



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**



**DETERMINACIÓN DE LA MADURACIÓN ÓSEA EN RADIOGRAFÍAS**  
**CARPALES DE NIÑOS QUE ACUDIERON AL SERVICIO DE ORTODONCIA EN**  
**LA CUAS ZARAGOZA DEL 2002 AL 2019**

**TESIS**  
**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**  
**CIRUJANO DENTISTA**

**PRESENTA:**  
**TRINIDAD PALOMEQUE YAJAIRA**

**DIRECTORA:**  
**MTRA. OROZCO CUANALO LETICIA**

**ASESORES:**  
**MTRA. BRIBIESCA GARCÍA MARÍA EUGENIA**  
**MTRO. MUÑOZ BARRERA OSCAR ADRIAN**

**CDMX, 2020**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

*“Tú ya eres eso que puedes llegar a ser, date cuenta.*

*Tú eres tu propia meta, sé consciente de ello”*

*“Los límites se pierden.*

*Un océano ilimitado sin origen.*

*El infinito...”*

*Tilopa*

*A mis padres*

*Noeli, mi gran pilar, la persona más valiente en este mundo.*

*Heriberto, siempre paciente y comprensivo.*

*Quienes me dieron la vida y la motivación para no rendirme nunca, me enseñaron que el camino puede ser difícil de recorrer pero que nada es imposible cuando se desea con el corazón.*

*Gracias por siempre creer en mí.*

*A mis hermanos*

*Didi, quien siempre entrega todo sin esperar nunca nada a cambio.*

*Beto, mi compañero y cómplice.*

*Agradezco a la vida poder compartir con ustedes y aprender que la clave está en la perseverancia y la disciplina. Por mostrarme el camino.*

## **AGRADECIMIENTOS**

La realización de este trabajo es el resultado de un largo proceso lleno de tropiezos y aciertos; durante su elaboración tuve la fortuna de encontrarme rodeada de personas que motivaron y ayudaron a la culminación del mismo. Ahora puedo ver plasmado todo el esfuerzo, dedicación y apoyo que me fue brindado, por lo cual quiero agradecer.

A la Dra. Leticia, quien dirigió y guio este trabajo, por brindar la confianza y el apoyo necesario para su elaboración.

Al Dr. Oscar, por estar presente durante todo el proceso y motivarme desde mis inicios en esta bella profesión.

A la Dra. Bribiesca, quien tuvo mucha fe en mis capacidades y conocimientos.

A mis sinodales, el Dr. Vega Cambero y el Dr. Celayo Reneaum quienes brindaron su tiempo, apoyo y conocimiento en el desarrollo de este trabajo.

A mi alma mater, la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, por otorgarme cobijo y las herramientas necesarias para mi formación.

Por último quisiera agradecer a un grupo de personas que me acompañaron durante este proceso, brindándome su amistad y consejo.

A Adriana, Karen, Dhaniel, Paola y Amaury.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	3
MARCO TEÓRICO.....	5
Desarrollo de la oclusión.....	6
Crecimiento y desarrollo cráneo-facial.....	10
Anatomía cráneo-facial .....	13
Osteología.....	14
Miología.....	18
Embriología cráneo-facial .....	22
Desarrollo de los tejidos duros .....	25
PVC, fases de crecimiento y las funciones bucales.....	29
Mecanismos de crecimiento.....	36
Patrones de crecimiento cráneo-facial .....	39
Maduración esquelética: edad ósea .....	44
Anatomía radiográfica de la mano.....	46
Método de Bjork, Grave y Brown.....	48
Aplicación Clínica .....	52
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	54
OBJETIVOS .....	55
MATERIAL Y MÉTODOS.....	56
Diseño de estudio .....	56
Universo.....	56
Criterios de inclusión:.....	56
Criterios de exclusión.....	56
Criterios de eliminación.....	57
Variables.....	57
Procedimiento.....	58
Análisis estadístico .....	58

RESULTADOS .....	59
DISCUSIÓN .....	65
CONCLUSIONES.....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70
ANEXOS .....	75
1.....	75
2.....	79

## RESUMEN

En México las enfermedades bucodentales son consideradas un problema de salud pública por su alta prevalencia, la tercera más común es la maloclusión. Un estudio realizado en la Universidad Nacional Autónoma de México reveló que todas las personas estudiadas presentaban algún tipo de maloclusión esquelética y que el rango de edad con mayor prevalencia de maloclusiones era de los 13 a los 19 años, por lo tanto, concluyeron que el conocimiento del crecimiento y desarrollo de las estructuras de la cara es de gran importancia para el aprovechamiento de éste en etapas tempranas del desarrollo y corregir así las discrepancias esqueléticas.

Los fenómenos de crecimiento siguen una secuencia constante, las edades cronológicas en las que se manifiestan varían considerablemente entre los individuos, por ello los indicadores biológicos son más informativos que la edad cronológica. Un ejemplo es la edad esquelética, esta es usada como un indicador de maduración que mide el avance del desarrollo óseo. Para su estudio ha sido bien aceptado el uso de la radiografía carpal debido a que en ella se encuentran los distintos huesos que conforman a la mano y a la muñeca en diferentes grados de osificación y en un orden preestablecido.

Cuando los huesos del carpo han madurado a la edad aproximada de 9 años se valora el desarrollo de los huesos metacarpianos y las falanges. Se localizan puntos de referencia específicos que sirven como indicadores del comienzo de la

pubertad y los estadios de crecimiento de los dedos son valorados en relación con el nivel de fusión que existe entre la epífisis y la diáfisis de las falanges.

La maduración esquelética está influenciada en cada individuo por una combinación de factores genéticos y ambientales, la secuencia de osificación y el patrón de crecimiento se puede encontrar en todos los individuos sin embargo el tiempo de inicio, la duración y la cantidad de crecimiento varía considerablemente durante la pubertad, de manera que el grado de desarrollo arroja datos respecto al nivel del desarrollo esquelético del niño y de esta forma es posible visualizar si el individuo se encuentra en un periodo de crecimiento activo.

Las edades estimadas para los eventos de maduración se han establecido en estudios realizados en poblaciones infantiles de Estados Unidos y Europa por lo que es posible observar variaciones considerables dentro de la población mexicana.

## INTRODUCCIÓN

Las enfermedades bucodentales son consideradas un problema de salud pública por su alta prevalencia, en México la tercera con mayor frecuencia es la maloclusión, según la OMS 75% de los adolescentes en México presentan algún tipo de maloclusión. <sup>1,2</sup>

Las maloclusiones son alteraciones del equilibrio del complejo orofacial que pueden afectar los dientes, la articulación temporomandibular e incluso la musculatura <sup>3</sup> provocando una afectación en las funciones de la masticación, deglución y el habla, y a su vez un impacto en la estética que por consecuencia tendrá repercusiones en la autoestima del sujeto <sup>4</sup>

En un estudio publicado por Tokunaga y cols <sup>5</sup> se encontró que 53.3% de las personas estudiadas presentaban una maloclusión esquelética clase I, 37.1% presentaban clase II y solo 9.6% una clase III, así mismo se encontró que el rango de edad con mayor prevalencia de maloclusiones era de los 13 a los 19 años por lo tanto concluyeron que el conocimiento del crecimiento y desarrollo de las estructuras de la cara es de gran importancia para el aprovechamiento de éste en etapas tempranas del desarrollo y corregir las discrepancias esqueléticas.

Si bien los fenómenos de crecimiento siguen una secuencia constante, las edades cronológicas en las que se manifiestan varían considerablemente entre los individuos, por ello los indicadores biológicos son más informativos que la edad cronológica. <sup>6,7</sup> La determinación de la edad ósea ha sido el método más utilizado para la valoración de la maduración y el uso de la radiografía carpal para su

estudio ha sido bien aceptado debido a que en ella se encuentran una gran cantidad de huesos en desarrollo.<sup>8,9,10</sup>

El diagnóstico precoz del sujeto mientras se encuentra durante un periodo de crecimiento activo es de gran utilidad para un adecuado tratamiento ortopédico, mismo que será un precedente para el control del crecimiento craneofacial y dará como resultado una mejoría en la relación dental e interarcada, disminuyendo así la prevalencia de maloclusiones en la dentición permanente.<sup>11,12</sup>

## MARCO TEÓRICO

El sistema masticatorio es una unidad funcional compleja encargada de cumplir con funciones importantes para la vida, la masticación, deglución y fonación; incluyendo también el sentido del gusto y la respiración.

La boca es el área topográfica que contiene el aparato masticatorio encargado de triturar los alimentos de forma dinámica, dicho aparato está integrado por huesos, articulaciones, ligamentos, dientes y músculos. Para comprender la compleja relación entre tantos elementos responsables en la función masticatoria es necesario estudiar las características anatómicas y funcionales de todos los elementos, de la misma forma resulta útil entender que todas estas estructuras se han formado gradualmente y de manera armónica para eventualmente dar lugar al sistema masticatorio.<sup>13, 14</sup>

La oclusión es la relación de contacto de los dientes en función, esta se da a través de un sistema integrado por unidades funcionales que comprenden los dientes, las articulaciones y los músculos de la cabeza y el cuello, es decir, al sistema masticatorio. Las actividades básicas de la masticación, fonación y deglución dependen en su mayoría de la posición dental dentro de la arcada y del antagonismo que los dientes tienen entre sí. Las relaciones dentales no están dadas al azar, sino que una serie de factores como la herencia genética, las necesidades funcionales y los factores ambientales modifican estas relaciones de tal forma que las maloclusiones son el resultado de la interacción de estos factores que influyen directamente en el desarrollo de la región bucofacial.<sup>15</sup>

Es así que el estudio del crecimiento y desarrollo craneofacial es parte fundamental en el entendimiento de la formación de la oclusión, del sistema masticatorio y estos a su vez en el cumplimiento de las funciones ya mencionadas.

### **Desarrollo de la oclusión**

La interdigitación de los dientes maxilares y mandibulares depende de los procesos de desarrollo en tres dimensiones que involucra la base craneal, los maxilares y la erupción del diente, estos procesos están fuertemente influenciados por la genética, así como los factores funcionales.

La variabilidad individual en el crecimiento de la base del cráneo y de los maxilares es amplia y la coordinación de los componentes no es perfecta, sin embargo, esto es compensado en parte por los mecanismos dentoalveolares que son dependientes de la función normal y la erupción dental. <sup>16</sup>

Los humanos experimentamos dos tipos de dentición a lo largo de nuestra vida, ambas con características muy definidas: la dentición primaria -que funciona durante el periodo temprano de la vida- y la dentición permanente -que la reemplaza-. La transición entre una dentición y otra se conoce como dentición mixta. <sup>17</sup>

La dentición temporal consta de 20 dientes, tiene lugar entre el sexto y décimotercer mes de nacimiento y termina a los dos o tres años de edad. En el nacimiento las coronas de los dientes primarios han sido formadas pero la raíz todavía no, así la encía es baja y la bóveda palatina plana, mientras que la mandíbula se encuentra en una posición retrusiva en relación al maxilar.

Con la erupción de los dientes primarios se desarrollan los procesos alveolares y hay un aumento considerable en la altura facial, a su vez el crecimiento del proceso alveolar maxilar también da lugar a un aumento de la altura palatina. Los dientes primarios casi erupcionan perpendicular a las bases del maxilar, el ángulo interincisal es próximo a los 180° y el ángulo oclusal es llano.

