

# Protocolo del estudio para establecer estándares normativos de crecimiento de niños colombianos sanos

Germán Briceño<sup>1\*</sup>, Paola Durán<sup>1,2\*</sup>, Eugenia Colón<sup>3</sup>  
Diana Line<sup>1</sup>, Andrea Merker<sup>3</sup>, Verónica Abad<sup>2</sup>  
Silvia Chahín<sup>1,2</sup>, Keny Del Toro<sup>2</sup>, Audrey Matallana<sup>2</sup>  
Mauricio Llano<sup>2</sup>, Adriana Lema<sup>1,2</sup>, Olle Soder<sup>3</sup>  
Jaime Céspedes<sup>1</sup>, Lars Hagenäs<sup>3</sup>

## Resumen

**Antecedentes.** El crecimiento infantil está condicionado por factores genéticos, ambientales, sociales y económicos, por lo que es útil elaborar gráficas de crecimiento locales. La Fundación Cardio-Infantil, Instituto de Cardiología, y la Asociación Colombiana de Endocrinología Pediátrica, con el apoyo del *Karolinska Institutet* en Suecia y de Colciencias están desarrollando los estándares normativos de crecimiento para evaluar la expresión del potencial biológico para niños en Colombia.

**Objetivo.** Establecer datos antropométricos/auxológicos de referencia para niños y adolescentes residentes en Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla, y elaborar gráficas de referencia de crecimiento para la población colombiana.

## Abstract

**Background:** Children's growth is conditioned by genetic, environmental, social and economic factors. Therefore, it is useful to construct growth charts locally. The Fundación Cardio-Infantil, Instituto de Cardiología, and the Asociación Colombiana de Endocrinología Pediátrica (ACEP), with the support of the *Karolinska Institutet* in Sweden and Colciencias, are developing the normative growth standards which will evaluate the expression of biological potential for Colombian children.

**Objective:** To establish reference anthropometric/auxological data for children and adolescents living in Bogotá, Medellín, Cali and Barranquilla, and to develop reference growth charts for the Colombian population.

1. Fundación Cardio-Infantil, Instituto de Cardiología, Bogotá, D.C., Colombia
  2. Asociación Colombiana de Endocrinología Pediátrica, Bogotá, D.C., Colombia
  3. Karolinska Institutet, Estocolmo, Suecia
- \* Comparten primer autor

Correspondencia:  
German Darío Briceño, Carrera 13B N° 163-85, Torre A,  
piso 3, Bogotá, D.C., Colombia  
Teléfono: 667-2727  
dariobrice@gmail.com

## Estándares de crecimiento

**Métodos.** Se trata de un estudio de corte transversal, excepto el primer año, en el que será longitudinal. El estudio se adelantará en Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla. Se incluirán niños y niñas de 0 a 20 años, sanos, de estrato 3 en adelante (para limitar factores que pueden bloquear la expresión del potencial biológico). Se excluirán menores con cualquier condición que afecte el crecimiento (incluso medicamentos) o hijos de ambos padres extranjeros. Se planea incluir 26.500 (250 niños y 250 niñas para cada grupo de edad) seleccionados mediante muestreo probabilístico, estratificado bietápico de elementos. En los niños incluidos se medirán talla, peso, perímetrocefálico, circunferencia abdominal y talla en posición sedente. Se obtendrán desviaciones estándar de referencia y las curvas de percentiles, reportando el cambio de distribución por tres curvas (mediana, coeficiente de variación y coeficiente de sesgo).

**Palabras clave:** curvas de crecimiento, índice de masa corporal, talla, peso, circunferencia de cintura

**Methods:** Cross-sectional study (except in the first year of life, when it will be longitudinal) in four large cities in Colombia (Bogotá, Medellín, Cali and Barranquilla). Boys and girls from 0 to 20 years of age, healthy, from strata 3 and higher (middle to upper class, in order to limit factors that could inhibit the expression of biological potential), are going to be included. Exclusion criteria are any condition (including medications) affecting growth, and if both parents are foreigners. Twenty six thousands five hundred (250 boys and 250 girls for each age group) are to be included. Participants are to be selected using two-stage, stratified probabilistic sampling of elements. Anthropometric measurements are height, weight, head circumference, waist circumference, and sitting height. Reference standard deviations as well as percentile curves will be estimated, reporting the distribution change with three curves (median, coefficient of variation and skewness coefficient).

