



Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Odontología

Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología

“Dr. Keisaburo Miyata”

“Relación entre los indicadores de maduración esquelética y dental para pacientes de 9 a 18 años de edad”

Tesis

**Que para obtener el grado de:
Maestro en Ciencias Odontológicas**

Presenta:

E. en O. Carlos Francisco Cortés Anzures

Tutor académico

Dra. en C.S. Edith Lara Carrillo

Tutores adjuntos

M. en C.O. Saraí López González

M. en O. Gabriel Eduardo Colomé Ruíz



2017-2021

Toluca, Estado de México, octubre de 2017

Índice

Contenido	Páginas
Resumen	
Introducción	
1. Antecedentes	1
1.1 Crecimiento y Desarrollo	1
1.1.1 Tipos de crecimiento óseo	1
1.1.2 Maduración esquelética	2
1.1.3 Diagnóstico ortopédico.....	3
1.2 Anatomía de la Mano.	3
1.3 Anatomía de la Columna Vertebral.	5
1.4 Indicadores de Maduración Esquelética y Dental	7
1.5 Análisis de Maduración Esquelética	8
1.5.1 Indicadores de maduración ósea mediante radiografía carpal	8
1.5.2 Indicadores de maduración de vértebras cervicales mediante radiografía lateral de cráneo.....	10
1.6 Análisis de Maduración Dental	11
1.6.1 Indicadores de maduración dental mediante ortopantomografía.....	12
2. Planteamiento del Problema	14
3. Justificación	15
4. Hipótesis	16
5. Objetivos	17
6. Materiales y Métodos	18
6.1 Diseño del Estudio.	18
6.2 Población y Universo de Estudio	18
6.3 Muestreo.....	18
6.4 Criterios de Inclusión, Exclusión y Eliminación.....	19
6.5 Variables de Estudio	20
6.6 Procedimiento.....	21
6.7 Normatividad Ética Vigente Nacional e Internacional.	32
6.8 Análisis Estadístico	33
7. Resultados	34
A. Acuse de envío para su publicación	34
B. Artículo completo enviado.....	35
C. Resultados adicionales.....	47
8. Discusión	49
9. Conclusiones	52
10. Referencias	53
11. Anexos	58

Resumen

Introducción:

La determinación de la madurez ósea es importante para obtener un diagnóstico preciso, asegurando el éxito del tratamiento en el área de Ortodoncia y Ortopedia. El análisis carpal juega el papel más importante en la determinación del grado de madurez ósea; sin embargo, existen otras alternativas como el análisis de maduración de vértebras cervicales y maduración dental.

Objetivo:

Determinar la relación que existe entre los indicadores de maduración esquelética y el indicador de maduración dental del segundo molar, en pacientes de 9 a 18 años de edad.

Hipótesis:

Existe relación entre los indicadores de maduración esquelética y el indicador de maduración dental del segundo molar, para establecer el grado de madurez ósea en pacientes de 9 a 18 años de edad.

Metodología:

Diseño observacional comparativo, transversal y retrospectivo. 70 expedientes completos: 35 Universidad Autónoma de Yucatán y 35 Universidad Autónoma del Estado de México. 210 radiografías divididas en (n=35): Grupos I y IV lateral de cráneo (Björk, Grave y Brown), Grupos II y V carpal (Hassel y Farman) y Grupos III y VI ortopantomografía (Demirjian). Software SPSS v23 para Windows 10.

Resultados:

Error intraobservador, Kappa 0.84 vértebras cervicales; 0.91 carpal y dental, indicando una buena concordancia.

Los coeficientes de Spearman fueron entre GI y GII = 0.900; GI y GIII = 0.823; GII y GIII = 0.826; GIV y GV = 0.893; GIV y GVI = 0.862; GV y GVI = 0.843. Los valores indicaron correlaciones positivas y fueron significativas en el nivel $p < 0.05$.

Conclusiones:

Los análisis de vertebras cervicales y maduración dental son un método fiable para determinar el grado de maduración esquelética.

Estos análisis ofrecen una alternativa válida al ortodoncista con la ventaja de consumir menos tiempo.

Representan una ventaja en reducir la exposición de sujetos en crecimiento a la radiación.

Introducción

El análisis carpal es el más conocido para determinar el grado de madurez ósea del paciente, debido a la fiabilidad de los distintos análisis creados. Björk,¹ Grave y Brown,² Greulich y Pyle,³ Tanner y Whitehouse-2 (TW2)⁴ y Fishman,⁵ establecieron diversos indicadores de maduración esquelética (SMI), mediante la descripción de cambios de la calcificación del carpo y la región metacarpiana.

Sin embargo, en un diagnóstico ortodóncico, el análisis carpal implica una radiografía adicional, lo que involucra un aumento de radiación y gasto económico para el paciente.⁶

Durão⁷ mencionó la importancia de la radiografía lateral de cráneo en el éxito de todo tratamiento para obtener un diagnóstico más preciso en el área de Ortodoncia. Hassel y Farman⁸ en el área de Ortopedia, utilizaron esta radiografía para establecer una alternativa en la determinación del grado de maduración ósea del paciente, identificando y usando las características morfológicas de la segunda, tercera y cuarta vértebras cervicales.

Otras técnicas radiográficas para evaluar la madurez esquelética son los indicadores de maduración dental observados en una ortopantomografía. Nolla,⁹ Gleiser y Hunt¹⁰ y Demirjian¹¹ establecieron distintas etapas de maduración dental, tomando como indicadores al canino, tercero y segundo molar inferior. Algunos estudios han correlacionado estos indicadores dentales con la edad esquelética y cronológica.¹²

Asimismo, es importante saber que la estimación de la edad biológica puede variar, por lo tanto, debe tenerse cuidado en la interpretación y aplicación del tratamiento ortopédico.¹³

Hoy en día también se ha utilizado la tomografía para determinar el grado de maduración ósea del paciente; sin embargo, la radiografía convencional sigue siendo un auxiliar de diagnóstico accesible, barato y fácil de analizar.^{14,15}

1. Antecedentes

1.1 Crecimiento y Desarrollo

En etapas de crecimiento y desarrollo se presentan cambios simultáneos de carácter cuantitativo, debido a la hipertrofia e hiperplasia de los tejidos del organismo, y cambios cualitativos por la diferenciación celular, para alcanzar el perfeccionamiento de la capacidad funcional. Durante estos procesos los individuos pasan por diferentes estadios, los cuales se caracterizan por tener su propio ritmo de crecimiento hasta alcanzar la maduración biológica.¹⁶

El crecimiento de los huesos largos es producido por su matriz de tejido blando, todos los campos de aposición y reabsorción no tienen el mismo grado de actividad, algunos crecen con mayor rapidez o en mayor extensión que otro tipo de huesos. La reubicación y remodelación de un hueso largo está presente en su extremo, denominado epífisis, que en conjunto con un cartílago específico permite unirse a otro hueso.¹⁷

1.1.1 Tipos de crecimiento óseo

Podemos encontrar cuatro tipos diferentes:

1. Crecimiento endocondral o cartilaginoso, que proviene del tejido mesenquimatoso primario. La osificación endocondral comienza con la proliferación y acumulación de células mesenquimáticas en el sitio donde se desarrollará el futuro hueso. Este tipo de osificación es el proceso principal por el cual los huesos largos aumentan de longitud para alcanzar sus dimensiones adultas. Mientras haya cartílago epifisario, entre los centros de osificación diafisario y epifisario el hueso seguirá creciendo.
2. Crecimiento intramembranoso. Surge del tejido conjuntivo indiferenciado y formará una matriz orgánica que se mineraliza. En la osificación intramembranosa, el hueso se forma por la diferenciación de las células mesenquimáticas en osteoblastos. Este crecimiento se limita a los huesos

que no deben desempeñar una función precoz de sostén, por ejemplo, los huesos planos del cráneo.

3. Crecimiento aposicional, por proliferación ósea, periostal y endostal. Ejemplo, en la bóveda del cráneo, por aposición y reabsorción que dan lugar a remodelación de las tablas óseas (externas e internas) tal como ocurre en el periodo prenatal.
4. Crecimiento sutural, mediante osificación de la membrana perióstica y el tejido conectivo de la sutura. Ejemplo, en la bóveda del cráneo a nivel de las sicondrosis; fronto-etmoido-esfenoidal, interesfenoidal, eseno-occipital e intraoccipital.¹⁸

1.1.2 Maduración esquelética

La maduración esquelética es una medida de desarrollo que incorpora el crecimiento longitudinal de los huesos largos de las extremidades, que se produce a través del proceso de osificación endocondral. En este caso, se desarrolla en tamaño, forma y grado de mineralización del hueso para definir su madurez plena.¹⁶

Es necesario recurrir a algunos métodos para valorar el grado de maduración alcanzado por cada individuo, con una serie de eventos precisos y definidos que tengan características que puedan ser empleadas en condiciones normales durante su crecimiento y desarrollo.¹⁶

El método más utilizado en la actualidad, es el análisis de la mano-carpo para la determinación de la edad ósea. El método de Greulich y Pyle es el más conocido, consiste en una serie de radiografías que representan la maduración ósea para cada grupo de edad y género. Valora la maduración de cada individuo, a través del análisis radiográfico; cada hueso comienza con un centro primario de osificación que crecerá progresivamente a la vez que se remodela, como es el caso específico de la epífisis de las falanges que al finalizar surgen cambios importantes en su forma adulta.¹⁹

1.1.3 Diagnóstico ortopédico

En el diagnóstico de Ortodoncia se debe obtener una evaluación completa, tomando en cuenta la exploración clínica del paciente, realización de historia clínica y la ayuda de auxiliares de diagnóstico como modelos de estudio, fotografías extraorales e intraorales, radiografías dentales y análisis cefalométrico; los cuales nos permiten establecer un diagnóstico definitivo.²⁰

El diagnóstico requiere identificar los problemas o características de la maloclusión dentofacial, y definirlos claramente para desarrollar un plan de tratamiento que logre el éxito terapéutico.²¹

En el tratamiento ortopédico el desafío más importante es obtener un diagnóstico lo más preciso posible de los problemas faciales, dentarios y esqueléticos, destacando si el paciente se encuentra aún en etapa de crecimiento y desarrollo. Dentro de estos auxiliares es necesario incorporar uno que valore de manera eficaz la madurez ósea de cada individuo.²²

1.2 Anatomía de la Mano.

Para realizar el análisis carpal es importante conocer la anatomía de la mano, de tal manera que podamos identificar cada estructura en dicha radiografía.

Los huesos de la mano están divididos en tres grupos.²³

1. El carpo.

Formado por ocho huesos cortos dispuestos en dos hileras: una superior o antebraquial y otra inferior o metacarpiana.

- a. Fila superior. Formada de lateral a medial por los huesos: escafoides, semilunar, piramidal y pisiforme.
- b. Fila inferior. Comprende cuatro huesos de lateral a medial: trapecio, trapezoide, grande y ganchoso.

En conjunto forman un canal de concavidad anterior por el que se deslizan los tendones de los músculos flexores de los dedos. A excepción del hueso piramidal, del hueso pisiforme y del hueso ganchoso, la mayor parte de los huesos del carpo presentan forma cúbica y en consecuencia, constan de seis caras.

2. El metacarpo.

Constituye el esqueleto de la palma y del dorso de la mano. Se compone de cinco huesos largos (*huesos metacarpianos*), que se articulan superiormente con los huesos de la segunda fila del carpo e inferiormente con las falanges proximales de los dedos. Los espacios limitados entre ellos se denominan *espacios interóseos*.

De lateral a medial reciben el nombre de primero, segundo, tercero, cuarto y quinto metacarpianos.

Los metacarpianos presentan una serie de características generales:

- a. Un cuerpo
- b. Dos extremos: la base y cabeza del hueso metacarpiano.

3. Las falanges.

Cada dedo, con excepción del pulgar, consta de tres segmentos óseos: los huesos de los dedos o falanges. El pulgar presenta solamente dos. Se designan con los nombres de *falange proximal*, *media* y *distal*, consideradas desde el metacarpo hacia el extremo del dedo. Las falanges son huesos largos, presentan un cuerpo y dos extremos: la base y cabeza de la falange.

- a. Falange proximal. El cuerpo es semicilíndrico, convexo posteriormente y plano o ligeramente cóncavo anteriormente.
- b. Falange media. El *cuerpo* es semejante al de la falange proximal.
- c. Falange distal. El *cuerpo* es muy corto, convexo dorsalmente y plano en su cara palmar.

- d. Falanges del dedo pulgar. De las dos falanges del dedo pulgar, la *falange proximal* es muy semejante a la falange proximal de los otros dedos. La *falange distal* es análoga a una falange distal, no obstante, las dos falanges del dedo pulgar son más voluminosas que las de los otros dedos. (Figura 1)

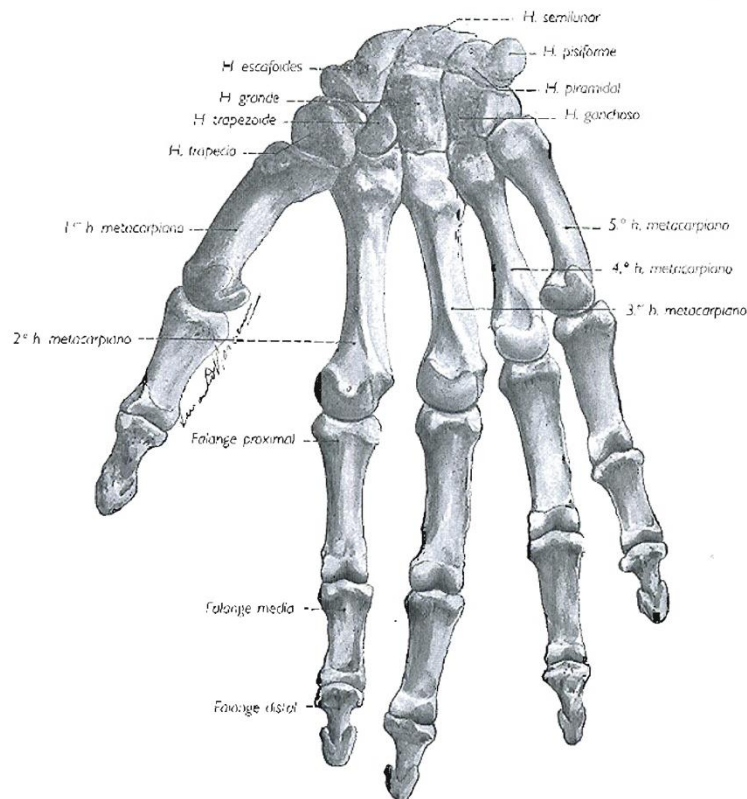


Figura 1. Huesos de la mano.

Fuente: Rouvière H., Delmas A. Anatomía Humana: Descriptiva, topográfica y funcional, Tomo III. 11ª ed. Barcelona: Elsevier Masson;2006.

1.3 Anatomía de la Columna Vertebral.

La columna vertebral está constituida por 33 ó 34 piezas óseas superpuestas. La columna comprende 4 porciones que, de arriba hacia abajo, son: cervical, torácica, lumbar y pelviana.²⁴

Existen:

- 7 vértebras cervicales.
- 12 vértebras torácicas.
- 5 vértebras lumbares.
- 9 (ó 10) vértebras pelvianas soldadas entre sí para formar 2 piezas óseas distintas: el sacro y el cóccix.

