

---

# PICOS DE CRECIMIENTO FACIAL VERTICAL ANTES DE LOS 12 AÑOS DE EDAD Y SU RELACIÓN CON EL DESARROLLO PUBERAL EN 44 MESTIZOS COLOMBIANOS SIN TRATAMIENTO<sup>1</sup>

## VERTICAL FACIAL GROWTH PEAKS BEFORE THE AGE OF 12 AND THEIR RELATION WITH PUBERTAL DEVELOPMENT IN 44 UNTREATED COLOMBIAN MESTIZOS<sup>1</sup>

IVÁN DARÍO JIMÉNEZ V.<sup>2</sup>, LUISA FERNANDA VILLEGAS T.<sup>3</sup>, LUIS GONZALO ÁLVAREZ S.<sup>4</sup>

**RESUMEN. Introducción:** la mayoría de las investigaciones del crecimiento facial se enfocan hacia la documentación y predicción del crecimiento puberal opacando la descripción del crecimiento antes de los 12 años de edad. Aunque hay varias investigaciones en poblaciones caucásicas que han reportado los picos tempranos de crecimiento, ninguna lo ha ubicado y dimensionado con relación al pico puberal. En mestizos latinoamericanos no hay estudios reportados en la literatura. **Métodos:** desde 1992 el Grupo de Investigación de Labio y Paladar Hendido, Fisiología Oral y Crecimiento Craneofacial, CES-LPH, está haciendo un estudio longitudinal del crecimiento facial en 44 mestizos colombianos sin tratamiento con una muestra de 373 radiografías cefálicas laterales obtenidas durante 18 años de seguimiento. **Resultados:** de las 28 niñas de la muestra, 21 (75%) presentaron incrementos bienal mayores de 5 mm en la altura facial anterior (AFA) antes de los 12 años. En la altura facial posterior (AFP) hubo 9 (32%) niñas con incrementos bienales mayores a 5 mm antes de los 9 años. En 7 (43%) niños se presentaron incrementos bienales mayores a 5 mm en AFA antes de los 12 años y para la AFP hubo 9 (56%) niños con el mismo comportamiento antes de los 12 años. Para 5 de las niñas y 3 de los niños (18%), este fue el mayor pico de crecimiento en todo el seguimiento de la muestra desde los 6 hasta los 19 años, hallazgo no reportado anteriormente en la literatura. **Conclusiones:** los picos tempranos de crecimiento vertical (AFA y AFP) en niños menores de 9 años pueden explicar el éxito de las terapias tempranas de ortopedia funcional de los maxilares.

**Palabras clave:** crecimiento craneofacial, picos de crecimiento, estudio longitudinal, altura facial anterior, altura facial posterior.

Jiménez ID, Villegas LF, Álvarez LG. Picos de crecimiento facial vertical antes de los 12 años de edad y su relación con el desarrollo puberal en 44 mestizos colombianos sin tratamiento. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2013; 24(2): 289-306.

---

**ABSTRACT. Introduction:** most studies on facial growth focus on documenting and predicting pubertal growth, underestimating the description of growth before the age of 12. Although several studies on Caucasian populations have analyzed early growth peaks, none of the publications has related them with the pubertal peaks. Furthermore, no studies on Latin American mestizos are reported in the literature. **Methods:** since 1992, the Cleft Lip and Palate, Oral Physiology and Craniofacial Growth Research Group (CES-LPH for its Spanish initials) has been conducting a longitudinal study on facial growth in 44 untreated Colombian mestizos with a sample of 373 cephalic lateral radiographs obtained during a period of 18 years. **Results:** 21 of the 28 girls in the sample (75%) present major biennial increments of 5 mm in anterior face height (AFH) before age 12. In terms of posterior face height (PFH), there were 9 girls (32%) with biennial increases greater than 5 mm before 9 years old. 7 children (43%) presented biennial increases greater than 5 mm in AFH before the age of 12, and concerning PFH there were 9 children (56%) with the same behavior before the age of 12. For 5 girls and 3 boys (18%), this was the greatest growth peak throughout the follow-up period of a sample since the age of 6 until 19 years—a finding not previously reported in the literature—. **Conclusions:** early vertical growth peaks (AFH and PFH) in children younger than 9 years may explain the success of early functional jaw orthopedic therapies.

- 
- 1 Trabajo del Grupo de Investigación de Labio y Paladar Hendido, Fisiología Oral y Crecimiento Craneofacial, CES-LPH, fundado en 1997 en Medellín, Colombia; clasificado en la categoría A de Colciencias.
  - 2 Ortodoncista, MSc, docente Universidad CES, director de la Línea de Crecimiento y Desarrollo Craneofacial, Grupo de Investigación CES-LPH.
  - 3 Odontopediatra, docente Universidad CES, investigadora de la Línea de Crecimiento y Desarrollo Craneofacial, Grupo de Investigación CES-LPH.
  - 4 Bacteriólogo, M. S. en epidemiología, docente Universidad CES, docente Universidad de Antioquia.

- 
- 1 Research Project by the CES-LPH Research Group, founded in 1997 in Medellín, Colombia; classified as a Category A group by Colciencias.
  - 2 Orthodontist, MSc, Professor Universidad CES, Director of the Growth and Craniofacial Development Research Area, CES-LPH Research Group.
  - 3 Pediatric Orthodontist, Professor Universidad CES, Researcher of the Growth and Craniofacial Development Research Area, CES-LPH Research Group.
  - 4 Bacteriologist, M. S. in Epidemiology, Professor Universidad CES, Professor Universidad de Antioquia.

RECIBIDO: SEPTIEMBRE 13/2012-ACEPTADO: FEBRERO 12/2013

SUBMITTED: SEPTEMBER 13/2012-ACCEPTED: FEBRUARY 12/2013

**Key words:** *craniofacial growth, growth peaks, longitudinal study, anterior face height, posterior face height*

Jiménez ID, Villegas LF, Álvarez LG. Vertical facial growth peaks before the age of 12 and their relation with pubertal development in 44 untreated Colombian mestizos. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 2013; 24(2): 289-306.

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento del crecimiento facial antes de los 12 años es importante para documentar su magnitud, variabilidad y darle aplicación clínica ubicando el momento de mayor crecimiento como una posible edad ideal de tratamiento.

Desde la fecundación hasta la pubertad el crecimiento se mantiene continuamente aunque variando sus ritmos. Estas fluctuaciones se muestran como aumentos o disminuciones en la velocidad de crecimiento. La mayoría de las investigaciones del crecimiento facial se enfocan hacia la documentación y predicción del crecimiento puberal opacando la descripción del crecimiento facial antes de la pubertad. El énfasis importante que se le ha dado a la pubertad radica en que la velocidad de crecimiento en esta época es cerca del doble y parece que incluye el crecimiento facial.

Con la pubertad el ser humano adquiere la facultad de procrear y el organismo sufre unas modificaciones neuroendocrinas que le permiten el desarrollo de las gónadas y de las características sexuales secundarias. Concomitante a este desarrollo sexual se aumenta la composición corporal, la masa muscular, la capacidad circulatoria y respiratoria. Esto requiere y a la vez estimula el aumento en el tamaño facial. Se presume que existe estrecha asociación temporal entre el crecimiento rápido de la estatura y el facial durante la pubertad.<sup>1</sup>

Varias investigaciones han reportado que esta modificación que sufre el ser humano en la pubertad, lo hace también más vulnerable a estímulos locales a nivel facial con terapias como la ortopedia funcional de los maxilares.<sup>2,3</sup> Varios estudios sugieren que los tratamientos ortopédicos cercanos pero anteriores al pico de velocidad en estatura son más efectivos que los que se hacen mucho antes o después. Sin embargo, todo no es tan sencillo y en la literatura se han reportado picos faciales y generales del crecimiento antes de la pubertad. Hoy se sabe, aunque muchas veces no se destaca, que algunos niños presentan una aceleración moderada del crecimiento facial antes de la aceleración del crecimiento en la adolescencia.

## INTRODUCTION

Knowing about facial growth before the age of 12 is important in order to record its magnitude, variability and clinical application, and to identify such moment of active growth as a possible ideal age for treatment.

From conception to puberty, growth remains as a continuous process at varying speeds. These fluctuations appear as either an increase or a decrease in growth rate. Most research on facial growth focuses on documentation and prediction on pubertal growth, overlooking the description of facial growth before puberty. The emphasis on puberty is because the growth rate in this period is about twice as much and it seems to include facial growth.

