,7 \pm 2,3$ años). La edad media de $12,7 \pm 2,4$ años, peso $44,6 \pm 12,3$ kg, estatura $1,49 \pm 0,12$ m e IMC $19,6 \pm 3,5$ kg/m². En lo que respecta al estadio madurativo, la mayor proporción de chicos se encontraron en los Estadios II (37,2%) y III (27,8%), mientras que en la chicas el Estadio III (30,2%) y IV (28,8%), fueron los de mayor frecuencia. En todos los grupos de edad, el análisis ANOVA mostró que los chicos tenían mayores valores de estatura, circunferencia de cadera e IMC que las chicas, mientras que éstas presentaban mayores valores CC, especialmente entre los niños de 11-11.9 años y adolescentes de entre 16 y 17.9 años de edad $p < 0,01$ (Tabla 1).

**** Insertar Tabla 1 ****

En la Tabla 2 se muestra la distribución en percentiles de la CC según edad y sexo. En las edades de 9 a 12.9 años, la CC fue mayor en los chicos que en las chicas y la media \pm DE mostró un incremento de los valores obtenidos desde los 9 hasta los 17.9 años en ambos grupos. La diferencia entre el P_{25} y el P_{75} de la cintura, en ambos

géneros, fue de 3 a 5 cm hasta los 14.9 años; a partir de allí, los chicos incrementaron su cintura por encima que las chicas. El aumento entre el P_{50} y el P_{97} de la CC, por edad, fue mínimo de 15,7 cm, en chicos de 9-9.9 años y de 16,0 cm en chicas de 11-11.9 años. Los valores CC mayores del P_{75} se consideran altos y, por tanto, predictores de riesgo cardiovascular y síndrome metabólico; en esta muestra los valores de CC del P_{75} en los chicos estuvieron en el intervalo 61,5 cm y 76,5 cm y en las chicas entre 63,8 cm y 74,1 cm.

**** Insertar Tabla 2 ****

En la Figura 1 se presentan las primeras curvas centiles (de abajo hacia arriba: P_3 , P_{10} , P_{25} , P_{50} , P_{75} , P_{90} , P_{97}) de la CC de la población escolar de Bogotá, D.C., Colombia. En el grupo de chicos, el P_{50} se observa un notable ascenso de 59,8 cm a la edad de los 9-9.9 años hasta 71,6 cm a la edad de 17-17.9 años, mientras que en las chicas, este aumento varió de 58,5 cm a 69,0 cm. A la edad de 17-17.9 años, el P_{75} , de los chicos es 2,5 cm mayor que CC de las chicas.

**** Insertar Figura 1 ****

Figura 1. Curvas centiles (de abajo hacia arriba: P_3 , P_{10} , P_{25} , P_{50} , P_{75} , P_{90} , P_{97}) de porcentaje de grasa por BIA de la población escolar de Bogotá, D.C., Colombia.

A: chicos, B: chicas

Por último, en la Figura 2 se comparan los valores del Percentil 50 (P_{50}) de este estudio (por grupos de edad y sexo), con datos de otros estudios internacionales en población infantil y adolescente. El P_{50} fue inferior al reportado en Perú e Inglaterra a excepción de los trabajos de la India, Venezuela (Mérida), Estados Unidos y España.

**** Insertar Figura 2 ****

Figura 2. Comparación de los valores (P_{50}) de la CC entre niños y adolescentes de Bogotá, Colombia y estudios citados de acuerdo con grupos de edad y sexo. A: chicos, B: chicas

DISCUSIÓN

Este estudio presenta por primera vez en Bogotá-Colombia, tablas percentiles y curvas centílicas de la CC según edad y sexo que podrán ser usadas como estándares de referencia en la evaluación del estado nutricional y la composición corporal en el ámbito pediátrico y escolar. Recientemente se ha comenzado a estudiar la medición de la cintura en los niños prepúberes y púberes de ambos sexos y su correlación con el síndrome metabólico actual y con los riesgos de enfermedades metabólicas y cardiovasculares del adulto⁵⁻⁸. Los resultados de los estudios de Europeos¹⁷⁻¹⁹ y Norteamericanos¹⁶ demuestran que, en los niños y los adolescentes, la CC es un buen indicador de la obesidad central, con utilidad clínica⁷ y epidemiológica^{5-8,21}. En población infantil, la CC es mejor indicador de la grasa visceral que el índice de masa corporal³¹.

