

## Indicadores de la maduración esquelética utilizados en ortodoncia. Revisión de la literatura.

Skeletal maturation indicators used in orthodontics. Literature review.

Emerik Alvarado Torres  
Jaime Fabián Gutiérrez Rojo  
Universidad Autónoma de Nayarit  
Correo electrónico: emerik\_alvaradotorres@hotmail.com

### Resumen

En el diagnóstico y tratamiento en Ortodoncia y Ortopedia es importante conocer los estadios de maduración ósea, ya que en las personas de la misma edad cronológica existen muchas diferencias fisiológicas en su desarrollo, por lo que es necesario evaluar mediante un indicador de maduración ósea su desarrollo. Básicamente se consideran cuatro indicadores de maduración biológica (dental, sexual, somática y esquelética). Entre los métodos de diagnóstico que el clínico utiliza para determinar la maduración ósea en los pacientes se encuentran el de análisis que se lleva a cabo en radiografías de muñeca, mano, de vértebras cervicales y de la erupción dentaria. Todos ellos deben servir de herramientas fiables para determinar la maduración esquelética de los pacientes y así contribuir con datos para el diagnóstico y tratamiento; el clínico deberá determinar cuál de ellos le otorgará datos más confiables para su aplicación.

**Palabras Clave:** Indicadores, maduración esquelética.

### Overview

In the diagnosis and treatment in Orthodontics and Orthopedics is known cer important stages of bone maturation, as in people of the same chronological age there are many physiological differences in their development, so it is necessary to evaluate using an indicator bone maturation development. Basically considers four indicators of biological maturation (dental, sexual, somatic and skeletal). Among the diagnostic methods used to determine the clinical bone maturation in patients are the analysis that is performed on X-rays of the wrist, hand, cervical vertebrae and tooth eruption. They should serve as reliable tools to determine skeletal maturation of patients and thus contribute data for diagnosis and treatment; the clinician should determine which of them will give more reliable data for your application.

**Key words:** Indicators, skeletal maturation.

## Introducción

El concepto de maduración relaciona la edad biológica de un individuo con su edad cronológica, puesto que pacientes de la misma edad y el mismo sexo, la variación en edad biológica es muy grande, esto en razón a las diferencias individuales en el ritmo de desarrollo, por lo que durante este proceso los pacientes pueden presentar maduración precoz, normal y/o tardía (Gómez-Campos et al., 2013).

La maduración biológica es un proceso de importantes cambios fisiológicos que se manifiestan de forma más intensa durante la adolescencia y el tiempo de su aparición depende del sexo y la etapa en la que se encuentre en suma, podemos definirla como un proceso gradual en el tiempo, en el que se presentan sucesivas modificaciones cualitativas en la organización anatómica y fisiológica, a través del cual se desencadena una gran movilización hormonal durante la pubertad hasta alcanzar el estado de madurez adulto. (Gómez-Campos et al., 2013).

En el diagnóstico y tratamiento en ortodoncia es importante conocer los estadios de maduración ósea (Mejía-Garduño et al., 2014), ya que en las personas de la misma edad cronológica existen muchas diferencias fisiológicas en su desarrollo, por lo que es necesario evaluar mediante un indicador de maduración ósea su desarrollo (Bernal et al., 2007).

Dichos estadios proporcionan información relevante que permite determinar el ritmo o tiempo de maduración individual. El uso y la aplicación varía entre las técnicas, sin embargo, todos tienen un objetivo común, la clasificación de los niños y adolescentes según la etapa de maduración (Gómez-Campos et al., 2013).

En el tratamiento de Ortodoncia es importante determinar la edad ósea si se requiere un tratamiento ortopédico sagital o transversal a una edad tardía, en caso de requerir cirugía ortognática a edades tempranas y en la maloclusión de clase III cuando se quiera dar de alta de la retención (Echarri, 1998).

