

## Determinación de los estadios de maduración esquelética por medio de análisis de Baccetti

### Determination of the stages of skeletal maturation by analysis Baccetti

Jaime Enrique Plazas Román<sup>1</sup>, Orlando Martínez Bermúdez<sup>2</sup>,  
Jessica López Pombo<sup>3</sup>, Teolamis Franco Mardínis<sup>3</sup>,  
Marcela Escobar Edna<sup>3</sup>, Alejandra Herrera Herrera<sup>4</sup>

#### Resumen

**Objetivo:** Identificar el estadio de maduración esquelética según la edad cronológica de los pacientes pediátricos con rango de edad de 8 a 12 años que asistieron al Programa de Odontología de la Corporación Universitaria Rafael Núñez.

**Metodología:** Estudio descriptivo transversal realizado en el periodo 2012 - 2013, con niños de 8 a 12 años que presentaban radiografías digitales cefálicas laterales. Se identificaron las vértebras C2, C3 y C4; se realizaron los trazos de las vértebras con lápiz de grafito en papel de calco.

**Resultados:** En un total de 100 pacientes pediátricos estudiados, el 49 % equivalente a 49 niños de género masculino y el 51% a 51 niñas de género femenino. El promedio de edad tanto de las niñas como de los niños fue de  $9.1 \pm 1.02$ . De un total de 100 pacientes pediátricos estudiados, el 48% se encontraba en estadio 1 (CMV1), el 38% en estadio 2 (CMV2) y el 14% en estadio 3 (CMV3).

**Conclusión:** Las mujeres presentaban cambios más tempranos que los hombres. La radiografía cefálica lateral es método útil, económico, fácil y confiable para valorar el grado de osificación, es estadísticamente fiable y válido.

**Palabras clave:** Maduración esquelética, análisis de Baccetti, estadios de maduración, niños pediátricos.

Fecha de recepción: 15 de noviembre de 2014  
Fecha de aceptación: 18 de marzo de 2015

<sup>1</sup>Odontólogo y especialista en odontopediatría y ortopedia maxilar, Universidad de Cartagena. Docente Corporación Universitaria Rafael Núñez.

<sup>2</sup>Odontólogo, especialista en ortodoncia, Universidad de Javeriana. Fellow en ortodoncia, Universidad de Illinois. Docente Corporación Universitaria Rafael Núñez.

<sup>3</sup>Odontólogas de la Corporación Universitaria Rafael Núñez.

<sup>4</sup>Odontóloga y magíster en Farmacología, Universidad de Cartagena. Joven investigadora Colciencias. Docente Corporación Universitaria Rafael Núñez.

**Correspondencia:** Jaime Plazas. Programa de Odontología Corporación Universitaria Rafael Núñez. Centro, Calle de la Soledad n° 170. Cartagena, D.T. y C. (Colombia). Tel: 6643120 - extensión 110. jaime.plazas@curnvirtual.edu.co

**Abstract**

**Objective:** to identify the stage of skeletal maturation according to the chronological age of pediatric patients ranging from 8 to 12 years who attended the Dental Program at the Corporacion Universitaria Rafael Núñez.

**Methods:** Cross-sectional descriptive study conducted from 2012 to 2013, in children from 8 to 12 years presenting digital cephalic lateral radiographs. C2, C3 and C4 vertebrae were identified; strokes of the vertebrae were performed with graphite pencil on tracing paper.

**Results:** From a total of 100 pediatric patients studied, 49% (49) were male and 51% (51) female. The average age of both was  $9.1 \pm 1.02$ , 48% were in stage 1 (CMV1), 38% were in stage 2 (CMV2), and 14% were in stage 3 (CMV3).

**Conclusion:** girls had earlier changes than boys. The cephalic lateral radiograph is a useful, economical, easy and reliable method to assess the degree of ossification, and it is statistically reliable and valid.