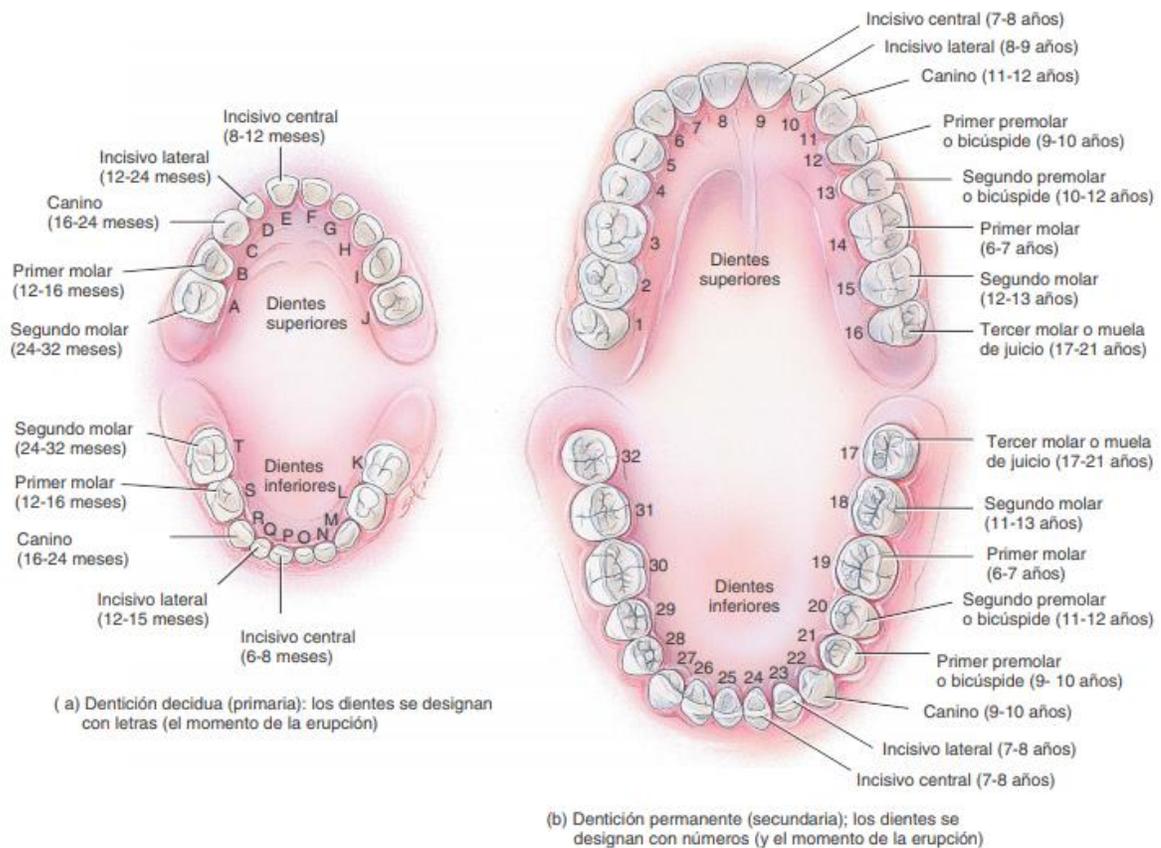


Figura 1. Dentición decidua y permanente. Fuente: Tortora GJ, Derrickson B. Principios de anatomía y fisiología. 13ª Ed.

La dentición primaria se caracteriza por arcos dentales semicirculares y espacio extra en la porción anterior, mejor conocido como “espacios primates”, necesario para acomodar a los dientes anteriores permanentes; inicialmente el overjet es de 4mm aproximadamente y con la atrición de los dientes y el crecimiento mandibular se llega a tener una relación borde a borde.

Las relaciones molares en la dentición primaria se pueden dividir en tres:

- Arco con escalón mesial, es decir, la superficie distal del segundo molar mandibular es mesial a la superficie correspondiente en el maxilar.
- Ambos arcos terminan en el mismo plano vertical
- Arco con escalón distal, es decir, la superficie distal del segundo molar mandibular es distal a la superficie correspondiente en el maxilar.

Estos son conocidos como planos terminales y de ellos depende gran parte de la relación molar en la dentición permanente. <sup>7,16</sup>

La transición entre la dentición temporal y la dentición permanente llamada dentición mixta dura desde la erupción de los primeros incisivos permanentes mandibulares y los primeros molares permanentes hasta la muda del último diente primario. Los primeros molares permanentes serán los encargados de establecer la relación oclusal en la dentición permanente, el espacio para estos dientes es creado por el crecimiento sagital de los maxilares, es decir, por la aposición del hueso en la tuberosidad del maxilar y la resorción del borde anterior de la rama mandibular. <sup>16</sup>

El recambio dental es un proceso complejo que se realiza en dos periodos activos: el primero conocido como: a) dentición mixta temprana, ocurre entre los cinco y los ocho años, comienza con la erupción del primer molar permanente y al finalizar esta etapa habrán erupcionado los cuatro primeros molares permanentes y los ocho incisivos permanentes; y b) la dentición mixta tardía que tiene lugar entre los diez y los doce años, en esta etapa erupcionan los dientes del área media, es

decir, caninos, premolares y segundos molares permanentes siendo éste el último en tomar lugar en la arcada debido a que el arco debe experimentar un crecimiento suficiente para proporcionarle el espacio adecuado a dicho diente. <sup>7</sup>

La dentición permanente comienza con la aparición del segundo molar permanente, consta de 28 a 32 dientes dependiendo de la presencia del tercer molar que aparece en la arcada alrededor de los 18 a los 25 años completando la dentición.

Las relaciones oclusales se han establecido para este punto y se pueden clasificar de acuerdo a la relación molar de Angle:

- Clase I: la cúspide mesiobucal del primer molar maxilar recae sobre el surco mesiovestibular del primer molar mandibular, la cúspide mesiolingual del primer molar maxilar está situada en el área de la fosa central del primer molar mandibular y la cúspide mesiobucal del primer molar mandibular forma una oclusión en el espacio interproximal entre el segundo premolar y el primer molar maxilar.
- Clase II: la arcada maxilar es grande o presenta un desplazamiento anterior o la arcada mandibular es pequeña o tiene un desplazamiento posterior lo cual provoca que el primer molar mandibular tome una relación distal en relación al primer molar maxilar. La cúspide mesiobucal del primer molar mandibular contacta con el área de la fosa central del primer molar maxilar, está alineada sobre el surco bucal del primer molar maxilar y la cúspide

distolingual del primer molar maxilar ocluye en el área de la fosa central del primer molar mandibular.

- Clase III: en esta relación existe un crecimiento predominante de la mandíbula o un retraso en el crecimiento del maxilar, en esta relación los molares mandibulares se encuentran mesiales respecto a los molares maxilares. La cúspide distobucal del primer molar mandibular está situada en el espacio interproximal que hay entre el segundo premolar y el primer molar maxilar, la cúspide mesiobucal del primer molar maxilar está situada sobre el espacio interproximal que hay entre el primer y el segundo molar mandibular y la cúspide mesiolingual del primer molar maxilar está situada en la depresión mesial del segundo molar mandibular. <sup>13</sup>

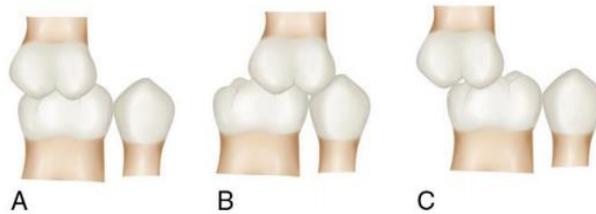


Figura 2. Relaciones molares: clase I (A), clase II (B), clase III (C). Fuente: Okeson JP. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. 7a Ed

### **Crecimiento y desarrollo cráneo-facial**

Los términos de crecimiento y desarrollo pueden llegar a confundirse debido a la estrecha relación que hay entre ambos, se entiende por crecimiento al aumento de las dimensiones de la masa corporal mientras que el desarrollo se refiere a los procesos de cambio cuanti-cualitativos en los niveles de complejidad en la organización e interacción de todos los sistemas. Ambos se producen en el niño

de manera diversa y continua donde la herencia y el ambiente interaccionan entre sí para mantener las proporciones.

Durante la infancia los niños siguen ciertos patrones de crecimiento y se menciona de manera frecuente que el crecimiento se produce por intervalos, sin embargo, el crecimiento se da de manera continua y organizada hasta que se manifiesta completamente la información contenida en sus genes. Es importante destacar que existen diferentes ritmos de crecimiento, ya sea en etapas pre o post natales, con variaciones intrínsecas de los ritmos de crecimiento dentro de cada una de dichas etapas.

No todos los órganos y tejidos del cuerpo crecen al mismo ritmo, los elementos musculares y óseos crecen con más rapidez que el cerebro y el sistema nervioso central. El patrón general de crecimiento es un reflejo del crecimiento de los diferentes tejidos que forman el organismo; en la cabeza y en la cara el patrón de crecimiento sigue el gradiente cefalocaudal, es decir, que las estructuras más alejadas del cerebro crecen más aún cuando tardan más tiempo que las estructuras cercanas a él, este es un aspecto importante para la previsibilidad del patrón de crecimiento, por otro lado nos encontramos con la limitante de la variabilidad ya que no todos los individuos son iguales, es por esto que existen tablas de estandarización del crecimiento. Al tener la constante de la variabilidad entre individuos es importante tener en cuenta la cronología, esto quiere decir que un mismo acontecimiento afecta a distintos individuos en momentos diferentes y de distinta forma, además podemos encontrar que se tiene una edad cronológica y una edad biológica. <sup>9,18</sup>

La edad cronológica se define como la fecha de nacimiento o la edad calendario de un individuo, mientras que la edad biológica se define como el registro progresivo del individuo hacia la madurez, es una edad variable y tiene diversas categorías: a) la edad morfológica, b) la edad dental, c) la edad de maduración sexual y d) la edad esquelética.

La edad morfológica suele estar dada por la altura y el peso del individuo, se refiere al cambio morfológico del tamaño. Mediante estudios antropométricos de distintas partes del cuerpo desde la infancia hasta la adultez es posible hacer un análisis comparativo de las dimensiones del sujeto.

La edad dental engloba a la formación, emergencia y erupción de los dientes primarios y la formación de los dientes permanentes, son parte de un proceso continuo que ocurre desde el nacimiento hasta pasada la edad adulta. En general se considera que la edad dental puede ser evaluada considerando la emergencia de cada diente y el estado de formación de su raíz.

La edad de maduración sexual está marcada por la aparición de caracteres sexuales secundarios, como el desarrollo del tejido glandular mamario y la aparición de la menarca en las niñas, y la aparición del vello facial junto con el cambio en la voz de los varones. Esta edad es importante debido a la velocidad de crecimiento y desarrollo asociado a éste.

Por último, la edad esquelética es un indicador de maduración que mide el avance del desarrollo óseo, cada hueso comienza con un centro primario de osificación que crecerá y remodelará hasta adquirir la forma adulta, es decir, se miden los

procesos de osificación mediante la fusión de acuerdo con una secuencia de eventos y tiempo determinado. 7,9,19

El crecimiento es controlado a nivel celular mediante tres procesos:

- Hipertrofia: consiste en el aumento de tamaño de las células
- Hiperplasia: es el aumento en el número de células
- Secreción de sustancia extracelular: contribuye a un incremento de tamaño, independientemente del tamaño o el número de células.

Estos tres procesos están presentes en el crecimiento esquelético siendo el más importante la secreción de sustancia extracelular, esta sustancia termina por mineralizarse, lo cual implica una importante distinción entre el crecimiento de los tejidos blandos y los tejidos duros.

Los tejidos blandos crecen por una combinación de hiperplasia e hipertrofia, estos dos procesos en conjunto dan lugar a los que se conoce como crecimiento intersticial, esto significa que ocurre en todas las partes del tejido. 18

### **Anatomía cráneo-facial**

El conocimiento del tamaño, forma y características de las estructuras de la cara y el cráneo es materia de gran importancia para comprender los procesos de crecimiento y desarrollo, las características comunes y su comportamiento ante los diferentes eventos envueltos en el desarrollo de la oclusión y el crecimiento de la cara media. La porción facial de la cabeza está comprendida entre el borde inferior de la órbita y el plano palatino, se desarrolla de manera gradual y dependiente de

la altura facial, también determinada por el tercio inferior donde se encuentra la mandíbula a medida que se desarrollan las denticiones y los senos maxilares.<sup>7</sup>

La cabeza es una región anatómica que se compone de una serie de compartimentos formados por huesos y partes blandas, entre los que se incluyen:

- La cavidad craneal: alberga al encéfalo y sus membranas asociadas (las meninges), también se encuentra la mayor parte del aparato auditivo a cada lado de uno de los huesos que forman el piso de esta cavidad.
- Las órbitas: contienen los globos oculares
- Las cavidades nasales: representan el segmento más superior del aparato respiratorio. En comunicación con estas se encuentran unas extensiones neumáticas llamadas senos paranasales que se proyectan lateral, superior y posteriormente en los huesos adyacentes, siendo los senos maxilares los de mayor tamaño.
- La cavidad oral: es inferior a la cavidad nasal y se encuentra separada de ellas por el paladar duro y el paladar blando, el suelo de la cavidad está formado en su mayoría por tejido blando.<sup>20</sup>

### **Osteología**

El esqueleto de la cabeza está formado por 22 huesos sin contar los huesos del oído medio, se divide en dos partes: el cráneo y la cara. El cráneo rodea y protege al encéfalo; está compuesto por los huesos: occipital, parietal, frontal, temporal, esfenoides y etmoides, mismos que están interconectados por suturas que son articulaciones fibrosas inmóviles. Se distingue una porción superior o bóveda

donde se encuentra el cerebro y el líquido que amortigua el movimiento (líquido cefalorraquídeo), y una porción inferior o base donde podemos encontrar la articulación con las cervicales del cuello y a la articulación temporomandibular.