Básicamente se consideran cuatro indicadores de maduración biológica (dental, sexual, somática y esquelética) (Toledo et al., 2009), los cuales deben tener las siguientes características: no ser invasivos, la radiación debe ser mínima, se deben identificar fácilmente los estadios de maduración, fácil de utilizar y de bajo costo (Kansal et al., 2009).

## Análisis en radiografías de muñeca y mano

Por lo general, la edad ósea, se valora con una radiografía de la mano, que se considera el reloj biológico. La madurez ósea se determina hasta el noveno año de vida por el grado de mineralización de los huesos de la muñeca (carpo) y posteriormente, por el desarrollo de los huesos metacarpianos y falanges (Baccetti et al., 2005).

La radiografía carpal ofrece datos como el número y tamaño de los centros epifisarios de osificación, que al interpretarlos comparándolos con las normas existentes para cada edad y sexo, se obtiene la edad ósea del paciente (**Imagen 1**) (Malavé et al., 2000; Netto, 2002).

Para evaluar la maduración ósea se utilizan varios métodos; el más conocido es el método de Greulich y Pyle, el cual consiste en la comparación de una radiografía de muñeca y mano en estudio con una serie de estándares diferentes por edad y sexo.

El método TW2, realizado por Tanner y Whitehouse en la población inglesa, considera por separado la maduración de los huesos largos, de los huesos del carpo y los 20 huesos en conjunto; en el año 2001 este autor publica el método TW3, el cual presenta diferencias en los percentiles de maduración, el estado y la predicción de talla adulta (Ortiz et. al., 2007).

El método FELS, propuesto por Roche y colaboradores utilizando la muestra del estudio FELS realizado en Springfield IL, cuya metodología es una combinación del Greulich y Pyle y el TW2. En vista de que la mano y muñeca del recién nacido se caracteriza por la ausencia de núcleos epifisarios, es necesario utilizar otros métodos de estudio; entre ellos se mencionan el RWT, el Método de Vincent-Hugon, el método propuesto por Nicoletti y el de Sánchez-Hernández-Sobradillo (Ortiz et. al., 2007).

El método de Greulich y Pyle se basa en comparar la radiografía con un atlas que sirve como estándar, en el cual se presentan imágenes de Rx de muñeca y mano tomadas por intervalos de seis meses, por lo que se puede asignar una edad en meses en promedio (Flores et. al., 2004).

En 1982 Fishman propone el sistema de evaluación de la maduración esquelética basado en cuatro etapas de maduración ósea, los cuales se encuentran en diferentes zonas anatómicas del hueso radio, y de los dedos pulgar, medio y meñique (Fishman, 1982).

En ortopedia maxilar se ha utilizado el análisis de Bjork, que divide el proceso de maduración de los huesos de la mano en 9 estadios evolutivos entre el noveno y los 17 años de edad. Las características de osificación se detectan a nivel de las falanges, huesos del carpo y radio. Los estados

de crecimiento de los dedos se valoran según la relación entre la epifisis y la diáfisis. Se distinguen tres estadios de Osificación de las Falanges (Baccetti et al., 2005).

### Imagen 1. Radiografía carpal



### Análisis de vértebras cervicales

El manejo del análisis de la maduración de las vértebras cervicales es una herramienta valiosa para el diagnóstico ortodóncico temprano y ortopédico; el interés por los cambios de maduración en las vértebras cervicales observado en radiografías existe desde la década de 1920, ya que es significativo para la identificación de pe-

riodos de crecimiento (Curiel, 2012).

En 1972 Lamparski realizó un estudio sobre la maduración de las vértebras cervicales en la Escuela Medicina Dental de la Universidad de Pittsburgh; la muestra empleada fue seleccionada del departamento de Ortodoncia, con un total de 141 pacientes, 72 niñas y 69 niños entre 10-15 años de edad, caucásicos, con una oclusión de Clase I mesomórfico y sin patología previa (Chen et al., 2004; Ortiz et al 2007). Comparó sus resultados con los obtenidos de la valoración de muñeca y mano, llegando a diversas conclusiones como: las modificaciones que suceden entre la segunda y sexta vértebra cervical son cambios de maduración en donde se puede valorar la edad esquelética de un individuo; la valoración de la edad esquelética en vértebras cervicales es confiable y válida, el indicador de madurez son el inicio y desarrollo de las concavidades en los bordes inferiores de los cuerpos vertebrales y además el incremento en el total de la altura vertical de los cuerpos vertebrales (García, 1996).