**Key words:** Growth curves, body mass index, height, weight, waist circumference

## Introducción

La talla de una población está condicionada por factores genéticos, ambientales, sociales y económicos. El crecimiento refleja las condiciones sociales y la salud infantil; por ello, es importante tener herramientas para su adecuada valoración en la práctica clínica y en la población<sup>1,2</sup>.

En Colombia se adoptaron los patrones de Crecimiento publicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el 2006 y 2007 para los niños y adolescentes de 0 a 18 años de edad<sup>3</sup>, como instrumento para la clasificación nutricional individual y grupal. En Colombia no se cuenta con gráficas que permitan valorar cuál es el potencial genético de crecimiento de la población y definir qué efecto tienen sobre éste los factores ambientales, sociales y económicos. La Fundación Cardio-Infantil, Instituto de Cardiología, y la Asociación Colombiana de Endocrinología Pediátrica, con el apoyo del *Karolinska Institutet* en Suecia y Colciencias, están desarrollando los estándares normativos de crecimiento para niños en Colombia y haciendo su comparación con estándares internacionales (OMS y *Centers for Disease Control and Prevention*, CDC)<sup>4,5</sup>.

El objetivo primario del estudio es establecer datos antropométricos y auxológicos de referencia, y elaborar gráficas de crecimiento de niños y adolescentes en Colombia, estableciendo valores de referencia de peso, talla, talla en posición sedente y perímetro de cintura de 0 a 20 años y de perímetro cefálico, en menores de 36 meses. Como objetivo secundario, se evaluará la asociación de variables demográficas (región geográfica, tamaño de la familia, rango de nacimiento, nivel educacional de padres) con la variación de la talla.

Este artículo describe la metodología y el análisis estadístico utilizado en la elaboración de los estándares de crecimiento en Colombia. De igual forma, presenta los resultados en cuanto a las características generales de la población en estudio. Las curvas de crecimiento y los análisis adicionales están desarrollándose actualmente.

## Metodología

### Diseño.

Se trata de un estudio de corte transversal, excepto el primer año de vida, donde será longitudinal. Se planeó reclutar 500 individuos en el primer año de vida, con 14 mediciones en momentos diferentes durante el seguimiento de un año. En el grupo de edad de 1 a 7 años, cada año se dividió en cuatro grupos, con 500 individuos en cada uno; el grupo de edad de 8 a 20 años se dividió en dos grupos, cada uno de 500 individuos. Estos grupos fueron igualmente distribuidos de forma equitativa por sexo. A partir de los dos años se tomó una sola medida.

### Lugar.

Se incluyeron cuatro grandes ciudades en Colombia (Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla), que representan poblaciones localizadas en diferentes alturas sobre el nivel del mar, ubicadas en las regiones Andina y Caribe del país y que, a su vez, concentran el 92% de la población colombiana y reflejan la variedad étnica nacional<sup>6</sup>.

### Población y muestra.

Comprende niños colombianos de ambos sexos, de 0 a 20 años, sanos, de estrato 3 en adelante (con el fin de limitar factores que pudieran bloquear la expresión del potencial biológico). Se excluyeron niños con cualquier condición física que afectara el crecimiento, niños que tomaran

## Estándares de crecimiento

medicamentos que influyeran en el crecimiento, de ambos padres extranjeros, neonatos productos de embarazo múltiple, edad de gestación menor de 37 o mayor de 42 semanas, peso al nacer menor de 2.500 g, diagnóstico de anomalía congénita o enfermedad neonatal, madre con antecedentes de complicaciones en el embarazo o uso de tabaco, alcohol o sustancias ilícitas.

