



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA**

USO DE LOS ANÁLISIS DIGITOPALMAR Y DE VÉRTEBRAS  
CERVICALES, COMO AUXILIARES EN EL DIAGNÓSTICO DE  
MADURACIÓN ÓSEA.

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

DIANA ASHLEY TORRES MONROY

TUTOR: Esp. NELINHO ENRIQUE JIMÉNEZ SÁNCHEZ

ASESOR: Mtro. ANTONIO GÓMEZ ARENAS



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **DEDICATORIAS**

### **A Dios y a la vida**

Por permitirme terminar una etapa más en mi vida llena de muchos sentimientos, salud, experiencias, aprendizajes, risas y alegrías. Gracias, por prestarme a tan bellos ángeles que iluminan mi camino, mi familia. Son mi gran ejemplo para seguir.

### **A mis padres, Leopoldo Torres y Olga B. Monroy**

Por siempre estar conmigo apoyándome incondicionalmente en cada una de las decisiones que he tomado, por motivarme día y noche acompañándome en mis desvelos, por su esfuerzo diario y por darme la oportunidad de tener una excelente educación. Gracias, papá y mamá por creer siempre en mí, por sus consejos y por sus palabras de aliento en mis momentos de mayor dificultad, por levantarse temprano cada día para asegurarse de que llegara con bien a la escuela y nunca me faltara mi desayuno por las mañanas. Fueron mi motivo principal para poder llegar hasta donde estoy, sin ustedes no lo habría logrado. Los amo.

### **A mi hermana, Itzel B. Torres**

Por ser mi cómplice en todo, por nunca dejarme sola en mis momentos de mayor vulnerabilidad, por tu apoyo incondicional, por confiar en mí y ser de mis primeros pacientes, y por siempre ver la manera de cómo ayudarme durante mi trayectoria universitaria, muchas metas también las he logrado por ti. Gracias, hermana por ser perfecta y amarme tanto. Te admiro y amo mucho.

### **A mi sobrino y ahijado, Santiago A. H. Torres**

Por llegar a nuestras vidas a llenarnos de amor y felicidad, por distraerme cada que intentaba hacer tareas o avanzar a mi tesina para que jugara contigo, porque amé cada momento de locura al querer avanzar y que tú no me dejaras. Gracias por darme la oportunidad de ser tía por primera vez y aunque sé que aun eres muy pequeño para saber que esta tesina también es dedicada a ti, algún día quiero mostrarte como también eres parte de todo esto.

### **A un bello ángel que hoy nos cuida desde el cielo, Santiago Garnica y a mi tía, su mamá**

Por ser mis primeros pacientes y confiar en mi a pesar de saber que solo había practicado en simuladores. Gracias, tía por tu apoyo, por confiarme tus dientes y por siempre asistir a las consultas cuando no tenía un paciente para mis clínicas. Gracias a mi bello ángel que de igual manera me dio la oportunidad de atenderlo, sé que hoy nos cuida desde otro lugar y que nunca nos dejará solos y permitirá que algo nos pase. Por siempre vivirás en nuestros corazones.

### **A Arnold P.**

Por ser parte de esto y ayudarme hasta el final a cumplir con una meta más en mi vida. Gracias por todo, por tus regaños que me daban el coraje y las ganas de hacer las cosas, por tu apoyo, por tus consejos, por ayudarme cuando lo necesitaba académica y personalmente, y principalmente, por lograr que le tomara cariño a la carrera confiando en mi incondicionalmente.

## **A mis amigos**

Por ser mis compañeros de este viaje, siempre recordaré y llevaré en mi corazón todas las tardes que pasamos juntos a lo largo de nuestra formación. Hoy cierro un ciclo hermoso y les agradezco por todo su apoyo al estar durante todas las horas difíciles por las que pasamos al formar parte de esta aventura. Gracias también, a Bety y a Erick por hacer más bella la carrera y por todos esos días en los que me llenaron de risas y bellísimos momentos que hoy se convierten en grandes recuerdos, juntos pasamos por mil experiencias tanto buenas como malas, pero lo más importante es que cada una nos ayudo a crecer y poder concluir con esta carrera. Espero que la vida nos permita conservar esta amistad.

También quiero agradecer a la **Universidad Nacional Autónoma de México** y a la **Facultad de Odontología** y sus maestros por darme la oportunidad de formarme como profesional y de vivir tan hermosa experiencia.

A mi tutor, **Esp. Nelinho Enrique Jiménez Sánchez** por brindarme sus conocimientos y apoyo en la realización de este trabajo.

Y finalmente, al seminario de ortodoncia y su honorable jurado, por permitirse leer y analizar el presente trabajo.

**¡Me faltan muchas metas por cumplir, pero espero de corazón que este sea el comienzo de algo grande!**

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>9</b>
<b>Capítulo I</b> .....	<b>11</b>
<b>CRECIMIENTO, DESARROLLO Y MADURACIÓN ÓSEA</b> .....	<b>11</b>
1.1 Crecimiento .....	11
1.1.1 Crecimiento somático .....	12
1.1.2 Crecimiento puberal .....	12
1.2 Desarrollo .....	13
1.2.1 Desarrollo óseo .....	14
1.2.1.1 Osificación intramembranosa .....	14
1.2.1.2 Osificación endocondral .....	15
1.3 Etapas de crecimiento y desarrollo .....	16
1.4 Maduración esquelética.....	16
1.4.1 Edad cronológica.....	17
1.4.2 Edad biológica .....	17
1.4.3 Edad circumpuberal.....	18
1.4.4 Indicadores de la maduración esquelética .....	18
1.4.4.1 Talla.....	19
1.4.4.2 Desarrollo gonadal y caracteres sexuales secundarios.....	19
1.5 Factores que influyen en la maduración.....	20
<b>Capítulo II</b> .....	<b>21</b>
<b>EMBRIOLOGÍA Y ANATOMÍA DE LA MANO Y MUÑECA</b> .....	<b>21</b>
2.1 Embriología de la mano y muñeca .....	21
2.2 Anatomía de la mano y muñeca.....	23
2.2.1 Huesos del carpo (muñeca) .....	25
2.2.2 Huesos del metacarpo.....	26
2.2.3 Falanges (huesos de los dedos) .....	26
<b>Capítulo III</b> .....	<b>28</b>
<b>ANÁLISIS DIGITOPALMAR EN LA MADURACIÓN ÓSEA</b> .....	<b>28</b>
3.1 Método de Björk .....	29

3.2 Método de Greve y Brown.....	29
<b>Capítulo IV .....</b>	<b>35</b>
<b>EMBRIOLOGÍA Y ANATOMÍA DE LAS VÉRTEBRAS CERVICALES .....</b>	<b>35</b>
4.1 Embriología de las vértebras cervicales .....	35
4.2 Anatomía de las vértebras.....	36
4.2.1 Vértebra típica .....	38
4.2.2 Vértebras cervicales .....	39
4.2.3 Atlas y Axis.....	40
4.2.4 Vértebras C3 a C7.....	41
<b>Capítulo V .....</b>	<b>43</b>
<b>ANÁLISIS DE VÉRTEBRAS CERVICALES EN LA MADURACIÓN</b>	
<b>ÓSEA.....</b>	<b>43</b>
5.1 Método de G. Lamparski .....	44
5.2 Método de Baccetti.....	45
<b>Capítulo VI .....</b>	<b>47</b>
<b>INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES .....</b>	<b>47</b>
6.1 Indicaciones del análisis digitopalmar y de vértebras cervicales....	47
6.2 Contraindicaciones del análisis digitopalmar y de vértebras cervicales .....	48
<b>Capítulo VII .....</b>	<b>49</b>
<b>VENTAJAS Y DESVENTAJAS .....</b>	<b>49</b>
7.1 Ventajas del análisis digitopalmar .....	49
7.2 Desventajas del análisis digitopalmar .....	49
7.3 Ventajas del análisis de vértebras cervicales .....	50
7.4 Desventajas del análisis de vértebras cervicales .....	50
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>53</b>
<b>REFERENCIAS DE IMÁGENES .....</b>	<b>57</b>

## INTRODUCCIÓN

Parte fundamental en el diagnóstico de ortodoncia es conocer la etapa de maduración ósea en el que se encuentra el individuo para poder determinar el tratamiento adecuado individualizando el caso de cada paciente, debido a que existen muchas diferencias fisiológicas en el desarrollo, aun teniendo la misma edad cronológica. El método de maduración ósea nos ayudará a definir cuál es el tratamiento más adecuado para cada paciente, es decir: si su tratamiento será ortopédico (hay potencial de crecimiento), ortopédico–ortodóntico (hay poco remanente de crecimiento) u ortodóntico–quirúrgico (ya no hay crecimiento).

Para la valoración de la madurez esquelética, la cual da referencia al grado de desarrollo de la osificación de un hueso, se usan varios métodos de diagnóstico utilizando una radiografía de una o más partes del cuerpo, ya que de acuerdo a varios estudios realizados por diferentes autores a lo largo de la historia, mencionan que durante el crecimiento de un individuo se experimentan significativos cambios en los huesos, que en la mayoría de las personas se presentan de una manera similar por lo que se ha podido tomar en cuenta como un gran auxiliar de diagnóstico en un tratamiento de ortodoncia y no sólo basarse en las diferentes tipos de edades del paciente (edad cronológica, biológica, circumpuberal, morfológica, etc.) o en la maduración sexual, ya que está comprobado que pueden presentarse en diferentes etapas de maduración ósea aun teniendo la misma edad, por lo que se descartan como métodos de diagnóstico para valorar si el individuo se encuentra en el pico de crecimiento puberal (PCP) y si es apto o no al tratamiento de ortopedia y/u ortodoncia.

Los métodos más utilizados para este tipo de estudio y los que se mencionarán más adelante, es el análisis digitopalmar, el cual consta del estudio de una radiografía de la mano y muñeca ya que poseen un gran



número de huesos y, epífisis y diáfisis en desarrollo por lo que es posible el seguimiento de los cambios a través de los años tomando en cuenta nueve estadios de maduración esquelética divididos en tres etapas de crecimiento (la etapa de iniciación, la etapa de aceleración (PCP) y la etapa de finalización) con las cuales podemos deducir si el individuo se encuentra en la mejor etapa para su tratamiento y poder corregir maloclusiones a temprana edad logrando la efectividad esperada, ya que de acuerdo a ciertas investigaciones, si un tratamiento se realiza cuando el paciente se encuentra en la etapa de máximo crecimiento, tendrá mejores resultados en un periodo corto de tiempo, a diferencia de realizarlo cuando el paciente se encuentra en etapa de madurez.

El otro método que hoy en día es utilizado por el hecho de que no se requiere una radiografía extra para la valoración de la madurez ósea es el del análisis de las vértebras cervicales, ya que en este estudio se puede tomar como auxiliar una radiografía lateral de cráneo, radiografía que se utiliza comúnmente en la obtención de un diagnóstico de ortodoncia. En este análisis se toman solo seis estadios de maduración, en los cuales se define cual es la etapa del punto de crecimiento puberal de acuerdo con la forma y tamaño de las vértebras cervicales donde se puede valorar al igual que con la radiografía digitopalmar, si el paciente se encuentra en la mejor etapa para iniciar un tratamiento de ortopedia u ortodoncia.