La mayoría de los valores de referencia en el contexto escolar que se han centrado en la medida de la CC, han mostrado resultados similares a los de este estudio¹¹⁻¹⁹. Existe concordancia entre los hallazgos de este estudio y los datos reportados por Fernández et al.¹⁶ con niños norteamericanos de diferente origen racial. En similitud a lo descrito en otros estudios^{11-19,21}, la CC presentaba mayores valores en los chicos que en las chicas y se incrementaba con la edad. Sin aplicar procedimientos estadísticos, se puede observar que la mediana (P_{50}) de la CC de los niños y adolescentes de Bogotá, de ambos géneros, fue inferior a la de casi todos los estudios referenciados¹³⁻¹⁶ a excepción de los trabajos de Estados Unidos¹⁶ y Europa¹⁷⁻¹⁹. Al diferenciar por género, en los chicos, se observa que los valores del P_{50} de la CC eran similares a los observados en población de Santiago de Cali, Colombia¹¹, Perú¹³, India¹⁴, e Inglaterra¹⁵,

con excepción de los escolares de Venezuela (Mérida)¹², Estados Unidos¹⁶ y España¹⁷⁻¹⁹. Entre las chicas de Bogotá, Colombia, el P₅₀ fue inferior al que reportan todos los estudios, a excepción del realizado en niñas de India¹³, Venezuela (Mérida)¹², Estados Unidos¹⁶ y España¹⁷⁻¹⁹.

La cintura (P₅₀) de chicos de Bogotá entre 9 y 17.9 años se incrementó en 11,8 cm y la de las chicas en 10,5 cm; no obstante, los incrementos en cada sexo fueron distintos por grupo de edad. El comportamiento de la CC de las chicas y de los chicos estudiados entre 9 y 12.9 años, fue diferente al reportado en los estudios internacionales NHANES III³², Freedman et al.⁷ y Hirschler et al.³³, y similar a los trabajos locales de Benjumea et al.³⁴ y Aguilar de Plata et al.¹⁴, lo cual posiblemente, se explica por los procesos de maduración sexual en cada población. Esto justifica aún más la necesidad de contar con estándares de referencia propios según sexo y edad.

El aumento entre el P₅₀ y el P₉₇ de la CC, por edad, fue mínimo de 15,7 cm, en chicos de 9-9.9 años y de 16,0 cm en chicas de 11-11.9 años. Los puntos de corte para la CC, propuestos por los distintos investigadores como indicador de riesgo de alteraciones metabólicas, son diversos. Mientras unos autores proponen diferentes percentiles y promedios¹¹⁻¹⁹, otros plantean como punto de corte 2 o 3 desviaciones estándar de la media^{35,36}. Inokuchi et al.³⁷, en su estudio en niños japoneses, sugirieron el uso del P₉₇ en la práctica clínica, mientras que Katzmarzyk³⁸, en jóvenes canadienses de 11-18 años, plantea el P₉₀ y P₉₅, para determinar aquellos niños con CC excesiva en relación a la edad y el sexo. Ramírez-Vélez et al.²¹, observó que niños con valores de CC que excedían el P₉₀, presentaron mayor riesgo de hipertrigliceridemia (OR 2,93 IC95% 1,81-4,73) e hipertensión arterial (OR 3,09 IC95% 0,94-10,1) incluso tras ajustar por edad, género e ingesta calórica. En este estudio, los valores de CC mayores del P₇₅ se

consideran elevados y, por tanto, son predictores de riesgo cardiovascular y síndrome metabólico, como lo propuso Fernández et al.¹⁶ en niños norteamericanos. En esta muestra, los valores de CC del P₇₅ en los chicos estuvieron en el intervalo 61,5 cm y 76,5 cm y en las chicas entre 63,8 cm y 74,1 cm. Este punto de corte, ha sido incluido también por la Federación Internacional de Diabetes, como indicativo de obesidad central para el diagnóstico de síndrome metabólico en niños y adolescentes de países Latinos^{19,39}.