With puberty, human beings acquire the ability to procreate and the body experiences several neuroendocrine changes that allow the development of gonads and secondary sexual characteristics, coupled with increased body composition, muscle mass and circulatory / respiratory capacity. This requires facial growth and at the same time stimulates it. Presumably there is a close temporary association between rapid stature and facial height during puberty.<sup>1</sup>

Several studies have reported that this modification of humans during puberty also makes them more vulnerable to local stimuli at the facial level with therapies such as functional jaw orthopedics.<sup>2,3</sup> Some other studies suggest that orthopedic treatments right before the peak height acceleration are more effective than those performed long before or after. However, all this is not so simple and the literature has reported facial growth and general growth peaks before puberty. Today it is known, though often not noted, that some children experience moderate facial growth acceleration before the growth burst during adolescence.

Los términos utilizados para describir este suceso son aceleraciones de la infancia y la juventud,<sup>4</sup> aceleraciones tempranas,<sup>5, 6</sup> fluctuaciones tempranas en el crecimiento o crecimiento facial en la preadolescencia y aceleración media del crecimiento.<sup>7</sup> En el campo médico también se ha descrito este mismo fenómeno en la estatura y el peso.<sup>8</sup> No hay claridad en la edad de aparición de estas aceleraciones medias o picos tempranos del crecimiento, ni en su magnitud e importancia. Woodside en 1975, en la longitud mandibular, reportó dos aceleraciones medias, una entre los 6 y los 7 años y otra a los 7,5 años en mujeres y 9 años en hombres.<sup>4</sup> Nanda en 1955 reportó aceleración media de crecimiento a diferentes edades dependiendo de la dimensión facial analizada.<sup>5</sup> En la base del cráneo reportó una aceleración a los 7 años y en la mandíbula a los 11. Buschang en 2010 reportó aparición de la aceleración media del crecimiento mandibular a los 7,7 años para las niñas y a los 8,7 para los niños.<sup>7</sup>

Krieg en 1987 dio una definición matemática de la aceleración media del crecimiento y la consideró importante o como pico o estirón, cuando el crecimiento evaluado a la luz del error de la medida se duplica con respecto al periodo anterior.<sup>6</sup> Basado en esta forma de medir los cambios del crecimiento, Krieg en un seguimiento de 40 niños y niñas encontró no solo un pico de crecimiento aislado entre los 5 y los 12 años en las variables cefalométricas de S-Gn y N-Gn, sino varios y los llamó fluctuaciones en el crecimiento. Los incrementos por año en estos picos fueron en promedio desde 3,8 hasta 5,3 mm. Estos se dieron más en hombres que en mujeres. Antes de los 8 años de edad en la medida N-Gn el 45% de los hombres y el 16% de las mujeres presentaron picos. Entre los 8 y los 12 años de edad el 82% de los hombres y el 53% de las mujeres presentaron picos. A nivel juvenil en el 82% de los niños se dio un pico de 3,9 mm a los 9,9 años. En las niñas, el 53% tuvo un pico de 3,8 mm a los 8,8 años.

Lamentablemente Krieg no mostró los picos en la adolescencia de los 40 niños, lo cual no permite comparar la importancia en magnitud de las fluctuaciones tempranas con respecto al pico puberal. Por lo anteriormente descrito,

The terms used to describe this event are: childhood and youth accelerations,<sup>4</sup> early accelerations,<sup>5, 6</sup> early fluctuations in growth or facial growth in preadolescence and mid-growth spurt.<sup>7</sup> The same height and weight phenomenon has also been described in the medical field.<sup>8</sup> There is no clarity on the age in which these average accelerations and early growth peaks occur or about their magnitude and importance. In 1975, Woodside reported two average values in mandibular length accelerations: one between 6 and 7 years and another one at the age of 7.5 years in females, and 9 years in males.<sup>4</sup> In 1955, Nanda reported different average growth acceleration at different ages depending on the facial dimension under analysis.<sup>5</sup> At the skull base Nanda reported growth acceleration at the age of 7 and jaw growth acceleration at the age of 11. In 2010, Buschang reported average mandibular growth acceleration at the age of 7.7 years for girls and at the age of 8.7 for boys.<sup>7</sup>

In 1987, Krieg offered a mathematical definition of average growth acceleration and considered it to be important either as peak or spurt, when growth evaluated in light of measurement error is doubled compared to a previous period.<sup>6</sup> Based on this way of measuring growth change, Krieg monitored 40 children and found out not only one but several isolated growth peaks from 5 to 12 years of age in cephalometric variables of S-Gn and N-Gn, which he called growth fluctuations. These peaks increased an average 3.8 to 5.3 mm per year and they occurred more often in men than in women. Before the age of 8, 45% of men and 16% of women experienced peaks in the N-Gn distance. Between 8 and 12 years of age, 82% of men and 53% of women experienced peaks. Among youngsters, 82% of boys experienced a peak of 3.9 mm at the age of 9.9 years; and 53% of girls experienced a peak of 3.8 mm at the age of 8.8 years.

Unfortunately, Krieg did not show peaks during the adolescence of the 40 studied children, which makes it impossible to compare the importance of early magnitude fluctuations in relation to pubertal peak. All this makes

es claro que hay periodos importantes prepuberales de aceleración media del crecimiento facial pero falta clarificar los siguientes aspectos: su presencia en mestizos latinoamericanos, su magnitud comparada con el pico puberal, su importancia clínica con fines de utilización en la estimulación o control del crecimiento facial, un mecanismo de predicción para poderlos abordar clínicamente.

Los objetivos de este reporte de investigación son: primero, cuantificar por primera vez en una población mestiza latinoamericana y colombiana, sin tratamiento, el desarrollo vertical facial antes de los 12 años de edad y describir los periodos de picos de aceleración media del crecimiento. Segundo, ubicar estos periodos de aceleración media con respecto al pico puberal. Tercero, analizar si el crecimiento vertical facial antes de los 12 años de esta población mestiza sin tratamiento es diferente a otras reportadas en la literatura.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción y seguimiento de la muestra

Desde el año 1992 la Universidad CES está haciendo un estudio descriptivo longitudinal que lleva 18 años de seguimientos bienales para evaluar el crecimiento craneofacial de una población mestiza del corregimiento de Damasco (Santa Bárbara, Antioquia), por medio de radiografías panorámicas y cefálicas laterales. El estudio comenzó con 48 niños con edades entre 5 y 8 años, quienes cursaban el primer grado escolar en la escuela de dicho corregimiento. En 1994 se completó la muestra hasta tener 54 sujetos, dichos niños presentaban apariencia facial normal y no habían recibido ningún tipo de tratamiento ortodóncico.

Un plan de motivación y vigilancia permanente de promoción y prevención en salud general y oral y de atención de las principales necesidades de salud bucal de la población tanto escolar como general fue mantenido por el CES hasta el año 1998. A partir de este año el Grupo de Investigación CES-LPH ha continuado con el mantenimiento de la muestra haciendo brigadas anuales de prevención y atención con estudiantes del CES y con los investigadores. En estas brigadas se han hecho evaluaciones odontológicas y tratamientos preventivos como control de placa, profilaxis, aplicación de flúor en gel, enseñanza de higiene oral y detartraje supragingival.

it clear that there are significant pre-pubertal periods of average growth acceleration but the following aspects are still unclear: their presence in Latin American mestizos, their magnitude compared with pubertal peaks, their clinical importance for stimulating or controlling facial growth control, and a predictive mechanism for a clinical approach.

The objectives of this research report are: first, for the first time in a Latin American and Colombian untreated mestizo population, to quantify vertical facial development before the age of 12, and to describe the periods of average growth acceleration peaks. Second, to identify the periods of average acceleration in relation to pubertal peak. And thirdly, to consider whether vertical facial growth before the age of 12 in this untreated mixed population is different to other populations reported in the literature.

## MATERIALS AND METHODS

### Sample description and monitoring

Since 1992, the Universidad CES has been conducting a longitudinal study performing biennial follow-ups in order to evaluate craniofacial growth in a mixed population of the district of Damasco (Santa Bárbara, Antioquia), by means of panoramic and lateral cephalic radiographs. The study began with 48 children aged 5 to 8 years, who were enrolled in first grade in the school district. In 1994 the sample reached 54 subjects, including children with normal facial appearance and no previous orthodontic treatment.

The Universidad CES developed a permanent plan of motivation and observation of general health and oral health promotion and prevention, and attention of the major oral health needs of schoolchildren and the population in general until 1998. Since that year, the CES-LPH Research Group has maintained the sample with annual programs of prevention and attention led by CES students and researchers. These programs include dental assessments and preventive treatments such as dental plaque control, prophylaxis, fluoride gel topical application, oral hygiene instruction and supragingival scaling.

Adicionalmente se les entrega un kit de higiene oral con cepillo, crema y seda dental.

El seguimiento y mantenimiento de la muestra CES-Damasco, el estudio más largo y completo en Colombia y América Latina, ha tenido múltiples dificultades logísticas debido a la crítica década política y social colombiana de los años 1990 a 2000. Varias veces el enfrentamiento con las personas al margen de la ley dificultaron el desplazamiento de la muestra, hacia la ciudad de Medellín y frecuentemente se necesitó de aportes económicos por parte de los mismos investigadores ante la falta de recursos. Además muchos de los sujetos del estudio han migrado a diferentes ciudades del país lo que hace que sea más difícil y costoso su desplazamiento bienal a la ciudad de Medellín. A pesar de todas las dificultades, el porcentaje de pérdida de los registros clínicos y radiográficos durante el seguimiento de 18 años fue solo del 15%.