La cara es un macizo óseo suspendido de la mitad anterior de la base de cráneo que limita con el cráneo las cavidades ocupadas por la mayor parte de los órganos de los sentidos y el aparato de la masticación. Está formada por los huesos maxilares, palatinos, nasales, cornetes inferiores, cigomáticos, lagrimales, vómer y mandíbula, siendo estos dos últimos los únicos impares del macizo facial, estos huesos proporcionan una superficie para la inserción de los músculos que controlan la expresión facial y colaboran con la apertura y el cierre de los párpados y la boca.

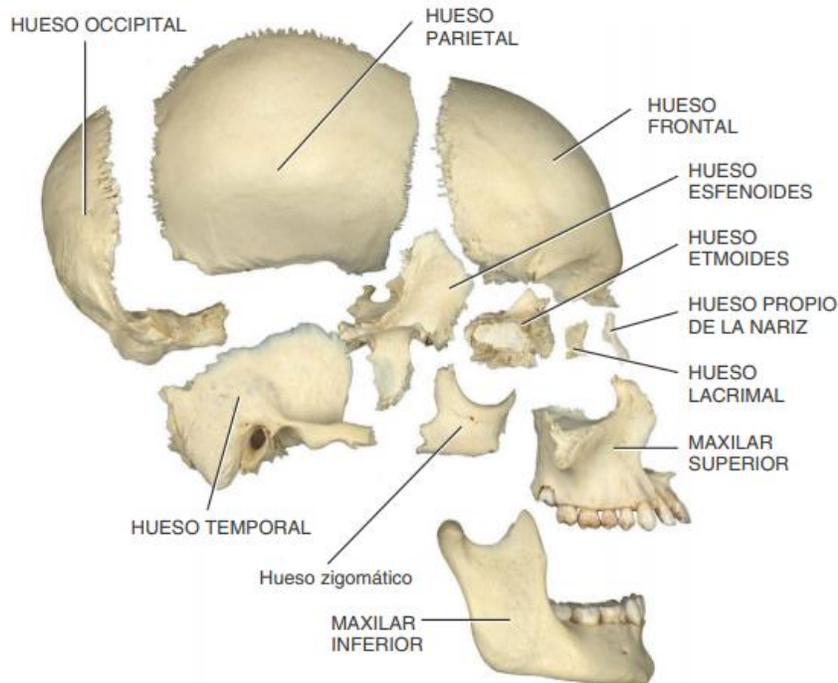


Figura 3. Vista lateral de la cabeza desarticulada. Fuente: Tortora GJ, Derrickson B. Principios de anatomía y fisiología. 13ª Ed.

El maxilar es un hueso par de forma cuadrilátera ligeramente aplanado con dos caras, cuatro bordes y cuatro ángulos, se une en la línea media con su homólogo y articula con todos los huesos de la cara exceptuando la mandíbula. Forma parte del piso de las órbitas, paredes laterales y piso de la cavidad nasal, y la mayor parte del paladar duro. Dentro de cada maxilar se encuentran los senos maxilares que ocupan dos tercios superiores del espesor del hueso; en el borde inferior del hueso se encuentra la apófisis alveolar donde se ubican las cavidades denominadas alveolos que se encargan de articular los dientes por medio del ligamento periodontal. <sup>20, 21, 22, 23, 24, 25</sup>

El hueso maxilar está formado principalmente por tejido óseo compacto, generalmente sólo existe tejido óseo esponjoso en el espesor del borde alveolar, de la apófisis palatina y del vértice de la apófisis cigomática. <sup>22, 23</sup>

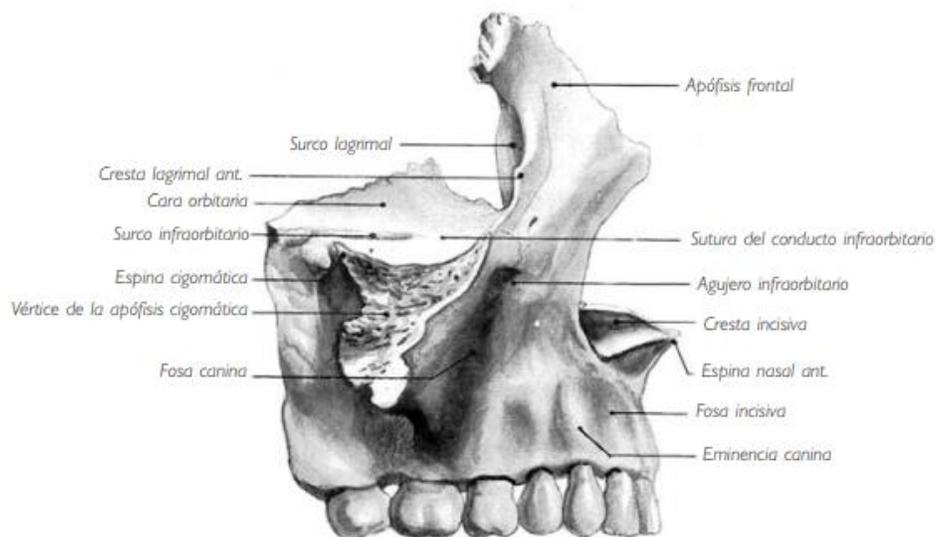


Figura 4. Vista lateral del hueso maxilar. Fuente: Rouvière H, Delmas A. Anatomía humana: Descriptiva, topográfica y funcional. Tomo 1: Cabeza y cuello. 11ª Ed

La mandíbula es un hueso impar en forma de herradura, simétrico, situado en la parte inferior de la cara, dividido en un cuerpo y dos ramas, siendo el único hueso móvil de la cara donde además se insertan todos los músculos de la masticación.

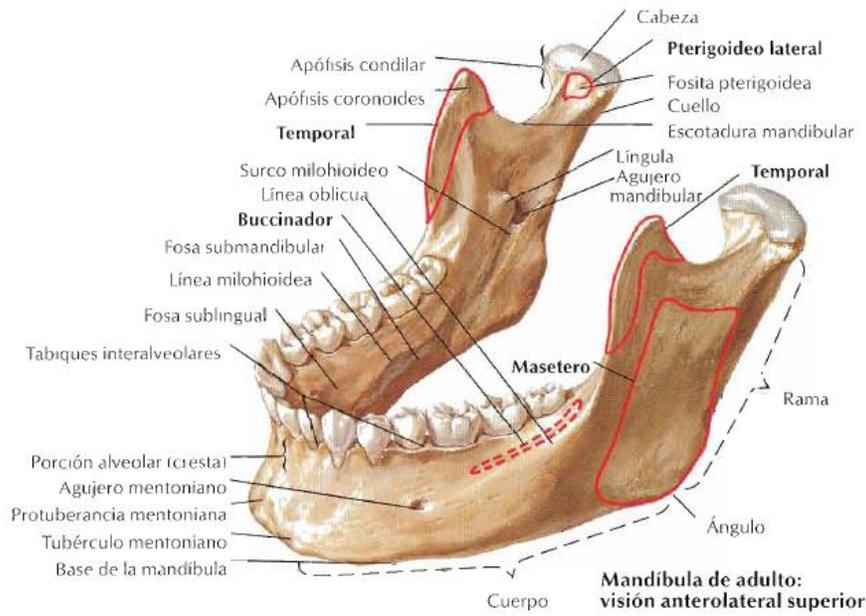


Figura 5. Anatomía mandibular y zonas de inserciones musculares. Fuente: Netter FH. Atlas de anatomía humana. 4ª Ed.

Las ramas presentan una apófisis condilar que articula en la cavidad glenoidea del hueso temporal para formar la articulación temporomandibular y una apófisis coronoides donde se inserta el músculo temporal. En la cara interna de la rama mandibular se encuentra un orificio para el nervio y vasos dentarios inferiores. El cuerpo mandibular se une en la línea media formando la sínfisis mentoniana y en el borde superior del cuerpo se encuentra la apófisis alveolar donde se encuentran los alveolos para los dientes.

La mandíbula está formada por una gruesa capa de tejido óseo compacto y de tejido óseo esponjoso al interior por donde transcurre el conducto mandibular que contiene el nervio dentario inferior. <sup>22, 23,24, 25, 26</sup>

### **Miología**

Los músculos esqueléticos son los encargados de otorgar movimiento al cuerpo mediante la contracción de sus fibras, trabajan principalmente de forma voluntaria controlados por las neuronas que forman parte de la división somática del sistema nervioso. Se clasifican en superficiales y profundos, y según su forma en anchos, largos y cortos. Se insertan en piel, mucosas, huesos, aponeurosis o en las sinoviales.

Los músculos de la cabeza se dividen en tres grupos importantes: músculos cutáneos del cráneo, músculos masticadores y músculos faciales

En el grupo de los músculos cutáneos del cráneo tenemos al músculo occipital y al músculo frontal, estos están unidos entre sí por una aponeurosis, formando un único músculo. Su función es darle tensión y retracción al cuero cabelludo además de elevar las cejas y fruncir el ceño. <sup>21, 23, 24</sup>

Los músculos masticadores son cuatro a cada lado: temporal, masetero, pterigoideo lateral y pterigoideo medial; imprimen a la mandíbula movimientos de elevación, propulsión, retropulsión y lateralidad o diducción.

Los músculos faciales son los encargados de dar las expresiones de la cara, también actúan como esfínteres y dilatadores de orificios faciales, es por esto que este grupo de músculos se subdivide en cuatro grupos:

- Músculos de los párpados y las cejas: prócer, orbicular del ojo y músculo corrugador de la ceja, algunos autores clasifican al músculo occipitofrontal dentro de esta categoría.
- Músculos de la oreja: este grupo se subdivide en dos grupos más: a) los músculos intrínsecos que pertenecen enteramente a la oreja, y b) los músculos auriculares o extrínsecos, que se extienden desde la oreja hasta las regiones vecinas (anterior, superior y posterior).
- Músculos de la nariz: dentro de esta categoría encontramos al músculo nasal, al depresor del tabique y al prócer.
- Músculos de los labios: este grupo se encarga de los movimientos de los labios y las mejillas, se pueden subdividir en músculos constrictores y dilatadores o según su ubicación en: grupo superior y grupo inferior.

Los músculos constrictores son: el músculo orbicular de la boca y el músculo compresor de los labios; mientras que los músculos dilatadores son: el elevador del labio superior y del ala de la nariz, el elevador del labio superior, elevador del ángulo de la boca, cigomático menor, cigomático mayor, buccinador, risorio, depresor del ángulo de la boca, depresor del labio inferior y el músculo mentoniano. Con frecuencia se suele agregar a esta clasificación al músculo platisma, mismo que pertenece al grupo de músculos del cuello, debido a que algunas fibras se insertan en la mandíbula alcanzando incluso los músculos periorales provocando así que al contraerse pueda desplazar hacia abajo el labio inferior y las comisuras bucales. <sup>20,22</sup>