O'Reilly y Yanniello (1988) encontraron que los estadios de maduración de las vértebras cervicales de Lamparski coinciden con el crecimiento de la mandíbula. Flores-Mir y cols. (2006) comentan que existe una correlación alta entre los estadios de maduración esquelética de muñeca y mano con los de las vértebras cervicales.

San Román y cols. (2002) mencionan que el mejor indicador de maduración ósea de la morfología de las vértebras cervicales es la concavidad que se forma en la parte inferior del cuerpo de la vértebra cervical (Imagen 2).

Baccetti, Franchi y McNamara (2005) realizaron un análisis de la Maduración Vertebral Cervical (CVM) método para la

detección del pico en el crecimiento mandibular, basado en el análisis de la segunda a cuarta vértebras cervicales en un solo cefalograma. Fueron observadas la morfología de la segunda (proceso odontoides C2), tercero (C3) y cuarto (C4) vértebras cervicales en individuos sin tratamiento de ortodoncia.

El método CVM se compone de seis etapas de maduración (fase cervical 1 a través del cuello a la etapa 6, es decir, a través de CS1-CS6). CS1 y CS2 son etapas prepico; el pico en el crecimiento mandibular ocurre entre CS3 y CS4. CS6 se registra por lo menos 2 años después del pico. El uso del método CVM permite identificar el momento óptimo para el tratamiento de una serie de desarmonías dento-esqueléticas en los tres planos del espacio (Baccetti et al., 2005).

El análisis propuesto por Baccetti ha sido replicado en poblaciones latinoamericanas; Ortiz et al., (2007) encontró en una población venezolana de 47 pacientes pretratamiento de 5 a 12 años de edad, donde el 57% de la población total se encontró en un CMVSI, mientras que el 43% se encontró en CMVSII, el dato más relevante fue que a partir de los 10 años el 100% de los pacientes y hasta los 12 años; se encontraron en CMVSII; y los de Muñante et al. (2002), en una población Peruana, realizó un estudio utilizando este mismo análisis en una muestra de 156 pacientes de entre 9 y 14 años de edad; los resultados mostraron que los niños de 9 años se encuentran en 100% y de 10 años el 92.3% dentro del estadio 1, de 11 años el 61.5% y de 12 años el 92,6% estadio 2, de 13 años 88.5% y 14 años 100% estadio 3.

Con respecto en el lapso de tiempo en el cual se presenta el pico de crecimiento puberal; Rivas et al. (2009) estudió una población chilena de 324 pacientes en eda-

des comprendidas entre 8 a 16 años. Reportaron en mujeres el pico de crecimiento puberal 1 año antes que los hombres; la mayoría de las mujeres (80,7%) experimentaron el comienzo del pico de crecimiento a los 11 años, en cuanto a los hombres que el 74% de ellos a los 12 años estaban en la etapa III de crecimiento (pico de crecimiento puberal).

Las ventajas de determinar la maduración ósea con las vértebras cervicales es que se puede utilizar la radiografía lateral que se emplea en el diagnóstico en ortodoncia y no hay necesidad de tomar otra radiografía (Gandini et al., 2006), es fácil de utilizar y de reproducir los resultados (Perinetti et al., 2014).

#### Imagen 2. Radiografía lateral



#### Erupción dentaria

La valoración de la edad dental es esencial para un pronóstico sobre el desarrollo de la dentición. Se determina por 2 métodos: estadio de erupción dental y de gemación, que se basa en la comparación del estadio de desarrollo radiológico de los diferentes dientes frente a una escala de maduración, de esta forma no sólo se mide la última fase de crecimiento dental, sino todo el proceso de mineralización (Baccetti et al., 2005).