Para este reporte se evaluaron 44 sujetos que no recibieron ningún tipo de tratamiento ortodóncico durante 18 años de seguimiento, se excluyeron 10 sujetos por desarrollar maloclusiones clase III o mordida abierta durante el periodo de seguimiento.

### **Análisis cefalométrico**

Las radiografías cefálicas laterales fueron tomadas con una distancia de la línea media de la cara al chasis de 15 cm dando una magnificación del 10,9%. Esta distancia se verificó en cada toma de la muestra, pues afecta las medidas lineales del estudio.

En este reporte se hizo énfasis en el crecimiento facial vertical ya que este presenta los mayores incrementos después de los 6 años de edad, en comparación con el desarrollo anteroposterior y transversal. El crecimiento vertical es también el que obtiene más tarde su estado de maduración y debido a esto es posiblemente el más vulnerable a estímulos locales y cambios funcionales, con menos influencia genética. Esto tiene gran importancia desde el punto de vista clínico por ser un área de mayor vulnerabilidad medioambiental incluyendo los estímulos ortodóncicos, ortopédicos y quirúrgicos.

Additionally, the participants are given oral hygiene kits which contain a toothbrush, toothpaste and dental floss.

The process of monitoring and maintenance of the CES-Damasco sample, the longest and most comprehensive study of this type in Colombia and Latin America, has encountered several logistical difficulties due to the political and social crisis in Colombian between 1990 and 2000. Frequent confrontations with people outside the law hindered the movement of participants to the city of Medellín, and financial contributions by the researchers themselves were often necessary due to lack of resources. In addition, many of the subjects have migrated to different cities, making it more difficult and expensive for them to travel to Medellín every two years. Despite all the difficulties, the percentage of loss of clinical and radiographic records during these 18-year follow-up was only 15%.

For this report, we evaluated 44 subjects with no orthodontic treatment during 18 years of follow up, and 10 subjects were excluded because they developed Class III malocclusion or open bite during the monitoring period.

### **CEPHALOMETRIC ANALYSIS**

Lateral cephalic radiographs were taken at a distance of 15 cm from the face midline to the chassis, providing a magnification of 10.9%. This distance was verified in each sampling, as it affects the linear measurements of the study.

This report will focus on vertical facial growth as this is the one that presents the greatest increases after 6 years of age, compared with anteroposterior and transversal development. Vertical growth is also the latest in maturation, and therefore it might be the most vulnerable to local stimuli and functional changes, with less genetic influence. This is very important from a clinical point of view because this is an area of great environmental vulnerability including orthodontic, orthopedic and surgical stimuli.

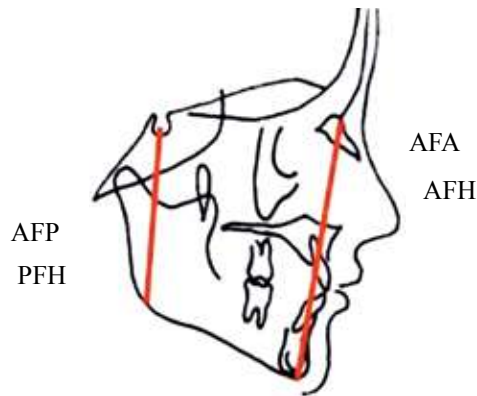


Figura 1. Trazado cefalométrico donde se ilustra la medición de la altura facial posterior (AFP) y la altura facial anterior (AFA)

Figure 1. Cephalometric tracing illustrating posterior face height (PFH) and anterior face height (AFH) measurements

Para el análisis vertical se definieron los siguientes puntos:<sup>9</sup> Silla (S): centro de la fosa pituitaria del hueso esfenoides, Gonion construido (Go): punto medio del ángulo de la mandíbula, para obtener este punto se traza una bisectriz al ángulo formado por el plano mandibular y el plano que pasa a través del punto articular y continúa a lo largo del extremo posterior de la rama mandibular, Nasion (N): unión de la sutura frontonasal, el punto más posterior de la curva localizada en el puente nasal, Menton (Me): punto más inferior de la silueta de la sínfisis mentoniana. Se tomaron las siguientes medidas cefalométricas: Altura facial posterior (AFP): distancia en milímetros desde el punto S al punto Go y Altura facial anterior (AFA): distancia en milímetros desde el punto N hasta el punto Me. Todas las medidas cefalométricas fueron hechas por un solo investigador (figura 1).

Con los datos encontrados se evaluaron los picos de crecimiento ocurridos durante el crecimiento entre los 6 y los 26 años de edad en el plano vertical, haciendo especial énfasis en los picos de crecimiento ocurridos antes de los 12 años de edad. Se consideró pico de crecimiento cuando se presentaron cambios de 5 mm o más en cada periodo bienal.

### Estudio de error

Se utilizó el coeficiente de correlación intraclase (CCI) para evaluar el estudio de error del trazado cefalométrico. La concordancia interobservador se hizo con 15 radiografías que fueron medidas en forma ciega entre dos de los investigadores con un CCI que osciló entre 0,981 y 0,998.

Vertical analysis included the following points:<sup>9</sup> Sella (S): center of the pituitary fossa of the sphenoid bone; built Gonion (Go): midpoint of the angle of the jaw; to obtain this point, a bisecting line is drawn to the angle formed by the mandibular plane and the plane passing through the articulation point and continues along the rear end of the ramus; Nasion (N): junction of the frontonasal suture, the rearmost point of the curve located in the nasal bridge; Chin (M): the lowest point of the symphysis outline. The following cephalometric measurements were taken: posterior face height (PFH): distance in millimeters from S to Go, and anterior face height (AFH): distance in millimeters from N to M. All the cephalometric measurements were made by a single researcher (figure 1).

The obtained data allowed assessing growth peaks occurring during growth between 6 and 26 years of age in the vertical plane, with a special focus on growth peaks taking place before the age of 12. A growth peak was considered when changes of 5 mm or more occurred in each biennium.

### Error analysis

The intraclass correlation coefficient (ICC) was used for error analysis of cephalometric tracings. Inter-observer agreement was calculated with 15 radiographs through blinded measures by two researchers with an ICC ranging from 0.981 to 0.998.

La concordancia intraobservador se hizo con uno de los investigadores con un lapso de dos semanas entre una medición y la otra con un CCI que osciló entre 0,969 y 0,996. La concordancia tanto inter- como intraobservador presentó alta confiabilidad del investigador con las respectivas mediciones cefalométricas.

Al inicio de la investigación, el proyecto fue aprobado por el Comité de Ética del CES en 1991. Al comienzo del estudio, en 1992, los padres de familia firmaron el consentimiento para la investigación, explicándoles los detalles metodológicos y que se podían retirar del estudio en cualquier momento sin ningún inconveniente. Además se autorizaba a los investigadores para presentar y publicar la información respectiva.

### **Análisis estadístico**

Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 8.0 (SPSS Inc., Chicago IL) para la creación de la base de datos y para el análisis de la información. Se hizo un análisis descriptivo de los datos (AFA y AFP), los cuales fueron resumidos y presentados mediante promedios y desviaciones estándar, con gráficas de líneas para ilustrar el comportamiento en los cambios bienales de las mediciones cefalométricas. Además se utilizaron las frecuencias absolutas y relativas expresadas en forma porcentual para describir los picos de crecimiento facial vertical, información que fue complementada con las gráficas de barras compuestas.

## **RESULTADOS**

Los resultados se presentan en tres partes. En la primera parte se ilustran cuatro sujetos con el seguimiento cefalométrico y fotográfico para mostrar las variaciones individuales (figuras 2 a 5). Las fotos van acompañadas de un cuadro en el que se señalan los cambios bienales de la AFA y la AFP mostrando una gran variabilidad individual en el crecimiento.

En la segunda parte se presentan los cambios bienales de la altura facial anterior (AFA) y la altura facial posterior (AFP) desde los 8 hasta los 26 años. Estas dos gráficas dan una idea del desarrollo prepuberal, puberal y pospuberal del crecimiento facial vertical (figuras 6 y 7). El énfasis principal de este reporte son los picos faciales verticales antes de los 12 años de edad, pero para dar una idea de la ubicación de estos en todo el proceso de desarrollo se incluyeron las figuras 6 y 7.

Intra-observer agreement was calculated with one of the researchers within two weeks between one measurement and the other with an ICC ranging from 0.969 to 0.996. Both inter- and intra-observer agreements presented high researcher reliability values with the respective cephalometric measurements.