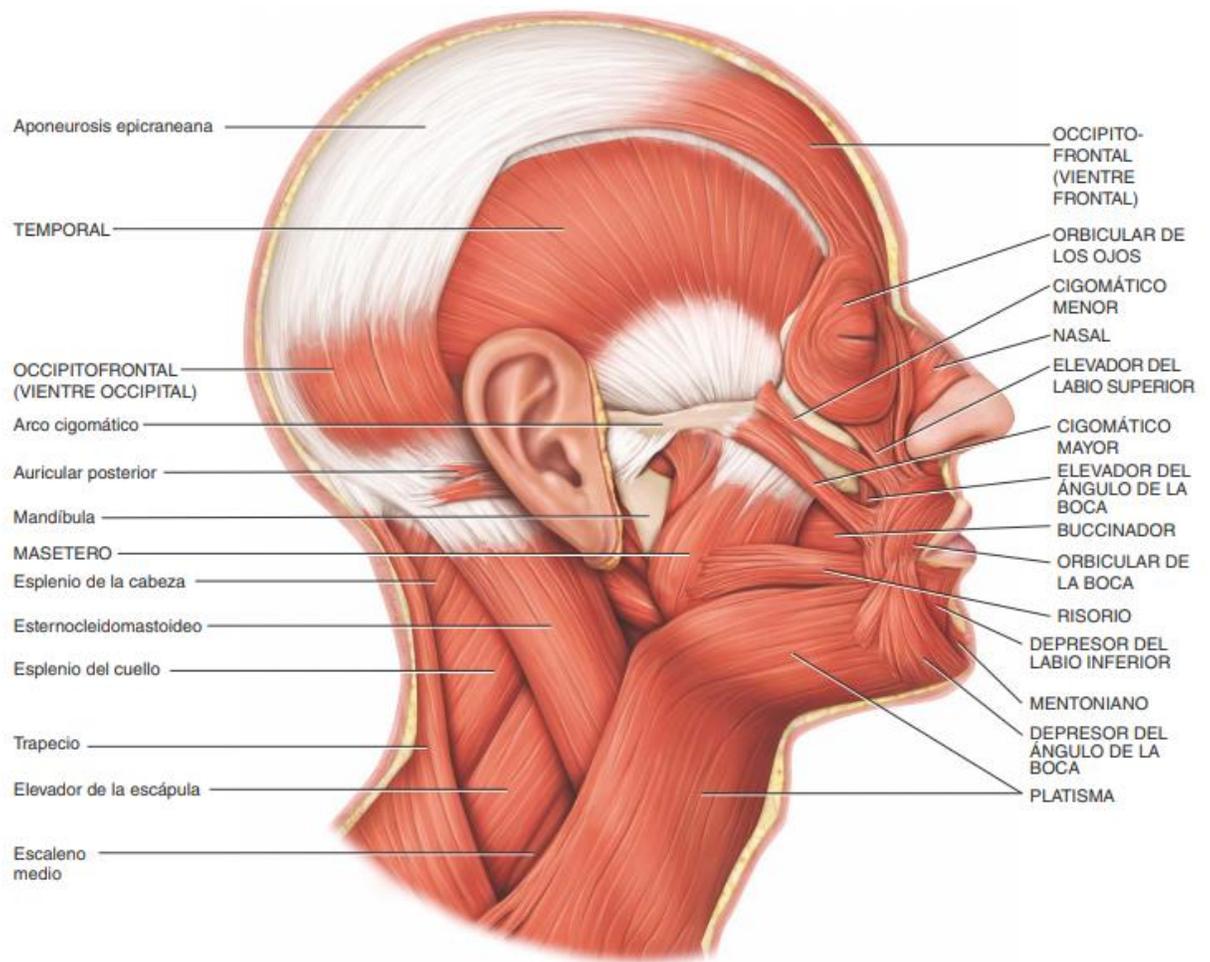


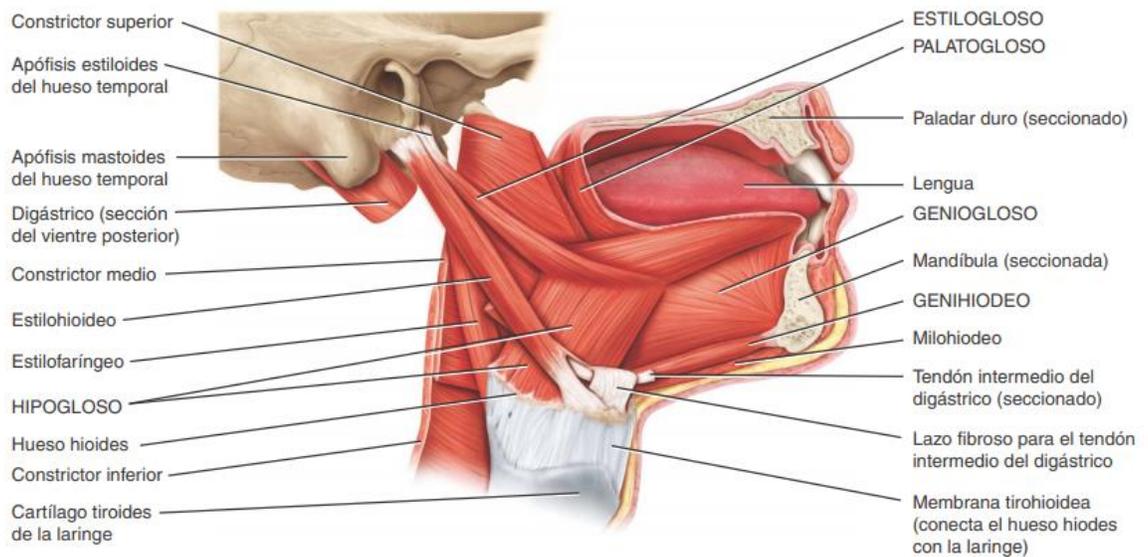
Figura 6. Vista superficial lateral derecha de los músculos de la cabeza y el cuello. Fuente: Tortora GJ, Derrickson B. Principios de anatomía y fisiología. 13ª Ed.

Por último, existe otro grupo de músculos pertenecientes a la lengua, estos le otorgan movimiento durante el habla, la formación del bolo alimenticio, la deglución e incluso forma parte del proceso de la respiración. Los músculos de la lengua se insertan en el hueso hioides que se encuentra en el cuello, en la apófisis estiloides del hueso temporal y en la mandíbula. Se dividen en intrínsecos y extrínsecos:

- Extrínsecos: hiogloso, geniogloso y estilogloso. Estos músculos mueven la lengua de lado a lado y de adentro hacia afuera para formar el bolo

alimenticio y deglutirlo, también conforman el piso de la boca y mantienen a la lengua en su posición.

- Intrínsecos: longitudinal superior, longitudinal inferior, transverso y vertical de la lengua, estos músculos se encargan de modificar el tamaño y la forma de la lengua para el habla y la deglución. <sup>21,2</sup>



*Figura 7. Visión lateral de los músculos de la cabeza y la lengua que intervienen en el habla y la masticación. Fuente: Tortora GJ, Derrickson B. Principios de anatomía y fisiología. 13ª Ed.*

Como ya se ha mencionado, la función principal de los músculos es otorgar movimiento y expresión a la cara, sin embargo, es importante recalcar que también forman parte importante en el desarrollo de la oclusión ya que los músculos peribucales ayudan a la conformación del arco, es decir, que la presión que ejercen sobre los dientes los mantiene en su lugar, aunque por otro lado la fuerza negativa que ejercen cuando existen hábitos bucales nocivos como la succión digital pueden deformarlo. Cabe señalar que la función muscular también ayuda a determinar las zonas de reabsorción y

aposisión de hueso, mismo que funciona como mecanismo de crecimiento.<sup>9, 10,</sup>  
27, 28, 2

### **Embriología cráneo-facial**

La embriología estudia las etapas prenatales del desarrollo, inicia con el periodo embrionario que comprende las primeras ocho semanas a partir de la fecundación, posteriormente comienza la organogénesis donde se estudia el desarrollo y crecimiento de los órganos y sistemas a partir de sus respectivos esbozos.

El desarrollo normal de un individuo depende de dos factores importantes: a) el factor genético que está establecido en el genoma del sujeto: ADN, y el contenido cromosómico; y b) el factor epigenético que se refiere a la influencia de los factores externos que inciden en el desarrollo, pero sin afectar el ADN, es decir que son independientes de este. Todo el proceso de desarrollo humano se guía por mecanismos biológicos a nivel celular por medio de proliferación, diferenciación, migración y apoptosis; y a nivel tisular y orgánico donde los mecanismos de inducción, morfogénesis e involución se complementan para regular el desarrollo de los tejidos y los órganos.

Una vez que ocurre la fecundación el embrión experimenta una serie de cambios importantes de diferenciación y para el final de la 4ta semana se encuentra formada la cavidad bucal primitiva o estomodeo, separada de la faringe primitiva por la membrana bucofaríngea donde a partir de las paredes de la faringe se diferencian los arcos faríngeos o branquiales, estructuras que participan en la formación de la cara.

Los arcos branquiales surgen por proliferación del mesénquima el cual se condensa formando barras separadas por hendiduras profundas llamadas hendiduras faríngeas; al mismo tiempo que se desarrollan los arcos y las hendiduras, aparecen una serie de evaginaciones del endodermo que posteriormente formarán las bolsas faríngeas. Cada arco consta de un núcleo de tejido mesenquimatoso con su componente muscular, una barra cartilaginosa, una arteria y un nervio craneal específico.

Los arcos faríngeos son cinco, siendo el primero y el segundo los más desarrollados y los primeros en aparecer. El primer arco faríngeo se compone de una porción dorsal (apófisis maxilar superior) y de una porción ventral (apófisis maxilar inferior) que contiene al cartílago de Meckel. En el mesénquima de la apófisis maxilar superior se origina la premaxila superior, el maxilar superior, el hueso cigomático y parte del hueso temporal a través de la osificación intramembranosa; mientras que el maxilar inferior se forma mediante la osificación intramembranosa del tejido mesenquimatoso que rodea al cartílago de Meckel, el cartílago actúa como molde pero no contribuye directamente a la formación de la mandíbula originando lo que se denomina “osificación yuxtaparacondral”<sup>30</sup>, de tal forma que ocurre un proceso de osificación mixta: endocondral en la rama e intramembranosa en el cuerpo.

Al finalizar la cuarta semana cuando son más visibles morfológicamente los arcos branquiales aparecen en el proceso frontal dos engrosamientos en forma de placas, las placodas olfatorias o nasales. Durante la quinta semana las placodas se invaginan para formar los procesos nasales que posteriormente se unirán al

proceso frontal para formar el proceso frontonasal que dará origen a la frente y al dorso y punta de la nariz.

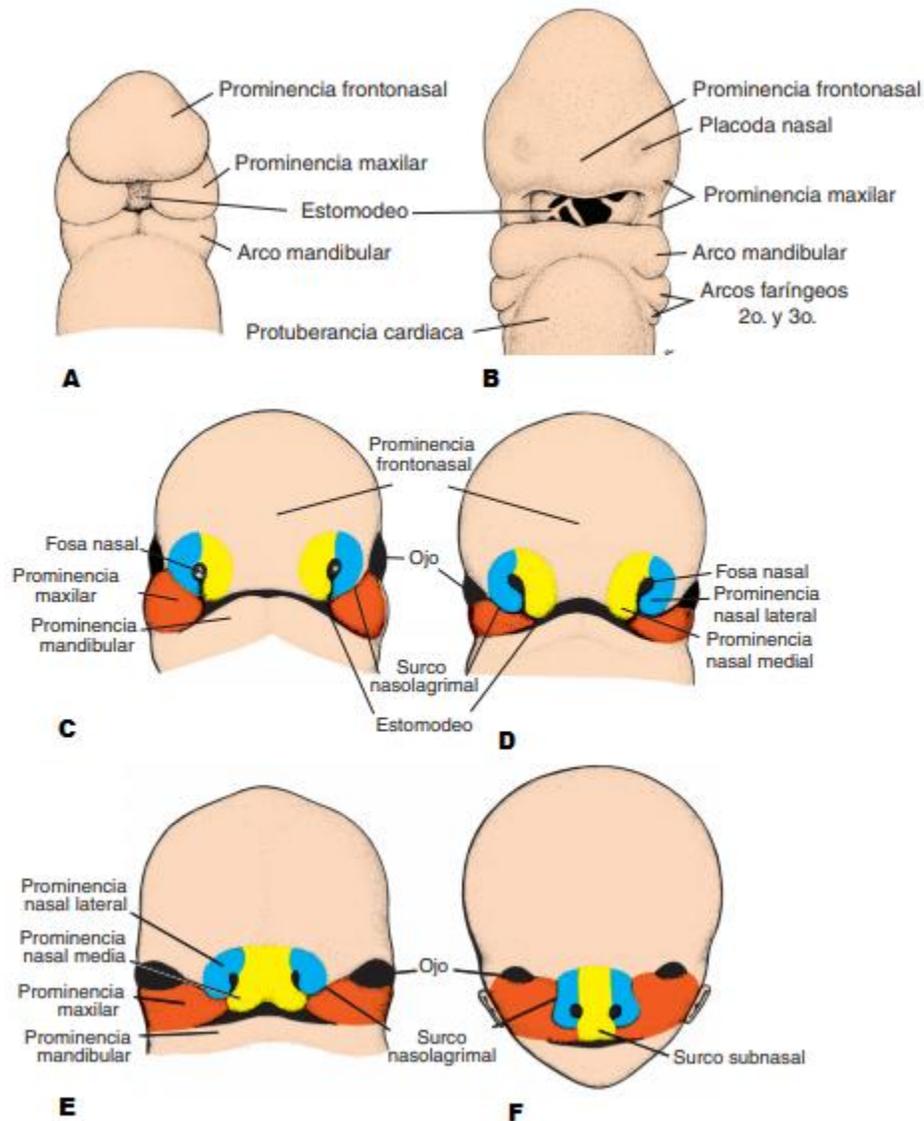


Figura 8. Vista frontal de un embrión a los 24 días (A), a los 30 días (B), 5 semanas (C), 6 semanas (D), 7 semanas (E), 10 semanas (F). Fuente: Sadler TW. Langman: Embriología médica. 13ª Ed.