Para poder estudiar ambos métodos de diagnóstico es importante tener conocimientos sobre las diferentes etapas de crecimiento, desarrollo y maduración, así como las condiciones en las que se encuentra el paciente, debido a que existen varios factores que pueden llegar a modificarlos por lo que se recomienda tener una historia clínica completa en donde se mencionen datos personales del individuo, si tiene o no alguna enfermedad sistémica y el nivel socioeconómico en el que se encuentre entre otros datos importantes, ya que un factor principal que altera este tipo de estudios es la desnutrición puesto que puede retrasar las etapas de maduración, por mencionar los más importantes.

## ANTECEDENTES

Marshall y Tanner demostraron que los cambios físicos relacionados al sexo no muestran una relación con la aparición del pico de crecimiento, por lo tanto, la aparición de las características sexuales no nos permite deducir la etapa de maduración ósea en la que se encuentra cada individuo, por lo que se comenzaron a estudiar nuevas técnicas para su valoración.

En 1895 Roentgen mostró su nuevo descubrimiento radiográfico e intuyó inmediatamente la posibilidad de poder aplicar su descubrimiento al campo de la medicina por lo que él mismo llevó a cabo la primera observación radiográfica de los huesos. Posteriormente en 1986 Roland introdujo la idea de usar el tamaño y la forma de los huesos en crecimiento como un indicador de la tasa de crecimiento y maduración. (3,23)

En 1909 Pryor, Rotch y Crampton descubrieron indicadores de maduración esquelética en radiografías de la mano y muñeca llegando a la conclusión que estos pueden utilizarse como un indicador del desarrollo general. (3)

En 1928 Hellman publicó sus observaciones en la osificación de los cartílagos epifisarios de la mano, y años más tarde en 1936 Flory indicó que la calcificación del sesamoideo es una buena guía para determinar el periodo anterior a la pubertad. (13,23)

En 1959 Greulich y Pyle determinaron la secuencia precisa de osificación y elaboraron un atlas radiográfico comparativo tomando en cuenta una serie de radiografías de manos de niños en diferentes estadios de desarrollo y maduración ósea comparadas con la edad y sexo, formulando el primer grupo de indicadores de maduración ósea. (13)

Fishman, desarrollo un sistema de indicadores de maduración esquelética usando cuatro estadios de maduración ósea en determinados sitios

anatómicos (en el dedo pulgar, tercer y quinto dedo y en el radio) y demostró la aceleración y desaceleración del crecimiento. (13)

En 1972 Björk divide el proceso de maduración en 8 estadios evolutivos también analizando una radiografía de mano y muñeca, y en 1976 Grave y Brown modifican este estudio agregando un estadio más, estos autores detectan los indicadores de maduración en los dedos (relación entre la epífisis y la diáfisis), huesos del carpo y la radio; concluyendo que la aparición del sesamoideo se presentó un año antes de alcanzar el máximo pico de crecimiento, es el estudio que normalmente utilizan los ortodoncistas como método de diagnóstico. (13)

Posteriormente ciertos autores con la finalidad de no radiar más al paciente comenzaron a estudiar el análisis de vértebras cervicales, utilizando la radiografía lateral de cráneo.

Todd y Pyler, Lanier y Taylor fueron los primeros en interesarse por los cambios madurativos de las vértebras cervicales en el siglo XX analizando sus cambios morfológicos. (3)

En 1972 Lamparski realizó un estudio en donde identificó cambios en la forma y tamaño de las vértebras para crear estándares de maduración relacionándolo con el análisis carpal, y encontró que el indicador era el mismo tanto para hombres como para mujeres, así como que su efectividad era muy similar al digitopalmar por lo que lo dividió en seis estadios. (3)

La efectividad de dicho análisis fue corroborada por Hassel y Farman en 1995, desarrollando un índice basado en las vértebras cervicales C2, C3 y C4. La modificación más actualizada fue realizada por Baccetti en el 2005 especificando a más detalle los cambios que sufren las vértebras cervicales en su morfología y tamaño durante los 6 estadios. (20)

## **Capítulo I.**

### **CRECIMIENTO, DESARROLLO Y MADURACIÓN ÓSEA**

La Organización Mundial de la Salud (OMS), determina que “El crecimiento y desarrollo proporcionan uno de los mejores medios disponibles para medir la salud y el bienestar de las personas”. Conocer sobre el crecimiento somático general nos proporciona información importante sobre el estado de maduración, tamaño y los patrones de crecimiento de cada individuo y poder obtener un diagnóstico adecuado para evaluar las dimensiones craneofaciales y realizar así, un tratamiento efectivo para los diferentes casos que se presenten. La adolescencia o el alcanzar el pico de crecimiento, eventos del tiempo de maduración coordinados por el cuerpo, nos ayudan a determinar el pico de crecimiento mandibular y corroborar si un tratamiento ortopédico, ortopédico-ortodóntico o un tratamiento ortodóntico tendrán la efectividad esperada. (1)

#### **1.1 Crecimiento**

El crecimiento puede ser definido como los cambios normales en cantidad de sustancias vivientes y es el resultado de procesos biológicos por medio de los cuales la materia viva se hace más grande. Es decir, hace referencia al incremento de las dimensiones de la masa corporal como resultado de hiperplasia (aumento de cantidad de las células) e hipertrofia (aumento en el tamaño de las células) de todos los tejidos del organismo. (2,3)

El crecimiento enfatiza los cambios dimensionales normales durante el desarrollo y resulta en un aumento o disminución de tamaño, cambio en forma o proporción, complejidad, textura, etc. (2)

### **1.1.1 Crecimiento somático**

El crecimiento somático hace referencia al crecimiento y maduración del cuerpo como un todo, este se relaciona con los crecimientos del complejo craneofacial, su tamaño y forma son componentes principales de la estructura corporal completa de un individuo. El crecimiento craneofacial y sus variaciones son un tema importante en la valoración de la ortodoncia puesto que pueden ser la fuente de generación de maloclusiones severas y dependen mucho del conocimiento del proceso de crecimiento somático, ya que podemos valorar los picos de velocidad de crecimiento (PVC) maxilar y mandibular. Se ha visto que el crecimiento maxilar alcanza su velocidad máxima antes del máximo potencial de crecimiento y la mandíbula justo después del mismo. (4,1)

### **1.1.2 Crecimiento puberal**

Es la etapa de la pubertad donde el ser humano pasa de la niñez a la edad adulta (desarrollo del sistema reproductor). Durante esta etapa se producen grandes cambios en las características de cada individuo teniendo como base modificaciones neuroendocrinas, refiriéndose al desarrollo de las gónadas, los órganos y los caracteres secundarios, comienza el desarrollo de los órganos sexuales en conjunto con el incremento de la velocidad del crecimiento, así como cambios morfológicos en otros órganos y sistemas. (5,3)

De acuerdo con estudios realizados, existen diferentes ritmos de crecimiento, entre los 13 a 15 años en hombres, y entre los 11 a 14 en mujeres hay una aceleración muy marcada en su crecimiento, denominado "crecimiento de la pubertad" o "pico de velocidad de estatura (PVE)", por lo que se observa una etapa de máximo crecimiento, también conocido como el "pico de velocidad de crecimiento". (3)

Taranger y Hagg en 1982, reportaron un estudio donde encontraron diferencias en las edades de crecimiento puberal entre los dos sexos. En

este estudio encontraron que en promedio el brote de crecimiento puberal comienza a los 10 años y finaliza a los 14.8 en las mujeres y en los hombres comienza a los 12.1 y finaliza a los 17.1 años. (3)

El principio y el fin de esta etapa están predeterminados genéticamente, pero pueden ser modulados por la acción del ambiente que rodea al individuo, estos pueden ser capaz de producir variaciones dentro de un mismo grupo poblacional. Según Marshall y Tanner mencionaron en 1986 que hay 5 indicadores de la etapa puberal, estos son: (5)

- El pico de crecimiento puberal.
- El desarrollo gonadal.
- El desarrollo de los caracteres sexuales secundarios.
- Cambios en la composición corporal (aumento de la masa muscular y grasa)
- Incremento de las capacidades circulatorias y respiratorias.

Para valorar si un periodo determinado del crecimiento ha sido alcanzado o no, es importante apoyarnos en auxiliares de diagnóstico tales como: análisis digitopalmar (mano y muñeca), el cual proporciona una valiosa información para identificar a los pacientes de ortodoncia que se encuentran cerca del pico de crecimiento puberal o después de esta. Otro método que hoy en día se utiliza para el diagnóstico de la maduración ósea, es el análisis de las vértebras cervicales el cual se puede valorar en una radiografía lateral de cráneo. (5)

## **1.2 Desarrollo**

El desarrollo es un proceso en el cual ocurren cambios en cuanto al tamaño y forma del cuerpo de cada individuo, abarcando la complejidad de las funciones fisiológicas y la maduración biológica. (3)

Se refiere a los procesos de cambios cuantitativos y cualitativos que tienen lugar en el organismo humano y traen consigo el aumento en la complejidad de la organización e interacción de todos los sistemas.

También se refiere a cambios unidireccionales que ocurren en un ser viviente desde que se constituye como una célula hasta la muerte. El término crecimiento y desarrollo se acepta en conjunto para designar los procesos químicos, físicos y psicológicos que causan los cambios en todos los tejidos del cuerpo. (5)

### **1.2.1 Desarrollo óseo**

El aumento del nivel de las hormonas sexuales en la etapa de la pubertad produce además del desarrollo de los órganos sexuales, otros cambios fisiológicos como son: (1)

- La aceleración del crecimiento general del cuerpo.
- La inducción de algunos tejidos linfoides (el timo).

Las hormonas sexuales estimulan los huesos a crecer y a madurar más rápido provocando el pico máximo de crecimiento en la adolescencia. Hay dos tipos de osificación que tienen lugar durante la maduración esquelética, la osificación intramembranosa (directa) y la osificación endocondral (indirecta) y esta dependerá de la función de los huesos (6,1).

#### **1.2.1.1 Osificación intramembranosa**

Tiene lugar directamente en el tejido conectivo, y tiene osificación intermembranosa aquellas áreas que requieren un desarrollo más rápido y genera el hueso directamente desde el tejido mesenquimatoso, el hueso se encarga de desarrollar una membrana sin que exista un precursor cartilaginoso que preceda a la aparición del tejido óseo, en donde la membrana que se forma de tejido conectivo ocupa el lugar del futuro hueso formando el periostio. (7,6,1)

Se forma por osificación intramembranosa: (7)

- El frontal
- Los nasales
- Lacrimales
- Cigomáticos
- Maxilares
- La mandíbula
- Los parietales
- La parte posterior de los temporales
- La parte superior del occipital

### **1.2.1.2 Osificación endocondral**

En la formación de hueso endocondral es necesaria la presencia de matriz cartilaginosa y consiste en el reemplazo de cartílago hialino por hueso, este proceso se da más lentamente que el intramembranoso debido a que primero deriva en cartílago. En los huesos largos, este proceso empieza en el centro o diáfisis extendiéndose después hacia los dos extremos o epífisis las cuales permanecen siendo cartílago por un tiempo (placas epifisarias). Gradualmente se extiende a todo lo largo y los extremos no se unen al cuerpo mediante tejido óseo sino cuando ha terminado su periodo de crecimiento.

Este proceso de osificación nos da la posibilidad de medir el desarrollo, la maduración y la fusión que parte desde el nacimiento, hasta la madurez sexual.