Para la selección de la muestra se conformaron los marcos de muestreo para cada uno de los segmentos de edad, establecidos según la estructura del estudio, incluyendo neonatos, niños de 1 a 4 años, niños y jóvenes de 5 a 17 años, y jóvenes de 18 a 20 años. Se llevó a cabo un muestreo probabilístico polietápico a partir del censo de las unidades de muestreo, como hospitales, jardines infantiles, colegios y universidades en cada ciudad que cumplieron con los criterios de inclusión, seleccionando las unidades de muestreo de forma aleatoria simple. Posteriormente, a partir de cada unidad de muestreo, se seleccionaron de forma aleatoria simple las unidades de análisis (niños).

### Mediciones del estudio.

**Mediciones antropométricas.** La longitud de los bebés en posición supina, hasta los dos años de edad, se midió con las piernas extendidas, con los talones en contacto con la tabla corrediza al 0,1 cm más cercano. La talla del pie se midió desde los dos años de edad al 0,1 cm más cercano, utilizando un estadiómetro manual (Accustat®). La talla de los niños menores de dos años en posición sedante, se midió en posición supina, mientras que en los mayores de dos años de edad se midió utilizando una banca de altura definida y el tallímetro previamente empleado para la talla.

Los niños hasta los dos años de edad se pesaron desnudos en un infantómetro digital calibrado y, los mayores de dos años, de pie en ropa interior en básculas digitales calibradas (Tanita®). El peso se registró en gramos para bebés menores de dos años y aproximado al 0,1 kg más cercano para niños mayores.

La circunferencia abdominal se midió en el punto medio entre el borde costal inferior y la cresta ilíaca, utilizando un metro no distensible, y se registró al 0,1 cm más cercano. El perímetrocefálico se midió en niños menores de 36 meses utilizando una cinta métrica no distensible. Cada una de las medidas se tomó tres veces y se calculó el promedio de las tres.

Para todas las mediciones mencionadas, se estandarizaron las mediciones con el equipo de trabajo en cada ciudad, hasta obtener una concordancia casi perfecta.

**Información demográfica.** Se registró el nivel de educación de los padres y del niño, el número de personas en la familia, el orden de nacimiento del niño y el estrato socioeconómico.

### Recolección de la información.

Treinta personas divididas en cuatro equipos realizaron el trabajo de campo en Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla, durante un período de tiempo de 17 meses. Empleando la base de datos suministrada por el responsable de las muestras del grupo de trabajo en cada una de las ciudades, se estableció contacto con las instituciones participantes (hospitales, jardines infantiles, colegios y universidades) y se obtuvo su autorización. Posteriormente, se contactó a los padres de los niños para diligenciar el consentimiento y el asentimiento informados.

Se utilizaron cinco cuestionarios para la recolección de la información, que incluyeron uno de vinculación del neonato al estudio, uno de seguimiento para los niños de 0 a 12 meses de edad que se aplicó en cada una de las 13 visitas siguientes, una encuesta a padres de niños mayores de un año, el registro de datos en niños mayores de un año, y la encuesta a jóvenes de 18 a 20 años de edad.

#### **Control de calidad.**

Para garantizar la validez de la información, se hicieron pruebas piloto en diferentes instituciones que representaban los espacios de donde se reclutaron los niños.

Para estandarizar y reforzar la enseñanza sobre mediciones antropométricas, se adelantó una capacitación impartida por un experto entrenado en auxología en el *Karolinska Institutet*, que visitó cada una de las ciudades en dos oportunidades. Los entrevistadores utilizaron guías detalladas para las entrevistas y los cuestionarios fueron revisados por un experto en auxología.

Hubo visitas regulares a los sitios del estudio para vigilar la ejecución de las visitas, la frecuencia de mediciones repetidas, las mediciones faltantes e investigar valores atípicos, así como reuniones semanales del equipo coordinador para evaluar cada una de las fases del estudio, y reuniones mensuales de coordinación e intercambio de información entre el personal de las cuatro ciudades. Se utilizaron equipos de gran fiabilidad, con la calibración requerida.