Las vértebras cervicales se encuentran situadas en el cuello permitiendo su movilidad, entre el cráneo las cual soporta su peso y las vértebras torácicas. Se disponen siete, y se denominan C1 (atlas), C2 (axis), C3, C4, C5, C6 y C7.

Caracteres particulares de las vértebras cervicales:

- Cuerpo: alargado transversalmente.
- Pedículos del arco vertebral: emergen del cuerpo vertebral, oblicuos hacia atrás y lateralmente.
- Láminas: de forma cuadrilátera, más largas que anchas, están dirigidas hacia abajo y atrás.
- Apófisis espinosas: prismáticas y triangulares, están inclinadas hacia abajo y atrás.
- Apófisis transversas: se hallan situadas por delante de las apófisis articulares y de los pedículos.
- Apófisis unciformes: son típicas de las vértebras cervicales.
- Apófisis articulares: están situadas en los extremos del macizo apofisario con el que se conectan la lámina, el pedículo y la apófisis transversa.
- Foramen vertebral: amplio, triangular, de base anterior, su diámetro transversal es casi el doble que su diámetro anteroposterior; corresponde a la intumescencia cervical de la médula espinal. (Figura 2)

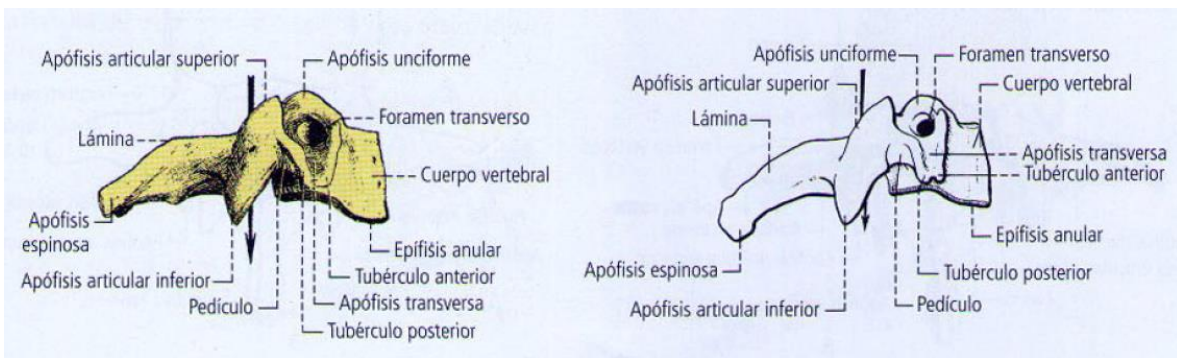


Figura 2. Anatomía de vértebras cervicales.

Fuente: Latarjet M, Liard AR. Anatomía Humana Tomo I. 4ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana;2004.

1.4 Indicadores de Maduración Esquelética y Dental

Autores como Hassel y Farman,²⁵ mencionan la utilidad de la radiografía lateral de cráneo para determinar la maduración de las vértebras cervicales y evaluar la edad esquelética del paciente. Tiene la ventaja de ser una radiografía muy utilizada en Ortodoncia por el uso del análisis cefalométrico, la cual, si es ocupada también para el análisis de la maduración ósea se reduciría la exposición a la radiación para el paciente, ya que elimina la necesidad de otras radiografías. En ella se realiza el análisis de los cuerpos de segunda, tercera y cuarta vértebras cervicales.

Otra alternativa para determinar la maduración esquelética del paciente y evaluar el crecimiento es mediante la obtención de una radiografía carpal, la cual, han relacionado positivamente cada etapa con el grado de maduración esquelética. El método de evaluación utilizado en la División de Ortodoncia y Ortopedia dentofacial Maimonides Medical Center (MMC) fue descrito por primera vez por Fishman, en la década de 1980.²⁶

La ortopantomografía parece ser una herramienta indispensable que se utiliza con frecuencia en la práctica de Ortodoncia para proporcionar información importante acerca de los dientes, sus inclinaciones axiales y períodos de maduración dental. Por lo tanto, en la ortopantomografía es importante relacionar un análisis para determinar la maduración esquelética y dental. Estudios previos mencionan que puede utilizarse de forma fiable para mediciones dentoesqueléticas bajo ciertas condiciones y calidad de imagen.²⁷

1.5 Análisis de Maduración Esquelética

El análisis de maduración esquelética como el método de maduración de vértebras cervicales (CVM) puede ser útil para la evaluación de la finalización de crecimiento activo en los casos de los efectos a largo plazo de tratamiento de ortodoncia / ortopédicos (Clase III o II). Del mismo modo, el método puede ser usado para identificar clínicamente el tiempo adecuado para la intervención en sujetos que necesitan cirugía como última corrección de desarmonías faciales. Debido a sus aplicaciones prácticas, el método CVM parece ser una poderosa herramienta de diagnóstico. La implementación del método en la toma de decisiones de ortodoncia permite una mejora de los resultados del tratamiento mediante la combinación de protocolos eficaces y eficientes con el tiempo de tratamiento óptimo.²⁸

1.5.1 Indicadores de maduración ósea mediante radiografía carpal

Claramente la radiografía carpal es la más utilizada debido a su fiabilidad en los diversos análisis establecidos por Björk,¹ Grave y Brown,² Greulich y Pyle,³ Tanner y Whitehouse-2 (TW2)⁴ y Fishman,⁵ por tal motivo existen diversos estudios que comparan el análisis carpal con otros métodos para determinar el grado de maduración esquelética.

Haiter-Neto *et al.*²⁹ analizaron 3 métodos diferentes para determinar la edad ósea. Los métodos utilizados en la radiografía carpal fueron Greulich y Pyle (GP), Tanner et al (TW3) y Eklöf y Ringertz (ER), en 360 niños y adolescentes brasileños (180 niños, 180 niñas de 7 a 15 años de edad). Encontraron una alta relación entre la edad cronológica y esquelética para ambos sexos. Sus resultados demostraron que los tres métodos son apropiados para los pacientes en el noreste de Brasil, pero, recomiendan para cada método, establecer factores de corrección para mejorar la aplicabilidad en pacientes por área.

Fishman⁵ desarrolló un sistema para evaluar la madurez esquelética en la radiografía carpal, el estudio se presentó con todos los detalles para su aplicación en la práctica clínica. Este estudio demuestra que la radiografía carpal proporciona

información sobre el crecimiento y el estado de maduración, para sus aplicaciones de importancia clínica en el diagnóstico de ortopedia. El sistema de maduración esquelética (SMA) que Fishman proporciona una escala progresiva de los niveles de maduración a través de una serie de indicadores de maduración esquelética fácilmente identificados (SMI) que se puede aplicar directamente en el diagnóstico y terapéutico.

El análisis de Tanner y Whitehouse-2 (TW2)³⁰ es un método de puntuación. En primer lugar, el nivel de madurez de cada hueso se clasifica en una etapa de A a H; posteriormente cada etapa se sustituye por un marcador y se calcula una puntuación total. Por último, la puntuación total se transforma en la edad ósea. Una de las desventajas es que se consume mucho tiempo en este método debido a la evaluación integral de los huesos que comprenden al radio, cúbito y los 20 huesos de la mano.

Grave y Brown^{2,21} evaluaron catorce eventos de osificación en la mano y la muñeca, sus resultados indicaron que tales eventos de osificación pueden ser utilizados por el ortodoncista para evaluar la actividad de crecimiento de un niño. Las etapas que ellos mencionan son: Etapa 1. El pico de crecimiento se produce aproximadamente con la osificación del sesamoideo y cuando la epífisis de los dedos y el radio se encuentra en forma de capuchón. Etapa 2. La fase de desaceleración del crecimiento es indicada por la unión epifisaria progresiva del dedo medio y radio.

En el año 2013, Suri, Prasad, Thompson y Lou¹⁹ analizaron exhaustivamente la concordancia entre las edades esqueléticas y cronológicas, utilizando el método carpal de Greulich y Pyle a diferentes edades en los períodos pre-adolescentes y adolescentes, y determinaron las diferencias por edad y sexo. Tomaron 68 radiografías de mano-muñeca de niños blancos con el crecimiento facial normal (33 niñas y 35 niños), seleccionados del Centro de Crecimiento de Burlington de la Facultad de Odontología de Toronto en Canadá, entre 9 a 18 años de edad. Este análisis longitudinal mostró amplios márgenes y la distribución de las diferencias en cada grupo de edad al año. Las mayores proporciones de sujetos que tienen una

buena concordancia de sus edades esquelética y cronológica (dentro de 0,5 años) estaban en el grupo de edad de 10 años en las niñas y el grupo de edad de 13 años en los varones. Las diferencias de medias entre la edad cronológica y la edad ósea variaron con la edad ($p < 0.001$) para ambos sexos, y los efectos en su interacción con la edad y sexo no fueron significativas en sujetos que crecen normalmente.

1.5.2 Indicadores de maduración de vértebras cervicales mediante radiografía lateral de cráneo

Actualmente en el área Ortodoncia y Ortopedia es posible contar con indicadores de maduración ósea de los cuerpos de las vértebras cervicales, para reducir el número de radiografías a las estrictamente necesarias. Hassel y Farman,²⁵ Baccetti²⁸ y O'Reilly³¹ desarrollaron varios indicadores esqueléticos basados en la radiografía lateral de cráneo.

Hassel y Farman²⁵ desarrollaron un índice de maduración de vértebras cervicales (CVMI), tomando radiografías laterales de cráneo y de la mano-muñeca del Centro de Crecimiento Bolton-Brush de la Case Western Reserve University. Mediante el análisis de la segunda, tercera y cuarta vértebras cervicales, fue posible desarrollar una clasificación fiable de los pacientes de acuerdo con el potencial de crecimiento en los adolescentes.

En otro estudio se llevó a cabo la comparación y diagnóstico entre el método de maduración de la tercera falange media (MPM) y el método de maduración de vértebras cervicales (CVM) de acuerdo a su etapa y sexo de 450 sujetos de raza blanca (231 mujeres y 220 hombres entre 7 a 17.9 años de edad). Los métodos MPM y CVM fueron basados en seis etapas; dos prepuberal (1 y 2), dos puberal (3 y 4), y dos post-puberal (5 y 6). Como resultado obtuvieron una concordancia de 77.6%. Cabe mencionar que los dos métodos de maduración muestran una concordancia diagnóstica satisfactoria en general. Sin embargo, en las etapas post-púberes, la falange media del tercer dedo parece madurar antes que las vértebras cervicales.³²

Otros autores como Grave y Townsend³³ encontraron que los niños en la etapa 2 de CVM parece ser el momento ideal para iniciar un tratamiento de ortopédico, mientras que, en las niñas, recomiendan actuar antes de llegar a esta etapa cuidadosamente. Ellos mencionan que el pico de crecimiento se produce entre las etapas 2 y 3, y que el tiempo es extremadamente importante para maximizar los efectos de crecimiento en el tratamiento.

1.6 Análisis de Maduración Dental

La ortopantomografía es una herramienta indispensable que se utiliza con frecuencia en el diagnóstico ortodóncico para proporcionar información importante acerca de los dientes; inclinaciones axiales, períodos de erupción dental y la aparición de anomalías. Actualmente existen estudios previos que mencionan la utilidad de esta radiografía para determinar el grado de maduración ósea bajo ciertas condiciones y calidad de imagen.²⁷

Existen varios estudios que correlacionan los métodos de maduración dental con la edad cronológica y esquelética para determinar la madurez global de un individuo, pero sin poder esclarecer su fiabilidad, por ello también se han realizado modificaciones de estos métodos.^{34,35}

Trakiniene³⁶ evaluó si las etapas de calcificación de canino maxilar, del segundo y el tercer molar mandibular pueden utilizarse para la estimación de la fase de crecimiento. La edad de los pacientes fue entre 7 y 9 años de edad, se utilizaron los métodos de Gleiser y Hunt para la mineralización de los dientes y el método de maduración de las vértebras cervicales (CVM). Demostraron que las etapas de calcificación del canino y molares mandibulares podrían ser indicadores de la etapa de crecimiento.

Este tipo de análisis dental es también utilizado en área de Odontología Forense, que conlleva la necesidad de métodos multifactoriales en la estimación de la edad como el examen físico, de huesos y el desarrollo dental, para que su fiabilidad pueda mejorar las variaciones que se producen cuando se utiliza un solo indicador.³⁷

El método de maduración dental de Demirjian es una guía para la estimación de la madurez ósea, tomando en cuenta el tercer o segundo molar.^{38,39} Sin embargo, es importante saber que la estimación de la edad dental o biológica pudiera variar, por lo cual hay que tener cuidado en la interpretación y aplicación de los resultados obtenidos. Este método puede ayudar para determinar la madurez global de un individuo y puede aproximarse a la edad cronológica. Esto implica la necesidad de métodos multifactoriales en la estimación de la edad (examen físico, de huesos y el desarrollo dental), para que su fiabilidad pueda mejorar en las variaciones que se producen cuando se utiliza un solo indicador.¹³

1.6.1 Indicadores de maduración dental mediante ortopantomografía

El proceso de maduración dental es considerado como el grado de calcificación de la corona y raíz de los dientes temporales y permanentes que pueden ser observados en una ortopantomografía. Nolla⁹ describe un método de diez etapas de calcificación, Gleiser y Hunt¹⁰ mencionan diez etapas de calcificación y Demirjian *et al.*¹¹ establecieron ocho estadios de calcificación dental.

Mourelle *et al.*³⁹ mencionan que los estudios del análisis de maduración de vértebras tienen patrones de crecimiento y centro de osificación similares a las de los huesos del carpo, por lo tanto, las vértebras cervicales pueden ser utilizadas para determinar la edad ósea. Ellos decidieron realizar un estudio de las vértebras cervicales para determinar la edad ósea y relacionarla con la maduración dental en una población pediátrica. Tomaron 203 niños de Madrid, con edades comprendidas entre 2 y 10 años, 86 varones y 117 mujeres, en cada caso se tomó una ortopantomografía para determinar la calcificación dental utilizando el método de Demirjian y una radiografía lateral de cráneo se tomó para evaluar la maduración vértebras cervicales. Sus resultados demostraron que existe una relación positiva entre la edad y el tamaño de las vértebras cervicales. No se observaron cambios significativos en el tamaño sólo en mediciones verticales y se detectó un aumento significativo en las mediciones verticales asociados con un aumento de la edad cronológica.

Rai *et al.*⁴⁰ demostraron fuertes correlaciones entre la maduración dental, esquelética y edad cronológica. Utilizaron diferentes métodos para estimar la edad dental (Schour&Massler y Demirjian&Goldstien) y para evaluar la maduración esquelética (Greulich&Pyle y Tanner *et al.* TW2). Para todas las pruebas fue estadísticamente significativo. Por lo tanto, concluyeron que las técnicas de estimación de la edad dental fueron igualmente fiables como los métodos de estimación de la edad esquelética.

Beit *et al.*⁴¹ en su estudio examinaron la concordancia en la determinación de la edad esquelética basada en la radiografía carpal con la evaluación de vértebras cervicales en la radiografía lateral de cráneo. Se analizaron 730 radiografías (352 niños, 378 niñas, de 6 a 18 años de edad). La edad ósea se determinó en las radiografías carpales de acuerdo al método de Greulich y Pyle y los cambios morfométricos se midieron de los cuerpos vertebrales C2 a C4 por Baccetti *et al.*²⁸ Todas las variables se correlacionaron y se incluyeron en una regresión lineal múltiple para generar una edad ósea, estableciendo el acuerdo entre el método de Greulich y Pyle y edad ósea calculada. Para ellos sus conclusiones fueron:

1. La edad ósea calculada sobre la base de la morfología vertebral cervical no contiene información suficiente para la estimación de la edad exacta.
2. Los análisis de correlación y modelos de regresión son insuficientes para demostrar que la evaluación de la morfología vertebral cervical puede sustituir a otras evaluaciones establecidas.
3. La evaluación de la columna cervical no ofrece ninguna ventaja sobre la edad cronológica o en la evaluación de la edad ósea.