Se sabe que un individuo ha llegado a una etapa final de su maduración cuando la epífisis y la diáfisis se fusionan por completo, momento en el cual se completa la calcificación. (7,6,1) (Fig. 1)

Cabe resaltar que este tipo de osificación corresponde o fundamenta el análisis digitopalmar de Grave y Brown.



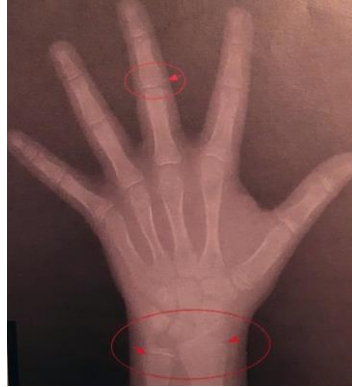


Fig. 1. Centros de crecimiento de los huesos largos (placas epifisarias). (1)

### 1.3 Etapas de crecimiento y desarrollo

Las cinco etapas que se abordan son: (1)

- Desde la concepción hasta el nacimiento: Periodo de crecimiento más rápido. (periodo de formación del huevo-Periodo embrionario-Periodo fetal).
- Del nacimiento a los seis años: Durante esta etapa se presenta una reducción gradual en la tasa de crecimiento. (post natal).
- De los siete a los nueve años: Es un periodo de crecimiento rápido durante la niñez.
- De los doce a los diecisiete años: Se presenta el crecimiento rápido en la etapa de la pubertad.
- A los diecisiete años: Se reduce considerablemente el crecimiento.

### 1.4 Maduración esquelética

La maduración representa los cambios ocurridos con la edad en el cual alcanzan su mayor potencial de crecimiento y desarrollo. (5)

La maduración esquelética o también conocida como edad ósea, da referencia al grado de desarrollo de osificación de un hueso. Durante el crecimiento los huesos experimentan significativos cambios que son evaluados radiográficamente, este tipo de radiografías son auxiliares de

diagnóstico utilizados en ciertos casos para obtener un mejor diagnóstico de maduración ósea y por lo tanto un tratamiento más efectivo. Las radiografías más utilizadas son la radiografía de la mano-muñeca, radiografía de las vértebras cervicales y la radiografía de la falange media del dedo medio. (3).

Los cambios que ocurren en los huesos durante el proceso de maduración son similares en todos los individuos y las variaciones en el tiempo de inicio de dichos cambios indican la presencia de retardo o aceleración del crecimiento. Cada persona tiene su propio ritmo del crecimiento, es por ellos que en ocasiones encontramos que a pesar de que dos personas tienen la misma edad están más o menos adelantados que el otro con relación a lo esperado. (8)

#### **1.4.1 Edad cronológica**

La edad cronológica es la edad calendarizada de un individuo, es decir, la fecha de nacimiento y se basa en el tiempo real. (1)

Esta edad se ha demostrado que no es un buen indicador para señalar cualquier suceso relacionado con el crecimiento y desarrollo de cada individuo. (8)

#### **1.4.2 Edad biológica**

Se define como una edad variable, ya que es el registro progresivo de un individuo hacia la madurez. Se divide en cuatro categorías: (1,8)

- Edad de maduración sexual: Presencia de características sexuales secundarias. Tiene lugar en la adolescencia.
- Edad morfológica: crecimiento somático, abarca la altura y peso de un individuo.
- Edad esquelética: Es el registro del aumento progresivo en la masa ósea.

- Edad dental: Se toma en cuenta la maduración dental abarcando la edad de calcificación y la edad de erupción (cronología de la erupción) y formación de su raíz.

### **1.4.3 Edad circumpuberal**

En la edad circumpuberal se toma en cuenta la madurez sexual indicada por la aparición de los caracteres sexuales secundarios tanto en hombres como en mujeres para la valoración de la maduración ósea. Estas características son importantes ya que están relacionadas con la velocidad de crecimiento y desarrollo los cuales pasan por diferentes estadios que implican un grado de crecimiento y maduración. Cada individuo se caracteriza por tener un ritmo propio denominado “tiempo de crecimiento”. (1)

### **1.4.4 Indicadores de la maduración esquelética**

En la etapa de la adolescencia hay grandes diferencias en los estadios de crecimiento y desarrollo según estudios realizados, los cuales han comprobado que en cada individuo existen muchas diferencias fisiológicas aun teniendo la misma edad cronológica. Por tal motivo, las medidas de la madurez fisiológica son usadas en vez de la edad cronológica para evaluar el desarrollo. Los indicadores más importantes en esta etapa son: (1,3)

- El tono de la voz
- Desarrollo de los genitales
- Aparición de vello púbico y facial.
- El pico de crecimiento puberal (talla y estatura)
- El desarrollo muscular (masa muscular y grasa)
- Edad de maduración ósea
- Edad de maduración dental

#### **1.4.4.1 Talla**

La talla se utilizó como un método de indicador de maduración alcanzada por cada individuo, sin embargo, la dificultad de este indicador es que se debe de dar un seguimiento continuo del paciente, lo cual no siempre se logra obtener, ya que muchos de ellos llegan en una etapa puberal y al no tener un registro de las alturas anteriores, no se puede obtener el dato de en qué momento se obtuvo el máximo incremento anual que corresponde al pico en altura. (3)

#### **1.4.4.2 Desarrollo gonadal y caracteres sexuales secundarios**

Este indicador de la maduración está estrechamente relacionado con la aparición de un rápido desarrollo del sistema reproductivo, en los hombres el primer signo de pubertad es el crecimiento de los testículos, pene y escroto.

El cambio de voz se presenta paulatinamente y puede durar entre 1 a 3 años, cuando este cambio se presenta, nos indica que el individuo se encuentra en la fase ascendente del pico de crecimiento puberal.

En las mujeres el primer signo de crecimiento puberal es la aparición del desarrollo de las mamas, el útero y la vagina, así como la presencia del vello púbico. La primera menarca según un estudio realizado por Hagg y Taranger en 1982, ocurre 1.1 años después del pico de velocidad de estatura. (3)

## **1.5 Factores que influyen en la maduración**

Existen diferentes causas que pueden influir en el crecimiento y maduración posnatal provocando que este proceso sea alterado y no se presente entre las edades que normalmente están registradas. Entre estos factores encontramos: (5)

- Antecedentes genéticos.
- Mala nutrición.
- Enfermedades sistémicas.
- Raza.
- Clima y estaciones.
- Factores socioeconómicos.
- Ejercicio.
- Los niveles hormonales.

## Capítulo II.

# EMBRIOLOGÍA Y ANATOMÍA DE LA MANO Y MUÑECA

## 2.1 Embriología de la mano y muñeca

Durante la cuarta semana del desarrollo se comienzan a hacer visibles las yemas o esbozos de las extremidades en forma de invaginaciones en la pared ventrolateral del cuerpo, apareciendo primero las extremidades anteriores y posteriormente (1 o 2 días después) las extremidades posteriores. (9) (Fig. 2)

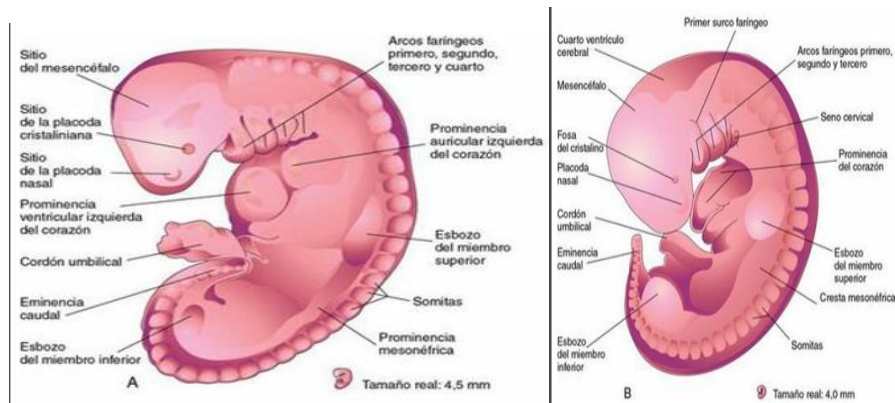


Fig. 2. A. Embrión de 28 días. B. Embrión de 32 días. (2)

Las yemas de las extremidades se forman por un núcleo mesenquimatoso que deriva de la capa parietal (somática) del mesodermo de placa lateral que se encargará de formar los huesos y los tejidos conjuntivos, y que tiene una capa de ectodermo cúbico que lo recubre. El ectodermo del margen distal (de la extremidad) se engruesa y forma la cresta ectodérmica apical (CEA). Conforme la extremidad va creciendo las células más alejadas de la influencia de la CEA se comienzan a diferenciar en cartílagos y músculos progresando su desarrollo de la parte proximal a la distal. (9)

En un embrión de 6 semanas, se comienza a aplanar la parte terminal de las yemas de las extremidades formando las placas de las manos y los pies, separándose el segmento proximal por una constricción circular.

Posteriormente se divide la parte proximal en dos segmentos reconociendo las principales partes de la extremidad. Hacia el final de la sexta semana, todo el esqueleto de la extremidad es cartilaginoso. En la séptima semana de gestación las extremidades giran 90° en dirección lateral, de manera que los pulgares se posicionan lateralmente. (10,9) (Fig. 3)

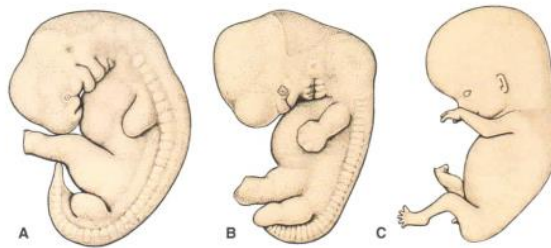


Fig. 3. Desarrollo de las extremidades superiores del embrión a las 5, 6 y 8 semanas. (3)

Los dedos de las manos se forman cuando la muerte celular que tiene lugar en la CEA divide esta cresta en cinco partes. La parte posterior de los dedos depende de su crecimiento continuo bajo la influencia de los cinco segmentos de la cresta ectodérmica, la condensación del mesénquima para formar los radios digitales cartilagosos y la muerte del tejido situado entre los radios. La separación final de las falanges se logra por la muerte celular adicional en los espacios interdigitales a los 56 días (algunos defectos de los dedos se relacionan con estos patrones de apoptosis). (9) (Fig. 4).



Fig. 4. Desarrollo de las manos entre la cuarta y octava semana.  
Indica el proceso de apoptosis que permite la separación de los dedos.  
A los 56 días los dedos se separan por completo. (3)

Hacia el final del periodo embrionario se presenta la osificación de los huesos de las extremidades (osificación endocondral). En la duodécima semana del desarrollo ya hay centros de osificación primarios y para el nacimiento la diáfisis del hueso ya se encuentra osificada, a diferencia de los extremos (epífisis) que todavía son cartilagosos. La placa epifisaria tiene un papel importante en el crecimiento de longitud del hueso, desapareciendo al alcanzar su máxima longitud, uniendo así a la epífisis con la caña del hueso. En los huesos cortos, como las falanges, hay solo una sola placa epifisaria en un extremo. (9)

## 2.2 Anatomía de la mano y muñeca

La mano es la extremidad superior distal a la articulación de la muñeca. Se divide en:

- Muñeca (carpo).
- Metacarpo.
- Falanges (dedos).