La tendencia actual en Ortodoncia es reducir el número de radiografías a las estrictamente necesarias, por lo que los índices de maduración ósea se han incrementado a través del desarrollo dental, dentro de los que se encuentran el método de Demirjian, (Faini, 1998) sustituyéndose la radiografía de la mano que constituye una radiografía adicional para los pacientes, además de que la misma no se realiza en los servicios de Estomatología (Toledo et al., 2009).

Este índice de maduración puede obtenerse de dos maneras, por el estadio de erupción dental y por el de formación del diente. La segunda forma es la que se considera más aceptable y se puede obtener con radiografías periapicales o con la panorámica (Imagen 3).

#### Imagen 3. Radiografía panorámica



Krailassiri y cols. en Tailandia (2002) y en Turquía Uysal y cols. (2004) encontraron en ambos estudios que la clasificación de Demirjian para la calcificación de los dientes puede ser utilizado como un indicador de Maduración Esquelética. Sin embargo, Prabhakar y Cols. (2002) encontraron que este método no se relaciona con la maduración ósea en Davangere, India. Al igual que McKenna y cols. (2002) en el sur de Australia.

El método de Demirjian consiste en evaluar los incisivos centrales, laterales, cani-

nos, premolares y molares (excluyendo los terceros molares) solo se utiliza el lado izquierdo de la mandíbula por qué no se encontraron diferencias entre ambos lados.

Existen 8 estadios en los cuales se puede encontrar cada diente, representando cada etapa un valor según el sexo del individuo, que al sumar el de los 7 dientes se estima en una escala del 0 al 100 (Cadenas et al., 2010; Peña).

#### Referencias bibliográficas

- Baccetti T, Franchi L, McNamara J Jr. The Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Optimal Treatment Timing in Dentofacial Orthopedics. *Semin Orthod.* 2005; 11: 119-129.
- Bernal N, Arias M. Indicadores de maduración esquelética y dental. *Revista CES odontología.* 2007; 20 (1): 59-68.
- Cadenas I, Celis C, Hidalgo A. Método de Demirjian para estimación de edad dentaria en base a estadios de mineralización. *Anu Soc Radiol oral maxilofacial de Chile.* 2010; 13:17-23.
- Chen F, Terada K, Hanada K. A new method of predicting mandibular length increment on the basis of cervical vertebrae. *Angle Orthod.* 2004; 74 (5):630-4.
- Curiel-Meza B. Maduración ósea de vértebras cervicales en mujeres, en dos poblaciones del occidente de México. [Tesis]. Nayarit. Universidad Autónoma de Nayarit. Posgrado de Ortodoncia. 2012.
- Echarri P. Diagnóstico en ortodoncia estudio multidisciplinario. Barcelona: Quintessence books; 1998:539.
- Faini E. Indicadores de maduración Esquelética. Edad ósea, dental y morfológica. *Rev Cubana Ortod.* 1998; 13(2): 121-5.
- Fishman L. Radiographic evaluation of skeletal maturation a clinically oriented method base on hand wrist films. 1982; 52 (2): 88-112.
- Flores-Mir C, Nebbe B, Major P. Use of skeletal maturation based on hand-wrist radiographic analysis as a predictor of facial growth: a systematic review. *Angle Orthod.* 2004; 74 (1): 118-24.
- Flores-Mir C, Burgess C, Champney M, Jensen R, Pitcher M, Major P. Correlation of skeletal maturation stages determined by cervical vertebrae and hand-wrist evaluations. *Angle Orthod.* 2006;76 (1): 1-5.
- Gandini P, Mancini M, Andreani F. A comparison of Hand wrist bone and cervical vertebral analyses in measuring skeletal maturation. *Angle Orthod.* 2006; 76 (6): 984-9.
- García N. Valoración de la edad esquelética estudio comparativo entre maduración de vértebras cervicales y maduración de muñeca y mano. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Odontología. División de estudios de postgrado. Agosto 1996: 15.
- Kansal S, Singh G. Indicadores de la madurez. En: Singh G. Ortodoncia diagnóstico y tratamiento. Venezuela: AMOLCA; 2009: 131-58.
- Krailassiri S, Anuwongnukroh N, Dechkunakorn S. Relationships Between Dental Calcification stages and skeletal maturity indicators in Thai Individuals. *Angle Orthod.* 2002; 72:155-66.
- Malavé Y, Rojas I. Análisis cárpal como indicador de maduración ósea. *Acta*