En la formación del macizo facial participan cinco procesos (dos procesos maxilares, dos procesos mandibulares y el proceso frontonasal) ubicados

alrededor del estomodeo (mismo que dará lugar a la formación de la cavidad bucal) que terminarán por fusionarse entre sí.

El paladar primario se desarrolla entre la quinta y sexta semanas mientras que el secundario se forma entre la séptima y octava semanas a expensas de la cara interna de los procesos maxilares. La fusión de ambos paladares tiene lugar entre la 10a u 11a semanas de desarrollo.

Durante la quinta semana se desarrolla el órgano lingual a partir del primero, segundo, tercer y cuarto arco branquial.

Al finalizar la sexta semana comienza la odontogénesis y los rebordes de los futuros maxilares y la mandíbula son formaciones macizas donde se formará la lámina vestibular haciendo posible la aparición de los labios. De manera simultánea las mejillas se forman por la fusión lateral y superficial de los procesos maxilares y mandibulares. <sup>30, 31</sup>

### **Desarrollo de los tejidos duros**

El tejido óseo es una variedad de tejido cartilaginoso adaptado a las funciones de sostén y protección pues su matriz extracelular está calcificada y le confiere al hueso propiedades que combinan dureza, rigidez y resistencia con relativa elasticidad y flexibilidad; constituyen también un depósito de minerales como Fósforo, Magnesio, Manganeso y Calcio. La sustancia osteoide representa el 35% del volumen del hueso mientras que el 65% restante se encuentra formado por cristales de hidroxiapatita.

Las células del tejido óseo se desarrollan a partir del mesénquima en una doble vertiente:

- a. Células osteoprogenitoras: relacionadas con la formación y el mantenimiento del hueso (osteoblastos, osteocitos y células bordeantes)
- b. Células originadas en la médula: osteoclastos

Donde:

1. Osteoblastos: son células que sintetizan la matriz orgánica del hueso compuesta por colágeno I, proteoglicanos y glucoproteínas. Este conjunto de macromoléculas, llamado sustancia osteoide, posteriormente se mineraliza y transcurridos dos a tres meses de su activación los osteoblastos quedan incorporados dentro de la matriz neoformada y se denominan osteocitos, o persisten en su ubicación superficial en estado quiescente como células bordeantes del hueso.
2. Osteocitos: conforman una etapa más quiescente del osteoblasto y tienen menor actividad biosintética, sin embargo tienen un papel fundamental en la señalización biomecánica para que inicien los procesos de recambio y remodelación ósea cuando son necesarios.
3. Células bordeantes: revisten las superficies internas y externas de los huesos, son estimuladas para eliminar la capa no mineralizada de sustancia osteoide y permitir su remodelación.

4. Osteoclastos: participan en la resorción ósea degradando la matriz ósea. Luego de la eliminación del hueso preexistente tiene lugar un recambio óseo por nuevos osteoblastos.

La osteogénesis se desarrolla a partir del ectomesénquima en la región cráneo-facial y del mesodermo en el resto del cuerpo. En la etapa embrionaria hasta la juventud el proceso de osteogénesis con síntesis de matriz orgánica y posterior mineralización ocurre donde no había hueso; es lo que se conoce como osificación primaria o hueso no laminar.

En este proceso de mineralización el colágeno se distribuye al azar y el grado de mineralización no es tan alto. Este tipo de osificación puede desarrollarse según dos mecanismos:

- Osificación intramembranosa: donde el tejido óseo se origina directamente de una lámina de mesénquima.
- Osificación endocondral: donde se forma primero el cartílago hialino que sirve de molde para que luego se desarrolle el tejido óseo, siempre a partir del mesénquima.

En ambos tipos de osificación la formación de hueso depende esencialmente de la producción de tejido óseo por los osteoblastos y su eliminación posterior por los osteoclastos. El primer tipo de hueso que se forma es sobre colágeno desordenado y con disposición trabecular donde posteriormente anidaran las células formadoras de sangre, pero si por el contrario los requerimientos

mecánicas aumentan se constituyen zonas más compactas con alta densidad del tejido óseo y escasos espacios por donde corren los vasos sanguíneos.

En el cráneo predomina la osteogénesis intramembranosa mientras que en los huesos largos, cortos e irregulares se desarrolla el proceso de osificación endocondral. El sitio del hueso donde se inicia la formación ósea se denomina centro de osificación y la mayoría de los huesos se osifican desde varios centros de osificación que aparecen en distintos momentos.

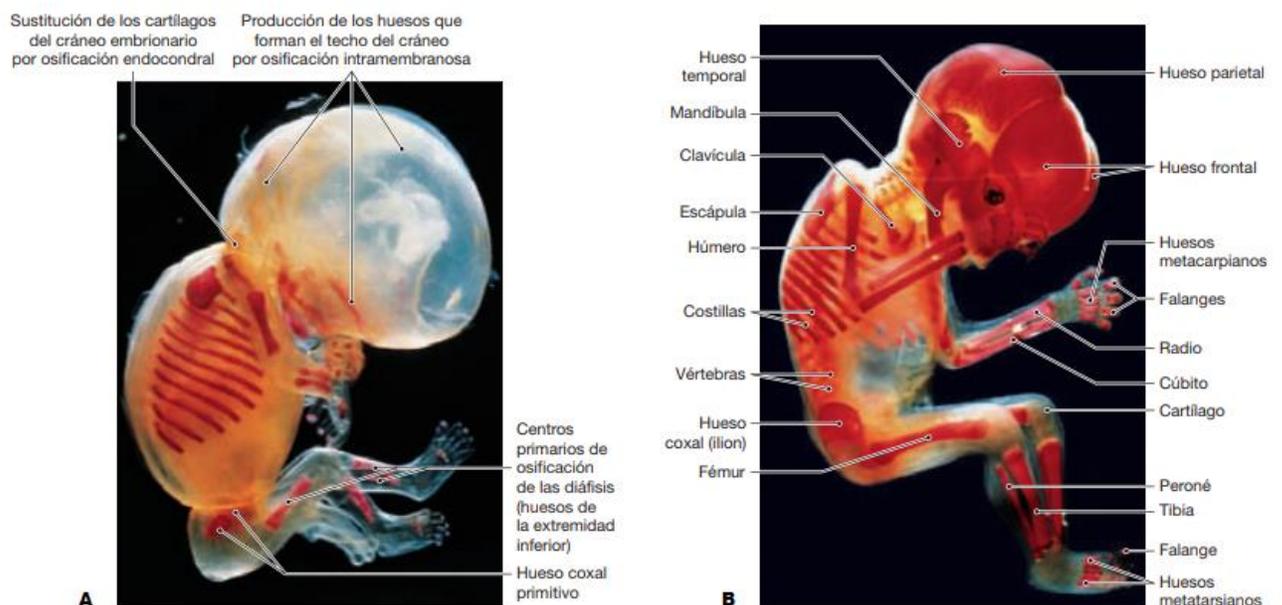


Figura 9. Fetos sometidos a una tinción con rojo de alizarina con posterior transparentado para visualizar elementos del esqueleto en desarrollo, feto a las 10 semanas (A) y a las 16 semanas (B). Fuente: Martini FH, Timmons MJ, Tallitsch RB. Anatomía Humana. 6ta Ed.

Tomando como modelo la osificación de un hueso largo, luego de la formación de un molde de cartílago hialino en la zona central de la futura diáfisis ósea o centro de osificación primaria se desarrolla un proceso complejo en varias etapas, comenzando por una zona de cartílago hipertrofiado, seguido de una zona de

cartílago calcificado, una de cartílago necrosado (donde mueren los condrocitos por dificultades nutritivas) y por último una zona osteogénica que es penetrada por brotes vasculares que transportan las células osteoprogenitoras. El proceso de osificación se extiende en forma divergente hacia ambos lados del centro de osificación primaria y alcanza los extremos del hueso, luego de semanas o meses se inician en la epífisis los centros de osificación secundarios que mediante un proceso similar producen hueso esponjoso con persistencia en su superficie de una capa de cartílago que se convierte en cartílago articular.

Cuando los requerimientos mecánicos aumentan, el hueso primario es sustituido por hueso nuevo. Este hueso con mayor riqueza mineral, colágeno ordenado y osteocitos dispuestos en forma regular se forma más lentamente durante el resto de la vida del individuo denominándose hueso secundario o laminar. <sup>32, 33</sup>

### **PVC, fases de crecimiento y las funciones bucales**

Al transcurrir el tiempo la coordinación perfecta de factores de crecimiento y desarrollo cráneo-facial consolidará la oclusión dentaria, misma que se encuentra insertada en un rostro bien proporcionado por lo que las malposiciones dentarias también tendrán relación con irregularidades en la posición espacial de la maxila y la mandíbula, y de estos huesos con la base del cráneo.

Las diferentes partes del cuerpo humano crecen con diferentes velocidades, estas se modifican con la edad y las proporciones se obtienen porque los tejidos y los órganos crecen con diferente ritmo y en diferentes épocas. A pesar de que el

crecimiento es un proceso ordenado, hay momentos en que se intensifica y otros en que se mantiene con relativa estabilidad.

En 1930 Scammon presentó una gráfica que ejemplifica el crecimiento diferenciado de los diversos tejidos orgánicos, agrupados en 4 categorías:

- Patrón general: engloba huesos, músculos y vísceras que crecen conservando cierta proporción con el crecimiento de las dimensiones externas y de la masa del cuerpo. Se caracteriza por un periodo de aumento rápido en la infancia, seguido de un intervalo de crecimiento regular y lento, el crecimiento es rápido en la adolescencia y termina con un periodo de crecimiento menor que se caracteriza en los jóvenes.
- Patrón neural: representado por el cerebro, la médula espinal, los bulbos oculares, una parte del oído interno y el neurocráneo, los cuales crecen rápidamente antes del nacimiento y durante los primeros seis años de vida.
- Patrón linfático: abarca timo, nódulos linfáticos, amígdalas y tejidos linfoides. Todas estas estructuras presentan un rápido aumento alcanzando el máximo valor al principio de la adolescencia y decrece hasta la adultez.
- Patrón genital: en esta categoría se encuentran los ovarios, testículos, órganos reproductores secundarios y los genitales externos, estos crecen lentamente durante la infancia y rápidamente en el periodo de la pubertad.

Es así que se encontró que durante el proceso de maduración del individuo se observan diferentes periodos delimitados, encontrándose tres picos de aceleración del crecimiento o picos de velocidad de crecimiento (PVC) donde el sexo juega un

papel importante debido a que ocurre a distintas edades en niñas y niños. El primer pico ocurre desde el nacimiento hasta los tres años de edad, el segundo entre los seis y siete años en las niñas y de los siete a los nueve años en los niños, el tercero ocurre aproximadamente entre los 10 y 12 años en las niñas y entre los 12 y 14 años en los varones, sin embargo siempre es importante considerar la variabilidad individual.

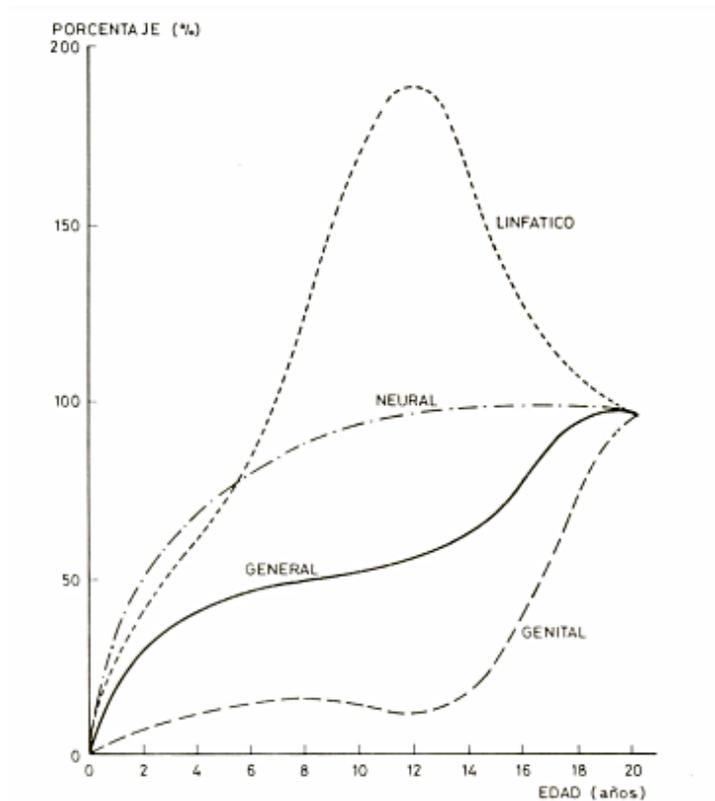


Figura 10. Curvas de Scammon para los tejidos principales del cuerpo. Fuente: Águila JF, Enlow DH.  
Crecimiento craneofacial: Ortodoncia y ortopedia.