**Keywords:** skeletal maturation, Baccetti analysis, stages of maturity, pediatric children.

## INTRODUCCIÓN

Los cambios que sufre el organismo en cuanto a volumen, forma y peso desde la fecundación hasta la edad adulta son el resultado de dos fenómenos que van de la mano: el crecimiento y el desarrollo, que dan origen a un proceso único y de gran importancia para la evolución del organismo de todo ser humano(1, 2).

El proceso de crecimiento y desarrollo varía entre una persona y otra; cada individuo tiene su propio ritmo o tiempo de crecimiento, y de acuerdo con esto, su crecimiento puede ser rápido, promedio o tardío; de allí que sea de fundamental importancia el conocimiento preciso sobre crecimiento y desarrollo de un niño para poder diagnosticar y planificar un tratamiento de acuerdo con los cambios que experimentará en las diferentes fases(1, 2).

No todas las maloclusiones son estrictamente dentarias. En numerosas ocasiones se presentan alteraciones de forma, tamaño y posición de los maxilares; problemas que pudieran requerir tratamientos dirigidos a generar modificaciones esqueléticas(3, 4).

Los cambios esqueléticos y dentales deben ser tratados de acuerdo con la edad de maduración, y para determinar el estadio de crecimiento muy poco se conoce el uso de la radiografía cefálica lateral como método para valorar el grado de osificación de cada paciente(3).

Durante el proceso de crecimiento y desarrollo los individuos pasan por diferentes estadios que implican un grado creciente de maduración. Cada uno se caracteriza por tener un ritmo propio que se ha denominado "tiempo de crecimiento"(5, 6).

Establecer y medir de manera precisa las etapas de este crecimiento activo son algunos de los retos que debe afrontar el odontólogo para tomar decisiones con respecto a instaurar tratamientos terapéuticos que permitan modificarlo(5, 6).

En épocas pasadas se utilizaron diferentes métodos, no muy precisos, para valorar y diferenciar estas dos edades (la edad biológica y cronológica), y algunos de los más usados fueron los de medir la estatura, el peso y el desarrollo dental con respecto a la edad cro-

nológica de los individuos y compararlos con estándares generales de la población; y aunque este era un método simple, y a menudo efectivo, no tenía en cuenta aspectos como la raza y la nutrición. Por tanto, era evidente entonces que se necesitaban formas más precisas para valorar la maduración biológica en una etapa específica del crecimiento y desarrollo, entendiendo que este no avanza en un patrón continuo y constante hasta la madurez, sino que tiene períodos de aceleración y desaceleración (3). Por esta razón, durante el tiempo se han venido estudiando diferentes áreas del esqueleto como alternativa en la búsqueda de nuevos indicadores de maduración, y entre estas se encuentran el hombro, el codo, la cadera, la rodilla, el pie, la mano y las vértebras cervicales (4, 7).

En las clínicas de odontopediatría hay pacientes en los que es muy difícil saber exactamente en qué punto de crecimiento se encuentran para saber qué tipo de tratamiento ortopédico se debe realizar, como por ejemplo, la ortopedia funcional. Por lo tanto, el objetivo principal de esta investigación fue identificar el estadio de maduración por medio de la forma de las vértebras C2, C3 y C4 en pacientes pediátricos con rango de edad de 8 a 12 años, según el análisis esquelético de Baccetti.

## METODOLOGÍA

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal, conformado por 100 pacientes pediátricos con rango de edad de 8 y 12 años que asistieron a la Clínica de Odontopediatría del Programa de Odontología de la Corporación Universitaria Rafael Núñez.

Entre los criterios de exclusión de los pacientes se tuvieron en cuenta que no presentaran enfermedades genéticas, síndromes o déficit cognitivo; y entre los criterios de exclusión de las radiografías no se tomaron en cuenta

aquellas que tenían falta de contraste, de nitidez, angulación incorrecta, radiografía análoga o diferente a la radiografía digital o una inadecuada posición del paciente.