Los cinco dedos presentes en la mano son: pulgar (en posición lateral), índice, medio, anular y meñique (dedos mediales). Cuando la mano se encuentra en reposo forma una arcada flexionada, siendo el dedo



meñique el más flexionado y el dedo pulgar el menos flexionado. En la posición anatómica, el eje longitudinal del pulgar se encuentra rotado 90° con respecto al resto de los dedos, de modo que la yema del pulgar apunta en sentido medial. La mano tiene una superficie anterior (palma de la mano) y una superficie dorsal (dorso de la mano). (11)

En la mano se encuentran presentes tres grupos de huesos:

- Los huesos del carpo.
- Los metacarpianos (huesos del metacarpo).
- Las falanges.

Los huesos del carpo y los metacarpianos de los dedos mediales tienden a actuar como una unidad y constituyen la mayor parte del esqueleto óseo de la palma de la mano. El metacarpiano del pulgar funciona de forma independiente. (11) (Fig. 5)



Fig. 5. Mano. Los dedos muestran la posición de reposo. (4)

### 2.2.1 Huesos del carpo (muñeca)

Los huesos del carpo se dividen en dos filas, una proximal y una distal, cada una formada por cuatro huesos. (11)

- Fila proximal. Está formada por los huesos:
  - Escafoides: tiene forma de barco y tiene un tubérculo prominente en la zona lateral de su cara palmar que se dirige anteriormente.
  - Semilunar: tiene forma de media luna.
  - Piramidal: tiene tres caras.
  - Pisiforme: tiene forma de guisante, es un hueso sesamoideo incluido en el tendón del flexor cubital del carpo y se articula con la superficie anterior del piramidal.
  
- Fila distal. La fila distal de los huesos del carpo está formada por: (11)
  - El trapecio: tiene forma irregular y está formada por cuatro lados.
  - El trapecoide: tiene cuatro lados. Se articula con el metacarpiano del pulgar y tiene, en su superficie palmar, un tubérculo bien diferenciado.
  - El grande: tiene una cabeza. Es el mayor de los huesos del carpo y se articula con la base del III metacarpiano.
  - El ganchoso: posee un gancho (apófisis unciforme). Se sitúa inmediatamente lateral y distal al pisiforme, tiene un gancho prominente (gancho del ganchoso), en la superficie palmar.
  
- Superficies articulares.

Los huesos del carpo tienen numerosas superficies articulares, las cuales se articulan entre sí, los huesos del carpo de la fila distal lo hacen con los metacarpianos de los dedos, excepto la del pulgar. Las superficies proximales del escafoides y del semilunar se articulan con el radio formando la articulación de la muñeca. (11)

- Arco del carpo

Los huesos del carpo forman un arco cuya base se dirige al sentido anterior. La parte lateral de la base está constituida por los huesos escafoides y trapecio, y la parte media por el pisiforme y el gancho del ganchoso. La pared anterior del túnel del carpo se forma por el retináculo flexor que se une y se extiende desde el lado medial al lateral de la base del arco. Los lados y el techo se forman por el arco de los huesos del carpo. (11)

### **2.2.2 Huesos del metacarpo**

Cada metacarpiano tiene relación con un dedo y se dividen en cinco:

- El metacarpiano I, se relaciona con el pulgar.
- El metacarpiano II, lo hace con el índice.
- El metacarpiano III, lo hace con el dedo medio.
- El metacarpiano IV, lo hace con el anular.
- El metacarpiano V, lo hace con el meñique.

Cada uno se conforma por una base, una diáfisis (cuerpo) y una cabeza situada en distal. Las bases de cada metacarpiano se articulan con los huesos del carpo. La cabeza de cada metacarpiano, se articula con las falanges proximales de los dedos que, al flexionarse, forman los nudillos en la superficie dorsal de la mano. (11)

### **2.2.3 Falanges (huesos de los dedos)**

Cada una de las falanges tiene una base, una diáfisis (cuerpo) y una cabeza distalmente.

- El dedo pulgar cuenta con dos falanges que lo conforman: proximal y distal.
- El resto de los dedos tiene tres falanges que los conforman: proximal, medial y distal.

La base de cada falange proximal se articula con la cabeza del metacarpiano correspondiente, y la cabeza distal no se articula, y se aplana formando una tuberosidad palmar con forma de media luna ubicada bajo la almohadilla palmar del extremo del dedo. (11) (Fig. 6)

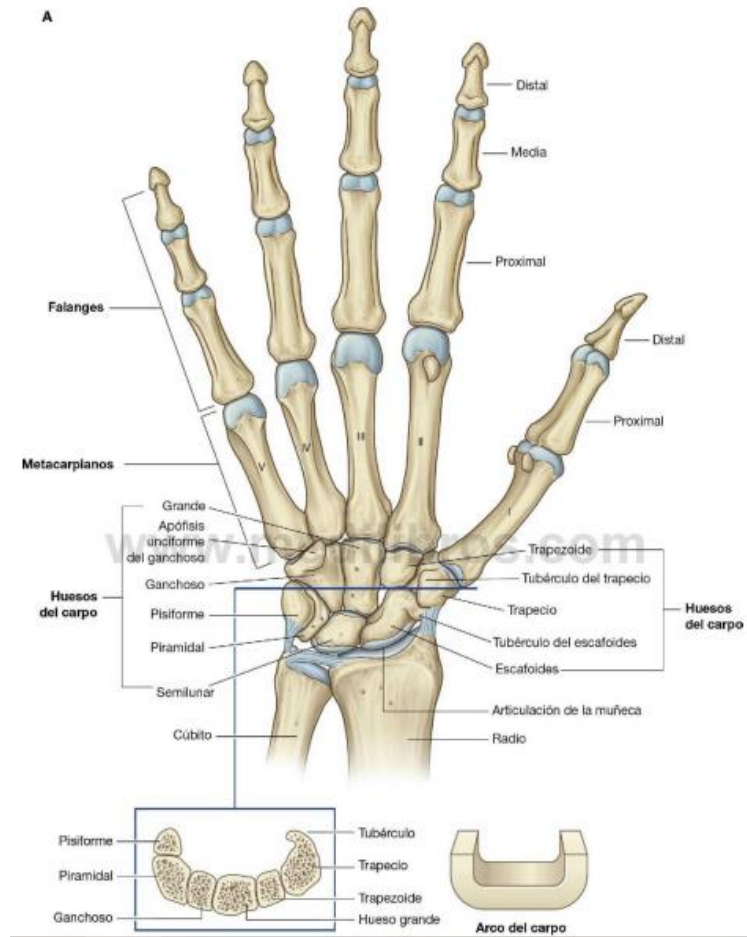


Fig. 6. Huesos de la mano y muñeca y sus articulaciones. (4)

## Capítulo III

### ANÁLISIS DIGITOPALMAR EN LA MADURACIÓN ÓSEA

El análisis digitopalmar se ha utilizado desde hace varios años como auxiliar de diagnóstico en ortodoncia para valorar la maduración ósea, para valorar el pico de crecimiento de ciertos pacientes y saber qué tipo de tratamiento es el adecuado para él.

La radiografía de la mano y muñeca se utiliza para calcular la maduración esquelética de un individuo en crecimiento, debido a que los cambios que experimentan los huesos en su maduración son muy similares en todos los individuos y cada centro de osificación pasa por un número de cambios morfológicos que se pueden identificar fácilmente. Esta parte del cuerpo es comúnmente la más utilizada para este tipo de valoraciones ya que poseen un gran número de huesos tanto largos como pequeños y epífisis en desarrollo, además de que esta radiografía tiene un mínimo de exposición a los rayos x, ideal para usarse como método de diagnóstico en niños y adolescentes, y hacer posible el seguimiento a lo largo de los años. La radiografía se debe de tomar en la mano no dominante del individuo para evitar que haya una ligera diferencia en el desarrollo. (12,1)

Anteriormente se utilizaba el área del hueso como indicador de madurez, hoy en día, son considerados los cambios en la forma debido a que notaron que el área del hueso se basa más en el tamaño del individuo y no en su maduración. Hay estudios que indican que hay una relación muy cercana entre determinadas edades esqueléticas y el pico de crecimiento en estatura y cambios en las dimensiones faciales. (1)

Todo este tipo de información son de suma importancia para la obtención de un diagnóstico de ortodoncia o de ortopedia, así como para la planeación de su tratamiento y saber si es necesario considerar si el crecimiento se debe acelerar o retrasar, sobre todo en los pacientes donde existen discrepancias esqueléticas maxilomandibulares. (1)

### 3.1 Método de Björk

En 1972, Björk habla sobre la determinación de la edad ósea, dividiendo el proceso de maduración de los huesos en ocho estadios, comprendidos entre los 9 y 17 años. Usa como indicadores de madurez esquelética los dedos (según su relación entre epífisis y la diáfisis), huesos del carpo y radio. (13,8)

En las falanges distingue tres signos de osificación:

1. La epífisis tiene la misma anchura que la diáfisis. (=)
2. La diáfisis rodea a la epífisis como capuchón. (cap)
3. La epífisis osifica con la diáfisis. (u)

Los dedos se denominan con un número del 1 al 5 a partir del pulgar y este análisis divide el proceso de maduración en nueve estadios, que a su vez los divide en tres etapas:

- I. La etapa de iniciación. Estadios: PP2, MP3 y H1, PiSi y R
- II. La etapa de aceleración o también conocida como pico de crecimiento. Estadios: S y H2, MP3cap, PP1cap y Rcap y DP3u.
- III. La etapa de finalización. Estadios: PP3u, MPRu y RU.

### 3.2 Método de Greve y Brown

Posteriormente, Greve y Brown en 1976 realizaron una modificación agregando seis características de osificación adicionales al análisis de Björk que le confiere más precisión de la determinación de la edad ósea. (8) Sugieren que una medida confiable del desarrollo físico de cada persona se valora de acuerdo al promedio de la edad esquelética, valorables en una radiografía de los huesos de la mano y muñeca, utilizando los siguientes huesos y fases como indicadores de maduración: (1) (Fig. 7)

- El hueso sesamoideo
- El hueso pisiforme.
- El hueso ganchoso.
- El radio.
- Las falanges de los dedos.