De otro lado, el incremento armónico del peso y la CC en los diferentes grupos de edad se muestra en la relación inversa con el ICC, *-indicador de obesidad que expresa la buena interacción de los factores genéticos y ambientales-*. La población de este estudio muestra este comportamiento, reflejándose en los percentiles obtenidos, observándose un aumento en los valores de las CC y de la cadera, en ambos sexos. Esto podría explicarse por la influencia del crecimiento en la pubertad, factores neuroendocrinos y hormonales bajo control genético¹⁵.

En nuestro estudio, el incremento en todas las edades de la CC, coincide con la evidencia científica disponible hasta el momento¹⁷⁻¹⁹, y la doble carga de malnutrición en población Colombiana⁴. Una posible explicación para las diferencias en los percentiles *-especialmente en el grupo de adolescentes de este estudio-* se debe en parte a los distintos niveles de actividad física o las diferencias en la distribución de la grasa corporal⁴. Recientemente, Rodríguez-Valero et al.⁴⁰ plantean que la actividad física y la condición física baja se asocian de forma independiente con ciertos factores de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes Colombianos. Adicionalmente, el incremento en prevalencia de dietas hipercalóricas y los bajos niveles de actividad física observada en niños Colombianos contribuyen al depósito del tejido graso a nivel abdominal y visceral

en población joven^{21,40}. En este sentido, se necesitan trabajos de investigación que incluyan además de la medición de la composición corporal, determinantes ecológicos o del contexto de la actividad física como el acceso a los espacios de juego, establecimientos, disponibilidad de equipos, la ingesta dietética, el tabaquismo y el estrato socioeconómico, para comprender la multitud de factores que pueden influir en la composición corporal y estado nutricional de los escolares evaluados^{1,2}.

Las principales limitaciones del presente estudio son las inherentes a su carácter transversal y tipo de muestreo. No fueron incluidas otras variables potencialmente influyentes en la composición corporal tales como la etnia, nivel socioeconómico, estatus nutricional, niveles de actividad física o condición física. Entre las fortalezas se encuentran que se trabajó con una muestra poblacional numerosa y ajustados por factores de expansión poblacional de ambos sexos, lo que ofrece nuevas perspectivas acerca del estado de salud y nutrición de los escolares de Bogotá, Colombia, que deberán ser tenidas en cuenta por los actores involucrados en los ámbitos de planificación, decisión y ejecución de las políticas de salud. Adicionalmente, los valores de referencia del estudio FUPRECOL son relevantes para estudiar los factores de riesgo de enfermedades crónicas antes de que éstos aparezcan o sean de inicio reciente, para poder sugerir acciones que eviten su aparición o reduzcan su efecto a largo plazo. De acuerdo con Benjumea et al.³⁴, la CC puede utilizarse como señal aterosclerótica temprana, con el propósito de encontrar en niños y jóvenes, supuestamente sanos, aquellas señales que puedan y deban tratarse y evitarse, y que hagan referencia a la amplia gama de patologías que se originan y se asocian con la aterosclerosis.

En conclusión, la presentación de valores centiles, ayudarán a establecer comparaciones con otras poblaciones de referencia, y a estimar la proporción de escolares con cambios en su composición corporal. A pesar de su importancia, sencillez metodológica y uso clínico, la determinación de la CC, todavía no forma parte de los protocolos de evaluación nutricional y del estado de salud de los escolares de Bogotá, Colombia.

FINANCIACIÓN

El presente trabajo forma parte del Proyecto FUPRECOL (Asociación de la Fuerza Prensil con Manifestaciones Tempranas de Riesgo Cardiovascular en Niños y Adolescentes Colombianos) financiado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación Colciencias, Contrato N° 122265743978.

AGRADECIMIENTOS

Los autores envían un especial agradecimiento a los estudiantes de maestría en Actividad Física y Salud de la Universidad del Rosario (Centro de Estudios en Medición de la Actividad Física-CEMA) y a los jóvenes investigadores del Grupo GICAEDS de la Universidad Santo Tomás (Grupo CICAEDS) por el apoyo técnico, entrenamiento en las pruebas y asesoramiento científico/tecnológico para las mediciones de campo.