Se obtuvieron las historias clínicas archivadas que tuvieran radiografías digitales realizadas en dos centros radiológicos de la ciudad, y de esta manera recopilar las radiografías cefálicas laterales de 2012 y 2013. Ambos centros radiológicos contaban con el mismo aparato digital Fujifilm® y todas las radiografías fueron tomadas en exposición automática para radiografías cefálicas laterales de cráneo e impresas en acetatos Drypix 2000 Fujifilm DI-HT. Posteriormente se procedió a pedir las historias clínicas nuevamente en grupos de 20 para tomar los consentimientos informados y sacarles fotocopias, identificar las vértebras C2, C3 y C4; luego, un mismo operador realizó los trazos de las vértebras con lápiz de grafito en papel de calco marca (G&H Wire Company). Para la obtención de los resultados se recurrió a un experto. Dichos resultados fueron tabulados en el instrumento de recolección de la información, se clasificaron de acuerdo con cada uno de los códigos estipulados según el estadio de maduración de Baccetti, cuántos eran hombres y cuántos eran mujeres y qué estadio de maduración esquelética presentaban por medio del análisis de Baccetti.

Los datos fueron tabulados en una tabla matriz diseñada en Microsoft Excel versión 2007 para una mayor facilidad de la verificación de las interrelaciones entre ellos. Luego para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico SPSS® versión 13.0 para Windows®. El análisis univariado de tipo descriptivo de las variables cualitativas se expresó en frecuencias y proporciones, de las variables cuantitativas como media y desviación estándar ( $\pm$  DE); posteriormente

se realizó el análisis bivariado, representado en tablas de contingencia, usando pruebas de  $\chi^2$  de Pearson siempre y cuando no hubiese valores esperados menores a 5; en caso de existir valores esperados menores a cinco 5, se empleó corrección de Yates y test exacto de Fisher bajo una significancia de 0.05.

## RESULTADOS

De un total de 100 pacientes pediátricos estudiados, el promedio de edad tanto de las niñas como de los niños fue de  $9.1 \pm 1.02$ . (tabla1). El 48 % se encontraba en estadio 1 (CMV1), el 38 % en Estadio 2 (CMV2) y el 14% en estadio 3 (CMV3).

De los cuales el 27 % de los hombres se encontraba en estadio 1 (CMV1), el 19 % en estadio (CMV2) y el 3 % en estadio 3 (CMV3), el 21 % de las mujeres se encontraba en estadio 1 (CMV1), el 19 % en estadio (CMV2) y el 11 % en estadio 3 (CMV3)(tabla 2).

Según la edad, a los 8 años el 18% se encontraba en estadio 1 (CMV1), el 9 % en estadio 2 (CMV2) y el 5 % en estadio 3 (CMV3). A la edad de 9 años el 15 % se encontraba en estadio 1 (CMV1), el 15 % en estadio 2 (CMV2) y el 5 % en estadio 3 (CMV3). A la edad de 10 años el 10 % se encontraba en estadio 1 (CMV1), el 7% en estadio 2 (CMV2) y el 3 % en estadio 3 (CMV3). A la edad de 11 años el 4 % se encontraba en estadio 1 (CMV1), el 7 % en el estadio 2 (CMV2) y el 1 % en estadio 3 (CMV3)(tabla 3).

**Tabla 1.** Género y edad

Genero	N (100)	%
Masculino	49	49%
Femenino	51	51%
Edad	Medio $\pm$ de $9.1 \pm 1.02$	

**Fuente:** datos tabulados por los autores.

**Tabla 2.** Estadio de maduración esqueletal con respecto al género

Estadio	Masculino		Femenino	
	n	%	n	%
1	27%	27	21%	21
2	19%	19	19%	19
3	3%	3	11%	11

**Fuente:** datos tabulados por los autores.

**Tabla 3.** Estadio de maduración esqueletal con respecto a la edad

EDAD	CMV1		CMV2		CMV3	
	n	%	n	%	n	%
8	19	19%	9	9%	5	5%
9	15	15%	15	15%	5	5%
10	10	10%	7	7%	3	3%
11	4	4%	7	7%	1	1%

**Fuente:** datos tabulados por los autores.

## DISCUSIÓN

La utilización de la comparación del tamaño y la forma de las imágenes radiográficas de los huesos en crecimiento como indicadores del estadio de crecimiento y, por lo tanto, de la maduración ósea en el individuo, han sido estudiadas por diversos autores.