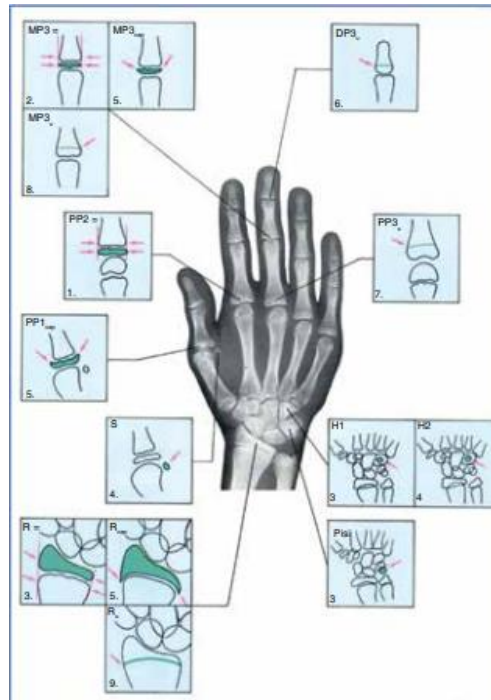


Fig 7. Método de Björk, Grave y Borwn. Análisis digitopalmar para la maduración ósea. (5)

El análisis de Grave y Brown divide el proceso de maduración en nueve estadios evolutivos a diferencia de Björk que solo manejaba ocho, ambos utilizaron una nomenclatura para identificar cada uno de ellos y de igual manera los divide en tres etapas: (13,8)

I. Etapa de iniciación.

- *Primer estadio (PP2)*: Es el inicio de la calcificación. La epífisis de la falange proximal del dedo índice muestra igual anchura que la diáfisis. Comienza aproximadamente 3 años antes del pico máximo del crecimiento puberal. (Fig. 8)

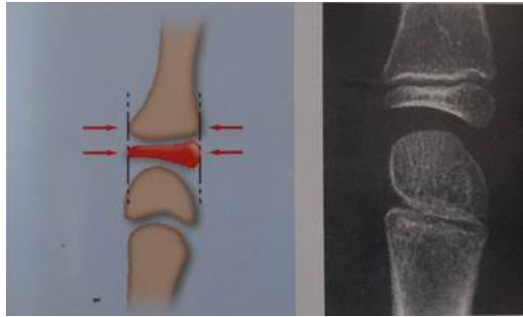


Fig. 8. Primer estadio. (6)

- *Segundo estadio (MP3)*: La epífisis de la segunda falange del dedo medio muestra la misma anchura de la diáfisis. (Fig.9)

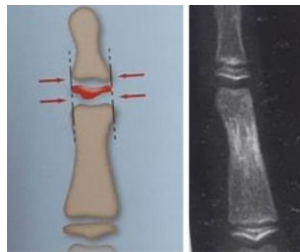


Fig. 9. Segundo estadio (MP3). (6)

- *Tercer estadio (estadio Pisi, H1 y R)*: Se valora de acuerdo con tres características de osificación apareciendo de modo secuencial pero bastante próximos. Pisi= osificación visible del hueso pisiforme; H1= Osificación de la apófisis del hueso ganchoso; R= anchura equivalente de la epífisis y diáfisis del radio. Termina el crecimiento de los huesos y se unen la epífisis con la diáfisis formándose una especie de línea blanquecina en el sitio de la unión. (Fig. 10)



Fig. 10. Tercer estadio (Estadio PiSi, HI y R). (6)



II. Etapa de aceleración (pico de crecimiento).

- *Cuarto estadio (S y H2):* Se alcanza poco antes o al inicio del brote puberal de crecimiento. Este estadio tiene dos características principales, S= calcificación del hueso sesamoideo de la articulación metacarpo - falángica del pulgar. Y H2= osificación avanzada de la apófisis del hueso ganchoso (fase 2). (Fig. 11)

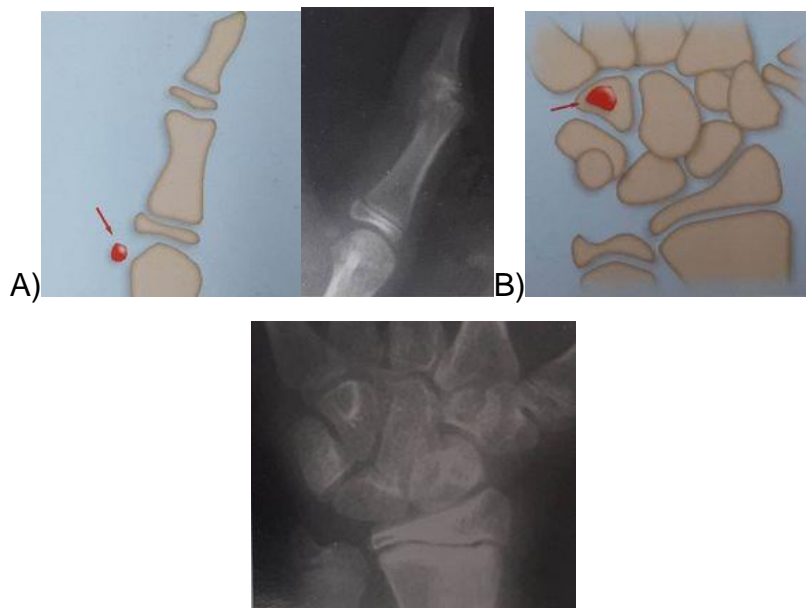


Fig. 11. Cuarto estadio (Estadio S y H1). (6)

- *Quinto estadio (MP3cap):* Coincide esta fase con el brote máximo de crecimiento puberal. MP3cap= en la falange media del dedo medio, la diáfisis rodea la epífisis en forma de capuchón; PP1cap= falange proximal del dedo pulgar, la diáfisis rodea a la epífisis en forma de capuchón; Rcap= radio, la epífisis se encuentra en capuchón con respecto a la diáfisis. (Fig. 12)

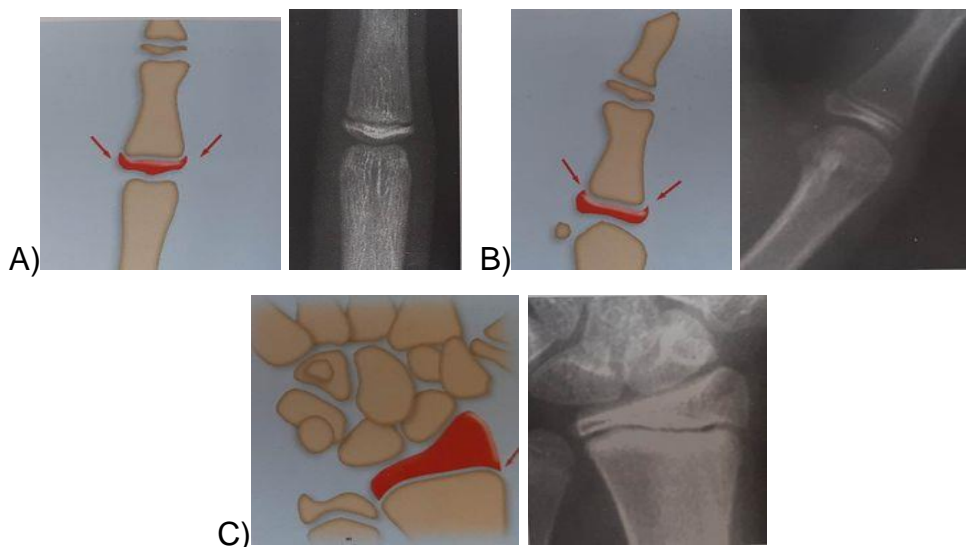


Fig. 12. Quinto estadio (Estadio MP3cap, PP1 y Rcap). (6)

- *Sexto estadio (DP3u)*: falange distal del dedo medio, osificación completa. Se hace visible la fusión de la diáfisis y la epífisis. Se termina el brote puberal de crecimiento. (Fig. 13)



Fig. 13. Sexto estadio (DP3u). (6)

### III. Etapa de finalización.

- *Séptimo estadio (PP3u)*: osificación completa de la epífisis y la diáfisis de la falange proximal del dedo medio (fusión visible). (Fig. 14)



Fig. 14. Séptimo estadio (PP3u). (6)

- *Octavo estadio (MP3u)*: Osificación completa. Fusión visible de la epífisis y diáfisis de la segunda falange del dedo medio. (Fig. 15)

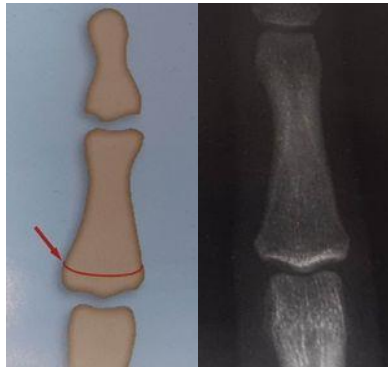


Fig. 15. Octavo estadio (MP3u). (6)

- *Noveno estadio (Ru)*: Osificación completa de la epífisis y la diáfisis del radio. Termina la osificación de todos los huesos de la mano al igual que el crecimiento óseo. (Fig. 16)



Fig. 16. Noveno estadio (Ru). (6)

Este tipo de análisis nos brinda información muy importante sobre el avance que presenta cada individuo en cuanto a su maduración ósea, el conocimiento sobre esto es de gran ayuda para determinar el tipo de tratamiento adecuado para la problemática o diagnóstico que presente el paciente (ortopedia, ortodoncia u ortodoncia prequirúrgica) y así mismo establecer un tiempo estimado de tratamiento. (8)

## Capítulo IV

# EMBRIOLOGÍA Y ANATOMÍA DE LAS VÉRTEBRAS CERVICALES

### 4.1 Embriología de las vértebras cervicales

Las vértebras se forman intersegmentariamente a partir de células del esclerotoma, que se originan a partir de los somitas adyacentes que derivan del mesodermo paraxial. Cada vértebra deriva de las partes craneales de los dos somitas subyacentes (uno a cada lado) y de las partes caudales de los dos somitas suprayacentes.

Una vértebra típica se conforma por un arco vertebral y un orificio vertebral (por donde pasa la médula espinal) un cuerpo, unas apófisis transversas y una apófisis espinosa. (11,10) (Fig. 17)

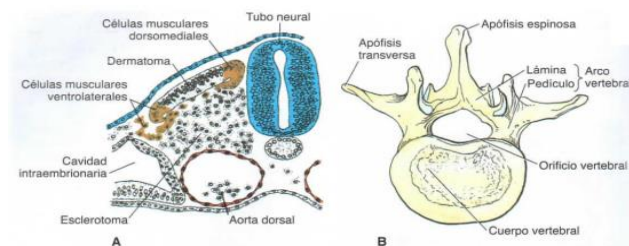


Fig. 17. Vértebra típica que muestra los diversos componentes que la forman. (3)

En la cuarta semana del desarrollo embrionario, las células del esclerotoma migran alrededor de la médula espinal y la notocorda para fusionarse con las células del somita opuesto en el otro lado del tubo neural. A medida que el desarrollo continúa se presenta un proceso llamado resegmentación el cual tiene lugar cuando la mitad caudal de cada esclerotoma crece hacia la mitad cefálica de cada esclerotoma subyacente y se fusionan. Cada vértebra se forma por combinación de la mitad caudal de un somita y de la mitad craneal de su vecino. La forma de cada vértebra es regulada por genes HOX.