2. Planteamiento del Problema

A partir de 1895, cuando Roentgen descubrió las propiedades de los rayos X, las radiografías han sido trascendentales en la planeación del tratamiento de cada paciente; en áreas de Medicina y específicamente en Odontología, se han empleado radiografías tales como lateral de cráneo, carpal, ortopantomografía y Waters, como auxiliares de diagnóstico.¹⁵

En ortodoncia, la radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía se han empleado para obtener un diagnóstico y plan de tratamiento más certero. En conjunto con la radiografía carpal son utilizadas para determinar las etapas de crecimiento y desarrollo esquelético o dental, y así poder clasificar los estadios o picos de crecimiento de acuerdo a sexo y grupo de edad. La problemática resulta en saber qué relación presentan estas tres radiografías para analizar la plena madurez ósea de cada paciente y poder ocupar el menor número de éstas en el diagnóstico ortopédico.

Dentro del diagnóstico ortopédico se han utilizado varios indicadores para determinar la madurez esquelética y dental, los cuales son basados en análisis radiográficos desarrollados por varios autores, sin embargo, cada uno toma diferentes criterios y estructuras óseas o dentales en sus metodologías, por lo que es interesante relacionarlos para que el ortodoncista pueda unificarlos y establecer el grado de maduración esquelética. Es importante también en el tratamiento ortopédico que el ortodoncista decida si será necesario o no el empleo de aparatología ortopédica, pero para ello tendrá que determinar si ha concluido el crecimiento óseo del paciente y así obtener el mejor diagnóstico y plan de tratamiento.

Por lo anteriormente descrito surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Existe relación entre los indicadores de maduración esquelética con el indicador de maduración dental del segundo molar, para establecer el grado de madurez ósea en pacientes de 9 a 18 años de edad?

3. Justificación

La determinación de la madurez ósea es importante en la obtención de un diagnóstico más certero, asegurando el éxito del tratamiento en el área de Ortodoncia y Ortopedia. Actualmente la radiografía carpal juega el papel más importante en la determinación del grado de madurez ósea, pero implica una toma radiográfica más, esto conlleva un aumento de radiación y gasto económico. Por tal razón si se consigue relacionar los indicadores de madurez esquelética y dental, el Ortodoncista podrá utilizar la radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía (utilizadas de manera convencional en Ortodoncia y Ortopedia) en la determinación del grado de maduración esquelética en la que se encuentra cada paciente y tomar solo la radiografía carpal para casos específicos.

El análisis radiográfico para el ortodoncista es de gran importancia ya que orienta al clínico para determinar su diagnóstico y plan de tratamiento. En el tratamiento ortodóncico-ortopédico, es indispensable saber en qué etapa de maduración se encuentra el paciente, por lo cual es necesario analizar los diversos métodos para determinar el proceso de maduración esquelética.

Obtener un buen diagnóstico y el empleo de ortopedia maxilo-facial en la corrección de las maloclusiones Clase II y Clase III esqueléticas es muy importante en etapas tempranas de crecimiento y desarrollo, las cuales deben ser identificados por el ortodoncista, para los mejores resultados.

A pesar de que en la actualidad se cuenta con nueva tecnología y el uso de tomografías, la radiografía convencional sigue siendo un auxiliar de diagnóstico accesible económica y fácil de analizar.

4. Hipótesis

Hipótesis de Trabajo.

Existe una relación entre los indicadores de maduración esquelética y el indicador de maduración dental del segundo molar para establecer el grado de madurez ósea en pacientes de 9 a 18 años de edad.

Hipótesis Nula

Los indicadores de maduración dental del segundo molar no tienen relación con los indicadores de maduración esquelética en la determinación del grado de madurez ósea en pacientes de 9 a 18 años de edad.

Hipótesis Alterna

El análisis de maduración dental del segundo molar no es un indicador del grado de madurez ósea en pacientes de 9 a 18 años de edad.

5. Objetivos

Objetivo General

Determinar la relación que existe entre los indicadores de maduración esquelética y el indicador de maduración dental del segundo molar, en pacientes de 9 a 18 años de edad.

Objetivos Específicos

- Analizar las etapas de maduración esquelética de Björk, Grave y Brown mediante el análisis radiográfico carpal, en pacientes de 9 a 18 años de edad en ambos géneros.
- Establecer las etapas de maduración esquelética de Hassel y Farman mediante el análisis de maduración de las vértebras cervicales, con el uso de radiografía lateral de cráneo, en pacientes de 9 a 18 años de edad en ambos géneros.
- Determinar las etapas de maduración dental de Demirjian mediante el uso de la ortopantomografía en pacientes de 9 a 18 años de edad en ambos géneros.
- Comparar las etapas de maduración esquelética entre el análisis radiográfico carpal y análisis de vértebras cervicales, en pacientes de 9 a 18 años de edad en ambos géneros.
- Relacionar los diferentes análisis radiográficos, esquelético y dental para determinar la maduración esquelética.

6. Materiales y Métodos

6.1 Diseño del Estudio.

Observacional, transversal, comparativo, retrospectivo y retrolectivo.

Diseño metodológico. (Figura 3)

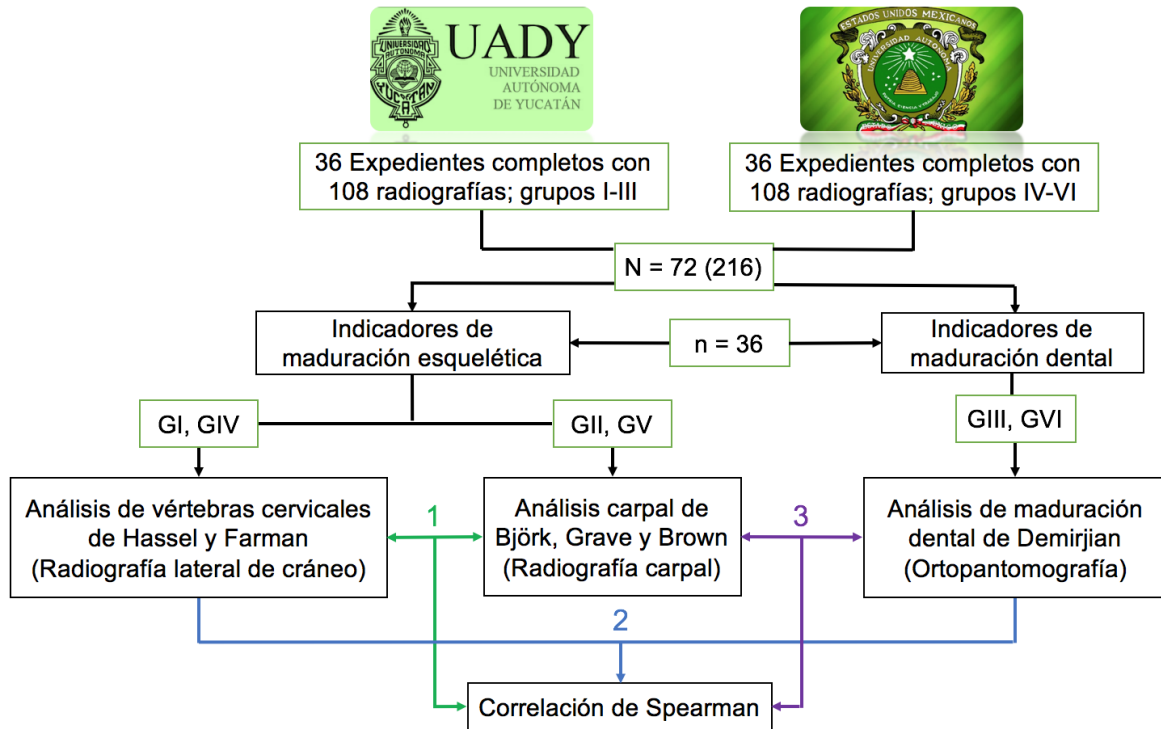


Figura 3. Diseño metodológico para grupos de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) y Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). 1-3 Correlaciones de Spearman para ambos grupos (UADY I-III y UAEM IV-VI).

6.2 Población y Universo de Estudio

Expedientes completos de pacientes completos que ingresaron a la clínica de ortodoncia de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) y Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) en el periodo comprendido de enero a diciembre de 2016.

6.3 Muestreo

Por cuota y conveniencia.

72 expedientes de pacientes completos de 9 a 18 años de edad que iniciaron tratamiento de ortodoncia en la clínica de la UADY y UAEM en el periodo comprendido de enero a diciembre de 2016.

6.4 Criterios de Inclusión, Exclusión y Eliminación.

Criterios de inclusión:

- Expediente de paciente de 9 a 18 años de edad que incluya, radiografía carpal, ortopantomografía y lateral de cráneo, dentro de un periodo no mayor a 3 meses entre las tomas radiográficas.
- Expediente de paciente sin algún síndrome, malformación congénita ó enfermedad que involucre alguna alteración del crecimiento específico.
- Expediente de paciente con crecimiento facial-Clase I, II y III esquelética.
- Expediente de paciente sin tratamiento de ortodoncia u ortopedia maxilar.
- Expediente de paciente que no se encuentren bajo terapia hormonal.
- Expediente de paciente sano, sin cirugía previa en mano, cabeza y cuello.
- Expediente de paciente sin pérdidas prematuras dentales.

Criterios de exclusión:

- Expediente de paciente con cualquier condición médica que pueda alterar el crecimiento y desarrollo normal.
- Expediente de paciente con traumatismo previo o lesiones en la región de la cara, mano y muñeca.

Criterios de eliminación:

- Expediente de paciente con radiografías maltratadas o mal tomadas.
- Expediente de paciente que incluya cualquier radiografía con falta de nitidez o poco contraste.

6.5 Variables de Estudio

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES

Tabla I. Definición Conceptual y Operacional de Variables Independientes

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICION
SEXO	Condición biológica y genética que por características específicas definen a los hombres y mujeres.	Categoría biológica que divide a los seres humanos de acuerdo al género que pertenece: 1.- Hombre 2.- Mujer	Cualitativa	Nominal
EDAD	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Años de vida cumplidos de cada individuo.	Cualitativa	Ordinal

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DEPENDIENTES.

Tabla II. Definición Operacional y Conceptual de Variables Dependientes

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICION
Análisis Carpal: Índice de Björk, Grave y Brown	Método que analiza la madurez ósea mediante el grado de mineralización de los huesos del carpo, metacarpo y falange de los dedos.	Índice de nueve estadios que determina la maduración esquelética por la evaluación de mano-muñeca: 1. Primer estadio 2. Segundo estadio 3. Tercer estadio 4. Cuarto estadio 5. Quinto estadio 6. Sexto estadio 7. Séptimo estadio 8. Octavo estadio 9. Noveno estadio	Cualitativa	Ordinal
Análisis de Vértebras Cervicales: Hassel y Farman	Método para valorar la maduración ósea en una radiografía lateral de cráneo tomando los cambios morfológicos de las primeras vértebras cervicales.	Índice de seis etapas que describe las características específicas de acuerdo al análisis de las vértebras cervicales. 1.CVMS I: Iniciación 2.CVMS II: Aceleración 3.CVMS III: Transición 4.CVMS IV: Desaceleración 5.CVMS V: Maduración 6.CVMS VI: Finalización	Cualitativa	Ordinal
Maduración Dental: Índice de Demirjian	Método que analiza la maduración dental en relación a diferentes estadios de mineralización que pueden ser observados un través de registros radiográficos.	Análisis radiográfico de los ocho estadios de calcificación dental descritos en el índice de Demirjian: 1.Etapa A 2.Etapa B 3.Etapa C 4.Etapa D 5.Etapa E 6.Etapa F 7.Etapa G 8.Etapa H	Cualitativa	Ordinal

6.6 Procedimiento

Selección de la muestra.

Se seleccionaron 36 expedientes completos de pacientes de la clínica de ortodoncia de la UADY y 36 expedientes de la clínica de ortodoncia de la UAEM que cumplieron con los criterios de inclusión.

Un total de 216 radiografías se dividieron en 6 grupos con una n=36, en los Grupos I y IV se utilizó el análisis de maduración esquelética descrito por Björk, Grave y Brown para evaluar la radiografía carpal (AC); para los Grupos II y V se evaluaron las vértebras cervicales en la radiografía lateral de cráneo utilizado los indicadores de maduración esquelética de Hassel y Farman (CVMI); y en los Grupos III y VI se analizaron los indicadores de maduración del segundo molar inferior definidos por el índice de Demirjian (ID) en la ortopantomografía.

Material

- Papel Acetato (Dentaurum, USA).
- Cinta adherible (Diurex).
- Negatoscopio.
- Guantes.
- Calibrador digital (Titan Tools, China)
- Bicolor.
- Lápiz portaminas de 0.5 mm.
- Borrador.
- Hojas de papel.

En un cuarto oscuro en la Clínica de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UAEM se trazaron los indicadores de maduración de vértebras cervicales, carpal y dental en la radiografía lateral de cráneo, carpal y ortopantomografía respectivamente, utilizando papel acetato para cefalometría, lápiz portaminas de 0.5 mm y bicolor.

Análisis carpal

En el análisis de la radiografía carpal se evaluaron los criterios de maduración de Björk,¹ Grave y Brown.² Se utilizó la siguiente nomenclatura para los huesos de la mano, que describe 9 estadios:

Huesos de la mano. (Figura 4)

1. Epífisis de la falange distal del pulgar (DP1).
2. Epífisis de la falange proximal del pulgar (PP1).
3. Hueso sesamoideo en la articulación metacarpofalángica del pulgar (S).
4. Epífisis de la falange distal del dedo índice (DP2).
5. Epífisis de la segunda falange del dedo índice (MP2).
6. Epífisis de la falange proximal del dedo índice (PP2).
7. Epífisis de la falange distal del dedo medio (DP3).
8. Epífisis de la segunda falange del dedo medio (MP3).
9. Epífisis de la falange proximal del dedo medio (PP3).
10. Epífisis de la falange distal del dedo anular (DP4).
11. Epífisis de la segunda falange del dedo anular (MP4).
12. Epífisis de la falange proximal del dedo anular (PP4).
13. Epífisis de la falange distal del dedo meñique (DP5).
14. Epífisis de la segunda falange del dedo meñique (MP5).
15. Epífisis de la falange proximal del dedo meñique (PP5).
16. Epífisis del primer hueso metacarpiano.
17. Epífisis del segundo hueso meta-carpiano.
18. Epífisis del tercer hueso metacarpiano.
19. Epífisis del cuarto hueso metacarpiano.
20. Epífisis del quinto hueso metacarpiano.
21. Trapecio.
22. Trapezoide.
23. Hueso grande.
24. Ganchoso.

- 25. Apófisis uniforme del ganchoso (H).
- 26. Piramidal.
- 27. Pisiforme (Pisi).
- 28. Semilunar.
- 29. Escafoides.
- 30. Epífisis distal del Radio (R).
- 31. Epífisis distal del cúbito.