Durante los eventos de crecimiento y desarrollo se observan una serie de hechos que suceden con mayor o menor regularidad y similitud en los niños a partir de su nacimiento hasta la adultez. Estos eventos pueden dividirse en periodos que a su

vez se subdividen en etapas o fases donde los acontecimientos ocurridos en una tendrán repercusión en la subsiguiente. <sup>7,9,34,35</sup>

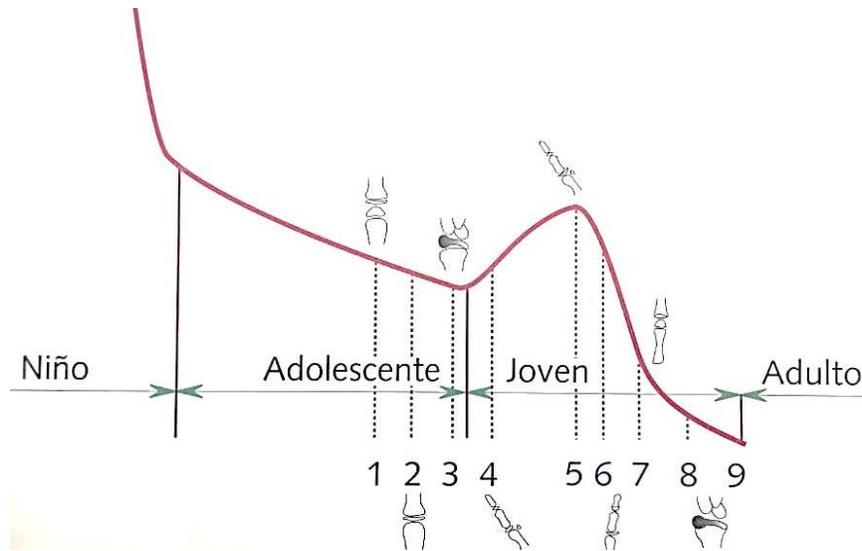


Figura 11. Curva de crecimiento y estadios de osificación de Bjork. Fuente: Biondi A, Cortese S. *Odontopediatría: Fundamentos y prácticas para la atención integral personalizada.*

El primer periodo es el prenatal o de vida intrauterina, corresponde a la fase de desarrollo anterior al nacimiento y su duración es de 9 meses en condiciones normales. A partir de la fecundación este periodo se subdivide en dos fases: a) la fase embrionaria donde se forma el disco embrionario y ocurre la organización celular, y b) la segunda fase del periodo fetal donde se diferencian los principales sistemas y órganos.

Durante los tres últimos meses de vida intrauterina el crecimiento es rápido y continuo triplicando la masa corporal del feto hasta alcanzar los 3000 gr aproximadamente. Para este punto la cabeza supone casi la mitad de la masa corporal total, las fontanelas aún sin calcificar son las encargadas de permitir el estrechamiento y alargamiento del cráneo para facilitar el parto ya que de lo

contrario sería casi imposible que el niño pasara a través del canal de parto. Existe una relativa falta de crecimiento de la mandíbula antes del nacimiento que de igual forma facilitará el nacimiento, este fenómeno es totalmente normal.

El segundo periodo o posnatal se extiende desde el nacimiento hasta la senilidad, se subdivide en varias fases y cada una tiene una duración un tanto variable:

1. Fase neofetal: el crecimiento cesa durante algún tiempo y ocurre una reducción del peso en los primeros días de vida. Esta interrupción en el crecimiento altera la secuencia ordenada de calcificación provocando una línea visible en los huesos en formación que posteriormente serán cubiertas por los procesos de remodelación.
2. Fase de lactancia: corresponde al primer año de vida, en el transcurso del primer semestre el niño es lactante, se encuentra en un periodo predentario, no se mantiene erecto ni camina. Continúa el crecimiento a gran velocidad con aumento relativamente constante del peso y la estatura. En esta etapa comienza la maduración de las funciones orales de la succión, deglución y el amamantamiento además del mantenimiento de la vía aérea.
3. Fase pueril: es el periodo comprendido entre el comienzo del 2º año y la pubertad. En esta fase se completa la dentición decidua y posteriormente se da paso a la dentición mixta, ocurre un cambio en la dieta por lo que la función masticatoria comienza a madurarse. Otro aspecto importante es que durante esta etapa resulta muy útil valorar la edad ósea del niño para determinar cuánto resta del crecimiento esquelético.

4. Fase de la adolescencia: va desde los 10 a los 20 años más o menos, se caracteriza por una serie de modificaciones morfológico- funcionales y psíquicas donde se alcanza la madurez sexual. El individuo crece un poco en estatura y a la edad de los 15 años tendrá aproximadamente el 90% de su altura total. Durante este periodo hay cambios significativos en la cara y en la dentición ya que se establece la dentición permanente, la mandíbula y el maxilar comienzan a crecer en sentido longitudinal. Estos cambios están influenciados por el cambio hormonal que ocurre a nivel sistémico. Un dato relevante es que estos cambios suelen suceder más rápido en las mujeres ocurriendo en promedio dos años antes que en los hombres.
5. Fase adulta: se extiende hasta los 60 años, durante los primeros años el adulto crece en sentido transversal y en peso para posteriormente entrar en una fase de equilibrio dinámico. En la boca ocurre un cambio en la relación intermaxilar, aunque los cambios suelen ser mayores a nivel de tejidos blandos donde ocurre un alargamiento de la nariz y aplanamiento de los labios.
6. Fase senil: se acentúa la disminución de la estatura, el peso del cuerpo disminuye y el volumen de las vísceras es menor. Es en esta fase donde el envejecimiento tiene efectos importantes en los dientes repercutiendo de manera directa en la oclusión y en las estructuras de soporte. <sup>18, 36, 37, 38</sup>

La maduración de las funciones bucales ocurre durante las primeras fases del desarrollo, estas son: la respiración, la deglución, la masticación y la fonación, siendo la boca un lugar donde las estructuras son altamente sensibles se requiere

de una integración y coordinación muy grande para cumplir con las funciones ya descritas. Los primeros reflejos bucales del neonato son el antecesor para lograr esta integración y coordinación.

Al nacer el neonato necesita establecer una vía respiratoria permeable, esto se logra deprimiendo la mandíbula y desplazando la lengua hacia abajo y adelante, alejándola de la pared faríngea posterior, de esta forma se logra que pase el aire por la nariz y la faringe hacia los pulmones, posteriormente logrará respirar por la boca.

Una vez que se ha establecido una vía aérea permeable la siguiente necesidad del neonato es la de alimentarse, esto se consigue mediante el amamantamiento y los movimientos de la deglución. El amamantamiento consiste en una serie de movimientos en las que el neonato “mordisquea” con los labios para obtener la leche, posteriormente debe acanalar la lengua colocándola en el labio inferior para permitir su paso hacia la faringe y el esófago, éste es el proceso de deglución del lactante que se caracteriza por la acción de la musculatura labial, la propulsión de la lengua y la escasa actividad de la musculatura posterior de la lengua.

Cuando ha madurado el lactante y se comienza a cambiar la dieta por alimentos semisólidos y sólidos la musculatura perioral comienza a fortalecerse produciendo una activación en los músculos elevadores de la mandíbula, la lengua realiza movimientos más complejos para formar el bolo alimenticio y comienzan los movimientos de masticación. Una vez que se establece el primer contacto dental se establecen los primeros patrones de cierre que serán modificados de acuerdo a

los contactos oclusales posteriores, para este momento el movimiento de deglución ha cambiado y las estructuras posteriores tienen mayor actividad, cesa el amamantamiento y la actividad de succión por lo que el patrón de deglución cambia gradualmente al de una deglución adulta.

El proceso de fonación se debe en gran medida al principio de maduración “de adelante atrás” <sup>18</sup>, al nacer los labios son relativamente maduros y permiten mamar con fuerza mientras que las estructuras posteriores son bastante inmaduras. Es así que los primeros sonidos pronunciados son los bilabiales (M, P y B), más tarde aparecen las consonantes que se pronuncian con la punta de la lengua (T y D), posteriormente aparecen los sonidos sibilantes (S y Z) para los que es necesario colocar la punta de la lengua cerca del paladar y por último aparece el sonido “R” para el cual hay que colocar correctamente la parte posterior de la lengua. <sup>36,37</sup>

### **Mecanismos de crecimiento**

El crecimiento de los huesos sigue dos mecanismos esenciales que explican el desarrollo del esqueleto cráneo-facial: el crecimiento óseo directo por aposición y reabsorción de la superficie ósea, y el desplazamiento del hueso en relación con los centros de crecimiento propios o como consecuencia de la expansión de las estructuras vecinas; sin embargo, existen otros siete principios que explican el crecimiento.

- Crecimiento endóstico y perióstico: en esta forma de crecimiento la cortical se forma siempre en la superficie siguiendo la dirección de crecimiento del

hueso, sin embargo, puede haber un cambio en la dirección de crecimiento gracias a la línea de regresión que se encuentra entre el depósito óseo endóstico y perióstico, es decir que en algún momento la osificación puede ser inicialmente endóstica y más adelante puede ser perióstica.

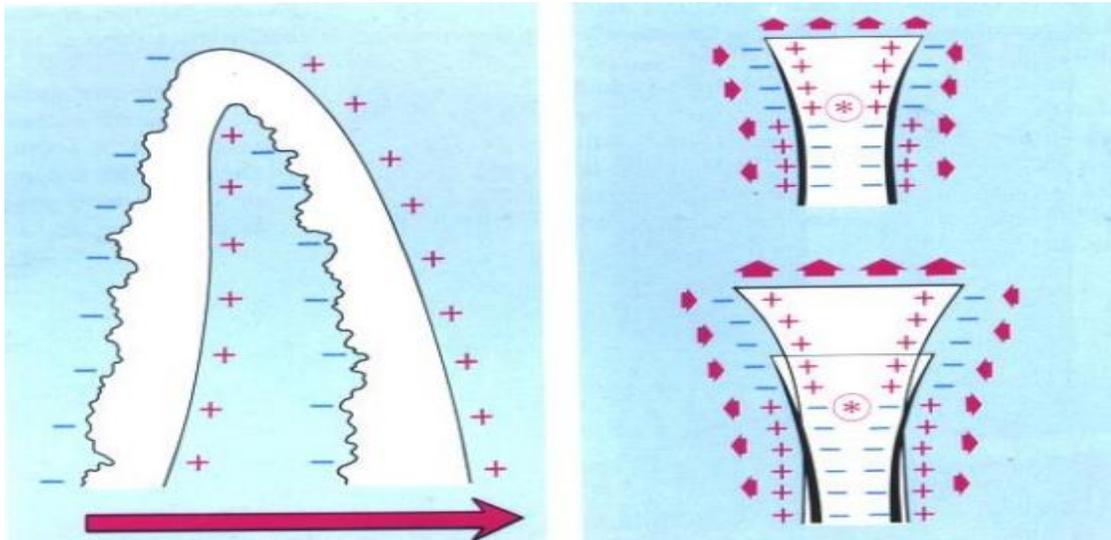


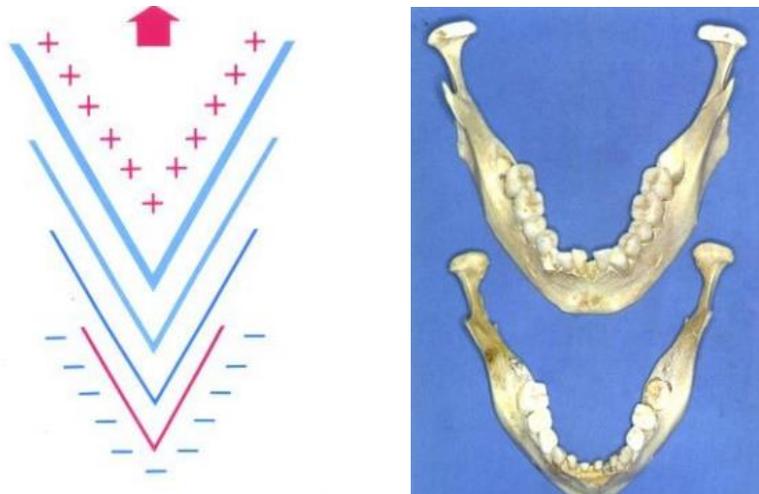
Figura 12. (+) zonas de aposición y (-) para las zonas de reabsorción, a la izquierda se observa que se mantiene la dirección de crecimiento, a la derecha se observa en (\*) un cambio en la dirección de crecimiento.