This project was properly approved by the CES Ethics Committee in 1991. At the beginning of the study in 1992, parents signed a consent form, and they were given the methodological details explaining that they could withdraw from the study at any time. Also, they authorized the researchers to present and publish pertinent information.

### **Statistical Analysis**

We used SPSS version 8.0 (SPSS Inc., Chicago IL) for creating a database and for data analysis. We also performed a descriptive analysis of the data (AFH and PFH), which were summarized and presented by averages and standard deviations, with line graphs to illustrate changes in cephalometric measurements behavior every two years. We also used absolute and relative frequencies expressed as percentages to describe vertical facial growth peaks, and this information was supplemented with composite bar charts.

## **RESULTS**

The results are displayed in three parts. The first part presents the cephalometric and photographic monitoring of four subjects in order to show individual variations (figures 2 through 5). The photos are accompanied by a table that identifies the AFH and PFH biennial changes, showing great individual growth variability.

The second part presents the biennial changes in anterior face height (AFH) and posterior face height (PFH) between ages 8 to 26. Figures 6 and 7 illustrate the prepubertal, pubertal and postpubertal development in terms of vertical facial growth. This report focuses on vertical facial peaks before the age of 12, but figures 6 and 7 are included in order to give an idea of the location of such peaks in the development process.

Estas muestran que fuera del pico puberal en hombres y mujeres también hay otros incrementos notorios prepuberales y uno menor en la edad adulta.

These figures show that besides pubertal peak in men and women, other noticeable increases occur during pre-puberty and a smaller one in adulthood.

7 years 7 años 24 años 24 years



Cambios bienales		▲7-9	▲9-11	▲11-13	▲13-15	▲15-17	▲17-19	▲19-21	▲21-24
Cambios en milímetros	AFA	5	3	6	9	5	1	0	0
	AFP	5	0	4	8	2	3	2	0

Biennial changes		▲7-9	▲9-11	▲11-13	▲13-15	▲15-17	▲17-19	▲19-21	▲21-24
Changes in millimeters	AFH	5	3	6	9	5	1	0	0
	PFH	5	0	4	8	2	3	2	0

Figura 2. Fotografía extraoral e intraoral e incrementos bienal de las variables AFA y AFP en un sujeto masculino, sin lesiones cariosas y con apiñamiento anteroinferior. El seguimiento consta de 9 radiografías desde los 7 hasta los 24 años. El periodo bienal con mayor incremento en AFA y AFP fue entre los 13 y los 15 años definiendo su pico puberal; se observa un incremento temprano de 5 mm para AFA y AFP entre los 7 y los 9 años

Figure 2. Extraoral and intraoral photos and biennial AFH and PFH increases in a male subject with no carious lesions but with anterior-inferior crowding. The monitoring included nine radiographs between the ages of 7 and 24 years. The two-year period with the highest AFH and PFH increase was the one between the ages of 13 and 15 indicating pubertal peak; notice an early AFH and PFH increase of 5 mm between the ages of 7 and 9.

7 years 7 años 24 años 24 años



Cambios bienales		▲7-9	▲9-11	▲11-13	▲13-15	▲15-17	▲17-19	▲19-21	▲21-24
Cambios en milímetros	AFA	7	4	0	10	3	6	0	0
	AFP	2	7	2	7	7	6	1	3

Biennial changes		▲7-9	▲9-11	▲11-13	▲13-15	▲15-17	▲17-19	▲19-21	▲21-24
Changes in millimeters	AFH	7	4	0	10	3	6	0	0
	PFH	2	7	2	7	7	6	1	3

Figura 3. Fotografía extraoral e intraoral e incrementos bienales de las variables AFA y AFP en un sujeto masculino, sin lesiones cariosas y con apiñamiento leve anteroinferior. El seguimiento consta de 10 radiografías desde los 7 hasta los 24 años. El periodo bienal con mayor incremento en AFA y AFP fue entre los 13 y 15 años, se observa un incremento temprano de 7 mm para AFA entre los 7 y los 9 años y para AFP entre los 9 y 11 años

Figure 3. Extraoral and intraoral photos and biennial AFH and PFH increases in a male subject with no carious lesions but with slight anterior-inferior crowding. The monitoring included ten radiographs between the ages of 7 and 24 years. The two-year period with the highest AFH and PFH increase was the one between the ages of 13 and 15; notice an early AFH increase of 7 mm between the ages of 7 and 9 years, and for the PFH between the ages of 9 and 11.





Figura 4. Fotografía extraoral e intraoral e incrementos bienales de las variables AFA y AFP en un sujeto femenino, sin lesiones cariosas y con apiñamiento anterior. El seguimiento consta de 8 radiografías desde los 6 hasta los 22 años. Llama la atención que el mayor incremento en todo su desarrollo, aun mayor que en la época puberal, se presentó para la AFA entre los 6 y los 8 años

Figure 4. Extraoral and intraoral photos and biennial AFH and PFH increases in a female subject with no carious lesions but with anterior crowding. The monitoring included eight radiographs between the ages of 6 and 22 years. It is noteworthy that the largest increase in her development as a whole, even greater than in the pubertal period, occurred in AFH between the ages of 6 and 8.

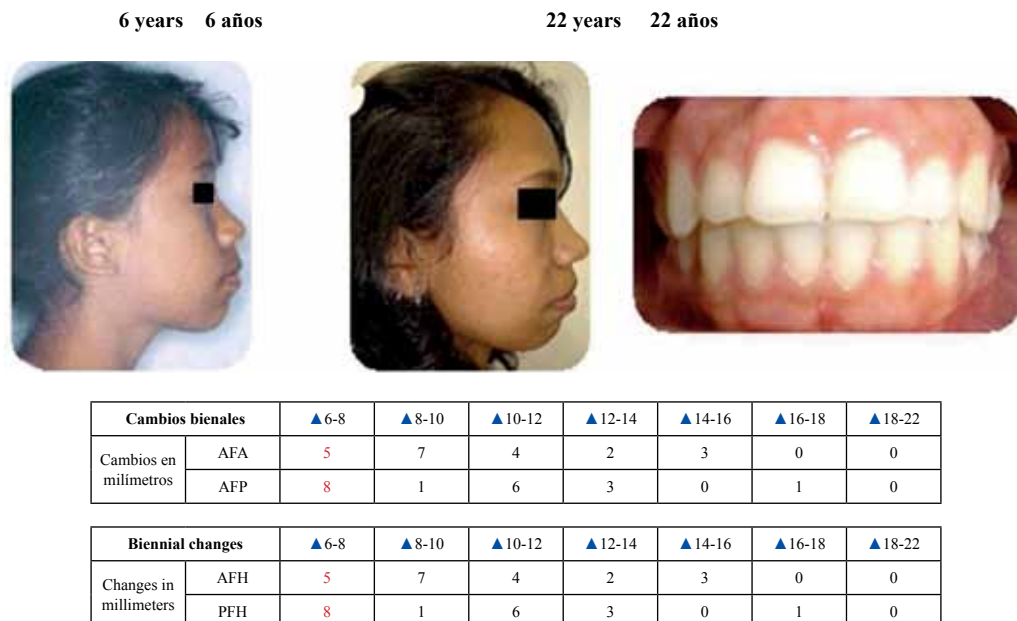


Figura 5. Fotografía extraoral e intraoral e incrementos bienal de las variables AFA y AFP en un sujeto femenino, sin lesiones cariosas y sin apiñamiento. El seguimiento consta de 8 radiografías desde los 6 hasta los 22 años. Llama la atención que el mayor incremento en todo su desarrollo, aun mayor que en la época puberal, se presentó para la AFP entre los 6 y los 8 años

Figure 5. Extraoral and intraoral photos and biennial AFH and PFH increases in a female subject with no carious lesions or crowding. The monitoring included eight radiographs between the ages of 6 and 22 years. It is noteworthy that the largest increase in her development as a whole, even greater than in the pubertal period, occurred in AFH between the ages of 6 and 8.