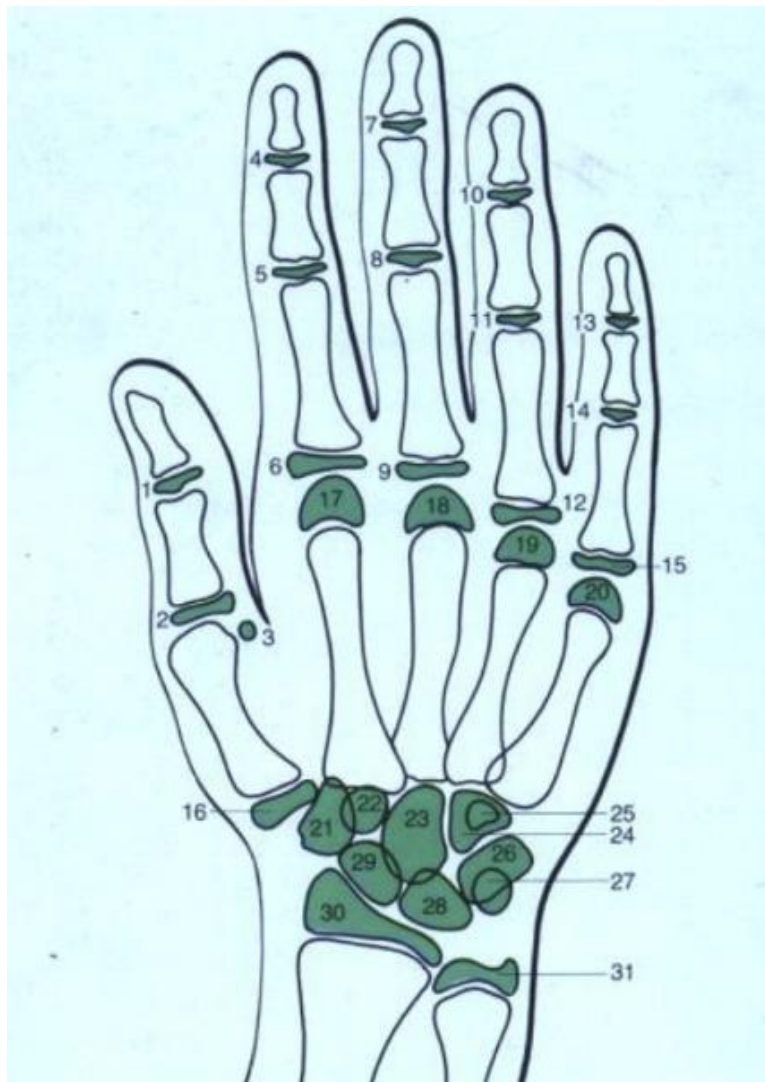


Figura 4. Huesos de la mano utilizados por Björk, Grave y Brown. Fuente: Rakosi T, Jonas I. Atlas de Ortopedia maxilar: Diagnóstico Barcelona: Masson-Salvat Odontología; 1992.

Estadios de maduración carpal

Primer estadio de maduración. La epífisis de la falange proximal del dedo índice (PP2), muestra la misma anchura que la diáfisis (=). Este estadio comienza aproximadamente 3 años antes del brote de crecimiento puberal. (Figura 5)

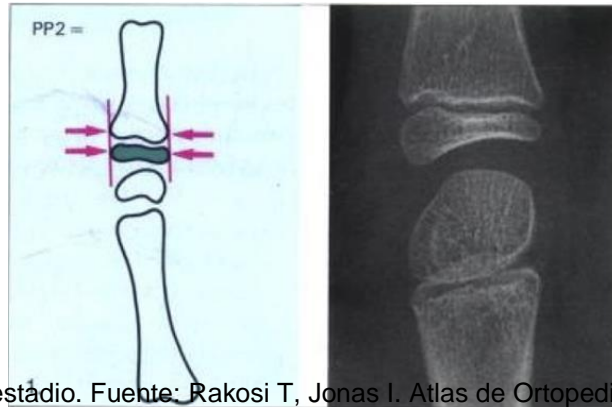


Figura 5. Primer estadio. Fuente: Rakosi T, Jonas I. Atlas de Ortopedia maxilar: Diagnóstico Barcelona: Masson-Salvat Odontología; 1992.

Segundo estadio de maduración. La epífisis de la segunda falange del dedo medio (MP3) muestra la misma anchura que la diáfisis (=). (Figura 6)

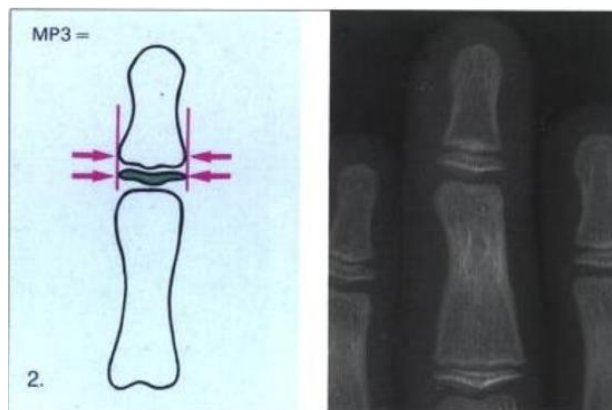


Figura 6. Segundo estadio. Fuente: Rakosi T, Jonas I. Atlas de Ortopedia maxilar: Diagnóstico Barcelona: Masson-Salvat Odontología; 1992.

Tercer estadio de maduración: estadios Pisi, H1 y R. Pisi: osificación visible del hueso pisiforme. H1: Osificación de la apófisis unciforme del hueso ganchoso. (R): anchura equivalente de la epífisis y diáfisis del radio. (Figura 7)

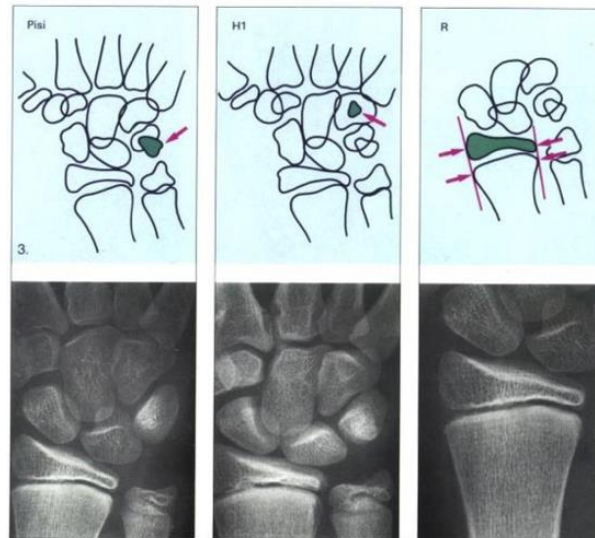


Figura 7. Tercer estadio. Fuente: Rakosi T, Jonas I. Atlas de Ortopedia maxilar: Diagnóstico Barcelona: Masson-Salvat Odontología; 1992.

Cuarto estadio de maduración: estadio S y H2. S: inicio de la mineralización del hueso sesamoideo cubital de la articulación metacarpofalángica del pulgar. H2: osificación avanzada de la apófisis unciforme del hueso ganchoso. Este estadio se alcanza poco antes o al inicio del brote de crecimiento puberal. (Figura 8)



Figura 8. Cuarto estadio. Fuente: Rakosi T, Jonas I. Atlas de Ortopedia maxilar: Diagnóstico Barcelona: Masson-Salvat Odontología; 1992.

Quinto estadio de maduración: MP3_{cap}, PP1_{cap} y R_{cap}. La diáfisis rodea en forma de capuchón la epífisis durante esta fase. El estadio MP3_{cap} indica que el proceso se desarrolla en la segunda falange del dedo medio. PP1_{cap} en la falange proximal del pulgar y R_{cap} en el radio. Este estadio de osificación coincide con el brote máximo de crecimiento puberal. (Figura 9)

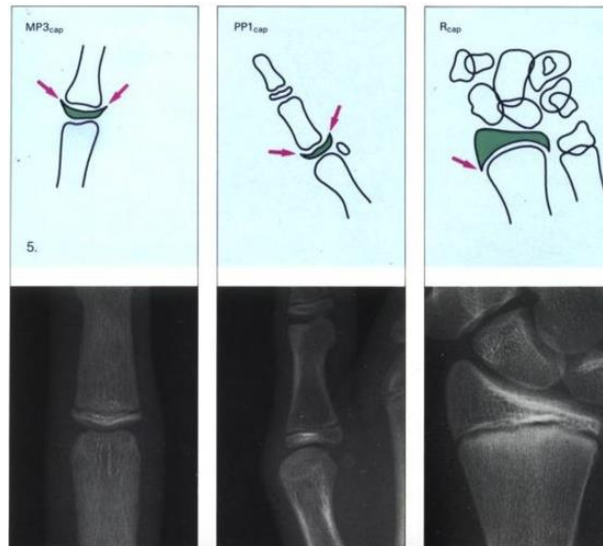


Figura 9. Quinto estadio. Fuente: Rakosi T, Jonas I. Atlas de Ortopedia maxilar: Diagnóstico Barcelona: Masson-Salvat Odontología; 1992.

Sexto estadio de maduración: estadio DP3_u. DP3_u: Fusión visible de la epífisis y diáfisis de la falange distal del dedo medio. Al alcanzarse este estadio evolutivo, termina el brote de crecimiento puberal. (Figura 10)

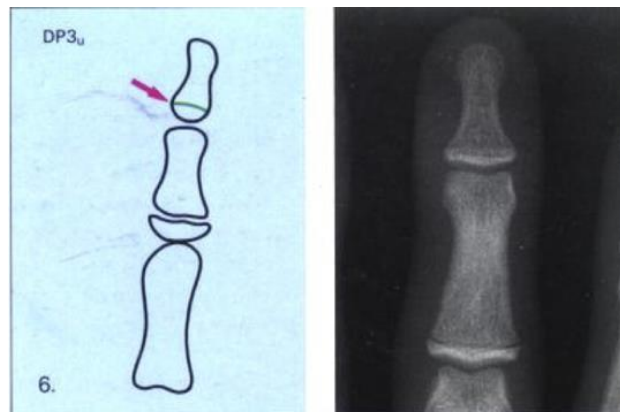


Figura 10. Sexto estadio. Fuente: Rakosi T, Jonas I. Atlas de Ortopedia maxilar: Diagnóstico Barcelona: Masson-Salvat Odontología; 1992.

Séptimo estadio de maduración: estadio PP3_u. PP3_u: Fusión visible de la epífisis y diáfisis de la falange proximal del dedo medio. (Figura 11)

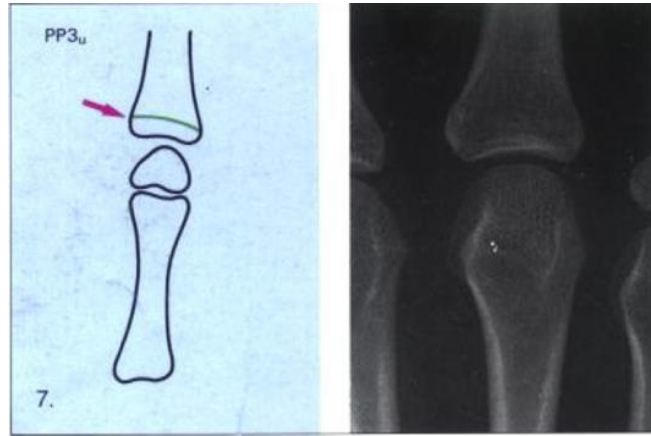


Figura 11. Séptimo estadio. Fuente: Rakosi T, Jonas I. Atlas de Ortopedia maxilar: Diagnóstico Barcelona: Masson-Salvat Odontología; 1992.

Octavo estadio de maduración: estadio MP3_u. MP3_u: Fusión visible de la epífisis y diáfisis de la segunda falange del dedo medio. (Figura 12)

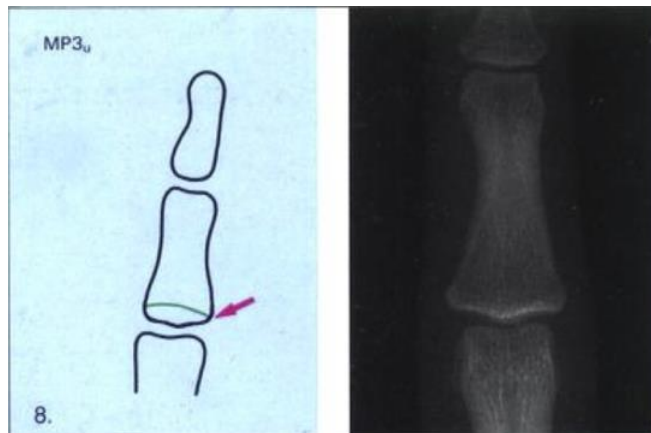


Figura 12. Octavo estadio. Fuente: Rakosi T, Jonas I. Atlas de Ortopedia maxilar: Diagnóstico Barcelona: Masson-Salvat Odontología; 1992.

Noveno estadio de maduración: estadio R_u. Osificación completa de la epífisis y diáfisis del radio. Al llegar a este estadio, termina la osificación de todos los huesos de la mano y al mismo tiempo el crecimiento óseo. (Figura 13)

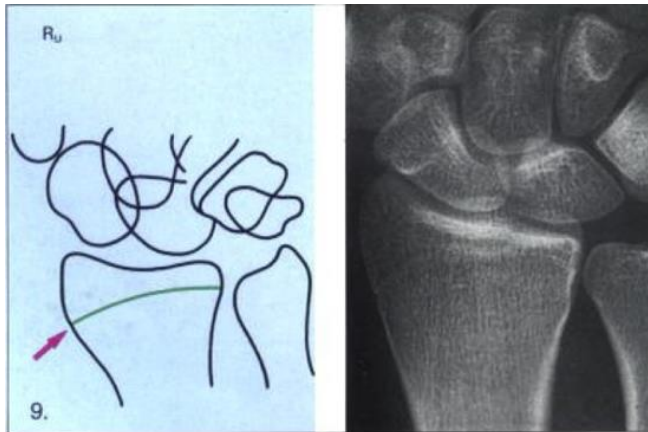


Figura 13. Noveno estadio. Fuente: Séptimo estadio. Fuente: Rakosi T, Jonas I. Atlas de Ortopedia maxilar: Diagnóstico Barcelona: Masson-Salvat Odontología; 1992.

Análisis de Vértebras Cervicales

En el análisis de la radiografía lateral de cráneo se evaluaron las vértebras cervicales C2, C3 y C4 mediante los criterios de Hassel y Farman.²⁵ Las observaciones se analizaron cuidadosamente y registraron en los formatos de recolección diseñados para este fin.

Los indicadores de maduración de vértebras cervicales de Hassel y Farman (Figura 14) utilizan la siguiente nomenclatura CVMS (Cervical Vertebrae Maturation Study), que describen 6 etapas de maduración:

CVMS I (Iniciación):

- Todos los bordes inferiores de los cuerpos vertebrales de C2, C3 y C4 son planos (el 7% puede mostrar una pequeña concavidad en C2).
- C3 y C4 tienen forma trapezoidal (el borde superior del cuerpo vertebral es inclinado de posterior hacia anterior).
- Momento idóneo para expansión rápida maxilar.
- Falta más de un año para el pico de crecimiento mandibular. En esta fase falta por completarse el crecimiento en un 85 a 100 %

CVMS II (Aceleración):

- El Borde inferior de C2 y C3 comienza a desarrollarse una concavidad (80% de los sujetos).
- C3 y C4 va desapareciendo la forma trapezoidal y se observan casi de forma rectangular.
- El Borde inferior de C4 es plano.
- Pico de crecimiento mandibular será dentro de un año. En esta fase falta por completarse el crecimiento en un 65 a 85%.