REFERENCIAS

1. Dietz WH, Robinson TN: Overweight children and adolescents. N Engl JMed 2005;352:2100-09.

2. Rivera JÁ, de Cossío TG, Pedraza LS, Aburto TC, Sánchez TG, Martorell R. Childhood and adolescent overweight and obesity in Latin America: a systematic review. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2014;2(4):321-32.
3. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Encuesta de Situación Nutricional en Colombia 2010 ENSIN [Internet]. 2010 [citado 2015 abril 23]. Disponible en: <http://goo.gl/aZjTXI>
4. González S, Sarmiento O, Cohen D, Camargo D, Correa-Bautista J, Páez C, et al. Results From Colombia's 2014 Report Card on Physical Activity for Children and Youth. *J Phys Act Health.* 2014;11(Supp 1):S33-S44.
5. Katzmarzyk PT, Srinivasan SR, Chen W, Malina RM, Bouchard C, Berenson GS. Body mass index, waist circumference, and clustering of cardiovascular disease risk factors in a biracial sample of children and adolescents. *Pediatrics.* 2004;114(2):e198-205.
6. World Health Organization (WHO) (1995). *Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry.* Report of a WHO Expert Committee. Geneva: WHO Report Series 854. p. 2 – 3.
7. Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics.* 1999;103:1175-82.
8. Janssen I, Katzmarzyk PT, Srinivasan SR, Chen W, Malina RM, Bouchard C, et al. Utility of childhood BMI in the prediction of adulthood disease: Comparison of national and international references. *Obes Res.* 2005;13:1106-15.

9. Suárez-Ortegón MF, Ramírez-Vélez R, Mosquera M, Méndez F, Aguilar-de Plata C. Prevalence of metabolic syndrome in urban Colombian adolescents aged 10-16 years using three different pediatric definitions. *J Trop Pediatr.* 2013;59(2):145-9.
10. Vargas ME, Souki A, Ruiz G, Garcia D, Mengual E, González, CC, Gonzalez L. Percentiles de circunferencia de cintura en niños y adolescentes del municipio de Maracaibo del Estado Zulia, Venezuela. *An Venez Nutr.* 2001;24(1):13-20.
11. Aguilar de Plata AC, Pradilla A, Mosquera M, Gracia de Ramírez AB, Ortega JG, Ramírez-Vélez R. Centile values for anthropometric variables in Colombian adolescents. *Endocrinol Nutr.* 2011;58(1):16-23.
12. Mederico M, Paoli M, Zerpa Y, Briceño Y, Gómez-Pérez R, Martínez JL, et al; Grupo de trabajo CREDEFAR. Reference values of waist circumference and waist/hip ratio in children and adolescents of Mérida, Venezuela: comparison with international references. *Endocrinol Nutr.* 2013;60(5):235-42.
13. [Bustamante A](#), [Freitas D](#), [Pan H](#), [Katzmarzyk PT](#), [Maia J](#). Centile curves and reference values for height, body mass, body mass index and waist circumference of Peruvian children and adolescents. [Int J Environ Res Public Health](#). 2015;12(3):2905-22.
14. Kuriyan R, Thomas T, Lokesh DP, Sheth NR, Mahendra A, Joy R, Sumithra S, Bhat S, Kurpad AV. Waist circumference and waist for height percentiles in urban South Indian children aged 3-16 years. *Indian Pediatr.* 2011;48(10):765-71.
15. McCarthy HD, Jarrett KV, Crawley HF. The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0-16.9. *Eur J Clin Nutr.* 2001;55(10):902-7.
16. Fernández JR, Redden DT, Pietrobelli A, Allison DB. *J Pediatr.* 2004; 145:439-44.