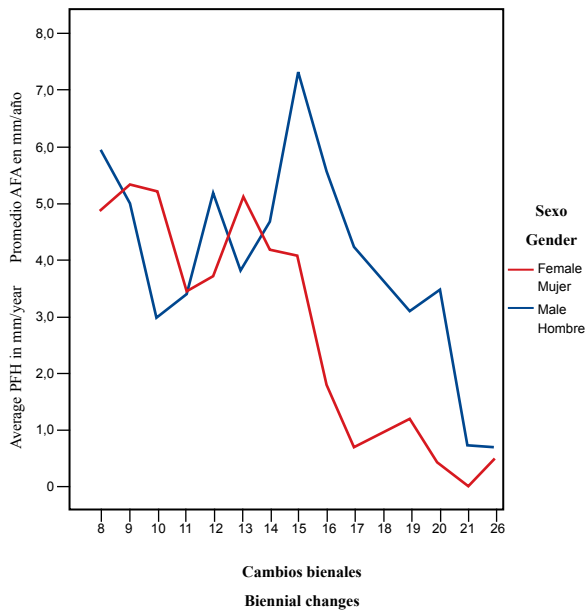


Figura 6. Cambios bienales para AFA por sexo de los 6 hasta los 25 años de edad. Nótese que en las mujeres hubo 3 picos importantes de más de 5 mm (7-9 años, 8-10 y 11-13). En hombres hubo 3 incrementos de más de 5 mm en los 6-8 años, 7-9 y 10-12. En hombres el incremento biennial promedio mayor se dio en la pubertad entre los 13 y los 15 años de edad

**Figure 6.** AFH biennial changes per gender between the ages of 6 and 25 years. Note that women presented 3 outstanding peaks of more than 5 mm (7-9, 8-10 and 11-13 years old). Men presented three peaks of more than 5 mm during the ages of 6-8, 7-9 and 10-12 years. Men experienced the highest average biennial increase during puberty between the ages of 13 and 15 years.

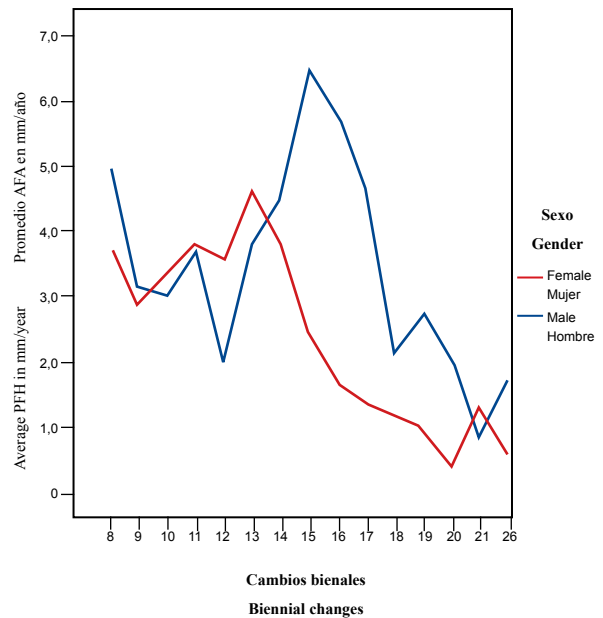


Figura 7. Cambios bienales para AFP por sexo de los 6 a los 25 años de edad. Nótese que en las mujeres hubo un pico temprano leve entre los 9 y los 11 años de edad y el incremento mayor bienal se dio en la pubertad entre 11-13 años, para los hombres hubo un incremento significativo entre los 6 y los 8 años y el mayor incremento se dio en la pubertad entre los 13 y los 15 años

**Figure 7.** PFH biennial changes per gender between the ages of 6 and 25 years. Note that women presented a slight early peak between the ages of 9 and 11 and the greatest biennial increase occurred during puberty between the ages of 11 and 13. Men experienced a significant increase between the ages of 6 and 8 and the greatest increase occurred during puberty between 13 and 15 years of age.

En la tercera parte se ilustra la edad de aparición del mayor pico de crecimiento vertical facial en los 18 años del seguimiento de la muestra y los sujetos con incrementos faciales verticales bienales mayores de 5 mm antes de los 12 años (figuras 8 a 11).

Este estudio del Grupo de Investigación CES-LPH, categoría A de Colciencias, comenzó en 1992 y la última toma se hizo en 2010. Se evaluaron 373 radiografías cefálicas de 44 sujetos durante los 18 años de seguimiento bienal. Aunque cada dos años se hizo evaluación clínica y radiográfica, esta no fue constante para todos los sujetos. Hubo en promedio  $8,0 \pm 1,3$  radiografías por sujeto. El sujeto con menor seguimiento tuvo 5 radiografías y hubo 12 sujetos con más de 10 radiografías.

The third part illustrates the ages with the greatest vertical facial growth during the 18-year period of sample monitoring, as well as the subjects with biennial vertical facial increments over 5 mm before the age of 12 (figures 8-11).

The CES-LPH Research Group, a Colciencias category A group, started this project in 1992 and the last images were taken in 2010. A total of 373 cephalic radiographs from 44 subjects were evaluated during the 18 years of biennial monitoring. But the biennial clinical and radiographic evaluation assessment was not constant for all the subjects. An average of  $8.0 \pm 1.3$  radiographs were taken per subject. The subject with the least follow-up sessions had 5 radiographs taken and there were 12 subjects with more than 10 radiographs.

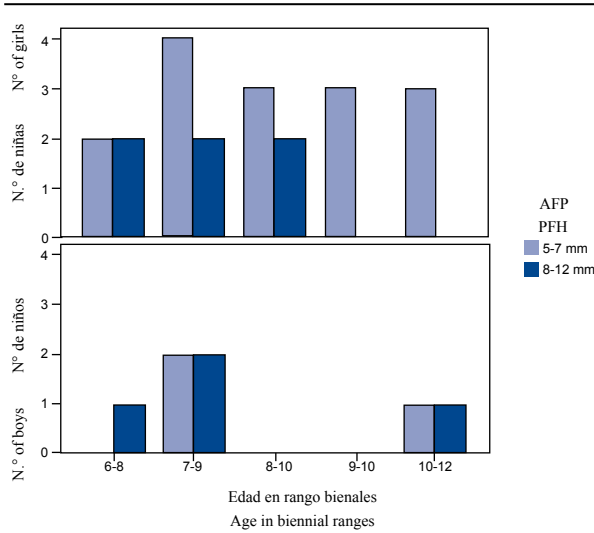


Figura 8. Incrementos faciales verticales bienales mayores de 5 mm en la AFA por sexo antes de los 12 años de edad. Hubo 21 niñas de la muestra (75%) y 7 niños (43%) con incrementos de más de 5 mm

Figure 8. Biennial vertical facial increases greater than 5 mm in AFH by gender before the age of 12. Out of the total sample, 21 girls (75%) and 7 boys (43%) experienced increases over 5 mm

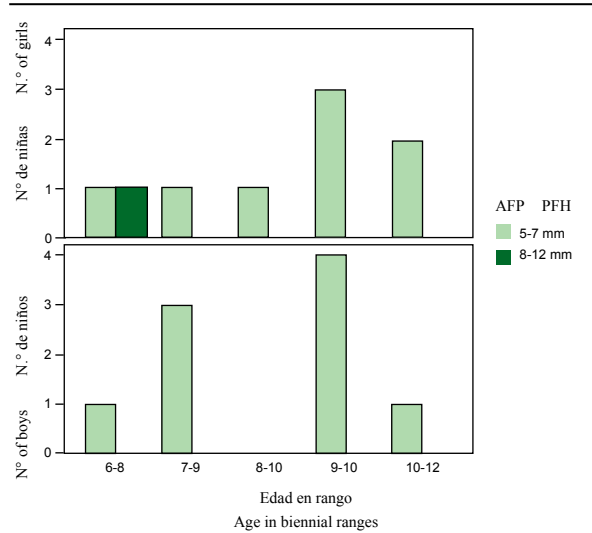


Figura 9. Incrementos faciales verticales bienales mayores de 5 mm en la AFP por sexo antes de los 12 años de edad. Hubo 9 niñas de la muestra (32%) y 9 niños (56%) con incrementos de más de 5 mm

Figure 9. Biennial vertical facial increases greater than 5 mm in PFH by gender before the age of 12. Out of the total sample, 9 girls (32%) and 9 boys (56%) experienced increases over 5 mm

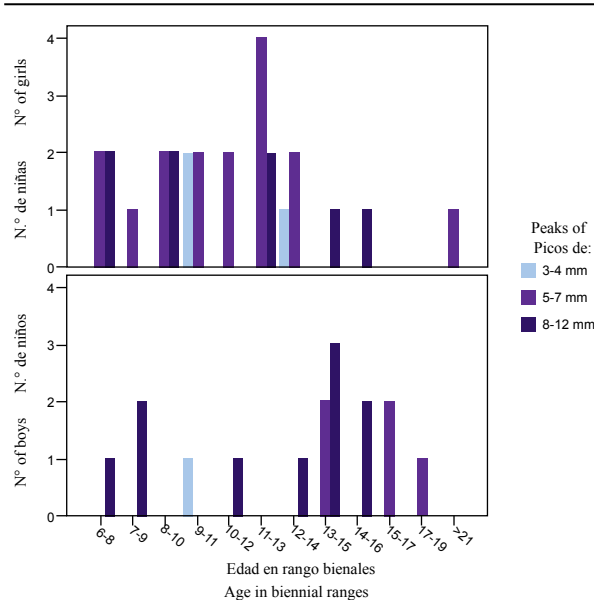


Figura 10. Incremento facial vertical bienal máximo en la AFA de los 6 a los 25 años según el sexo. Nótese que hubo 5 niñas y 3 niños (18% de la muestra) que hicieron su incremento mayor en todo su desarrollo antes de los 9 años de edad

Figure 10. Maximum biennial vertical facial increase in AFH between the ages of 6 and 25 by gender. Note that 5 girls and 3 boys (18% of the sample) experienced their largest increase before the age of 9.