Fuente: Rakosi T, Jonas I. Atlas de ortopedia maxilar: diagnóstico.

- Desplazamiento de la cortical: Enlow <sup>9</sup> lo describió en 1963 como un deslizamiento (Drift) común en todas las estructuras óseas. La aposición y reabsorción continua en distintas zonas del hueso desplaza la posición de la cortical modificando su grosor al mismo tiempo lo cual permite conservar las dimensiones óseas.
- Cambio de morfología y remodelación: el depósito de hueso nuevo sobre una superficie determina un cambio en la posición de la estructura, esto se conoce como relocalización, esta relocalización es la base de la remodelación con la que se modifica la morfología y el tamaño de la zona;

la remodelación está determinada por la adaptación funcional a cargas fisiológicas.

- Principio de la V: este tipo de crecimiento es esencial ya que muchos huesos de la cara tienen este tipo de configuración en “V”. El crecimiento se produce por la reabsorción externa y aposición interna según la dirección de crecimiento, mientras que al mismo tiempo la “V” se mueve en dirección a la superficie abierta.
- Principio de la superficie: este principio establece que la aposición ósea ocurre en superficies óseas que siguen la dirección real de crecimiento, mientras que la zona opuesta sufre reabsorción, estos procesos ocurren de manera continua por lo que la cortical del hueso se desplaza en dirección a la línea de crecimiento.



*Figura 13. A la izquierda esquema sobre la aposición ósea en el interior de la “V” y reabsorción en la parte externa, a la derecha la configuración de la mandíbula de un niño de 5 años y de un adulto. Fuente: Rakosi T, Jonas I. Atlas de ortopedia maxilar: diagnóstico.*

- Centros de crecimiento: un centro de crecimiento es una zona en la que se produce crecimiento independiente, es decir que se controla

genéticamente. El centro de crecimiento tiene una función de “marcapasos” controlada por los tejidos blandos que determinan las modificaciones del hueso subyacente. Todos los desplazamientos óseos ocurren por migración de los centros de crecimiento dentro de la membrana correspondiente de tejido conectivo (periostio, endostio, ligamento periodontal).

- Desplazamiento: es la desviación mecánica del hueso inducida por las fuerzas que los rodean, este se clasifica en primario y secundario, el desplazamiento primario ocurre por la suma de fuerzas expansivas de los tejidos cercanos al hueso mientras que este sigue creciendo; el desplazamiento secundario ocurre por la expansión de tejidos lejanos al hueso en crecimiento. <sup>10,18</sup>

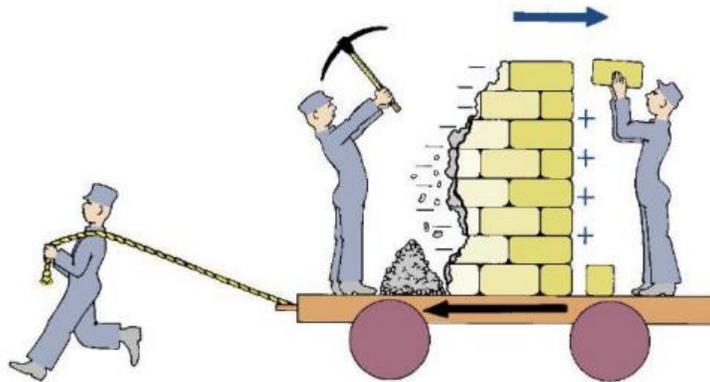


Figura 14. Esquema que representa los procesos que intervienen en el desplazamiento primario. El hueso se remodela y al mismo tiempo se desplaza en dirección opuesta. Fuente: Proffit WR, Fields HW, Sarver DM.

Ortodoncia contemporánea. 5ª Ed.

### Patrones de crecimiento cráneo-facial

En la cabeza los huesos crecen de manera distinta por lo que es conveniente dividirla en zonas para así comprender los tipos de crecimientos que ahí se llevan

a cabo, el cráneo lo podemos dividir en: bóveda craneal para los huesos que recubren al cerebro y base de cráneo para los huesos que se encuentran por debajo del cerebro; mientras que la cara se divide en: el complejo nasomaxilar que comprende a la nariz, el maxilar y huesos asociados, y por último la mandíbula.

Los huesos de la bóveda craneal son de origen intramembranoso por lo que al no necesitar de un precursor cartilaginoso la osificación y el crecimiento se da gracias a la actividad perióstica de centros que prefiguran las unidades óseas anatómicas definitivas. La remodelación y el crecimiento ocurren fundamentalmente en las suturas, mismas que al nacer se encuentran separadas por tejido conectivo laxo que posteriormente desaparecerá con la aposición de hueso con lo cual las suturas terminaran por fusionarse. Las dimensiones de la bóveda craneal son controladas gracias a mecanismos de aposición en la porción externa de los huesos y de reabsorción en la porción interna.

La base de cráneo consta de huesos con precursores cartilaginosos por lo que la osificación es endocondral, es así que los centros de osificación establecen la posición definitiva de huesos como el esfenoides y el etmoides desde la fase embrionaria. Al ir avanzando la osificación persisten entre los centros de osificación franjas de cartílago denominadas *sincondrosis*, en ellas se encuentra una zona de hiperplasia celular en el centro con franjas de condrocitos en maduración que se extienden en ambas direcciones que terminarán por ser sustituidas por hueso. Las sincondrosis importantes para el crecimiento son la esfenooccipital, la interesfenoidal y la esfenoetmoidal. <sup>18</sup>

El crecimiento del complejo nasomaxilar depende en gran parte de la expansión de la base de cráneo en sentido ventral, los procesos de reabsorción y aposición craneales dan origen a un desplazamiento y remodelación de los huesos nasal y etmoidal, por lo tanto, el desarrollo horizontal se encuentra en equilibrio con el crecimiento longitudinal del maxilar.

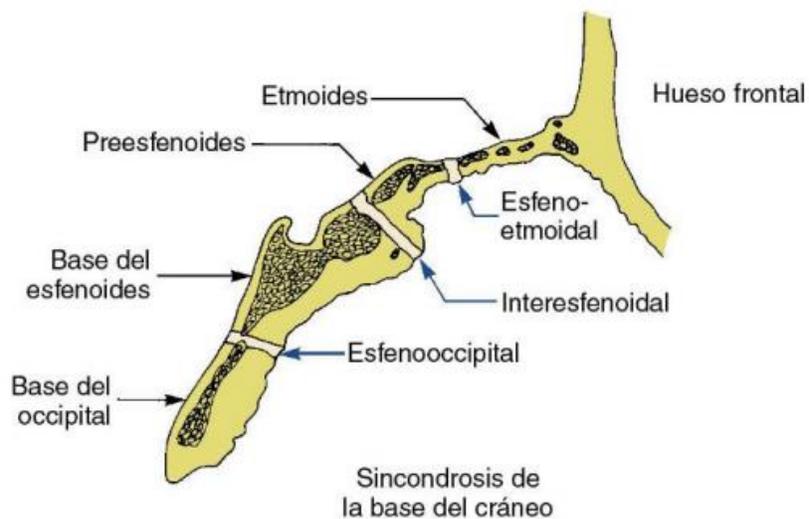


Figura 15. Representación de las sincondrosias de la base de cráneo. Fuente: Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Ortodoncia contemporánea. 5ª Ed.

El maxilar es un hueso de origen intramembranoso por lo que el crecimiento además de suceder por aposición de hueso en las suturas que lo unen con la base de cráneo también sucede por remodelación superficial; en la pared posterior del maxilar se va añadiendo hueso creando un espacio adicional para la erupción de los dientes y es esta prolongación lo que permite el desplazamiento primario del maxilar, mientras esto sucede de forma simultánea ocurre un desplazamiento secundario gracias al crecimiento de la fosa craneal anterior y media.

El desplazamiento vertical del complejo nasomaxilar ocurre por reabsorción de la cara nasal del maxilar y aposición de la superficie palatina, creando así espacio para los senos maxilares. Por otro lado, la premaxila por ser de tipo reabsortivo se dirige hacia adelante y hacia abajo por medio del desplazamiento secundario, en consecuencia, ocurre lo que se conoce como rotación del maxilar.

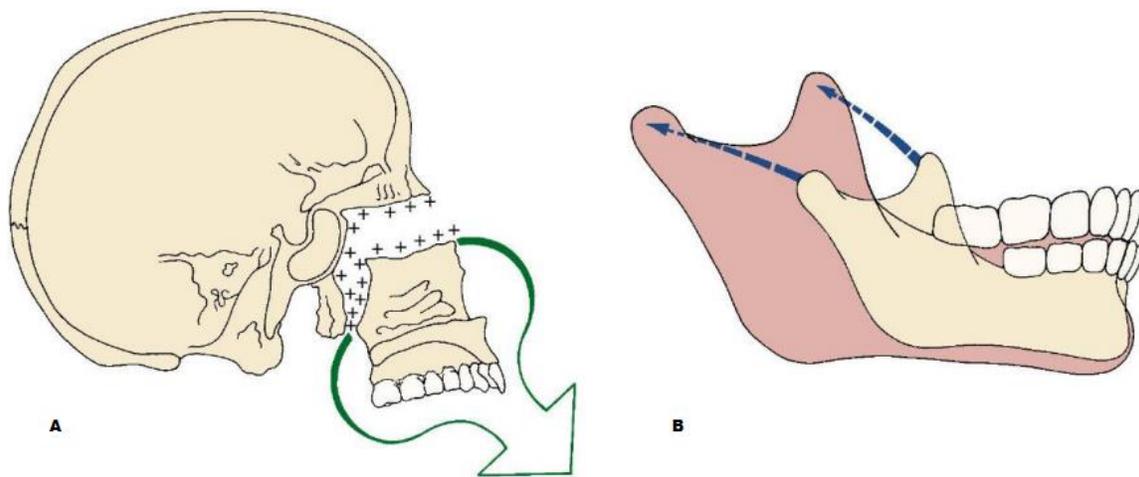


Figura 16. A: desplazamiento del maxilar y neoformación de hueso (+), B: crecimiento mandibular. Fuente: Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Ortodoncia contemporánea. 5ª Ed.

En el crecimiento mandibular son importantes los mecanismos de crecimiento perióstico debido a que este es un hueso de osificación mixta, la base de cráneo también juega un papel fundamental para el crecimiento del tercio inferior de la cara ya que, igual que en el maxilar provoca un desplazamiento secundario del mismo, esto por la acción de empuje que ejerce sobre la ATM, sin embargo la mandíbula también experimenta un desplazamiento primario debido a la remodelación de la rama. En el desarrollo mandibular encontramos un patrón de crecimiento hacia adelante y abajo, siendo los principales puntos de crecimiento la superficie posterior de la rama mandibular y las apófisis condilar y coronoides, por

otro lado el cuerpo de la mandíbula se alarga por la aposición perióstica en la porción posterior ya que el mentón es una zona de crecimiento casi inactiva.

Conceptualmente la mandíbula se desplaza hacia abajo y hacia enfrente al tiempo que crece hacia arriba y hacia atrás, es así que la mandíbula va alargándose por aposición de hueso en la superficie posterior de la rama, mientras que en la porción anterior ocurre la reabsorción, este proceso alarga el cuerpo de la mandíbula lo cual crea el espacio suficiente para la erupción de los molares deciduos y permanentes, con frecuencia este crecimiento cesa antes de la edad adulta por lo que no siempre se tiene el espacio suficiente para la erupción del tercer molar. <sup>9,18</sup>

Un aspecto importante a considerar cuando se habla de crecimiento es que este depende significativamente de los factores genéticos, aunque estos puedan verse afectados por factores externos como el grado de actividad física, el estado nutricional o el estado de salud y aunque actualmente no está claro qué es lo que determina el crecimiento cráneo-facial existen tres teorías que tratan de explicar estos procesos.

La primer teoría expone que el hueso es el principal factor determinante de su propio crecimiento; la segunda teoría ubica al cartílago como factor determinante del crecimiento óseo, mientras que el hueso responde de forma secundaria y pasiva; y por último la teoría de la matriz de tejido blando, la cual postula que el control genético actúa fuera del sistema esquelético y que el crecimiento del hueso y del cartílago está controlado epigeneticamente, es decir, de forma indirecta por

el estímulo o señal emitida desde otros tejidos. Inicialmente la teoría más aceptada era la primera sin embargo actualmente se considera que los procesos de crecimiento ocurren por una síntesis entre la segunda y la tercera teoría, <sup>9</sup> aun cuando la teoría del hueso como determinante no ha podido descartarse en su totalidad.