Disponible en : [http://www.actaodontologica.com/ediciones/2000/3/analisis\\_carpal\\_maduracion\\_osea.asp](http://www.actaodontologica.com/ediciones/2000/3/analisis_carpal_maduracion_osea.asp)

McKenna C, James H, Taylor J, Townsend G. Tooth development standards for South Australia. *Australian Dental Journal*. 2002; 47 (3): 223-7.

Mejía-Garduño G, Canseco-Jiménez J, Martínez-López C, Reyes-López A, Cuairán-Rudiaz V. Correlación entre los estadios de maduración cárpal y los estadios de desarrollo del canino mandibular en pacientes que reciben tratamiento ortodóncico. *Revista de Odontología Mexicana*. 2014; 18 (1): 9-13.

Muñante K, Meneses A. Relación entre crecimiento mandibular y maduración ósea medida con el método de Baccetti en niños de Cerro de Pasco de 9 a 14 años de edad. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría*. [Internet] (citado 18/09/2015) Disponible en: <http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2012/art17.asp>

Netto M. Radiografía de mano y muñeca. En: Vellini F. *Ortodoncia Diagnóstico y planificación*. Sao Paulo: Artes Medicas Latinoamérica; 2002: 187-223.

O'Reilly M, Yanniello G. Maturation of cervical vertebrae – A longitudinal Cephalometric study. 1988; 58 (2):179-84.

Ortiz M, Godoy S, Fuenmayor D, Farias M, Quirós O, Rondón S, Lerner H. Método de maduración ósea de las vértebras cervicales, en pacientes del diplomado de ortodoncia interceptiva, UGMA-2006. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría*. [Internet] (citado 18/09/2015) Disponible en: <http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2007/ma>

Peña C. Estimación de la edad dental usando el método de Demirjian en niños peruanos. Tesis para obtener el título de Cirujano Dentista. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Perinetti G, Caprioglio A, Contrado L. Visual Assessment of the cervical vertebral maturation Angle *Orthod*. 2014; 84: 951-6.

Prabhankar A, Panda A, Raju O. Applicability of Demirjian's method of age assessment in children of Davangere. *J Indian Soc Pedo Prev Dent*. 2002; 20 (2): 54-62.

R. Gómez-Campos et al. Valoración de la maduración biológica: usos y aplicaciones en el ámbito escolar. *Rev Andal Med Deporte*. 2013; 6(4):151-160.

Rivas C, Avaria C, Guzmán CL. Correlación Entre Edad Cronológica y Maduración Ósea en Vértebras Cervicales en Adolescentes Chilenos para Determinar Peak de Crecimiento Puberal. *Revista Dental de Chile*. 2009; 100(3): 4-11.

San-Roman P, Palma J, Oteo M, Nevado E. Skeletal maturation determined by cervical vertebrae development. 2002; 24: 303-11.

Toledo G, Otaño R. Determinación de la edad ósea a través del desarrollo dental en pacientes de Ortodoncia. *Revista Cuban de Estomatología*. 2009; 46(3):1-8.

Uysal T, Sari Z, Ramoglu S, Basciftci F. Relationship between dental and skeletal maturity in turkish subjects. *Angle Orthod*. 2004; 74 (5): 657-64.