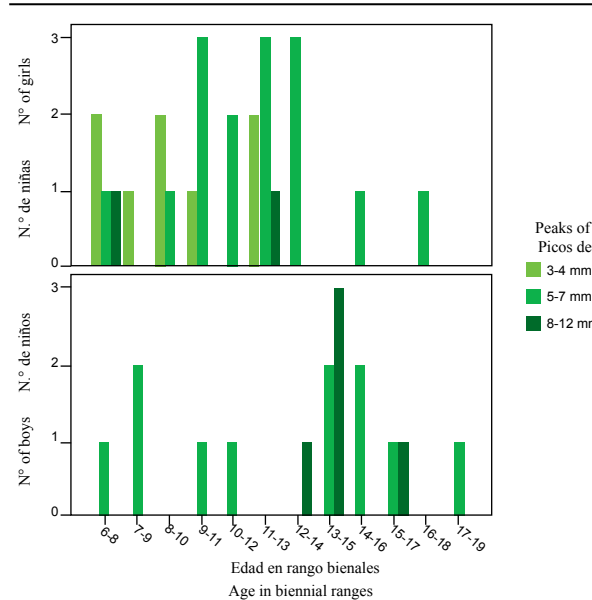


Figura 11. Incremento facial vertical bienal máximo en la AFP de los 6 a los 25 años según el sexo. Nótese que hubo 5 niñas y 3 niños (18% de la muestra) que hicieron su incremento mayor en todo su desarrollo antes de los 9 años de edad

Figure 11. Maximum biennial vertical facial increase in PFH between the ages of 6 and 25 by gender. Note that 5 girls and 3 boys (18% of the sample) experienced their largest increase before the age of 9.

En las figuras 2 a 5 se presentan las fotos extraorales e intraorales al inicio y al final de las evaluaciones de 2 hombres y 2 mujeres de la muestra. Las fotos van acompañadas de un cuadro en el que se señalan los cambios bienal de la AFA y la AFP, dando una idea de la gran variación individual en el crecimiento vertical facial.

### **Desarrollo vertical facial antes de los 12 años en niñas**

El desarrollo vertical facial de los 44 mestizos colombianos del estudio puede verse en las figuras 6 y 7. Las 28 niñas de la muestra entre los 6 y 12 años de edad incrementaron en promedio la AFA en 13 mm y la AFP en 10 mm (considerando el desarrollo hasta los 25 años el incremento en la AFA fue de 26 mm y en la AFP de 22 mm). Con relación a la AFA hubo 3 picos significantes de más de 5 mm (en los periodos de 7 a 9 años, de 8 a 10 y de 11 a 13). Es importante resaltar que opuesto a lo reportado en la literatura, la mayor velocidad de crecimiento en la AFA en niñas fue entre las edades 7 y 9 años (figura 6).

En la AFP hubo un pico bienal leve de 3,8 mm entre los 9 y los 11 años, el incremento mayor bienal se dio en la pubertad entre los 11 y los 13 años de 4,6 mm (figura 7). Como puede observarse en la figura 8, para la AFA antes de los 12 años, hubo 21 niñas con incrementos bienales mayores de 5 mm (75% de las mujeres).

Los mayores incrementos fueron para 6 niñas que tuvieron un pico bienal mayor de 8 mm, es decir una velocidad de crecimiento de más de 4 mm por año antes los 9 años de edad.

Para 5 niñas de las anteriores este fue el mayor pico de crecimiento en el seguimiento de la muestra del CES desde los 6 hasta los 19 años (figuras 10 y 11), ítem no reportado anteriormente en la literatura. Dos de estas niñas se muestran en las figuras 4 y 5 en donde se resalta el incremento de 8 mm en la AFA para la figura 4 y de 8 mm para la AFP en la figura 5 entre las edades 6 y 8 años.

La figura 9 para la AFP muestra las 9 niñas con incrementos bienales mayores de 5 mm (32% de las mujeres).

Figures 2 to 5 show the intraoral and extraoral photos of 2 males and 2 females of the sample at the beginning and the end of the evaluations. The photos are accompanied by a table that identifies the biennial AFH and PFH changes, offering an idea of the large individual variation rates in vertical facial growth.

### **Vertical facial development before the age of 12 in girls**

Vertical facial development of the 44 Colombian mestizos under study is shown in figures 6 and 7. The 28 girls of the sample aged 6 to 12 years experienced an average AFH increase of 13 mm and of 10 mm in the case of PFH (including their development until the age of 25, the AFH and PFH increases were 26 mm and 22 mm respectively). Regarding AFH, there were three significant peaks of more than 5 mm (during the periods of 7-9, 8-10 and 11-13 years of age). It is important to note that, contrary to what is commonly reported in the literature, the fastest AFH growth in girls occurred between the of ages of 7 and 9 (Figure 6).

PFH presented a biennial slight peak of 3.8 mm between the ages of 9 and 11, and the largest biennial increase (4.6 mm) occurred during puberty between the ages of 11 and 13 (figure 7). As shown in Figure 8, in terms of AFH before the age of 12, there were 21 girls with biennial increases greater than 5 mm (75% of women).

The largest increases occurred in six girls who experienced a biennial peak above 8 mm, which means a growth rate of more than 4 mm per year before the age of 9.

For five of these girls, this was the highest growth peak during the follow-up period of the CES sample from ages 6 to 19 (figures 10 and 11), a fact that has not been previously reported in the literature. Two of these girls are shown in figures 4 and 5, highlighting the 8 mm AFH increase in figure 4 and the 8 mm PFH increase in figure 5 between the ages of 6 and 8.

Figure 9 shows the PFH in 9 girls (32% of women) with biennial increases over 5 mm.

## Desarrollo vertical facial antes de los 12 años de edad en niños

El desarrollo vertical facial de los niños se puede observar en las figuras 6 y 7. En los 16 niños de la muestra entre los 6 y los 12 años de edad se incrementó en promedio la AFA en 15 mm y en la AFP en 13 (considerando el desarrollo desde los 6 hasta los 25 años, el incremento en la AFA fue de 28 mm y en la AFP de 25). Con relación a la AFA, hubo tres incrementos bienal significantes de más de 5 mm, entre los 6 y los 8 años, y entre los 7 y los 9 y entre los 10 y los 12 años. El incremento bienal promedio mayor de la AFA se dio en la pubertad entre los 13 y los 15 años con aumento promedio de 7,4 mm.

Para la AFP hubo incremento bienal importante de 5 mm entre los 6 a 8 años de edad. El incremento mayor de la AFP se dio en la pubertad entre los 13 y 15 años de edad con un aumento promedio de 6,5 mm.

En las figuras 8 y 9 se ilustran los incrementos faciales verticales anteriores y posteriores bienales mayores de 5 mm antes de los 12 años. Con relación a la AFA, 7 de los 16 niños (43%) presentaron estos incrementos (figura 3). Para la AFP hubo 9 niños con incrementos mayores de 5 mm (56% de los hombres).

En las figuras 10 y 11 se muestra que hay 3 niños en los cuales el mayor incremento vertical facial desde los 6 hasta los 19 años fue antes de los 9. Este ítem no había sido reportado en la literatura. En estos tres niños se incrementó cada dos años la AFA en más de 8 mm, y la AFP en más de 5 mm, estos incrementos fueron mayores que el de la época de la pubertad la cual se presentó para el promedio de la muestra entre los 13 a 15 años de edad. Con estas figuras 10 y 11 se muestra la verdadera dimensión y la importancia de los picos tempranos en ciertos individuos.

## DISCUSIÓN

Recientemente, en el primer estudio cefalométrico longitudinal reportado en la literatura, se describió el crecimiento vertical facial en una población mestiza latinoamericana. El crecimiento facial vertical en mestizos colombianos del estudio de la Universidad CES mostró gran variabilidad individual en el desarrollo desde los 6 hasta los 25 años de edad.<sup>10</sup>

## Vertical facial development before the age of 12 in boys

The vertical facial development of boys may be seen in figures 6 and 7. The 16 boys of the sample between the ages of 6 and 12 experienced an average AFH increased of 15 mm and an average PFH increase of 13 mm (including the development from ages 6 to 25, the AFH increase was 28 mm and the PFH increase was 25 mm). Regarding AFH, there were three significant biennial increases of more than 5 mm between the ages of 6 to 8, 7 to 9, and 10 to 12 years. The highest average biennial increase in AFH occurred during puberty between the ages of 13 and 15, with an average increase of 7.4 mm.