El disco intervertebral está formado por una combinación de dos estructuras, el núcleo pulposos (notocorda) y fibras circulares del anillo fibroso (rodea al núcleo fibroso). (9) (Fig. 18)

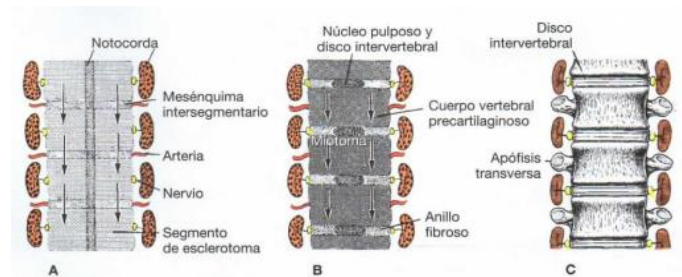


Fig. 18. Formación de la columna vertebral en diversas fases del desarrollo.  
 A: Cuarta semana del desarrollo; B: Aparición de los discos intervertebrales;  
 C: Formación del disco intervertebral. (3)

A medida que se van formando las vértebras, se crean dos curvaturas primarias (torácica y sacra) y dos secundarias, la curvatura cervical que se da cuando el niño aprende a sostener su cabeza, y la curvatura lumbar que se forma cuando el niño aprende a caminar. (9)

## 4.2 Anatomía de las vértebras

En el cuerpo humano tenemos aproximadamente 33 vértebras que están subdivididas en 5 grupos de acuerdo con su morfología, función y localización. Estos 5 grupos son:

- 7 vértebras cervicales
- 12 vértebras torácicas
- 5 vértebras lumbares
- 5 vértebras sacras
- 4 ó 5 coccígeas

Las siete vértebras cervicales se encuentran localizadas entre el tórax y el cráneo y se caracterizan principalmente por su pequeño tamaño y por la presencia de un orificio en cada apófisis transversa. (11) (Fig. 19)

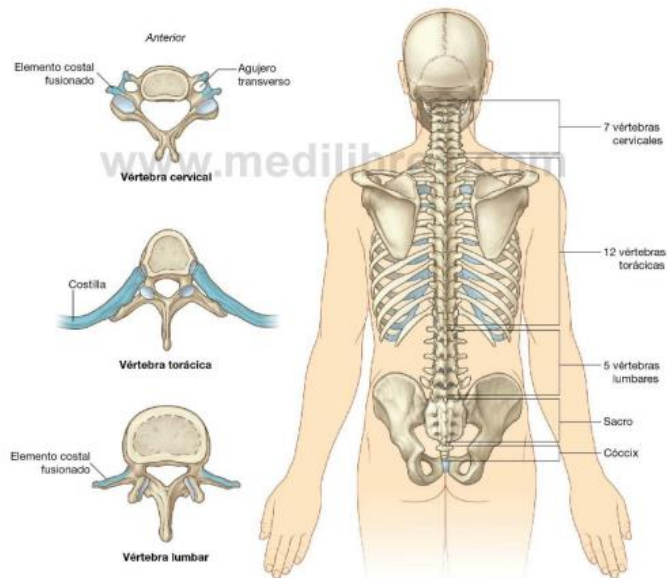


Fig. 19. Vertebras. (4)

Cada vértebra cervical se compone de: un cuerpo, dos pedículos, dos láminas, una apófisis espinosa, cuatro apófisis articulares, dos apófisis transversas y un agujero vertebral (Fig. 20) (14)

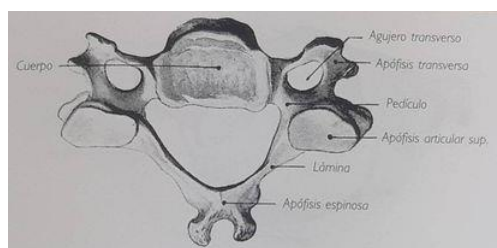


Fig. 20. Vertebra cervical, cara superior. (7).

### 4.2.1 Vértebra típica

Una vértebra típica consta de un cuerpo vertebral y de un arco vertebral posterior:

- El cuerpo vertebral: es el soporte de peso de la vértebra y está unido a los cuerpos vertebrales adyacentes por discos intervertebrales y ligamentos. El tamaño de cada cuerpo vertebral aumenta en sentido inferior debido a que el peso soportado aumenta.
- El arco vertebral: forma las partes laterales y posterior del agujero vertebral. Extendiéndose a partir del arco vertebral se hallan apófisis para inserciones musculares y para la articulación con el hueso adyacente (apófisis espinosa, apófisis transversa, apófisis articulares superior e inferior).

El conducto vertebral está formado por el conjunto de los agujeros vertebrales de todas las vértebras y se encarga de proteger a la médula espinal. Superiormente se continúa a través del agujero magno del cráneo, con la cavidad craneal de la cabeza. (11)

El arco vertebral de cada vértebra consta de dos pedículos y dos láminas:

- Los pedículos; son pilares óseos que unen el arco vertebral al cuerpo vertebral.
- Las láminas: son estructuras óseas finas y aplanadas, se extienden desde cada pedículo para unirse en la línea media y formar la zona posterior del arco vertebral.

Las escotaduras vertebrales superior e inferior participan en la formación de los agujeros intervertebrales. (11) (Fig. 21)

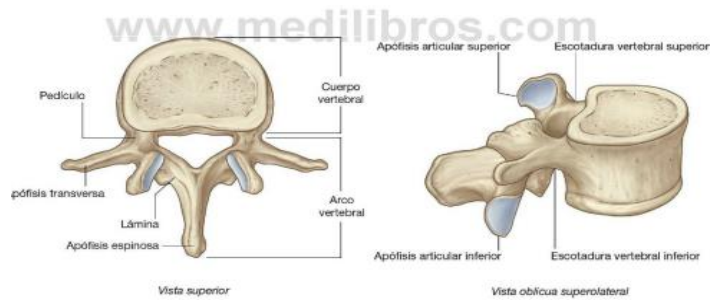


Fig. 21. Vertebra Típica. (4)

#### 4.2.2 Vértebras cervicales

Las vértebras cervicales están constituidas por siete vértebras y componen el armazón óseo del cuello, se caracterizan por su pequeño tamaño y por la presencia de un agujero en cada apófisis transversa. (11)

Una vértebra cervical típica está constituida por: (Fig. 22)

- El cuerpo vertebral: es bajo y con forma cuadrada en una visión superior, presenta una superficie superior cóncava y una inferior convexa.
- Cada apófisis transversa: tiene forma de túnel y se encuentra perforada por un agujero transverso redondo.
- La apófisis espinosa: es corta y bífida.
- El agujero vertebral: es de forma triangular.

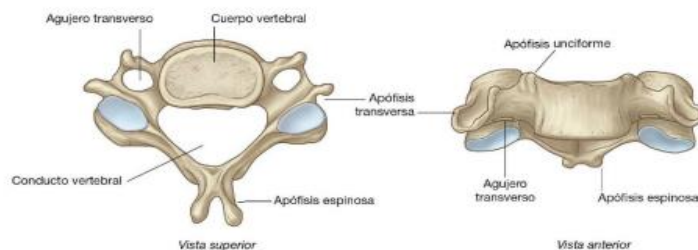


Fig. 22 Vertebra cervical típica. (4)

Los agujeros transversos forman un conducto longitudinal a cada lado de la columna cervical el cual es ocupado por los vasos sanguíneos (arterias y venas vertebrales). La apófisis transversa típica de una vértebra cervical



consta de un tubérculo posterior y uno anterior que sirven de inserción muscular. (11)

### **4.2.3 Atlas y Axis**

La primera y la segunda vértebra cervical (el atlas y el axis) se especializan en los movimientos del cuello y la cabeza.

El atlas es la primera vértebra cervical atípica (vértebra C1) se articula con la cabeza, carece de cuerpo vertebral ya que este se funde con el cuerpo vertebral de C2 durante el desarrollo para formar el diente de CII, por lo que no hay disco intervertebral entre ambas vértebras (C1 y C2). (11)

El atlas tiene forma anular en la visión superior y se constituye por dos masas laterales interconectadas por un arco anterior y uno posterior, estos segmentos circunscriben el agujero vertebral (es mayor en todos sus diámetros que el del resto de las vértebras). Cada masa lateral se articula por encima con un cóndilo occipital del cráneo y por debajo con la apófisis articular superior de la vértebra C2 (el axis). Las superficies articulares superiores tienen forma de alubias y son cóncavas y las superficies articulares inferiores son planas y casi circulares. (11)

La cara lateral soporta las raíces de la apófisis transversa y en la cara medial que se encuentra cerca del arco anterior, presenta un tubérculo sobre el cual se inserta el ligamento transverso. (14,11)

Las caras anterior y posterior de las masas laterales dan origen al arco anterior, el cual presenta (anteriormente) en la línea media el tubérculo anterior del atlas en el que se inserta el músculo anterior del cuello y posteriormente se articula con el diente del axis. El arco posterior presenta una saliente denominado tubérculo posterior donde se inserta el músculo recto posterior menor de la cabeza. (14) (Fig. 23)

El Axis es la segunda vértebra cervical atípica (C2) y se constituye por un cuerpo donde se sitúa el diente del axis o apófisis odontoide destinados a articularse con el arco anterior del atlas. En el diente del axis se distingue: una base, el cuello y el cuerpo.

Las apófisis articulares del axis consta de una cara articular superior que se encuentran en cada lado del diente del axis, y las caras articulares inferiores las cuales presentan la misma orientación que en las otras vértebras cervicales.

Asimismo, el axis también consta de pedículos, apófisis transversas, láminas, apófisis espinosa y un agujero vertebral el cual es más pequeño que el atlas. (14) (Fig. 23)



Fig. 23. Atlas y Axis (Vertebras C1 y C2). (4)

La articulación atlantooccipital se encarga de los movimientos de arriba y abajo de la cabeza sobre la columna vertebral. (11)

#### 4.2.4 Vértebras C3 a C7

Entre las cuatro vértebras cervicales típicas se encuentran las vértebras C3, C4, C5 y C6, las cuales presentan las siguientes características: (15) (Fig. 24)

- Su cuerpo vertebral es pequeño y más largo de lado a lado que anteroposterior, su cara superior es cóncava y la inferior convexa.
- Su foramen vertebral es grande y triangular.

- Las apófisis transversas cuentan con un foramen transverso para los vasos vertebrales.
- Las caras superiores de los procesos articulares se dirigen superior y posteriormente
- Las caras inferiores se dirigen inferior y anteriormente.
- Los procesos espinosos son cortos.

La vértebra C6, tiene una característica en particular, su tubérculo anterior de la apófisis transversa es más grueso y saliente que el de las demás. Se denomina tubérculo carotídeo. (15) (Fig. 24)

La séptima y última vértebra cervical, se le denomina vértebra prominente debido a su largo proceso espinoso (no es bífido). Es una vértebra de transición entre las vértebras cervicales y las torácicas. Las apófisis transversas son grandes y el agujero transverso es más pequeño y solo está atravesado por la vena vertebral. Sus láminas son más altas y su apófisis espinosa tiene un solo tubérculo que es largo y saliente (de donde deriva el nombre vértebra prominente). (15,14)

## Capítulo V

### ANÁLISIS DE VÉRTEBRAS CERVICALES EN LA MADURACIÓN ÓSEA

De acuerdo a varios estudios realizados, se ha comprobado que el método de maduración de vértebras cervicales tiene una gran efectividad para evaluar el crecimiento de un individuo, tanto en su altura corporal, como en el tamaño mandibular, comprobando que este tipo de análisis es un gran método de diagnóstico para la planificación de un tratamiento efectivo de ortopedia, ganando así, aceptación en los años recientes ya que nos indica si el paciente se encuentra en la edad óptima para recibir dicho tratamiento y evaluar a largo plazo los resultados. (16,8)

La osificación de las vértebras cervicales comienza desde el desarrollo fetal hasta la edad adulta observando cambios significativos en el periodo de desarrollo que cubre la etapa donde comúnmente se suele realizar un tratamiento de ortopedia y/u ortodoncia. En el siglo XX, Todd y Pyle, Lainer y Taylor comenzaron a tener interés por los cambios de maduración ósea midiendo las modificaciones del crecimiento dimensional en las vértebras cervicales con ayuda de la radiografía lateral cráneo. (16)

Para este estudio se toman en cuenta las primeras siete vértebras de la columna que constituyen a las espinas cervicales y se basa en el estudio de sus características morfológicas en sus diferentes etapas de crecimiento. La razón de la popularidad de este método es que se realiza en una radiografía lateral de cráneo, la cual es el principal auxiliar de diagnóstico en ortodoncia, sin ser necesario otra exposición a los rayos X, para obtener la maduración esquelética tal como en el análisis digitopalmar. (8)