CVMS III (Transición):

- En C2 y C3 muestran notables concavidades en el borde inferior.
- C4 aún esta plana o comienza la formación de una concavidad.
- Los cuerpos de C3 y C4 son de forma rectangular.
- Esta etapa se corresponde con una gran aceleración de crecimiento, acercándose rápidamente al momento ideal para tratamiento de Ortopedia Funcional.
- En esta fase falta por completarse el crecimiento en la adolescencia de un 25 a 65%.

CVMS IV (Desaceleración):

- Todos los bordes inferiores de C2, C3 y C4 son cóncavos bien definidos.
- Los cuerpos de C3 y C4 comienzan a observarse de forma cuadrada.
- Ya pasó el pico de crecimiento (la desaceleración del crecimiento en la adolescencia). En esta fase falta por completarse el crecimiento en un 10 a 25%.

CVMS V (Maduración):

- En C2, C3 y C4 sus bordes inferiores son bastante cóncavos (concavidades acentuadas).
- En C3 y C4, son de forma cuadrada, se van poniendo rectangulares de forma vertical.

- El crecimiento ya terminó. El crecimiento mandibular terminó hace un año aproximadamente. En esta fase falta por completarse el crecimiento en un 5 a 10%.

CVMS VI (Finalización):

- Se aprecia la delimitación de la cortical bien definida.
- Se observan en las vértebras C2 C3 y C4 concavidades profundas en los bordes inferiores bien definidos y los cuerpos de C3 y C4 rectangulares con una dimensión vertical mayor que la horizontal (anchura).
- En esta fase ya se ha completado el crecimiento. Paciente adulto.

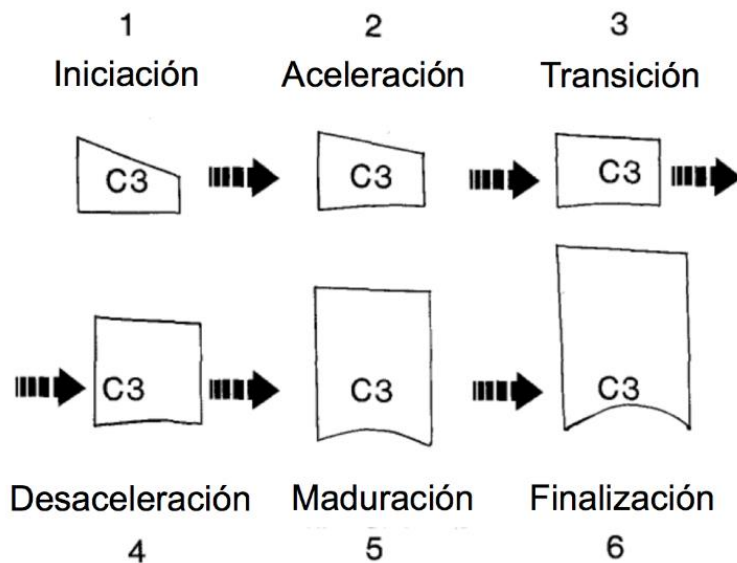


Figura 14. Método CVMS de Hassel y Farman usando C3. Fuente: Hassel, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1995;107(6):58-66

Análisis de maduración dental

Los indicadores de maduración dental del segundo molar izquierdo se trazaron en la ortopantomografía con papel acetato para cefalometría, mediante los criterios del índice de Demirjian¹¹ utilizando 9 etapas de maduración dental de A a H:

- **Etapa A.** La calcificación individual de los puntos oclusales, sin fusión entre las diferentes calcificaciones.

- **Etapa B.** Fusión de puntos de mineralización; el contorno de la superficie oclusal es reconocible.
- **Etapa C.** La formación del esmalte se ha completado en la superficie oclusal, y la formación de dentina ha comenzado. La cámara pulpar es curva, y no existen cuernos pulpares.
- **Etapa D.** La formación de la corona se ha completado a nivel de la unión cemento. La formación de raíces ha comenzado. Los cuernos pulpares están comenzando a diferenciarse, pero las paredes de la cámara pulpar permanecen curvados.
- **Etapa E.** La longitud de la raíz sigue siendo más corta que la altura de la corona. Las paredes de la cámara pulpar son rectos, y los cuernos pulpares se han diferenciado más que en la etapa anterior. En los molares, la bifurcación radicular ha comenzado a calcificarse.
- **Etapa F.** Las paredes de la cámara de la pulpa ahora forman un triángulo isósceles, y la longitud de la raíz es igual o mayor que la altura de la corona. En los molares, la bifurcación se ha desarrollado lo suficiente como para dar a las raíces una forma distinta.
- **Etapa G.** Las paredes del conducto radicular ahora son paralelas, pero el extremo apical está parcialmente abierto.
- **Etapa H.** El ápice de la raíz está completamente cerrado (raíz distal de molares). La membrana periodontal que rodea la raíz y el ápice es uniforme en anchura en todo. (Figura 15)

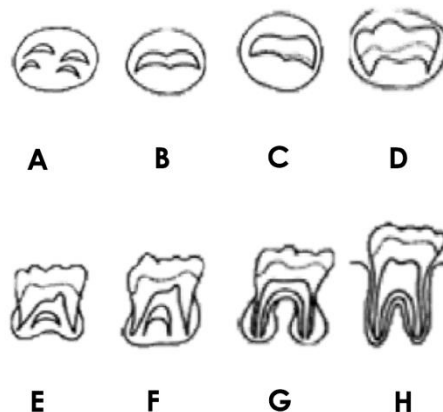


Figura 15. Maduración dental de Demirjian A-H. Fuente: Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental assessment. Hum Biol 1973;45(2):211-27.

6.7 Normatividad Ética Vigente Nacional e Internacional.

Declaración de Helsinki. Art. 24. Deben tomarse toda clase de precauciones para resguardar la intimidad y la confidencialidad de su información de la persona que participa en la investigación.

Norma Oficial Mexicana NOM-168-SSA1-1998, del Expediente Clínico. Art. 5.6.

La información contenida en el expediente clínico será manejada con discreción y confidencialidad, atendiendo a los principios científicos y éticos que orientan la práctica médica y sólo podrá ser dada a conocer a terceros mediante orden de la autoridad competente.

Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación Científica.

Art. 17. Investigación sin riesgo: Estudios en los que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y sin ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

6.8 Análisis Estadístico

Las mediciones evaluadas en cada radiografía fueron depositadas en una hoja de recolección de datos elaborada específicamente para este fin, ordenada por una tabla matriz según su grupo de edad, sexo, análisis de Hassel y Farman, análisis de Björk, Grave y Brown y análisis de Demirjian.

Se realizaron 3 correlaciones de Spearman entre los grupos I, II y III de la UADY y 3 más entre los grupos IV, V, VI de la UAEM. Las primeras correlaciones fueron entre los dos análisis de maduración esquelética, que corresponden al análisis carpal y de vértebras cervicales. Las siguientes fueron entre el análisis esquelético y dental; análisis carpal e índice de Demirjian. Por último, las correlaciones entre el análisis de vértebras cervicales e índice de Demirjian.

Para obtener los resultados se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 23 para Windows 10, estableciendo una significancia estadística de $p \leq 0.05$.

7. Resultados

A. Acuse de envío para su publicación

28/8/2017

The Angle Orthodontist



IMPORTANT: To ensure proper functionality of this site, both JavaScript and **Cookies** MUST be enabled. [Click here to find out why.](#)

[CLICK HERE FOR LINKS TO UPGRADE OR INSTALL ACROBAT READER AND YOUR BROWSER.](#)

[Home](#)

Detailed Status Information

Manuscript #	082817-581
Current Revision #	0
Submission Date	2017-08-28 15:41:22
Current Stage	Initial QC Started
Title	Relationship between skeletal and dental maturation: Indicators for patients from 9- to 18-years-old
Running Title	Relationship skeletal and dental maturation
Manuscript Type	Original Article
Special Section	N/A
Corresponding Author	Edith Lara-Carrillo (Universidad Autónoma del Estado de México)
Contributing Authors	Carlos Cortés-Anzures , Saraí López-González , Gabriel Colomé-Ruiz , Carlo Medina-Solis , Víctor Toral-Rizo
Financial Disclosure	I have no relevant financial interests in this manuscript.
Abstract	Objective: The aim of this study was to determine the relationship between skeletal maturation indicators and the stages of mandibular second molar calcification in patients ranging from 9 to 18 years old. Materials and Methods: A cross-sectional study was performed with a sample of 72 patient records. Patients were between nine and 18 years old from the Orthodontics Departments in Autonomous University of Yucatan and the Autonomous University of the State of Mexico. The sample was divided into six groups with 36 radiographs for each group. Groups I and IV were analyzed with the Björk, Grave, and Brown's systems, groups II and V with the Hassel and Farman methods, and groups III and VI with the Demirjian Index. The degree of intra-observer agreement between all methods of predicting skeletal maturation was measured using the weighted kappa statistic. The Spearman correlation between the hand-wrist analysis, cervical vertebrae maturation, and the stages of mandibular second molar were evaluated. Results: The kappa coefficient was 0.919 for hand wrist analysis and 0.839 and 0.915 for cervical vertebrae maturation and dental age, respectively. Spearman's (r) correlation values were between GI and GII r = 0.900, GI and GIII r = 0.823, GII and GIII r = 0.826, GIV and GV r = 0.893, GIV and GVI r = 0.862, GV and GVI r = 0.843 with p-values <0.05. Conclusions: Cervical vertebrae maturation and dental age can be effective for replacing hand-wrist analysis (gold standard) in determining skeletal maturation.
Assistant Editor	Not Assigned
Key Words	Skeletal maturation, Dental age, Hand-wrist maturation, Cervical vertebrae maturation
Conflict of Interest	I have no conflict of interest that I should disclose.

B. Artículo completo enviado

Relationship between skeletal and dental maturation: Indicators for patients from 9- to 18-years-old

Carlos Francisco Cortés-Anzures^a, Edith Lara-Carrillo^b, Saraí López-González^c, Gabriel Eduardo Colomé-Ruíz^d, Carlo Eduardo Medina-Solís^e, Víctor Hugo Toral-Rizo^c.

^a Postgraduate student, Master of Science in Dentistry, School of Dentistry, Autonomous University of the State of Mexico, Toluca, Mexico.

^b Professor and Department Chair, Master of Science in Dentistry, School of Dentistry, Autonomous University of the State of Mexico, Toluca, Mexico.

^c Research Professor, School of Dentistry, Autonomous University of the State of Mexico, Toluca, Mexico.

^d Professor and Department Chair, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Autonomous University of Yucatan, Merida, Mexico.

^e Research Professor, School of Dentistry, Autonomous University of the State of Hidalgo, Pachuca, Mexico.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to determine the relationship between skeletal maturation indicators and the stages of mandibular second molar calcification in patients ranging from 9 to 18 years old.

Materials and Methods: A cross-sectional study was performed with a sample of 72 patient records. Patients were between nine and 18 years old from the Orthodontics Departments in Autonomous University of Yucatan and the Autonomous University of the State of Mexico. The sample was divided into six groups with 36 radiographs for each group. Groups I and IV were analyzed with the Björk, Grave, and Brown's systems, groups II and V with the Hassel and Farman methods, and groups III and VI with the Demirjian Index. The degree of intra-observer agreement between all methods of predicting skeletal maturation was measured using the weighted kappa statistic. The Spearman correlation between the hand-wrist analysis, cervical vertebrae maturation, and the stages of mandibular second molar were evaluated.

Results: The kappa coefficient was 0.919 for hand wrist analysis and 0.839 and 0.915 for cervical vertebrae maturation and dental age, respectively. Spearman's (r) correlation values were between GI and GII $r = 0.900$, GI and GIII $r = 0.823$, GII and GIII $r = 0.826$, GIV and GV $r = 0.893$, GIV and GVI $r = 0.862$, GV and GVI $r = 0.843$ with p -values < 0.05 .

Conclusions: Cervical vertebrae maturation and dental age can be effective for replacing hand-wrist analysis (gold standard) in determining skeletal maturation.

Keywords: Skeletal maturation, Dental age, Hand-wrist maturation, Cervical vertebrae maturation.

INTRODUCTION

The best assessment to determine a patient's bone maturity is a hand-wrist radiograph, due to the reliability of the different analyses created. Björk,¹ Grave and Brown,² Greulich and Pyle,³ and Fishman⁴ described various skeletal maturation indicators (SMIs) through the hand-wrist bones' ossification.

However, for the orthodontic diagnosis, the hand-wrist analysis involves an additional radiograph, which leads to increased radiation and cost for the patient.⁵ On the other hand, O'Reilly,⁶ Baccetti et al.,⁷ and Hassel and Farman⁸ investigated the lateral cephalometric radiography to establish alternatives for determining the degree of a patient's skeletal maturation, especially the morphological characteristics of the second, third, and fourth cervical vertebra.

Other radiographic techniques to evaluate skeletal and dental maturity can be seen in an orthopantomography. Gleiser and Hunt,⁹ Nolla,¹⁰ and Demirjian et al.¹¹ determined different stages of dental maturation, accounting for the mandibular canine, mandibular third molar, and mandibular second molar.

Naik et al.¹² correlated chronological age with dental age using the mandibular right third molar [Demirjian Index (or DI)]. They concluded that Demirjian's method was reliable for age estimation in a group of 7 to 24-year-olds.

Estimating biological age shows variation between patients, so we must consider this during interpretation and application of orthopedic treatment.¹³ Tomography is also used to determine bone maturation, but conventional radiography is an accessible diagnostic tool (auxiliary, low-cost, and easy to analyze).¹⁴

Gandini et al.¹⁵ and Pichai et al.¹⁶ compared skeletal maturation between the hand-wrist analysis and cervical vertebrae maturation. They concluded that the cervical method is as reliable as the hand-wrist radiograph to assess skeletal maturation, with the advantage of reducing radiation exposure of young subjects, as it requires less analysis time. Additionally, Trakiniene et al.¹⁷ evaluated the calcification stages of the maxillary canine, the mandibular second molar, and the mandibular third molar to assess the growth phase. They used the method of Gleiser and Hunt, as well as the cervical vertebrae maturation scale, with results demonstrating that dental calcification stages could be indicators of skeletal maturation.

The aim of this study was to determine the relationship between skeletal maturation with the stages of mandibular second molar calcification for 9 to 18-year-old patients.

MATERIAL AND METHODS

A descriptive, cross-sectional study was performed on a sample of 72 patient records (38 women and 34 men), with a range of 9 to 18 years from the Orthodontics Clinic, School of Dentistry, Autonomous University of Yucatan (UADY), and the Autonomous University of the State of Mexico (UAEM). This study was conducted in accordance with the ethical standards of the Helsinki Declaration, the Mexican Official Norm (NOM-168-SSA1-1998) regarding the clinical record. The protocol was reviewed and approved by the Ethics Committee of the School of Dentistry (UAEM).

The inclusion criteria were as follows:

- Patient records diagnosed with Class I, II, or III skeletal malocclusion.
- Interval time between the three radiographs to not exceed three months.
- Patient records without information about a congenital malformation or disease that involved alteration in their growth and development.
- Patient records without orthodontic treatment, previous maxillary orthopedics, or premature dental loss.
- Patient records without previous surgery in the hand, head, and neck.