#### **Poder del estudio.**

El tamaño de la muestra se calculó buscando detectar una diferencia de 1,8 cm en la talla final entre el presente estudio y el estudio de los *Centers for Disease Control and Prevention (CDC)*

(poder, 99%; probabilidad alfa de cometer un error de tipo I de 0,05), obteniéndose una muestra de 26.500 (250 niños y 250 niñas para cada grupo de edad).

#### **Análisis estadístico y elaboración de curvas de referencia.**

Las desviaciones estándar (DE) de referencia, así como las curvas de percentiles, serán estimadas por el método LMS<sup>7</sup>. Las curvas referenciadas en centiles mostrarán la distribución de una medición a medida que cambia de acuerdo con otra variable, como la edad. El método LMS sintetiza el cambio de distribución por tres curvas que representan el coeficiente de sesgo (*skewness*) (parámetro L, por lambda), expresado como la transformación de *box-cox*, la mediana (parámetro M, por mu) y el coeficiente de variación (parámetro S, por sigma). Usando la probabilidad penalizada, las tres curvas se ajustarán por una regresión no lineal, y el grado de homogeneidad requerido será expresado en términos de parámetros de homogeneidad o los equivalentes grados de libertad. Para las curvas L, M y S, estos factores de homogenización serán elegidos mediante la creación de diagramas en los que se ha corregido la tendencia local (el diagrama de cuantil-cuantil, q-q, que es una técnica gráfica para determinar si dos conjuntos de datos vienen de una población con una distribución común) de las DE de la muestra de referencia de los 20 grupos de edad. Los valores óptimos de los factores de homogenización producirán diagramas de cuantil-cuantil con tendencia corregida, que son esencialmente planos. Los factores de homogeneidad óptimos serán determinados por medias y análisis de varianza.

La asociación de variables demográficas (región geográfica, tamaño de la ciudad, tamaño de la familia, rango de nacimiento, nivel educacional

## Estándares de crecimiento

de niños y padres) y de la altura sobre el nivel del mar, serán evaluadas por ANOVA. Las variables serán tomadas como un grupo de variables independientes categóricas.

### Resultados

Entre junio de 2009 y noviembre de 2010, se seleccionaron aleatoriamente 28.627 niños para verificar quiénes cumplían los criterios

de elegibilidad. Se excluyeron 1.418: 105 por condición médica, 473 por inasistencia escolar en el periodo de mediciones, 106 por estrato socioeconómico bajo<sup>8</sup>, y 734 por otras causas (falta de consentimiento o asentimiento informado, datos de encuesta incompleta, o ambos padres extranjeros). En total, se tomaron las mediciones del estudio en 27.209 niños de 306 instituciones distribuidas en las cuatro ciudades (tablas 1, 2).

**Tabla 1**

Instituciones en donde se realizan las mediciones

Ciudad	IPS	Jardines infantiles	Colegios	Universidades
Bogotá	3	49	34	5
Medellín	3	41	31	8
Cali	2	42	32	4
Barranquilla	2	26	20	4
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>158</b>	<b>117</b>	<b>21</b>

**Tabla 1.** IPS: Instituciones Prestadoras de Salud.

**Tabla 2**

Distribución por ciudad y grupo de edad de la población de estudio

Ciudad	1 año	1-20 años
Bogotá	225	10.559
Medellín	127	6.831
Cali	122	5.978
Barranquilla	66	3.301
<b>Total</b>	<b>540</b>	<b>26.669</b>

## Conclusión

El estudio incluyó una muestra de 27.209 niños, cifra sin precedente en Colombia, que proveerá valores de referencia de longitud, talla, peso, índice de masa corporal, circunferencia de cintura, circunferencia craneana y proporciones corporales en niños colombianos sanos de 0 a 20 años, de acuerdo con su composición genética, ambiente y condiciones sociales.

Se conformará así una fuente importante de información del potencial de crecimiento de los niños en Colombia, ubicándonos a nivel de países desarrollados que utilizan estándares propios, que permiten su comparación<sup>9-12</sup>.