La edad ósea fue determinada mediante radiografías de la muñeca de acuerdo con el método descrito por Greulich y Pyle(8). Los estadios de madurez, con base en los estudios de las falanges y la aparición del abductor sesamoideo, se determinaron mediante el método de Tanner y Whitehouse, mientras que el desarrollo del canino mandibular fue evaluado según con los estudios de Demirjian sobre calcificación dental(9).

En 2002 San Roman y cols. realizaron un trabajo para comprobar si los estadios de maduración dentaria que se observan en la ortopantomografía pueden utilizarse para determinar el nivel de maduración ósea del paciente. Se estudiaron 958 radiografías de muñeca y panorámicas de niños españoles de edades comprendidas entre 5 y 18 años. En la ortopantomografía se determina el nivel de desarrollo dentario de caninos, premolares, segundos y terceros molares, todos inferiores, según la clasificación de Nolla. Para valorar los estadios de maduración esquelética en la radiografía de muñeca se utilizó la clasificación de Grave y Brown. Resultado que difiere de los pacientes en este estudio, en el que se utilizó la radiografía cefálica lateral para observar la forma de las vértebras cervicales C2, C3 y C4 e identificar en qué estadio de maduración y pico de crecimiento se encontraba cada paciente. Se realizó en una población pediátrica de 51 niñas y 49 niños. Al igual que en el estudio realizado por Todd, Pyle, Lanier y Taylor, en el cual hicieron medidas de radiografías laterales de las vértebras.

En 1972 Lampirski también estudió cambios en el tamaño y forma de las vértebras cervicales para crear estándares de maduración para estas vértebras, y concluyó que vistas en la cefálica lateral de rutina eran estadística y clínicamente tan confiables como la técnica de la radiografía de mano y muñeca para la evaluación de la edad esquelética (10).

El uso de las vértebras cervicales como método para valorar la maduración ósea en radiografías cefálicas laterales fue empleado inicialmente en 1972 por Lampirski; en un estudio desarrollado en la Escuela Medicina Dental de la Universidad de Pittsburg se estableció una clasificación basada en los cambios que se producen en las vértebras cervicales(1,

11,12). La muestra empleada fue seleccionada del Departamento de Ortodoncia, donde se examinó aproximadamente 500 archivos de pacientes para seleccionar la muestra base de un total de 141 pacientes 72 niñas y 69 niños entre 10-15 años de edad, caucásicos, con una oclusión de Clase I mesomórfica y sin patología previa. El autor identificó y utilizó características morfológicas que presentaban las vértebras en cada uno de los períodos estudiados; con esto consiguió crear un "Atlas descriptivo de radiografías estándares". Para la determinación de estos períodos Lampirski utilizó radiografías laterales de cráneos de la muestra seleccionada, observando las vértebras cervicales. Por otro lado, realizó radiografías de muñecas, asignando la edad ósea a cada paciente mediante el método de Grewlich y Pyle.

Una de las conclusiones del trabajo fue que la valoración de la edad vertebral en las radiografías es estadísticamente fiable, válida y es clínicamente tan útil como la valoración esquelética mediante la radiografía de la muñeca. Otro hallazgo consistió en que los indicadores de maduración vertebral de niños y niñas son los mismos; la diferencia radica en que en las niñas cada estadio de desarrollo se observa más temprano(13).