17. [Moreno LA](#), [Mesana MI](#), [González-Gross M](#), [Gil CM](#), [Ortega FB](#), [Fleta J](#), [Wärnberg J](#), [León J](#), [Marcos A](#), [Bueno M](#). Body fat distribution reference standards in Spanish adolescents: Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents.the AVENA Study. [Int J Obes \(Lond\)](#). 2007;31(12):1798-805.
18. [Nagy E](#), [Vicente-Rodriguez G](#), [Manios Y](#), [Béghin L](#), [Iliescu C](#), [Censi L](#), et al. Harmonization process and reliability assessment of anthropometric measurements in a multicenter study in adolescents. [Nutrition](#). 2003;19(6):481-6.
19. [Nagy P](#), [Kovacs E](#), [Moreno LA](#), [Veidebaum T](#), [Tornaritis M](#), [Kourides Y](#), et al. Percentile reference values for anthropometric body composition indices in European children from the IDEFICS study. [Int J Obes \(Lond\)](#). 2014;38 Suppl 2:S15-25.
20. Schlesselman JJ. Case-control studies: design, conduct, analysis. New York: Oxford University Press; 1982.
21. [Ramírez-Vélez R](#), [Suaréz-Ortegón MF](#), [Aguilar de Plata AC](#). Association between adiposity and cardiovascular risk factors in prepubertal children. [Endocrinol Nutr](#). 2011;58(9):457-63.
22. Ruiz JR, España V, Castro J, Artero EG, Ortega FB, Cuenca M et al. ALPHA-fitness test battery: health-related field-based fitness tests assessment in children and adolescents. [Nutr Hosp](#). 2011;26(6):1210-1214.
23. Tanner JM. Growth at adolescence. 2nd ed. London: Oxford: Blackwell Scientific Publication; 1962.

24. Matsudo SMM, Matsudo VKR. Self-assessment and physician assessment of sexual maturation in Brazilian boys and girls-concordance and reproducibility. *Am J Hum Biol.* 1994;6(4):451-455.
25. Weiner JS, Lourie JA. *Practical human biology.* 1 ed Londres:Academic Press; 1981, p.33-7.
26. Cole T, Green P. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Stat Med.* 1992; 11: 1306-1319.
27. Pan H, Cole T. *LmsChartMaker Pro version 2.54*, compiled on 21 July 2011. A program for calculating age-related reference centiles using the LMS method. Copyright ©1997-2011, Medical Research Council, UK.
28. Pan H, Cole T. A comparison of goodness of fit tests for age-related reference ranges. *Stat Med.* 2004;23:1749-1765.
29. Royston P, Wright E. Goodness-of-fit statistics for age-specific reference intervals. *Stat Med.* 2000;9:2943-2962.
30. Vann Buuren S, Fredriks A. Worm plot: A simple diagnostic device for modeling growth reference curves. *Stat Med.* 20:1259-1277.
31. Brambilla P, Bedogni G, Moreno LA, Goran MI, Gutin B, Fox KR, et al. Crossvalidation of anthropometry against magnetic resonance imaging for the assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue in children. *Int J Obes (Lond).* 2006;30(1):23-30.
32. Freedman DS, Serdula MK, Srinivasan SR, Berenson GS. Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in

children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr.* 1999; 69 (2): 308-17.

33. Hirschler V, Aranda C, Calcagno ML, Maccalini G, Jadzinsky M. Can waist circumference identify children with the metabolic syndrome? *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2005;159(8):740-4.

34. Benjumea MV, Molina D, Arbeláez PE, Agudelo LM. Circunferencia de la cintura en niños y escolares manizaleños de 1 a 16 años. *Rev Colomb Cardiol.* 2008;15:23-34.

35. Zannolli R, Morgese G. Waist percentiles: a simple test for atherogenic disease? *Acta Paediatr.* 1996;85(11):1368-9.

36. Fredriks AM, van Buuren S, Fekkes M, Verloove-Vanhorick SP, Wit JM. Are age references for waist circumference, hip circumference and waist-hip ratio in Dutch children useful in clinical practice? *Eur J Pediatr.* 2005;164(4):216-22.

37. Inokuchi M, Matsuo N, Anzo M, Takayama JI, Hasegawa T. Age-dependent percentile for waist circumference for Japanese children based on the 1992–1994 cross-sectional national survey data. *Eur J Pediatr.* 2007;166:655-661.

38. Katzmarzyk PT. Waist circumference percentiles for Canadian youth 11-18 y of age. *Eu J Clin Nutr.* 2004; 58: 1011-1015.

39. Alberti G, Zimmet P, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al. The IDF Consensus definition of the metabolic syndrome in children and adolescents. *Pediatric Diabetes.* 2007;8:299-306.

40. Rodríguez-Valero FJ, Gualteros JA, Torres JA, Umbarila-Espinosa LM, Ramírez-Vélez R. [Asociación entre el desempeño muscular y el bienestar físico en niños y](#)

[adolescentes de Bogotá, Colombia.](#) Nutr Hosp. 2015 (En prensa)

DOI: <http://dx.doi.org/10.3305%2Fnutr+hosp.v32in04.9310>