PFH presented a significant biennial increase of 5 mm between the ages of 6 and 8 years. The largest PFH increase occurred in puberty between the ages of 13 and 15, with an average increase of 6.5 mm.

Figures 8 and 9 show biennial vertical anterior and posterior face height increases over 5 mm before age 12. Regarding AFH, 7 of the 16 boys (43%) experienced such increases (Figure 3). In the case of PFH, 9 children (56% of men) experienced increments over 5 mm.

Figures 10 and 11 show three boys in whom the highest vertical facial growth from ages 6 to 19 occurred before the age of 9—a fact that had not previously been reported in the literature—. The biennial AFH increase in these three children was over 8 mm, and the PFH increase was more than 5 mm; these increases were greater than those experienced during puberty, which for this sample occurred in average between the ages of 13 and 15. Figures 10 and 11 show the real dimension and the importance of early peaks in certain individuals.

## DISCUSSION

Recently, the first longitudinal cephalometric study reported in the literature included a description of vertical facial growth in a mestizo Latin American population. Vertical facial growth in the Colombian mestizos under study by The Universidad CES showed great individual variability during development between the ages of 6 and 25.<sup>10</sup>

Hay varios estudios en poblaciones caucásicas que han detectado fluctuaciones tempranas en el crecimiento antes de los 12 años.<sup>4-7</sup> El conocimiento de las aceleraciones tempranas en la velocidad del crecimiento facial es importante y se ha reportado en algunos casos hasta de más de 3 mm por año, llegando incluso en ciertos sujetos a ser de 8 mm año. Poder predecir cuáles sujetos presentarán estos picos de crecimiento temprano y ubicar la edad de aparición, parece ser importante con la hipótesis de que a mayor velocidad de crecimiento, mayor respuesta de los tejidos faciales ante estímulos locales como los de la ortopedia funcional de los maxilares.

Krieg,<sup>6</sup> 1987, utilizando como muestra el estudio longitudinal cefalométrico de la Universidad de Michigan, reportó que los incrementos anuales tempranos eran más importantes en la altura facial anterior (nasion-gnation) que en las otras dos medidas analizadas. Estos incrementos tenían un rango desde 3,4 hasta 7 mm. La magnificación radiográfica del estudio de Michigan aumenta aproximadamente en 1 mm las medidas con respecto a las del CES. Según Krieg la incidencia de estos picos tempranos en niñas menores de 8 años fue en el 16% de las 19 mujeres. Krieg también halló que en la altura facial anterior el 53% de las niñas entre los 8 y los 10 años presentaron estos picos tempranos.

Lo encontrado en el estudio del CES-Colombia en la medida AFA difiere con respecto al de Krieg<sup>6</sup> Michigan-USA en varios aspectos: primero, el estudio de Krieg reporta incrementos anuales, mientras en el del CES son bienales. Segundo, en el del CES más mujeres presentaron picos tempranos antes de los 12 años, 75% CES contra 53% Michigan. Tercero, los incrementos tempranos fueron más comunes antes de los 12 años en mujeres que en hombres en el estudio del CES 75% de las mujeres contra 43% de los hombres al compararse con el de Krieg-Michigan 53% de las mujeres contra 82% de los hombres. Cuarto, el estudio longitudinal del CES ubica los picos de crecimiento tempranos con relación al pico puberal mientras el de Krieg no. Con esta metodología se halló que no solo había picos tempranos significativos, sino que para 8 sujetos estos eran el incremento mayor en su desarrollo desde los 6 hasta los 25 años. Quinto, la magnificación del estudio de Michigan es de 12,9% y la del CES es de 10,9%; para normalizar la comparación con el estudio del CES, se debe disminuir en 1 mm aproximadamente los datos de Michigan reportados por Krieg.

Several studies on Caucasian populations have spotted early growth variations before age 12.<sup>4-7</sup> It is important to know more about early facial growth acceleration rates, which have been reported to be over 3 mm per year in some cases, and even 8 mm per year in certain individuals. Predicting which subjects will experience these early growth peaks and identifying the age at which they will happen seem to be important assuming that the higher growth rates the best facial tissue response to local stimuli such as functional jaw orthopedics.

In 1987, by using the University of Michigan longitudinal cephalometric study as a model, Krieg<sup>6</sup> reported that early annual increases were more important in anterior face height (nasion-gnation) than in the other two measures analyzed in his study. These increases ranged from 3.4 to 7 mm. The radiographic magnification of the Michigan study increases the measurements by approximately 1 mm with respect to those of CES. According to Krieg, incidence of these early peaks in girls under 8 years was 16% of the 19 women. Krieg also found that, in terms of anterior face height, 53% of girls between 8 and 10 years experienced these early peaks.

The findings of the AFH measures study by CES-Colombia differ from those by Krieg<sup>6</sup> in Michigan-USA in several aspects: first, the study by Krieg reported annual increases, while the increments studied by CES are biennial. Second, the CES study reported more women with early peaks before age 12 (75% in CES vs. 53% in Michigan). Third, early increases were more common before age 12 in women than in men in the study by CES (75% of women vs. 43% of men as compared with the figures by Krieg-Michigan: 53% of women vs. 82% of men). Fourth, CES longitudinal study analyses early growth peaks in relation to pubertal peak while Krieg does not. This methodology not only demonstrated the existence of significant early peaks; it also showed that for 8 subjects these were the greatest increases in their development from the ages of 6 to 25. Fifth, the magnification of the Michigan study is 12.9% while that of CES is 10.9%; in order to normalize the comparison with the CES study, the Michigan data reported by Krieg must be decreased by nearly 1 mm.

Estas diferencias unidas a lo presentado en las figuras 10 y 11 en donde se reporta que 5 niñas del estudio del CES (18% de las mujeres) presentaron el mayor incremento bienal facial vertical de todo su desarrollo antes de los 9 años indica que las mujeres mestizas colombianas parecen presentar maduración más temprana que otras reportadas en la literatura.

La interpretación de los resultados de estos estudios del desarrollo vertical facial es compleja pues como fue reportado por Jiménez y otros en 2000,<sup>11</sup> hay diferencias significativas en el desarrollo vertical de dos de las muestras más analizadas en la literatura en EE. UU., la de Michigan y la de Bolton. Por ejemplo en la altura facial anteroinferior, ajustando la magnificación radiográfica de Bolton 5,4 a 5,8% a la de Michigan 12,7%, hay diferencias muy notorias de hasta 10 mm en el promedio por edad.<sup>11</sup>

La predicción de esos picos tempranos parece no ser posible con indicadores de maduración físicos y probablemente se requieren ayudas de laboratorio neuroendocrinas.

Los cambios reportados en la AFA y la AFP mezclan tanto el incremento en el desarrollo óseo vertical del maxilar y la mandíbula, como el incremento vertical dentoalveolar con la erupción. Para diferenciar estos dos aspectos se harán superposiciones de maxilar y mandíbula con las cuales se permita cuantificar cada uno por separado.

### **Aplicación clínica**

Varias investigaciones sugieren que las modificaciones biológicas ocurridas durante la pubertad afectan todo el sistema óseomuscular incluyendo los huesos faciales. Pancherz<sup>2</sup> y Malmgren<sup>3</sup> en investigaciones clínicas de estimulación del crecimiento mandibular con ortopedia de los maxilares, sugieren que el hueso mandibular es más propenso a estímulos locales cuando la ortopedia se aplica cercana y anterior al pico puberal de velocidad en estatura. Sin embargo, otras terapias clínicas de ortopedia proclaman éxito clínico en edades tempranas diferentes al pico puberal en estatura. Posiblemente los picos tempranos reportados en la literatura y los documentados en el estudio del CES puedan explicar el éxito a edades tan tempranas como los 6 a 8 años.

These differences, coupled with the data included in figures 10 and 11, which show that five girls of the CES study (18% of women) experienced the largest biennial facial vertical increase in all their development before age 9, indicate that Colombian mestizo women seem to mature earlier than other women reported in the literature.

Interpreting the results of these vertical facial development studies is a complex task because, as reported by Jiménez et al in 2000,<sup>11</sup> there are significant vertical development differences in two of the most discussed samples in the US specialized literature: Michigan and Bolton. For example, in terms of anterior face height, adjusting Bolton's radiographic magnification from 5.4 to 5.8% to that of Michigan (12.7%) results in noticeable differences of up to 10 mm in average by age.<sup>11</sup>

Predicting these early peaks may be possible with the use of physical maturation indicators, and it probably requires neuroendocrine laboratory aids.

The changes reported in terms of AFH and PFH include not only the increase in maxillary and mandible vertical bone development but also vertical dentoalveolar increase with teeth eruption. In order to differentiate these two aspects, maxillary and mandibular superimpositions will be conducted with the intention of quantifying each separately.