According to the final sample, six groups were formed. Groups I and IV included the hand-wrist radiography evaluation, using the method of Björk and Grave and Brown; Groups II and V included lateral cephalometric radiographs evaluated by the cervical vertebrae maturation (CVM) method of Hassel and Farman, while Groups III and VI used orthopantomography analyzed by the DI, with the indicator being the mandibular right second molar (Figure 1). We conducted all assessments in a dark room with a radiographic illuminator to ensure contrast enhancement of the hand-wrist, cervical vertebrae, and tooth images.

Hand-wrist maturation measurements used in Björk, and Grave, and Brown

Stage 1. (PP2=) Epiphysis of the proximal phalanx of the index finger, being as wide as the diaphysis.

Stage 2. (MP3=) Epiphysis of the middle phalanx of the middle finger being as wide as the diaphysis.

Stage 3. (S) Visible ossification of the adductor sesamoid bone of the thumb.

Stage 4. (MP3cap) Diaphysis of the middle phalanx of the middle finger covered by a cap-shaped epiphysis.

Stage 5. (DP3u) Visible union of the epiphysis and diaphysis at the distal phalanx of the middle finger.

Stage 6. (MP3u) Visible union of the epiphysis and diaphysis at the middle phalanx of the middle finger.

Stage 7. (Riu) Initial union of the epiphysis and diaphysis of the radius.

Stage 8. (Rau) Almost complete union of the epiphysis and diaphysis of the radius.

Stage 9. (Rcu) Complete union of the epiphysis and diaphysis of the radius.

Hassel and Farman's cervical vertebrae maturation indicators

Stage 1 (Initiation) Significant amount of adolescent growth expected (80% to 100%). C2, C3, and C4 inferior vertebral body borders are flat. Vertebrae are wedge-shaped. Superior vertebral borders are tapered posteriorly to anteriorly.

Stage 2 (Acceleration) Significant amount of adolescent growth expected (65% to 85%). Concavities are developing in the inferior borders of C2 and C3. The inferior border of C4 is flat. The bodies of C3 and C4 are nearly rectangular.

Stage 3 (Transition) Moderate adolescent growth expected (25% to 65%). We see distinct concavities in the inferior borders of C2 and C3. A concavity is beginning to develop in the inferior border of C4. The bodies of C3 and C4 are rectangular.

Stage 4 (Deceleration) Deceleration of the adolescent growth spurt. A small amount of adolescent growth expected (10% to 25%). Distinct concavities in the inferior borders of C2, C3, and C4, while C3 and C4 are nearly square in shape.

Stage 5 (Maturation) Final maturation of the vertebrae takes place in this stage. An insignificant amount of adolescent growth is expected (5% to 10%). Accentuated concavities of inferior vertebral body borders C2, C3, and C4. We note that C3 and C4 are square in shape.

Stage 6 (Completion) Adolescent growth is completed (little or no growth expected). Deep concavities are seen in the inferior border of C2, C3, and C4. Moreover, C3 and C4 heights are greater than their widths.

Demirjian et al. on Dental Calcification Stages

Stage A. Calcification of single occlusal points without fusion.

Stage B. Fusion of mineralization points, with contour of occlusal surface definable.

Stage C. Enamel formation has been completed at the occlusal surface, and dentin formation has started. The pulp chamber is curved, and no pulp antlers are visible.

Stage D. Crown formation has been completed to the level of the cement-enamel junction. Root formation has started. The pulp antlers are beginning to differentiate, but the walls of the pulp chamber remain curved.

Stage E. The root length remains shorter than the crown height. The walls of the pulp chamber are straight, and the pulp antlers have become more differentiated than in the previous stage. In molars, radicular bifurcation has started to calcify.

Stage F. The walls of the pulp chamber now form an isosceles triangle, and the root length is equal to or greater than the crown height. In molars, the bifurcation has developed sufficiently to give the roots a distinct form.

Stage G. The walls of the root canal are parallel, but the apical foramen is still open.

Stage H. The root apex is completely closed (distal root in molars). The periodontal membrane surrounding the root and apex is uniform in width throughout.

Spearman correlations were made between groups I, II, and III of UADY and between groups IV, V, and VI of UAEM. The first correlations were between the analysis of skeletal maturation, while hand-wrist analysis was seen with cervical vertebrae maturation. The following correlations were between skeletal and dental analysis; hand-wrist maturation and DI, and the latest correlations were between cervical vertebrae maturation and DI (Figure 2).

To determine intraobserver reliability, 15 record files were randomly selected and assessed by two orthodontists, two weeks after the initial measurements of the three methods; hand-wrist analysis, cervical vertebrae maturation and the calcification

stages of mandibular second molar, were analyzed by the Cohen's kappa index. The Kappa coefficient was 0.919 for hand wrist analysis, 0.839 for cervical vertebrae maturation, and 0.915 for dental maturation. These values indicated a high concordance intraoperator in all analyses.

Statistical analysis

Spearman's correlation coefficient was used to evaluate the relationship between dental maturation and skeletal maturation (hand-wrist and cervical vertebrae). All statistical analyses were performed with the Statistical Package for Social Sciences, Windows Version 23 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

RESULTS

The study was performed on 216 radiographs and divided into six groups of 36 radiographs each. The results of Spearman correlations between the groups of UADY and UAEM are shown in Tables 1 and 2. The values revealed a statistical significant difference between three methods with $p > 0.05$.

DISCUSSION

The findings of this study indicated strong agreement between skeletal and dental maturation analyses in groups of both universities. Furthermore, the results obtained

were very similar despite the UAEM being located in the central region of Mexico, while the UADY in southeast area of the country.

The most commonly used method for assessing an individual's skeletal age is the hand-wrist analysis (gold standard) because of its reliability. However, Danaei et al.¹⁸ mentioned that cervical vertebrae maturation can be a valuable substitute for hand-wrist radiograph in patients with short stature. Ball et al.¹⁹ found that cervical vertebrae maturation could be used in conjunction with other biological maturity methods in orthodontic treatment and orthognathic surgery.

Beit et al.²⁰ calculated skeletal age based on cervical vertebrae morphology, and concluded that the cervical vertebrae maturation (CVM) does not contain enough information for accurate age estimation. They mentioned that correlation analyses and regression models are insufficient to demonstrate cervical vertebrae morphology or substitute for other established assessments.

Similar findings were seen in a previous study, in which Flores-Mir et al.²¹ assessed the correlation between the Fishman maturation method and cervical vertebral maturation (CVM); this was to determine the stage of skeletal maturation of 79 subjects (52 women and 27 men). They obtained similar results in the Spearman coefficient. All values were statistically significant, so the CVM method is a valid substitute for the hand-wrist analysis.

In a similar study done by Martins et al.,²² they compared the skeletal maturation of the cervical vertebrae and the hand-wrist region. The Hassel and Farman method was used for cervical vertebrae and the Singer study for carpal analysis, with a sample of 60 patients (30 women and 30 men) who were between 7 and 14 years of age. Correlation value was moderately high in this study. The Singer method showed a significant correlation with hand-wrist analysis, which found similar results with the Hassel and Farman method used in this study.

On the other hand, Kumar et al.²³ investigated the relationships between the stages of mandibular second molar calcification and skeletal maturity. They found a very significant association between the DI and cervical vertebrae maturation (CVM). Hence, the stages of the second molar DI of the mandible showed to be reliable indicators of skeletal maturity, as in this study.

Motghare et al.²⁴ indicated that correlations between hand-wrist analysis and second molar stages showed a high correlation for female and male subjects, respectively. The strong correlations between dental and skeletal maturation demonstrate that orthopantomography could be a useful tool to determine a patient's bone age.

Lopes et al.²⁵ found high correlations between dental mineralization stages and skeletal maturation. They concluded that second molars are the best predictors for both genders. As in this study, we selected the Demirjian method, because it is one of the simplest, practical, and most widely-used for predicting dental development.

Uysal et al.²⁶ reported that Spearman's correlation between the cervical vertebrae maturation of Hassel and Farman and hand-wrist indicators of Björk and Grave and Brown had a strong correlation. As such, this study supports that cervical vertebrae maturation can be used to assess the skeletal maturation of a patient.

In other studies, Leurs et al.²⁷ and Sukhia et al.²⁸ compared the relationship between dental maturity and chronological age, which was not statistically significant; this is because the Demirjian method was formulated with French-Canadian standards. New tables have been generated from this method for each population studied.

The limitations of this study include a small sample compared to other studies. It is necessary to create new tables with the stages of skeletal and dental maturation for the Mexican population.²⁸

CONCLUSIONS

- According to this investigation, the analyses of cervical vertebrae and dental maturation are reliable for determining the degree of skeletal maturation.
- These analyses offer a valid alternative to the orthodontist, along with the advantage of consuming less time in assessment.
- They reduce exposure to radiation in subjects still growing.

Further studies are needed with larger samples to generate new scoring measures.

REFERENCES

1. Björk A. Timing of interceptive orthodontic measures based on the stages of maturation. *Trans Eur Orthod Soc.* 1972;48:61-74.
2. Grave KC, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod.* 1976;69(6):611-619.
3. Greulich W, Pyle S. *Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist.* 2nd ed. Stanford: Oxford University Press; 1959.
4. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod.* 1982;52(2):88-112.

5. Patcas R, Signorelli L, Peltomäki T, Schätzle M. Is the use of the cervical vertebrae maturation method justified to determine skeletal age? A comparison of radiation dose of two strategies for skeletal age estimation. *Eur J Orthod.* 2013;35(5):604-609.
6. O'Reilly T, Yanniello GJ. Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae - a longitudinal cephalometric study. *Angle Orthod.* 1988;58(2):179-184.
7. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. The Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Optimal Treatment Timing in Dentofacial Orthopedics. *Semin Orthod.* 2005;11(3):119-129.
8. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;107(6):58-66.
9. Gleiser I, Hunt E. The permanent mandibular first molar. Its calcification, eruption and decay. *Am. J. Phys. Anthropol.* 1955;13(2):253-283.
10. Nolla CA. The development of the permanent teeth. *J Clin Child.* 1960;27:254-266.
11. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental assessment. *Human Biology.* 1973;45(2):211-227.
12. Naik SB, Patil SN, Kamble SD, Mowade T, Motghare P. Reliability of third molar development for age estimation by radiographic examination (Demirjian's method). *J Clin Diagn Res.* 2014;8(5):ZC25-28.
13. Boaz K, Nagesh K, Srikant N, Gupta N, Nandita K, Manaktala N, et al. Demirjian's method in the estimation of age: A study on human third molars. *J Forensic Dent Sci.* 2015;7(2):153-157.
14. Byun BR, Kim YI, Yamaguchi T, Maki K, Son WS. Quantitative assessment of cervical vertebral maturation using cone beam computed tomography in Korean girls. *Comput Math Method M.* 2015;2015:1-9.
15. 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):984-989.
16. Pichai S, Rajesh M, Reddy N, Adusumilli G, Reddy J. A comparison of hand wrist bone analysis with two different cervical vertebral analysis in measuring skeletal maturation. *J Int Oral Health.* 2014;6(5):36-41.
17. Trakinienė G, Smailienė D, Kučiauskienė A. Evaluation of skeletal maturity using maxillary canine, mandibular second and third molar calcification stages. *Eur J Orthod.* 2016;38(4):398-403.
18. Danaei SM, Karamifar A, Sardarian A, Shahidi S, Karamifar H, Alipour A, et al. Measuring agreement between cervical vertebrae and hand-wrist maturation in determining skeletal age: Reassessing the theory in patients with short stature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;146(3):294–298.
19. Ball G, Woodside D, Tompson B, Hunter WS, Posluns J. Relationship between cervical vertebral maturation and mandibular growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139(5):455-461.

20. Beit P, Peltomäki T, Schätzle M, Signorelli L, Patcas R. Evaluating the agreement of skeletal age assessment based on hand-wrist and cervical vertebrae radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144(6):838-847.
21. 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. *Angle Orthod.* 2006;76(1):1-5.
22. Martins M, Cesar P, Oliveira BD, Teresa M, Goldner DA, Augusto J, et al. Skeletal maturation of cervical vertebrae and hand-wrist region. *Braz Dent Sci.* 2011;14:4-8.
23. Kumar S, Singla A, Sharma R, Viridi MS, Anupam A, Mittal B. Skeletal maturation evaluation using mandibular second molar calcification stages. *Angle Orthod.* 2012;82(3):501-506.
24. Motghare P, Bedia A, Degwekar S, Indurkar A, Bedia S. Correlation of calcification of permanent mandibular canine, mandibular premolars, and permanent mandibular first and second molars with skeletal maturity in Indian population. *J Forensic Dent Sci.* 2016;8(2):67-73.
25. Lopes LJ, De Oliveira Gamba T, Visconti MAPG, Ambrosano GMB, Haiter-Neto F, Freitas DQ. Utility of panoramic radiography for identification of the pubertal growth period. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;149(4):509-515.
26. Uysal T, Ramoglu SI, Basciftci FA, Sari Z. Chronologic age and skeletal maturation of the cervical vertebrae and hand-wrist: Is there a relationship? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(5):622–628.
27. Leurs I, Aartman I, Eddy E, Prahl-Andersen B. Dental age in Dutch children. *Eur J Orthod.* 2005;27(3):309-314.
28. Sukhia R, Fida M, Azam S. Dental age table for a sample of Pakistani children. *Eur J Orthod.* 2012;34(1):77-82.

Figures and tables

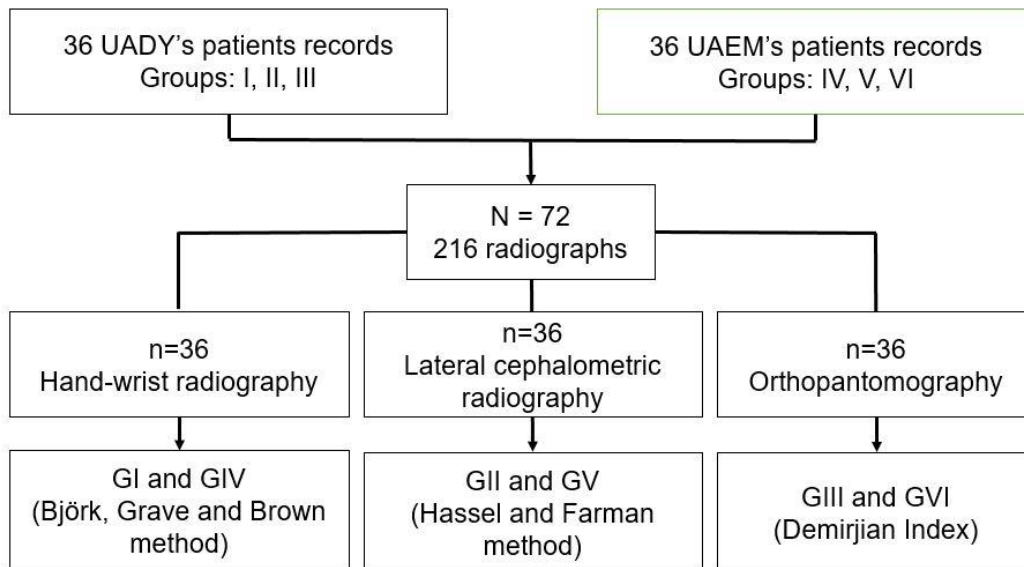


Figure 1. Distribution of the Autonomous University of Yucatan (UADY) and Autonomous University of the State of Mexico (UAEM) groups.