Lampirski en 1972(12) encontró que el indicador de la vértebra cervical era el mismo para los hombres y mujeres, pero que en la mujer los cambios se desarrollaban más temprano(13). Al igual que en este estudio, en el cual 3 niñas de 16 presentaban su pico máximo de crecimiento a la edad de 8 años en comparación con los niños; de los cuales, 1 de 14, se encontraba en el estadio 3, y a la edad de 9 años, 2 niñas de 14 estaban en el estadio 3, mientras que ninguno de los niños alcanzó su pico máximo de crecimiento.

## CONCLUSIÓN

Al hacer una evaluación exhaustiva y describir la forma, el tamaño de las vértebras cervicales y observar en qué estadio de maduración esquelético se encuentran, de acuerdo con los estadios de maduración estipulados por Baccetti, se encontró que la valoración de la edad vertebral en las radiografías cefálicas laterales es estadísticamente fiable, válida y es clínicamente útil.

**Conflictos de intereses:** ninguno.

**Financiación:** Universidad de Cartagena, Cartagena de indias (Colombia).

## REFERENCIAS

1. Bernal N, Arias MI. Indicadores de maduración esquelética y dental. *CES Odontología* 2007;20(1):59-68.
2. Toledo Mayarí G, Otaño Lugo R. Evaluación de la maduración ósea a través de las vértebras cervicales en pacientes de ortodoncia. *Revista Cubana de Estomatología* 2010;47(3):326-35.
3. Lopera AM, Botero PM. Tratamiento para la corrección de mordidas cruzadas posteriores bilaterales. *CES Odontología* 2010;23(1): 49-58. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3705797>.
4. Mora C, Cruz R, Martínez S, Rivas G. Maduración ósea en pacientes con maloclusión clase II división 1 de Angle a partir del desarrollo dental. *Rev Medisur* 2012;10(4):279-85. Disponible en: <http://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/1627/7262>.
5. Mafla AC, Barrera DA, Muñoz GM. Maloclusión y necesidad de tratamiento ortodóntico en adolescentes de Pasto, Colombia. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia* 2011;22(2):173-85. Disponible en: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/odont/article/view/7308/8880>.
6. Westwood PV, McNamara Jr. JA, Baccetti T, Franchi L, Sarver DM. Long-term effects of Class III treatment with rapid maxillary expansion and facemask therapy followed by fixed appliances. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics* 2003;123(3):306-20.
7. Flores-Mir C, Burgess CA, Champney M, Jensen RJ, Pitcher MR, Major PW. Correlation of skeletal maturation stages determined by cervical vertebrae and hand-wrist evaluations. *The Angle Orthodontist* 2006;76(1):1-5.
8. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. *The American Journal of the Medical Sciences* 1959;238(3):393.
9. Espina de Fereira Á, Fereira J, Céspedes M, Barrios F, Ortega A, Maldonado Y. Empleo de la edad dental y la edad ósea para el cálculo de la edad cronológica con fines forenses, en niños escolares con valores de talla y peso no acordes con su edad y sexo, en maracaibo, estado zulia. estudio preliminar. *Acta Odontológica Venezolana* 2013;45(1):1-10. Disponible en: [http://www.actaodontologica.com/ediciones/2007/1/pdf/empleo\\_edad\\_dental\\_edad\\_osea.pdf](http://www.actaodontologica.com/ediciones/2007/1/pdf/empleo_edad_dental_edad_osea.pdf)
10. Sanjuán CM, Carracedo-Cabaleiro D, Benito EB. Estudio preliminar de una vía clínica en la Unidad de Salud Bucodental para personas discapacitadas de 6-18 años. *Gaceta Dental* 2009;200:145.
11. San Román P, Palma JC, Oteo MD, Nevado E. Skeletal maturation determined by cervical vertebrae development. *The European Journal of Orthodontics* 2002;24(3):303-11.
12. O'Reilly MT, Yanniello GJ. Mandibular Growth Changes and Maturation of Cervical Vertebrae: A Longitudinal Cephalometric Study. *The Angle Orthodontist* 1988;58(2):179-84.
13. Baccetti T, Franchi L, McNamara Jr. JA. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *The Angle Orthodontist* 2002;72(4):316-23.