## 5.1 Método de G. Lamparski

En 1972, Lamparski basado en un estudio desarrollado en la Escuela Medicina Dental de la Universidad de Pittsburg creo estándares en donde se establece una clasificación, basándose en los cambios morfológicos que se observaron en las vértebras cervicales en los diferentes periodos de maduración esquelética utilizando una muestra de 141 pacientes entre las edades de 10 a 15 años (72 niñas y 69 niños). Lamparski comprobó gracias a su estudio que los hallazgos de maduración ósea entre niños y niñas es el mismo, la única diferencia, fue que en las niñas cada estado de desarrollo se observa a edad más temprana a comparación con los niños. (17,16)

Los seis estadios de maduración de las vértebras cervicales que toma en cuenta Lamparski para la valoración, son los siguientes: (13,8) (Fig. 25)

1. *Iniciación.* El borde inferior de C2, C3 y C4 es plano. Los bordes superiores de C3 y C4 son de forma triangular y van adelgazando de posterior a anterior. En este estadio hay una cantidad muy significativa de crecimiento. (100%).
2. *Aceleración.* Se comienza a formar una concavidad en el borde inferior de C2 y C3, y en el borde inferior de C4 continua plano. Los cuerpos de C3 y C4 son ligeramente rectangulares. En este estadio se espera una cantidad significativa de crecimiento, de un 65 a 85%.
3. *Transición.* Se comienzan a distinguir las concavidades bien definidas en el borde inferior de C2 y C3. Comienza la formación de una concavidad en el borde inferior del cuerpo de C4, C3 y C4 son de forma rectangular. En este estadio se espera una moderada cantidad de crecimiento (de 25 a 65%).
4. *Desaceleración.* En el borde inferior de C2, C3 y C4 se presenta una concavidad bien definida Los cuerpos de C3 y C4 comienzan a tener forma más cuadrada. En este estadio se espera pequeña cantidad de crecimiento en la adolescencia (de 10 a 25%).

5. *Maduración.* El borde inferior del cuerpo de C2, C3 y C4, se presenta una concavidad bien definida. Los cuerpos de C3 y C4 son cuadrados. En este estadio hay una insignificante cantidad de crecimiento (de 5 a 10%).
6. *Terminación.* C2, C3 y C4 presentan una concavidad profunda y bien definida en el borde inferior del cuerpo. C3 y C4 son más altas que anchas. En este estadio se ha completado el crecimiento en la adolescencia (crecimiento puberal).

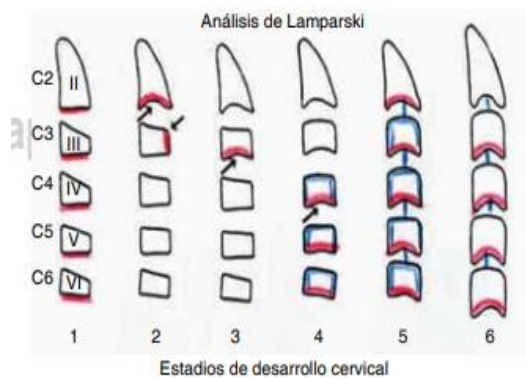


Fig. 25. Análisis de Lamparski. (5)

Debido a que en el estudio de Lamparski solo se incluyeron niños de entre 10 y 15 años, de acuerdo con una investigación realizada se menciona que su clasificación es incompleta debido a la edad de la muestra, por lo que años más tarde Hassel y Farman en 1995 tratan de modificarla incluyendo una descripción más detallada y por lo tanto teniendo una mayor correlación con las etapas de maduración de la mano y la muñeca.

## 5.2 Método de Baccetti

Baccetti en el 2005 menciona que el estudio de las vértebras cervicales puede considerarse como un procedimiento eficiente, fiable, reproducible y válido; y que los resultados que obtuvo en su estudio indican que la columna vertebral puede reemplazar de forma segura a la radiografía de la muñeca en etapas limitadas en períodos de crecimiento puberal. (20)

Para la realización de su estudio se basó en realizar una versión modificada de Lamparski basándose únicamente en la morfología de los cuerpos de las vértebras C2, C3 y C4 utilizando una muestra de 30 sujetos ortodónticamente no tratados. (20)

Baccetti toma en cuenta los siguientes estadios para la valoración de la maduración esquelética:

- *Estadio I (CMVS I)*. Los bordes inferiores de las tres vértebras son planos (C2, C3, C4). Los cuerpos de C3 y C4 son de forma trapezoidal y el borde superior del cuerpo trapezoidal se estrecha desde atrás hacia delante.
- *Estadio II (CMVS II)*. Comienza a presentarse una concavidad en el borde inferior de C2 y los cuerpos de C3 y C4 son aun de forma trapezoidal.
- *Estadio III (CMVS III)*. Se presentan concavidades en los bordes inferiores de C2 y C3. Los cuerpos de C4 y C3 pueden ser horizontal, trapezoidal o rectangular.
- *Estadio IV (CMVS IV)*. Se observan concavidades en las vértebras de C2, C3 Y C4. Los cuerpos de C3 Y C4 ya son de forma rectangular horizontal.
- *Estadio V (CMVS V)*. Aún continúan presentes las concavidades de C2, C3 Y C4. Uno de los cuerpos de C3 Y C4 se comienza a hacer cuadrado y el otro continua rectangular horizontal.
- *Estadio VI (CMVS VI)*. Los bordes de las concavidades inferiores de C2, C3 Y C4 son más presentes. Al menos uno de los cuerpos de C3 y C4 es vertical de forma rectangular y el cuerpo de la otra vértebra cervical se eleva al cuadrado.

## Capítulo VI

### INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

#### 6.1 Indicaciones del análisis digitopalmar y de vértebras cervicales

- Pacientes donde se duda del éxito de un tratamiento de ortopedia.
- Pacientes en donde se duda de la presencia del máximo potencial de crecimiento para la selección del tipo de tratamiento a realizar Ortopedia (preventivo)– ortodoncia (correctivo).
- Edades entre 10 -17 años.
- Pacientes que serán sometidos a un tratamiento ortognático temprano.
- Evaluación del tratamiento ortopédico.
- Cuidar gónadas en formación
- Enfermedades sistémicas (THS)

Nota: Según algunos textos se justifica que la radiografía de la mano y muñeca debe ser tomada de la mano izquierda o la mano no dominante del paciente en dado caso de que el paciente sea surdo, ya que puede presentar una ligera diferencia en el desarrollo, aunque no está demostrado científicamente que exista alguna diferencia.

La radiografía lateral de cráneo comúnmente se toma del lado izquierdo del paciente, aunque tampoco influye si en dado caso se llega a tomar del lado derecho. Se deben de observar las estructuras anatómicas bien definidas en ambas radiografías.



## **6.2 Contraindicaciones del análisis digitopalmar y de vértebras cervicales**

- Pacientes que se encuentran fuera del rango establecido del máximo potencial de crecimiento (20 adelante)
- Pacientes que se encuentren en edades menores al rango.
- En pacientes con alguna mal formación congénita o sindrómica que afecte el desarrollo de la mano o de las vértebras cervicales.
- En pacientes que presenten alguna fractura de dedos o alguna parte de la mano y muñeca (en el caso del análisis digitopalmar), o que tenga algún antecedente de trauma en la mano o en las vértebras cervicales.
- En pacientes que hayan tenido amputación parcial de alguna zona de la mano o dedos (en el caso del análisis digitopalmar).
- En pacientes embarazadas.
- En pacientes con trastornos metabólicos que afecten el crecimiento (hipertiroidismo o diabetes mellitus).

## **Capítulo VII**

### **VENTAJAS Y DESVENTAJAS**

#### **7.1 Ventajas del análisis digitopalmar**

- Es considerado el mejor indicador de madurez desde hace muchos años debido a que es el primer análisis de valoración de la maduración ósea
- Se ha encontrado que está estrechamente relacionado con el crecimiento acelerado.
- Es más claro en cuanto a los eventos anatómicos que se presentan en diversos estadios, por lo cual el aspecto subjetivo queda limitado.
- Es mínima la radiación que se requiere para obtener una radiografía de la mano-muñeca por lo que hace posible el seguimiento de los cambios a lo largo de los años.
- La toma de la radiografía es fácil de realizar.

#### **7.2 Desventajas del análisis digitopalmar**

- Requiere una radiografía adicional y por lo tanto una radiación independiente a las que se requieren para realizar un estudio de ortodoncia.
- Al requerir una radiografía extra para el estudio de la maduración ósea, requiere un gasto mayor para el paciente debido a que debe de tomarse una radiografía carpal.

### **7.3 Ventajas del análisis de vértebras cervicales**

- El análisis de la maduración de las vértebras cervicales se puede realizar en una radiografía lateral de cráneo que comúnmente se utiliza en el estudio ortodóntico, por lo que ya no es necesaria la exposición a una radiación extra para analizar la madurez ósea.
- El estudio de la morfología de las vértebras cervicales puede ser útil como índice de maduración para detectar el momento óptimo para iniciar el tratamiento.
- Es un método fácil de realizar
- Es económico ya que el paciente se ahorra la toma de una radiografía extra para el análisis de la maduración esquelética.
- La toma de la radiografía es fácil de realizar.

### **7.4 Desventajas del análisis de vértebras cervicales**

- A pesar de que ya se ha comprobado su efectividad comparada con el análisis digitopalmar no se lleva mucho a la práctica.
- Se debe de tener muy claro y estudiado la forma de las vértebras para evitar alguna falla en su estudio.
- A veces no son muy visibles las vértebras cervicales en la
- radiografía lateral de cráneo.

## CONCLUSIONES

La madurez esquelética nos brinda información valiosa para la elección de un plan de tratamiento ortopédico y/u ortodóntico.

El análisis digitopalmar obtenido de una radiografía de la mano, es el más conocido y realizado por los Cirujanos Dentistas y Ortodoncistas, por ser un método sencillo de observar los cambios secuenciales radiográficos en las estructuras óseas de la mano indicando el estadio de crecimiento en que se encuentra el paciente.

El análisis de vértebras cervicales evita exponer al paciente a una segunda exposición radiográfica, ya que la radiografía lateral de cráneo se utiliza comúnmente al realizar un diagnóstico ortodóntico y a consideración del ortodoncista se puede realizar también el análisis digitopalmar para corroborar datos, sobre todo en etapas de iniciación y finalización.

El análisis de vértebras cervicales también es de fácil aplicación e interpretación y utilidad diagnóstica comparada con el análisis digitopalmar, si se está familiarizado en su totalidad con el estudio del cambio morfológico que existen en las vértebras, los datos obtenidos en la radiografía serán precisos.

En ambos sexos el estadio 4 carpal se relaciona con el estadio II vertebral, estadio donde el paciente se encuentra en su mayor potencial de crecimiento, y el estadio 6 carpal con el estadio VI vertebral, donde el potencial de crecimiento ha comenzado a decrecer.

Es importante que los Cirujanos Dentistas conozcamos y comencemos a familiarizarnos más con el análisis de vértebras cervicales llevándolo más a la práctica para que su estudio sea más sencillo y claro en la obtención del nivel de maduración ósea y así poder evitar un gasto extra al paciente.