### **Clinical application**

Several studies suggest that biological changes occurring during puberty affect the entire musculoskeletal system including facial bones. In clinical studies of mandibular growth stimulation with jaw orthopedics, Pancherz<sup>2</sup> and Malmgren<sup>3</sup> suggest that mandibular bone is more responsive to local stimuli when orthopedics is performed close to or before the pubertal height peak. However, other clinical therapies claim orthopedic success at early ages other than the pubertal height peak. The early peaks reported in the literature and those documented in the CES study may possibly explain the success at ages as early as 6 to 8 years.

Como en la muestra del CES hubo 8 sujetos (18%) que tuvieron su pico máximo de crecimiento vertical facial, incluso mayor que el pico puberal, antes de los 9 años, y 28 sujetos con incrementos bienales mayores de 5 mm antes de los 12 años (63%), ayudan a explicar el éxito clínico temprano antes de la pubertad de muchas terapias ortopédicas de estímulo al crecimiento mandibular.

Lo anterior es aplicable al estímulo del desarrollo vertical mandibular en ciertas maloclusiones clase II con mordida profunda, o a la rotación mandibular hacia atrás incrementando la altura facial en clases III. Para otras maloclusiones estos incrementos pueden llevar al fracaso terapéutico pues se podría exacerbar la mordida abierta o el prognatismo mandibular si hay rotación mandibular hacia adelante.

La nueva terapia ortodoncia de anclaje óseo con miniimplantes para controlar el desarrollo dental vertical en casos de mordida abierta, tiene una gran justificación a la luz de los hallazgos de esta investigación, pues se controlaría la rotación mandibular a favor de las manecillas del reloj producida por la erupción dentaria.

## CONCLUSIONES

En la altura facial anterior hubo 21 niñas y 7 niños (63% de la muestra total) que presentaron incrementos bienales mayores de 5 mm antes de los 12 años de edad. Para la AFP hubo 9 niñas y 9 niños (41% de la muestra total) que presentaron incrementos bienales mayores de 5 mm antes de los 12 años de edad. Para 8 sujetos de la muestra, 5 niñas y 3 niños (18% de la muestra total) este pico temprano fue el mayor de todo su desarrollo.

Los picos tempranos antes de los 12 años reportados en la AFA y AFP sugieren considerar su importancia rutinariamente en la evaluación del crecimiento facial.

Posiblemente los picos tempranos de crecimiento vertical reportados en la literatura y los documentados en el estudio del CES pueden explicar el éxito clínico de algunas terapias de ortopedia funcional de los maxilares utilizadas antes de los 9 años de edad.

As reported by the CES study, there were 8 subjects (18%) who had their peak vertical facial growth—even higher than the pubertal peak—before age 9. In the same way 28 subjects (63%) experienced biennial increments over 5 mm before age 12, which may explain the clinical success of many orthopedic mandibular growth stimulus therapies performed before puberty.

All this applies to mandibular vertical development stimulus in certain Class II malocclusions with deep bite or to backward mandibular rotation increasing facial height in Class III malocclusions. In the case of other malocclusions, these increases may lead to therapeutic failure because they could worsen open bite or mandibular prognathism in presence of mandibular forward rotation.

The new orthodontic therapy with bone anchor and mini-implants to control vertical tooth development in open bite cases is greatly supported by the findings of this research, as mandibular clockwise rotation produced by tooth eruption would be controlled.

## CONCLUSIONS

In terms of anterior face height, 21 girls and 7 boys (63% of the total sample) experienced biennial increases greater than 5 mm before age 12. Concerning PFH, 9 girls and 9 boys (41% of the total sample) experienced biennial increases greater than 5 mm before the age of 12. For 8 of the subjects, 5 girls and 3 boys (18% of the total sample), this early peak was the highest one in their development as a whole.

The early AFH and PFH peaks before age 12 reported in the literature suggest considering their importance in the evaluation of facial growth as part of the clinical routine.

The early vertical growth peaks reported in the literature and documented by the CES study may possibly explain the clinical success of some functional jaw orthopedic therapies used before the age of 9.



## AGRADECIMIENTOS

A todos los estudiantes de pregrado y posgrado de la Universidad CES que colaboraron con el mantenimiento de la muestra; al grupo de investigación CES-LPH, gestor del proyecto; a los cuatro decanos en la historia de la Facultad de Odontología del CES y a las directivas de la Universidad; al Dr. Rubén Darío Manrique Hernández, jefe de investigación del CES. A la señora Marta Castañeda por su colaboración con el manejo de los sujetos en el corregimiento de Damasco. A los dirigentes del municipio de Santa Bárbara y del corregimiento de Damasco.

A los doctores Alpidio Jiménez Gómez, Alejandro Peláez Vargas, Gabriel Jaime Gallego Ramírez, José Ignacio Echeverri Escobar, Santiago Mejía Giraldo, José Fernando Vargas Palacio, Lorena Botero Restrepo e Isabel Cristina Medina Alzate quienes tuvieron que ver directamente con el seguimiento de la muestra. Al técnico de laboratorio Jorge Acevedo Mejía.

A los niños de la Escuela de Damasco quienes comenzaron el estudio hace 18 años en 1992, sin cuya colaboración no hubiera sido posible esta investigación.

En memoria del Dr. Alpidio Jiménez Gómez.

## CORRESPONDENCIA

Iván Darío Jiménez Vargas  
Facultad de Odontología  
Universidad CES  
Grupo CES LPH  
Medellín, Colombia  
Correo electrónico: idjv@une.net.co

## ACKNOWLEDGEMENTS

To all the Universidad CES undergraduate and graduate students who helped maintaining the sample; to the CES-LPH Research Group, the promoter of this project; to the four Deans in the history of CES School of Dentistry and to the University Administration; to Dr. Rubén Darío Manrique Hernández, Head of CES Research Department. To Mrs. Marta Castañeda for supervising the subjects in the district of Damasco. To the Administration of the municipality of Santa Bárbara and the district of Damasco.

To doctors Alpidio Jiménez Gómez, Alejandro Peláez Vargas, Gabriel Jaime Gallego Ramírez, José Ignacio Echeverri Escobar, Santiago Mejía Giraldo, José Fernando Vargas Palacio, Lorena Botero Restrepo, and Isabel Cristina Medina Alzate, who directly participated in monitoring the sample. To Jorge Acevedo Mejía, lab technician.

To the kids of Escuela de Damasco, who began participating in this study 18 years ago, in 1992; without their valuable contribution, this project would not have been possible.

In memoriam Dr. Alpidio Jiménez Gómez.

## CORRESPONDING AUTHOR

Iván Darío Jiménez Vargas  
School of Dentistry  
Universidad CES  
CES LPH Research Group  
Medellín, Colombia  
Email address: idjv@une.net.co

## REFERENCIAS / REFERENCES

1. Águila FJ, Enlow DH. Crecimiento craneofacial, ortodoncia y ortopedia. Actualidades Médico-odontológicas Latinoamérica. Barcelona: Aguiram; 1993.
2. Pancherz H, Hägg U. Dentofacial orthopedics in relation to somatic maturation. An analysis of 70 consecutive cases treated with the Herbst appliance. *Am J Orthod* 1985; 88(4): 273-87.
3. Malmgren O, Omblus J, Hägg U, Pancherz H. Treatment with an orthopedic appliance system in relation to treatment intensity and growth periods. A study of initial effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987; 91(2): 143-51.
4. Linder-Aronson S, Woodside DG, Daigle DJ. A longitudinal study of the growth in length of the maxilla in boys between ages 6-20 years. *Trans Eur Orthod Soc* 1975: 169-79.
5. Nanda R. The Rates of growth of several facial components measured from serial cephalometric roentgenograms. *Am J Orthod* 1955; 41: 658-673.

6. Krieg WL. Early facial growth accelerations, a longitudinal study. *Angle Orthod* 1987; 57(1): 50-62.
7. Buschang PH. Principios clínicos del crecimiento y desarrollo Craneofacial, en: Uribe GA. *Fundamentos de odontología. Ortodoncia: teoría y clínica* 2.<sup>a</sup> ed. Medellín: CIB; 2010. p. 15-31.
8. Tanner JM, Cameron N. Investigation of the mid-growth spurt in height, weight and limb circumferences in single-year velocity data from the London, 1966-67 growth survey. *Ann Hum Biol* 1980; 7(6): 565-77.
9. Riolo M, Moyers R, McNamara J, Hunter W. An atlas of craniofacial growth: cephalometric Standards from the university school growth study. The University of Michigan. Monograph number 2, craniofacial growth series. Ann Arbor: Center of human growth and development; 1974.
10. Jiménez ID, Villegas LF, Álvarez LG. Crecimiento facial vertical en 44 mestizos colombianos sin tratamiento desde los 6 hasta los 25 años. *Rev CES Odont* 2011; 24(2): 9-32.
11. Jiménez ID, Botero L, Pelaez A. Craniofacial growth in Colombian subjects. Abstract presented in the AAO 100<sup>th</sup> annual session. Chicago; 2000.