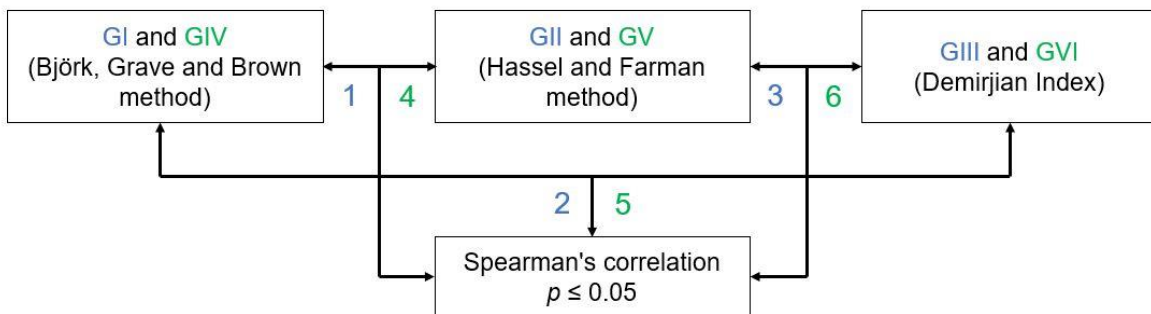


Figure 2. Six Spearman correlations between groups I, II, and III of UADY and between groups IV, V, and VI of UAEM.

Table 1. Spearman's correlation coefficient between groups of UADY

UADY	n	Spearman Rho	<i>p</i>
GI Hand wrist vs GII Cervical vertebrae	36	0.900	0.000*
GI Hand wrist vs GIII Dental	36	0.823	0.000*
GII Cervical Vertebrae vs GIII Dental	36	0.826	0.000*

*Correlations are significant at $p < 0.05$ (2-tailed).

Table 2. Spearman's correlation coefficient between groups of UAEM

UAEM	n	Spearman Rho	<i>p</i>
GIV Hand wrist vs GV Cervical vertebrae	36	0.893	0.000*
GIV Hand wrist vs GVI Dental	36	0.862	0.000*
GV Cervical Vertebrae vs GVI Dental	36	0.843	0.000*

*Correlations are significant at $p < 0.05$ (2-tailed).

C. Resultados adicionales

Las mediciones evaluadas en cada radiografía fueron ordenadas por grupo de edad, sexo y tipo de análisis las cuales pueden ser observadas en los anexos 1 y 2. La muestra final recolectada de acuerdo al sexo fue de 34 hombres y 38 mujeres.

Para estandarizar cada medición se analizaron 15 radiografías aleatoriamente de cada análisis (lateral de cráneo, carpal y ortopantomografía) por dos evaluadores independientes, después se evaluaron las mismas radiografías 2 semanas más tarde y para obtener el error intraoperador se utilizó el coeficiente de Kappa para los análisis de vértebras cervicales, carpal y de maduración dental.

La tabla III muestra el coeficiente de Kappa con un valor de 0.84 para el análisis de vértebras cervicales y 0.92 para los análisis carpal y dental. Estos valores indicaron un acuerdo intraexaminador bueno en los tres análisis.

La tabla IV muestra los resultados de las correlaciones de Spearman entre los grupos de la UADY y para los grupos de la UAEM en la tabla V. Los resultados revelaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres métodos con un valor de $p > 0.05$; por lo tanto, la maduración de las vértebras cervicales y el método dental se pueden utilizar para determinar la maduración esquelética del paciente.

Tabla III. Valores de índice kappa de Cohen para la confiabilidad intraobservador

Análisis	n	Coeficiente de Kappa
Carpal: Björk, Grave y Brown	15	0.919*
Vértebras cervicales: Hassel y Farman	15	0.839*
Maduración dental: Demirjian	15	0.915*

*Alta concordancia intraobservador

Tabla IV. Coeficiente de correlación de Spearman entre grupos de la UADY

UADY	n	Spearman Rho	<i>p</i>
GI Carpal vs GII Vértebras cervicales	36	0.900	0.000*
GI Carpal vs GIII Dental	36	0.823	0.000*
GII Vértebras cervicales vs GIII Dental	36	0.826	0.000*

* $p < 0.05$.

Tabla V. Coeficiente de correlación de Spearman entre grupos de la UAEM

UAEM	n	Spearman Rho	<i>p</i>
GIV Carpal vs GV Vértebras cervicales	36	0.893	0.000*
GIV Carpal vs GVI Dental	36	0.862	0.000*
GV Vértebras cervicales vs GVI Dental	36	0.843	0.000*

* $p < 0.05$.

8. Discusión

Los hallazgos de este estudio indicaron un fuerte acuerdo entre los análisis de maduración esquelética y dental en grupos de ambas universidades. Además, los resultados obtenidos fueron muy similares a pesar de que la UAEM se localiza en la región central de México, mientras que la UADY en el área sureste del país.

Claramente, el método más utilizado para evaluar la edad esquelética de un individuo es el análisis carpal debido a su fiabilidad y accesibilidad. Sin embargo, Danaei *et al.*⁴² seleccionaron 178 pacientes (90 niñas, 88 niños) todos con diagnóstico de baja estatura. Las radiografías carpales se analizaron mediante el método de Fishman, y las radiografías laterales de cráneo por el método de Hassel y Farman. Mencionaron que el análisis de maduración de las vértebras cervicales puede ser un sustituto valioso de la radiografía carpal en pacientes con estatura baja.

Ball *et al.*⁴³ evaluaron 90 niños del Centro de Burlington, Toronto, Canadá, de 9 a 18 años edad. Mediante el método de 6 etapas CVM. Encontraron que las etapas de CVM no pueden identificar con precisión el crecimiento mandibular prepuberal y por lo tanto no se puede predecir la aparición del pico de crecimiento mandibular. Recomiendan que las etapas CVM deben utilizarse en conjunto con otros métodos de madurez biológica en el tratamiento ortodóncico dentofacial y cirugía ortognática, muy similar a lo que menciona Engel.⁴⁴

Pichai *et al.*⁴⁵ compararon el análisis carpal con el de las vértebras cervicales tanto de hombres como de mujeres de 70 pacientes entre 7 y 16 años de edad del Departamento de Ortodoncia y Ortopedia Dentofacial Colegio Dental y Hospital en Raichur, Karnataka, India. Ellos no encontraron diferencias significativas entre los dos métodos para evaluar la maduración esquelética, pero observaron que se consume menos tiempo en el método de maduración de vértebras cervicales (CVM).

Otra comparación realizada por Gandini, Mancini y Andreani⁴⁶ entre los huesos de la mano y vértebras cervicales, se llevó a cabo en 30 pacientes entre la edad de 7

a 18 años de edad, 14 hombres y 16 mujeres utilizando el índice de Björk y de Baccetti *et al.*, tomando en cuenta 3 vértebras para su evaluación (C2, C3 y C4). El índice de Cohen demostró una concordancia bastante buena. Concluyeron que el análisis vertebral en una radiografía lateral cráneo es tan válida como el análisis carpal, con la ventaja de reducir la exposición a la radiación de los sujetos en crecimiento.

Beit *et al.*⁴¹ calcularon la edad esquelética basada en la morfología de las vértebras cervicales; sin embargo, concluyeron que el método de maduración de vértebras cervicales no contiene suficiente información para la estimación precisa de la edad. Mencionaron que los análisis de correlación y los modelos de regresión son insuficientes para demostrar que la evaluación de la morfología de las vértebras cervicales puede sustituir a otras evaluaciones establecidas.

Por otra parte, Kumar *et al.*⁴⁷ investigaron las relaciones entre las etapas de calcificación del segundo molar mandibular y la madurez esquelética. Su muestra fue obtenida de ortopantomografías y radiografías laterales de craneo, 300 sujetos (137 varones y 163 mujeres) con edades comprendidas entre los 9 y 18 años. Encontraron una asociación muy significativa entre el índice Demirjian (DI) y la maduración de vértebras cervicales (CVM). Por lo tanto, las etapas del segundo molar de la mandíbula mostraron ser indicadores confiables de madurez esquelética, igual que en este estudio.

Flores-Mir *et al.*⁴⁸ evaluaron la correlación entre el método de maduración de Fishman y el método de maduración de vértebras cervicales de Baccetti T *et al.* para determinar la etapa de maduración esquelética. Utilizaron una muestra parecida a este estudio de 79 sujetos (52 mujeres y 27 hombres). El coeficiente de correlación de Spearman fue moderadamente alto comparado con este estudio. Todos estos valores fueron estadísticamente significativos, por lo cual el método de CVM puede ser un sustituto válido para el análisis carpal.

En un estudio similar hecho por Martins *et al.*⁴⁹ compararon las etapas de maduración esquelética de las vértebras cervicales y la región carpal. El método de

Hassel y Farman se utilizó para las vértebras cervicales y el estudio de Singer para el análisis carpal, con una muestra de 60 pacientes (30 mujeres y 30 hombres) entre 7 y 14 años de edad. El método simplificado de Singer mostró que existe una correlación significativa con el análisis carpal, resultado similar con el método de Hasel y Farman utilizado en este estudio.

Los hallazgos de un estudio de Motghare *et al.*⁵⁰ indicaron que las correlaciones entre el análisis carpal y de las etapas del segundo molar mostraron una correlación alta para sujetos femeninos y masculinos, respectivamente. Las fuertes correlaciones entre la maduración dental y esquelética demuestran en esta investigación que la ortopantomografía podría ser una herramienta útil para determinar la edad ósea del paciente.

Lopes *et al.*⁵¹ hallaron altas correlaciones entre las etapas de mineralización dental y maduración esquelética y encontraron que los segundos molares son los mejores predictores para ambos sexos. Igual que este estudio se seleccionó el método de Demirjian porque es uno de los más simples, más prácticos y ampliamente utilizados para predecir el desarrollo dental.

Uysal *et al.*⁵² informaron que el coeficiente de correlación de Spearman entre la maduración de vértebras cervicales de Hassel y Farman y los indicadores de madurez esquelética de Björk, Grave y Brown fue alto para ambos sexos.

En otros estudios, Leurs *et al.*⁵³ y Sukhia *et al.*⁵⁴ compararon la relación entre la madurez dental y la edad cronológica, la cual no fue estadísticamente significativa, debido a que el método de Demirjian fue creado con estándares Franco-Canadienses. Por lo tanto, en ambos estudios se generaron nuevas tablas a partir de este método para cada población estudiada. Este estudio fue creado también en una población diferente por lo cual es conveniente aumentar la muestra para poder estandarizar las etapas de maduración esquelética y dental para los mexicanos.

9. Conclusiones

1. El análisis de las vértebras cervicales y la maduración dental son métodos fiables para determinar el grado de maduración esquelética.
2. Estos análisis ofrecen alternativas válidas a la radiografía carpal con la ventaja de consumir menos tiempo en su evaluación.
3. Representan una ventaja en la reducción de la exposición a la radiación de sujetos en crecimiento.

Es necesario realizar otros estudios con muestras más grandes para generar nuevas medidas de puntuación de estos métodos de maduración esquelética y dental basadas en la edad y género para pacientes mexicanos.

10. Referencias

1. Björk A. Timing of interceptive orthodontic measures based on the stages of maturation. *Trans Eur Orthod Soc.* 1972;48:61-74.
2. Grave K, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod.* 1976;69(6):611-9.
3. Greulich W, Pyle S. *Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist.* 2nd ed. Stanford: Oxford University Press;1959.
4. Tanner JM, Whitehouse RH, Cameron N, Marshall WA, Healy MJ, Goldstein H. *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method).* 2nd ed. London: Academic Press;1983.
5. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod.* 1982;52(2):88-112.
6. Patcas R, Signorelli L, Peltomäki T, Schätzle M. Is the use of the cervical vertebrae maturation method justified to determine skeletal age? A comparison of radiation dose of two strategies for skeletal age estimation. *Eur J Orthod.* 2013;35(5):604-9.
7. Durão A, Alqerban A, Ferrerira A, Jacobs R. Influence of lateral cephalometric radiography in orthodontic diagnosis and treatment planning. *Angle Orthod.* 2015;85(2):206-10.
8. Montasser M, Viana G, Evans C. Secular trends in the timing of skeletal maturation as assessed by the cervical vertebrae maturation method. *Eur J Orthod.* 2016;(15):1-6.
9. Nolla CA. The development of the permanent teeth. *J Clin Child.* 1960;27:254-66.
10. Gleiser I, Hunt E. The permanent mandibular first molar. Its calcification, eruption and decay. *Am. J. Phys. Anthropol.* 1955;13(2):253-83.
11. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental assessment. *Human Biology.* 1973;45(2):211-27.
12. Naik SB, Patil SN, Kamble SD, Mowade T, Motghare P. Reliability of third molar development for age estimation by radiographic examination (Demirjian's method). *J Clin Diagn Res.* 2014;8(5):ZC25-8.

13. Boaz K, Nagesh K, Srikant N, Gupta N, Nandita K, Manaktala N, et al. Demirjian's method in the estimation of age: A study on human third molars. *J Forensic Dent Sci.* 2015;7(2):153-7.
14. Byun BR, Kim YI, Yamaguchi T, Maki K, Son WS. Quantitative assessment of cervical vertebral maturation using cone beam computed tomography in Korean girls. *Comput Math Method M.* 2015;2015:1-9.
15. Michael C. A. *Clinical Radiography in the Orthodontic Practice.* Angle Orthod. 1984;54(3):233-46.
16. Enlow DH, Aguila FJ. *Crecimiento Craneofacial Ortodoncia y Ortopedia.* 3rd ed. México: Inter-Americana McGraw-Hill;2006.
17. Enlow DH, Hans MG. *Essential of Facial Growth* Philadelphia: W. B. Saunders;1996.
18. Boj JR, Catalá M, García-Ballesta C, Mendoza A. *Odontopediatría* Barcelona: Masson; 2005.
19. Suri S, Prasad C, Tompson B, Lou W. Longitudinal comparison of skeletal age determined by the Greulich and Pyle method and chronologic age in normally growing children, and clinical interpretations for orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;143(1):50-60.
20. Carey CW. *Diagnosis in Orthodontics.* Angle Orthod. 1950;20(3):155-61.
21. Rakosi T, Jonas I. *Atlas de Ortopedia maxilar: Diagnóstico* Barcelona: Masson-Salvat Odontología;1992.
22. Rakosi T, GT. *Orthodontic and dentofacial orthopedic treatment* Stuttgart: Thieme;2010.
23. Rouviere H, Delmas A. *Anatomía Humana: Descriptiva, topográfica y funcional.* 11th ed. Barcelona: Masson;2005.
24. Latarjet M, Liard AR. *Anatomía Humana.* 4th ed. Buenos Aires: Médica Panamericana;2005.
25. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;107(6):58-66.
26. Safer AN, Homel P, Chung DD. Lateral comparisons using Fishman's skeletal maturation assessment. *Angle Orthod.* 2015;85(3):408-12.