Se debe de tener presente que todo auxiliar de diagnóstico tiene una limitación, por lo que podemos considerar que un análisis puede complementar al otro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gonzalo Alonso Uribe Restrepo. Fundamentos de odontología. Ortodoncia: teoría y clínica. Segunda edición. Medellín, Colombia: Corporación para investigaciones biológicas; Año 2010.
2. Robert E. Moyers. Manual de ortodoncia. Cuarta edición. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana; Año 1995.
3. Natalia Bernal, María Isabel Arias. Indicadores de maduración esquelética y dental. Rev. CES Odontología [internet]. Año 2007 [consultado 2022]; Volumen 20: pág 59-68. Disponible en: <https://revistas.ces.edu.co/index.php/odontologia/article/view/139/127>.
4. Lee W. Graber, Katherine W. L. Vig. Ortodoncia Principios y técnicas actuales. Sexta edición. Barcelona, España: Elsevier; Año 2018.
5. F. Juan Águila. Tratado de ortodoncia. Tomo I y II. Caracas, Venezuela: Actualidades Médicas Odontológicas Latinoamérica, C.A; Año
6. Isla Yolima Campos Varela. Desarrollo del cráneo e importancia para la antropología forense. Departamento de morfología [Internet]. Año 2017 [Consultado en 2022]; Volumen 9 núm 2. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/morfologia/article/view/68068/62737>
7. Luis Fernando Calixto. Una propuesta teórica y conceptual para el modelado de la aparición de centros de osificación en diferentes tipos de huesos planos y largos. Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología [Internet]. Artículo especial Año 2013 [Consultado en 2022]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcuborttra/cot-2013/cot131b.pdf>

8. Luz D'escriván de Saturno, Martha Torres C. Ortodoncia en dentición mixta. Primera edición. Venezuela: Actualidades Médicas Odontológicas Latinoamérica, C.A; Año 2007.
9. T.W. Sadler, Ph. D. Langman, Embriología Médica. Doceava edición. Barcelona, España: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins; Año 2012.
10. Keith L. Moore. Embriología Clínica. Novena edición. Elsevier.
11. Richard L. Drake; A. Wayne Vogl. Gray, Anatomía para estudiantes. Tercera edición. Barcelona, España: Elsevier; Año 2015.
12. Norma Angélica Arciniega Ramos, Mauricio Ballesteros Lozano. Análisis comparativo entre la edad ósea, edad dental y edad cronológica. Revista Mexicana de Ortodoncia [Internet]. Año 2013 [Consultado en 2022]. Volumen 1 número 1. PP 33 a 37. Disponible en:  
<https://www.medigraphic.com/pdfs/ortodoncia/mo-2013/mo131e.pdf>
13. Esther Ivonne Morales Domínguez. Relación existente entre el tamaño y forma de las vértebras cervicales con los estadios de maduración ósea carpal. Parte II. Revista Mexicana de Ortodoncia [Internet]. Año 2014 [Consultado en 2022]. Volumen 2 número 1. PP 24 a 31. Disponible en:  
<https://www.medigraphic.com/pdfs/ortodoncia/mo-2014/mo141d.pdf>
14. Henri Rouviere. Anatomía humana descriptiva, tipográfica y funcional. Onceava edición. Barcelona: Elsevier Masson. Año 2005.
15. Keith L. Moore. Anatomía con orientación clínica. Séptima edición.
16. Tiziano Baccetti. An Improved Version of the Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Mandibular Growth. Original Article, Angle Orthodontist [Internet]. Año 2002. [Consultado en 2022]. Volumen 72; Número 4.
17. Emerik Alvarado Torres. Comparación de la Maduración Ósea de Vértebras Cervicales Utilizando los Métodos de

Baccetti y Lamparski en Pacientes de 8 a 15 Años. International Journal of odontostomatology [Internet]. Volumen 10, número 1. Año 2016 [Consultado en 2022]. Disponible en:

[https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-381X2016000100011&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-381X2016000100011&script=sci_arttext&tlng=pt)

18. Paloma San Román, Juan Carlos Palma. Skeletal maturation determined by cervical vertebrae development. European Journal of orthodontics [Internet]. Año 2002 [Consultado en 2022]. Pág. 303-311.
19. Antonio Bedoya. Descripción de los estudios de maduración ósea según Björk mediante radiografía del carpo en niños y adolescentes en dos grupos de distintas ascendencias étnica. Revista estomatología y salud [Internet]. Año 2013 [Consultado en 2022]. Pág. 7-13. Disponible en:  
<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/01/877734/3-bedoya-maduracion-osea-bjork.pdf>
20. Carol Ximena Portales Carbonel. Edad promedio de aparición de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el Método de Hassel y Farman y Baccetti. Revista Dental de Chile [Internet]. Año 2013 [Consultado en 2022]. Pág. 19-23. Disponible:  
[https://d1wgtxts1xzle7.cloudfront.net/36323488/Revista\\_Dental\\_de\\_Chile-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1669618031&Signature=BSAoxaymW4poGCrx8IAr53RllqybsHcdDvEyKM1NnnYbrx15tfgtLQHERpqwASDfKVqstcwGxeob2ehyIDTwmKyN76FrWKhTOFFORF~iln~0mGsREsM18r9K2CnsBCuxnAzc2nnCa5JfMzqwBYBdb72ylwN7zPiYk-Ao1irWMQvxANhIRKxV3KZ7GOqROqSTJXPZRQ68ed1DXBoWMPWj0nVeCgqwkUlmIZX1xhggrjI5BtqUNGqOQYRwKn03aj~ZHLJKLwq77zR9iPpilTzQ4OkEJnU8r~iTjKN66ZPR94qKI-d8MEDmzhtBp~tXjVGVA-SenF5hjWstljWSVCSrKA\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wgtxts1xzle7.cloudfront.net/36323488/Revista_Dental_de_Chile-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1669618031&Signature=BSAoxaymW4poGCrx8IAr53RllqybsHcdDvEyKM1NnnYbrx15tfgtLQHERpqwASDfKVqstcwGxeob2ehyIDTwmKyN76FrWKhTOFFORF~iln~0mGsREsM18r9K2CnsBCuxnAzc2nnCa5JfMzqwBYBdb72ylwN7zPiYk-Ao1irWMQvxANhIRKxV3KZ7GOqROqSTJXPZRQ68ed1DXBoWMPWj0nVeCgqwkUlmIZX1xhggrjI5BtqUNGqOQYRwKn03aj~ZHLJKLwq77zR9iPpilTzQ4OkEJnU8r~iTjKN66ZPR94qKI-d8MEDmzhtBp~tXjVGVA-SenF5hjWstljWSVCSrKA_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)



21. Gladia Toledo Mayari. Evaluación de la maduración ósea a través de las vértebras cervicales en pacientes de ortodoncia. Revista cubana de estomatología [Internet]. Año 2010 [Consultado en 2022]. Disponible en:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0034-75072010000300006&script=sci\\_arttext&lng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0034-75072010000300006&script=sci_arttext&lng=pt)
22. Alejandro Morales De Fuentes. La correlación entre el análisis cervical y carpal de maduración ósea en niños y niñas mexicanos de 9 a 16 años del hospital infantil de México "Federico Gómez". Revista Mexicana de Ortodoncia [Internet]. Volumen 3, número 4. Año 2015 [Consultado en 2022]. Disponible en:  
<file:///C:/Users/beren/Downloads/la-correlaci-n-entre-el-an-lisis-cervical-y-carpal-de-maduraci-n-sea-en-ni-os-y-ni-as-mexicanos-de-9-a-16-a-os-del-hospital-infantil-de-m-xico-federico-gomez.pdf>
23. Alma Delia Luna Mata. Relación existente entre el tamaño y forma de las vértebras cervicales con los estadios de maduración ósea carpal. Revista Odontológica Mexicana [Internet]. Vol. 11, núm. 3. PP 121-128 Año 2007 [Consultado en 2022]. Disponible en:  
[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/90633359/uo073b-libre.pdf?1662264993=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DRelacion\\_existente\\_entre\\_el\\_tamano\\_y\\_for.pdf&Expires=1669445954&Signature=MVGjrfbrF9m9cn~qaQIDC7gHLBSMI2OpFdVXRloc09nGbTDHR3uh6aJlcQdqPF3tYlqgZru2W7BC91CEM1NXTMdjIIWj0FmPvfvknJM7Jwk~OHIg~61TWknr3vK49W~xUTI40YIjCVOgKW0oBVAOzVsesvcdW7Y2-O3E2gznrRdisj1crEApFiJmE4iTmMS5Q-ug4Gc7I3nGohep1hCfygDjf5-ulqDGxgDNLyZWN4WfufJySBIKOZ80Z-ZPwLHu2Pbqpf7YNtT6Yknyn9zgesag6iR0E-YpTNhYPXk5OT13in2aPq1aufoafrrhuG06H7NvDasB4y7gm6lzfR1kSjw\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/90633359/uo073b-libre.pdf?1662264993=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DRelacion_existente_entre_el_tamano_y_for.pdf&Expires=1669445954&Signature=MVGjrfbrF9m9cn~qaQIDC7gHLBSMI2OpFdVXRloc09nGbTDHR3uh6aJlcQdqPF3tYlqgZru2W7BC91CEM1NXTMdjIIWj0FmPvfvknJM7Jwk~OHIg~61TWknr3vK49W~xUTI40YIjCVOgKW0oBVAOzVsesvcdW7Y2-O3E2gznrRdisj1crEApFiJmE4iTmMS5Q-ug4Gc7I3nGohep1hCfygDjf5-ulqDGxgDNLyZWN4WfufJySBIKOZ80Z-ZPwLHu2Pbqpf7YNtT6Yknyn9zgesag6iR0E-YpTNhYPXk5OT13in2aPq1aufoafrrhuG06H7NvDasB4y7gm6lzfR1kSjw_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

## REFERENCIAS DE IMÁGENES

1. Gonzalo Alonso Uribe Restrepo. Fundamentos de odontología. Ortodoncia: teoría y clínica. Segunda edición. Medellín, Colombia: Corporación para investigaciones biológicas; Año 2010.
2. Keith L. Moore. Embriología Clínica. Novena edición. Elsevier.
3. T.W. Sadler, Ph. D. Langman, Embriología Médica. Doceava edición. Barcelona, España: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins; Año 2012.
4. Richard L. Drake; A. Wayne Vogl. Gray, Anatomía para estudiantes. Tercera edición. Barcelona, España: Elsevier; Año 2015.
5. Esther Ivonne Morales Domínguez. Relación existente entre el tamaño y forma de las vértebras cervicales con los estadios de maduración ósea carpal. Parte II. Revista Mexicana de Ortodoncia [Internet]. Año 2014 [Consultado en 2022]. Volumen 2 número 1. PP 24 a 31. Disponible en:  
<https://www.medigraphic.com/pdfs/ortodoncia/mo-2014/mo141d.pdf>
6. Luz D'escriván de Saturno, Martha Torres C. Ortodoncia en dentición mixta. Primera edición. Venezuela: Actualidades Médicas Odontológicas Latinoamérica, C.A; Año 2007.
7. Henri Rouviere. Anatomía humana descriptiva, tipográfica y funcional. Onceava edición. Barcelona: Elsevier Masson. Año 2005.
8. Keith L. Moore. Anatomía con orientación clínica. Séptima edición.