Las curvas de crecimiento y los análisis adicionales se encuentran actualmente en desarrollo, y se espera hacerlas públicas en el segundo semestre de 2012. A mediano y largo plazo, los estándares de crecimiento permitirán a las

agencias de salud del país establecer indicadores de salud de la población local y nacional, que permitan su seguimiento y vigilancia en el tiempo. De igual forma, serán una herramienta válida para la ejecución de diferentes proyectos de investigación.

## Agradecimientos

A todas las familias, niños y adolescentes que participaron en el estudio; a las instituciones de salud, a los jardines infantiles, colegios y universidades; a las examinadoras que pusieron todo su empeño para la realización de este proyecto; a Colciencias por la financiación; a la Fundación Cardio-infantil, Instituto de Cardiología, a la Asociación Colombiana de Endocrinología Pediátrica y al *Karolinska Institutet*; a las coordinadoras María Robledo, María del Pilar Ospina, Jean Ann Matallana, Soraya Chalela, Luz Mary Castaño y María Paula Tovar.

## Estándares de crecimiento

### Referencias

1. Wales JKH. A brief history of the study of human growth dynamics. *Ann Hum Biol*. 1998;25:175-84.
2. Bishop NJ, King FJ, Lucas A. Linear growth in the early neonatal period. *Arch Dis Child*. 1990;65:707-8.
3. Organización Mundial de la Salud. Patrones de crecimiento. Resolución 2121 del 9 de junio de 2010. Fecha de consulta: 31 de mayo de 2012. Disponible en: [http://www.cntv.org.co/cntv\\_bop/basedoc/resolucion/minproteccion/resolucion\\_minproteccion\\_2121\\_2010.html](http://www.cntv.org.co/cntv_bop/basedoc/resolucion/minproteccion/resolucion_minproteccion_2121_2010.html).
4. Organización Mundial de la Salud. Patrones de crecimiento infantil. Organización Mundial de la Salud, 2010. Fecha de consulta: 31 de mayo de 2012. Disponible en: <http://www.who.int/childgrowth/standards/es/>.
5. CDC, 2000 growth charts for the United States: Methods and development. *Vital and Health Statistics. Series 11, Number 246*. Fecha de consulta: 31 de mayo de 2012. Disponible en: [http://www.cdc.gov/nchs/data/series/sr\\_11/sr11\\_246.pdf](http://www.cdc.gov/nchs/data/series/sr_11/sr11_246.pdf).
6. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Características socio-demográficas. En: *Atlas de la salud*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2008. p. 70.
7. Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: The LMS method and penalized likelihood. *Stat Med*. 1992;11:1305-19.
8. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE. Estratificación socioeconómica. Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2010. Disponible en: [http://www.dane.gov.co/index.php?Itemid=281&id=93&option=com\\_content&sectionid=23&task=category](http://www.dane.gov.co/index.php?Itemid=281&id=93&option=com_content&sectionid=23&task=category).
9. Andrade J, Calvo E, Marcini E. Evaluación del estado nutricional de la población de varones de 18 años, Argentina, 1992-1993. *Estudios antropométricos en la población infanto-juvenil de la República Argentina, 1993-1996*. Buenos Aires: Ministerio de Salud y Acción Social, Dirección de Salud Materno Infantil; 1999. p. 61-85.
10. Fredriks AM, van Buuren S, Jeurissen SE, Decker FW, Verloove-Vanhorick SP, Wit JM. Height, weight, body mass index and pubertal development reference values for children of Turkish origin in the Netherlands. *Eur J Pediatr*. 2003;162:788-93.
11. Júliusson PB, Roelants M. Growth of Belgian and Norwegian children compared to the WHO growth standards: Prevalence below -2 and above +2 SD and the effect of breastfeeding. *Arch Dis Child*. 2011;96:916-21.
12. Júliusson PB, Roelants M. Growth references for Norwegian children. *Tidsskr Nor Laegeforen*. 2009;129:281-6.