27. Akcam MO, Altiook , Ozdiler. Panoramic radiographs: A tool for investigating skeletal pattern. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;123(2):175-81.
28. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. The Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Optimal Treatment Timing in Dentofacial Orthopedics. *Semin Orthod.* 2005;11(3):119-29.
29. Haiter-Neto F, Kurita LM, Menezes AV, Casanova MS. Skeletal age assessment: A comparison of 3 methods. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 130(4):15–20.
30. Satoh M. Bone age: assessment methods and clinical applications. *Clin Pediatr Endocrinol.* 2015; 24(4):143-52.
31. O'Reilly T, Yanniello GJ. Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae - a longitudinal cephalometric study. *Angle Orthod.* 1988;58(2):179-84.
32. Perinetti G, Perillo L, Franchi L, Di Lenard R, Contardo L. Maturation of the middle phalanx of the third finger and cervical vertebrae: a comparative and diagnostic agreement study. *Orthod Craniofac Res.* 2014;17(4):270-9.
33. Grave K, Townsend G. Cervical vertebral maturation as a predictor of the adolescent growth spurt. *Aust Orthod J.* 2003;19(1):25-32.
34. Ozerovic B. Correlation of dental and skeletal age in children with cerebral palsy. *Eur J Orthod.* 1980;2(3):193-5.
35. Sukhia R, Fida M, Azam S. Dental age table for a sample of Pakistani children. *Eur J Orthod.* 2012;34(1):77-82.
36. Trakiniene G, Smailiene D, Kučiauskienė A. Evaluation of skeletal maturity using maxillary canine, mandibular second and third molar calcification stages. *Eur J Orthod.* 2016;38(4):398-403.
37. Bolaños MV, Manrique MC, Bolaños MJ, Briones MT. Approaches to chronological age assessment based on dental calcification. *Forensic Sci Int.* 2000;12(6):423-8.
38. Naik SB, Patil SN, Kamble SD, Mowade T, Motghare P. Reliability of third molar development for age estimation by radiographic examination (demirjian's method). *J Clin Diagn Res.* 2014;8(5):ZC25-8.

39. Mourelle R, Barbería E, Gallardo N, Lucavechi T. Correlation between dental maturation and bone growth markers in paediatric patients. *European Journal of Paediatric Dentistry*. 2008;9(1):23-9.
40. Rai V, Saha S, Yadav G, Tripathi AM, Grover K. Dental and Skeletal Maturity- A Biological Indicator of Chronologic Age. *J Clin Diagn Res*. 2014;8(9):ZC60-ZC64.
41. Beit P, Peltomäki T, Schätzle M, Signorelli L, Patcas R. Evaluating the agreement of skeletal age assessment based on hand-wrist and cervical vertebrae radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;144(6):838-47.
42. Danaei SM, Karamifar A, Sardarian A, Shahidi S, Karamifar H, Alipour A, et al. Measuring agreement between cervical vertebrae and hand-wrist maturation in determining skeletal age: Reassessing the theory in patients with short stature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014;146(3):294–8.
43. Ball G, Woodside D, Tompson B, Hunter WS, Posluns J. Relationship between cervical vertebral maturation and mandibular growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011;139(5):455-61.
44. Engel T, Renkema A, Katsaros C, Pazera P, Pandis N, Fudalej P. The cervical vertebrae maturation (CVM) method cannot predict craniofacial growth in girls with Class II malocclusion. *Eur J Orthod*. 2015;38(1):1-7.
45. Pichai S, Rajesh M, Reddy N, Adusumilli G, Reddy J. A comparison of hand wrist bone analysis with two different cervical vertebral analysis in measuring skeletal maturation. *J Int Oral Health*. 2014;6(5):36-41.
46. 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.
47. Kumar S, Singla A, Sharma R, Viridi MS, Anupam A, Mittal B. Skeletal maturation evaluation using mandibular second molar calcification stages. *Angle Orthod*. 2012;82(3):501-6.
48. 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. *Angle Orthod*. 2006;76(1):1-5.

49. Martins M, Cesar P, Oliveira BD, Teresa M, Goldner DA, Augusto J, et al. Skeletal maturation of cervical vertebrae and hand-wrist region. *Braz Dent Sci.* 2011;14:4-8.
50. Motghare P, Bedia A, Degwekar S, Indurkar A, Bedia S. Correlation of calcification of permanent mandibular canine, mandibular premolars, and permanent mandibular first and second molars with skeletal maturity in Indian population. *J Forensic Dent Sci.* 2016;8(2):67-73.
51. Lopes LJ, De Oliveira Gamba T, Visconti MAPG, Ambrosano GMB, Haiter-Neto F, Freitas DQ. Utility of panoramic radiography for identification of the pubertal growth period. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;149(4):509-15.
52. Uysal T, Ramoglu SI, Basciftci FA, Sari Z. Chronologic age and skeletal maturation of the cervical vertebrae and hand-wrist: Is there a relationship? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(5):622–8.
53. Leurs I, Aartman I, Eddy E, Prahl-Andersen B. Dental age in Dutch children. *Eur J Orthod.* 2005;27(3):309-14.
54. Sukhia R, Fida M, Azam S. Dental age table for a sample of Pakistani children. *Eur J Orthod.* 2012;34(1):77-82.

11. Anexos

Anexo 1. Formato de recolección de datos para los análisis radiográficos de la UADY y UAEM.

No. Expediente	Nombre	Edad (años)	Sexo	Análisis de Hassel and Farman	Análisis de Björk, Grave y Brown	Análisis de Demirjian
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						

Anexo 2. Presentación en eventos académicos.



XXXI
Congreso Dental
INTERNACIONAL FDILA
Riviera Maya 2016

Otorga el presente
RECONOCIMIENTO

CARLOS FRANCISCO CORTÉS ANZURES, EDITH LARA CARRILLO, SARAÍ LÓPEZ GONZÁLEZ, GABRIEL
A: EDUARDO COLOMÉ RUIZ, CARLO EDUARDO MEDINA SOLIS, VICTOR HUGO TORAL RIZO.

En virtud de haber participado en el concurso internacional de *investigación* modalidad *oral* categoría *posgrado* dentro del programa de educación continua de CEUNI, llevado a cabo en el marco del XXXI Congreso Dental Internacional celebrado en Riviera Maya, Quintana Roo, México del 26 al 30 de Octubre de 2016.

<p>Dr. en C. Adán Yañez Larios</p>  <p>PRESIDENTE Federación Dental Ibero-latinoamericana A.C.</p> 	<p>Dr. José E. Rodríguez Corro</p>  <p>RECTOR Sistema CEUNI</p> 	<p>Mtro. Víctor Manuel Ramírez-Anguiano</p>  <p>PRESIDENTE FEDERACIÓN DE ESCUELAS Y FACULTADES DE ODONTOLOGÍA A.C.</p> 
---	--	---

"POR UN MISMO IDIOMA; LA EXCELENCIA PROFESIONAL"



La Universidad Autónoma del Estado de México a través de la
 Facultad de Odontología,
 el Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología y el Cuerpo Académico Salud • Enfermedad Bucal

otorga la presente

Constancia

A: Carlos Francisco Cortés Anzures, Edith Lara Carrillo, Sarai López González, Gabriel Eduardo Colomé Ruíz, Carlo Eduardo Medina Solís, Víctor Hugo Toral Rizo

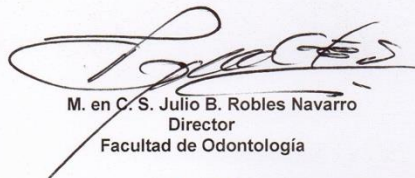
Por su presentación del trabajo en modalidad **MAESTRÍA** titulado:
 “Relación entre indicadores de maduración esquelética y dental en el diagnóstico ortodóncico”

VIII Coloquio Nacional Salud • Enfermedad Bucal

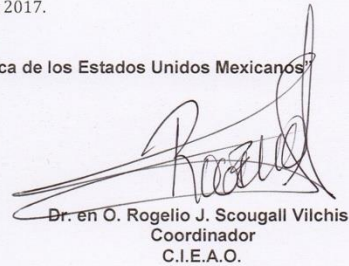
Toluca, Estado de México a 8 de febrero de 2017.

PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO

“2017 Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”


 M. en C. S. Julio B. Robles Navarro
 Director
 Facultad de Odontología




 Dr. en O. Rogelio J. Scougall Vilchis
 Coordinador
 C.I.E.A.O.



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS
 AVANZADOS EN ODONTOLÓGIA



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Odontología
Coordinación de Educación Continua



Otorga la presente



A **CARLOS FRANCISCO CORTÉS ANZURES**

POR SU PARTICIPACIÓN CON EL TRABAJO:
"RELACIÓN ENTRE INDICADORES DE MADURACIÓN ESQUELÉTICA Y DENTAL"

PRESENTADO EN LA EXPOSICIÓN DE CARTELES DURANTE
**EL CONGRESO NACIONAL E INTERNACIONAL
DE SALUD PÚBLICA BUCAL 2017**

Coautores:
EDITH LARA CARRILLO, SARAÍ LOPÉZ GONZÁLEZ, GABRIEL EDUARDO
COLOMÉ RUÍZ, CARLO EDUARDO MEDINA SOLIS.

Atentamente
"Por mi raza hablará el espíritu"

Ciudad Universitaria, 23 y 24 de febrero de 2017.


Mtro. José Arturo Fernández Pedrero
Director


Mtro. Enrique Navarro Bori
Coordinador de Educación Continua

Anexo 3. Premios obtenidos



FDILA FEDERACIÓN DENTAL IBERO LATINOAMERICANA

XXXI
Congreso Dental
INTERNACIONAL FDILA
Riviera Maya 2016

Otorga el presente
RECONOCIMIENTO

CARLOS FRANCISCO CORTÉS ANZURES

A: _____

En virtud de haber obtenido el **1º lugar** en el concurso internacional de **investigación** modalidad **oral** categoría **posgrado** dentro del programa de educación continua de CEUNI, llevado a cabo en el marco del XXXI Congreso Dental Internacional celebrado en Riviera Maya, Quintana Roo, México del 26 al 30 de Octubre de 2016.

Dr. en C. Adán Yañez Larios
PRESIDENTE
Federación Dental Ibero-latinoamericana A.C.

Dr. José E. Rodríguez Corro
RECTOR
Sistema CEUNI

Mtro. Víctor Manuel Ramírez-Anguiano
PRESIDENTE
FEDERACIÓN DE ESCUELAS Y FACULTADES DE ODONTOLOGÍA A.C.

FDILA FEDERACIÓN DENTAL IBERO LATINOAMERICANA A.C.

CEUNI

FENEFO A.C. FEDERACIÓN NACIONAL DE ESCUELAS Y FACULTADES DE ODONTOLOGÍA A.C.

"POR UN MISMO IDIOMA; LA EXCELENCIA PROFESIONAL"



La Universidad Autónoma del Estado de México a través de la
 Facultad de Odontología,
 el Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología y el Cuerpo Académico Salud • Enfermedad Bucal
 otorga la presente

Constancia


A: Carlos Francisco Cortés Anzures, Edith Lara Carrillo, Saraí López González, Gabriel Eduardo Colomé Ruíz, Carlo Eduardo Medina Solís y Víctor Hugo Toral Rizo.

Por haber obtenido el **PRIMER LUGAR** en modalidad **INVESTIGACIÓN** titulado: Relación entre indicadores de maduración esquelética y dental en el diagnóstico ortodóncico

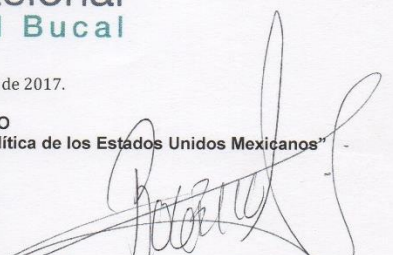
VIII Coloquio Nacional Salud • Enfermedad Bucal

Toluca, Estado de México a 8 de febrero de 2017.

PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
 "2017 Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos"


 M. en C. S. Julio B. Robles Navarro
 Director
 Facultad de Odontología




 Dr. en O. Rogelio J. Scougall Vilchis
 Coordinador
 C.I.E.A.O.



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS
 AVANZADOS EN ODONTOLÓGIA



Anexo 4. Oficio de votos aprobatorios de tutores de tesis.



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Odontología – C.I.E.A.O.

Toluca, México, 10 de septiembre de 2017

M. EN C.S. SARA GABRIELA MARÍA EUGENIA DEL REAL SÁNCHEZ
Coordinadora de Posgrado de la Facultad de Odontología
Universidad Autónoma del Estado de México
PRESENTE

Por medio de la presente hacemos de su conocimiento que se ha llevado a cabo la revisión del manuscrito de tesis **“Relación entre los indicadores de maduración esquelética y dental para pacientes de 9 a 18 años de edad”**, realizado por Carlos Francisco Cortés Anzures bajo nuestra tutoría y dirección. Manifestamos estar de acuerdo con el contenido del manuscrito, consideramos que el trabajo cumple con las características y requerimientos necesarios para que el alumno pueda continuar con los trámites administrativos y se programe la fecha para la sustentación del examen y obtención del grado correspondiente.

Sin otro particular, y agradeciendo de antemano sus atenciones para la presente, quedamos a sus órdenes para cualquier aclaración.

Atentamente

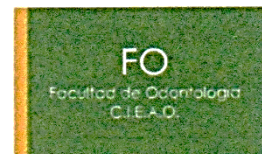
Dra. en C.S. Edith Lara Carrillo
Tutor académico

M. en C.O. Saraí López González
Tutor adjunto

M. en O. Gabriel Colomé Ruiz
Tutor adjunto



Jesús Carranza esq. Paseo Tollocan,
C.P. 50130, Toluca, Estado de México
Tel. (722) 2 17 69 07 y 2 17 90 70
Ext. 5060



Anexo 5. Solicitud de autorización de impresión de tesis.

Toluca, México, 10 de septiembre de 2017

M. EN C.S. SARA GABRIELA MARÍA EUGENIA DEL REAL SÁNCHEZ

Coordinadora de Posgrado de la Facultad de Odontología
Universidad Autónoma del Estado de México

PRESENTE

El que suscribe **E. en O. Carlos Francisco Cortés Anzures**, alumno egresado del programa de Maestría en Ciencias Odontológicas, solicito a usted de la manera más atenta la autorización para llevar a cabo la impresión de la tesis derivada del proyecto de investigación que lleva por nombre **"Relación entre los indicadores de maduración esquelética y dental para pacientes de 9 a 18 años de edad"** y que se realizó bajo la tutoría de la Dra. en C.S. Edith Lara Carrillo, M. en C.O. Saraí López González y el M. en O. Gabriel Eduardo Colomé Ruíz, para así continuar con mis trámites de liberación y obtención del grado académico.

Sin otro particular y esperando una respuesta favorable, le envío un cordial saludo.

Atentamente



E en O. Carlos Francisco Cortés Anzures



Anexo 6. Oficio de liberación para la impresión de tesis



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Odontología

Toluca, México, octubre 19 de 2017.

L.E CARLOS FRANCISCO CORTÉS ANZURES
ALUMNO EGRESADO DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS
P R E S E N T E

El que suscribe Dr. en P.M.B. Víctor Hugo Toral Rizo, Coordinador de Posgrado de la Facultad de Odontología por medio de la presente, manifiesto que el alumno de la Maestría en Ciencias Odontológicas; **L.E. CARLOS FRANCISCO CORTÉS ANZURES**, ha concluido su tesis titulada "Relación entre los indicadores de maduración esquelética y dental para pacientes de 9 a 18 años de edad", por lo que se puede continuar con los trámites correspondientes para su impresión y administrativos de examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, me despidó.

ATENTAMENTE
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
"2017, Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos"

Dr. en P.M.B. Víctor Hugo Toral Rizo
Coordinador de Posgrado
Facultad de Odontología



c.c.p. Archivo

Jesús Carranza esq. Paseo Tolloca,
C.P. 50130, Toluca, Estado de México
Tel. (722) 2 17 69 07 y 2 17 90 70
Ext. 5060