### **Maduración esquelética: edad ósea**

La maduración esquelética está influenciada en cada individuo por una combinación de factores genéticos y ambientales, la secuencia de osificación y el patrón de crecimiento se puede encontrar en todos los individuos sin embargo el tiempo de inicio, la duración y la cantidad de crecimiento varía considerablemente durante la pubertad.

La determinación de la edad ósea se basa en la evaluación de diferentes eventos que aparecen en forma regular y secuencial durante el periodo de la madurez. Aunque teóricamente cualquier parte del cuerpo puede ser utilizada para el estudio de la edad ósea se utiliza más comúnmente la mano. Entre los diferentes métodos que existen para el estudio del crecimiento del individuo uno ha demostrado tener relación significativa con el patrón de crecimiento craneofacial, la valoración de la radiografía carpal es un método indirecto que debido a la gran cantidad de huesos presentes y en desarrollo facilita su seguimiento a través de los años.

La radiografía carpal permite ver los distintos huesos que conforman a la mano y a la muñeca en diferentes grados de osificación y en un orden preestablecido, de

manera que el grado de desarrollo arroja datos respecto al nivel del desarrollo esquelético del niño. Este dato es importante para la práctica clínica ya que de esta forma es posible visualizar si el individuo se encuentra en un periodo de crecimiento activo.

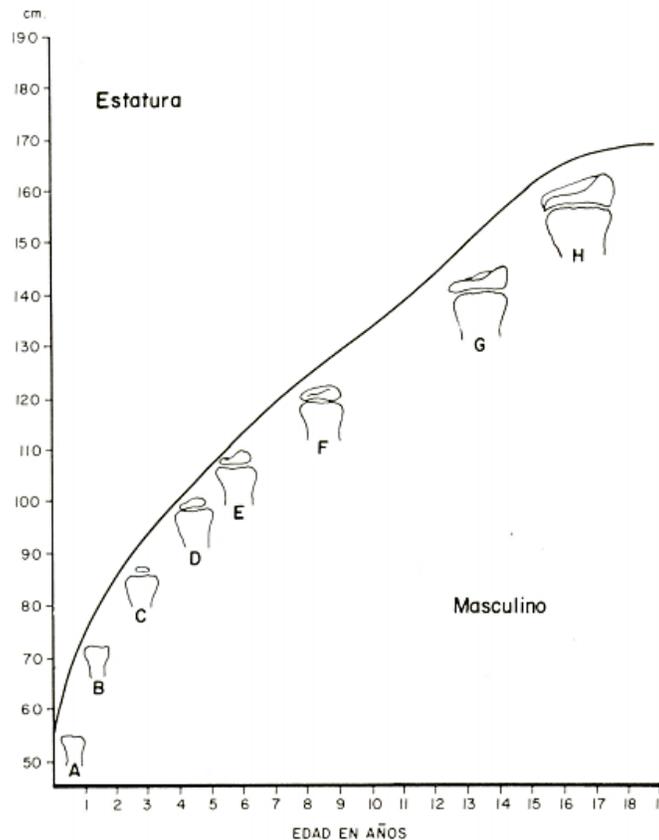


Figura 17. Cambios que se producen en la epífisis distal del radio a través de los años. Fuente: Águila JF, Enlow DH. Crecimiento craneofacial: Ortodoncia y ortopedia.

Los huesos del carpo que se pueden observar en la radiografía de un adulto joven no existen como tal en la de un recién nacido ya que son de naturaleza cartilaginosa y posteriormente se van osificando en orden. Los primeros en osificarse son el hueso ganchoso (o hamatum) y el grande (o capitatum), seguido

por el piramidal, el semilunar y el trapecio, y por último el escafoide, trapezoide y pisiforme.

Cuando los huesos del carpo han madurado a la edad aproximada de 9 años se valora el desarrollo de los huesos metacarpianos y las falanges. Se localizan puntos de referencia específicos que sirven como indicadores del comienzo de la pubertad y los estadios de crecimiento de los dedos son valorados en relación con el nivel de fusión que existe entre la epífisis y la diáfisis de las falanges. <sup>6,7,39,40,41,42</sup>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	PP2=	MP3=	Pisi/ H1/ R=	S/ H2	PP1cap/ MP3cap/ Rcap	DP3u	PP3u	MP3u	Ru
♂	10,6	12,0	12,6	13,0	14,0	15,0	15,9	15,9	18,5
♀	8,1	8,1	9,6	10,6	11,0	13,0	13,3	13,9	16,0

Tabla 1. Periodos de crecimiento. Estadio óseo por sexo y edad cronológica. Fuente: Saturno L. Tratamiento temprano versus tardío - Ortodoncia en dentición mixta: diagnóstico y tratamiento.

### Anatomía radiográfica de la mano

La mano está formada por 27 huesos que se dividen en tres partes: carpo, metacarpo y dedos, incluyendo el hueso sesamoideo; mientras que la muñeca consta de dos huesos largos, el radio y el cúbito.

El carpo está constituido por ocho huesos dispuestos en dos filas transversales de cuatro huesos cada una. Los huesos de la fila proximal del carpo del plano lateral a medial son: escafoides, semilunar, piramidal y pisiforme; mientras que los huesos de la segunda fila que se articulan con los extremos distales del radio y el cúbito son: trapecio, trapezoide, hueso grande y hueso ganchoso.

El metacarpo es la región intermedia de la mano, consta de cinco huesos numerados del uno al cinco comenzando por el dedo pulgar.

Las falanges son los huesos de los dedos, forman la región distal de la mano. Hay 14 falanges en total y se distribuyen en los cinco dedos, estos también se enumeran del uno al cinco comenzando por el dedo pulgar. Cada uno tiene tres falanges, una falange proximal, una medial y una distal, exceptuando al dedo pulgar que únicamente tiene dos, la proximal y la distal. <sup>7,24</sup>

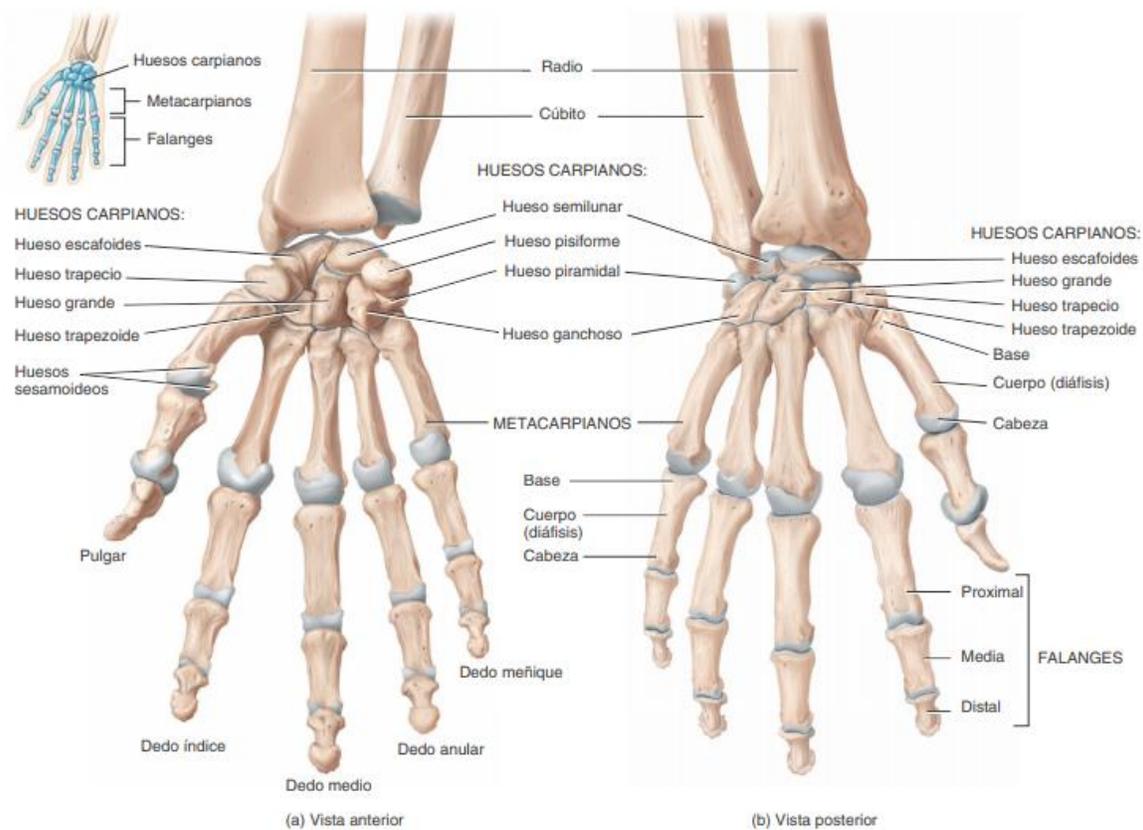


Figura 18. Esqueleto de la mano. Fuente: Tortora GJ, Derrickson B. Principios de anatomía y fisiología. 13ª Ed.

## Método de Bjork, Grave y Brown

Este método divide el proceso de maduración de los huesos de la mano en nueve estadios, comprendidos entre los nueve y los 17 años. Las características del estado de osificación se identifican a nivel de falanges, huesos del carpo y radio, y se valoran según la relación entre la epífisis y la diáfisis.

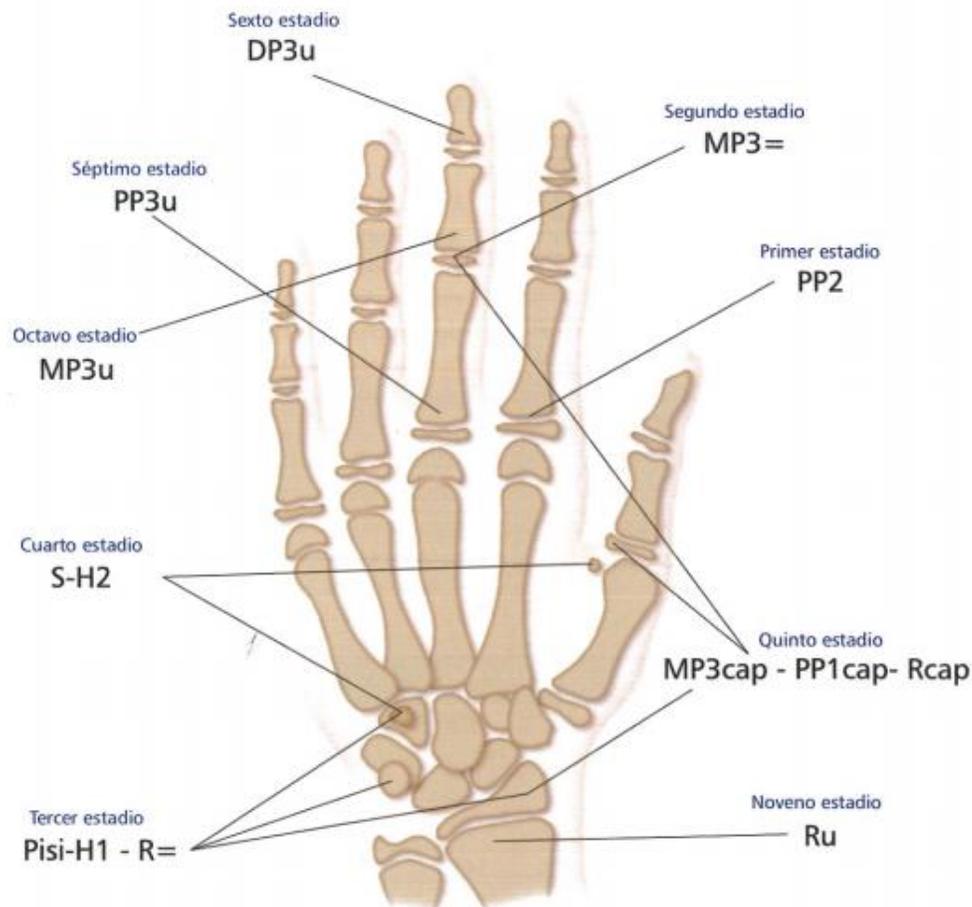


Figura 19. Estadios de osificación. Fuente: Saturno L. Tratamiento temprano versus tardío - Ortodoncia en dentición mixta: diagnóstico y tratamiento.

- Primer estadio (PP2=): es el inicio de la calcificación, se caracteriza porque la epífisis de la falange proximal del dedo índice (PP2) muestra igual

anchura que la diáfisis. Comienza aproximadamente tres años antes del pico máximo de crecimiento puberal.

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

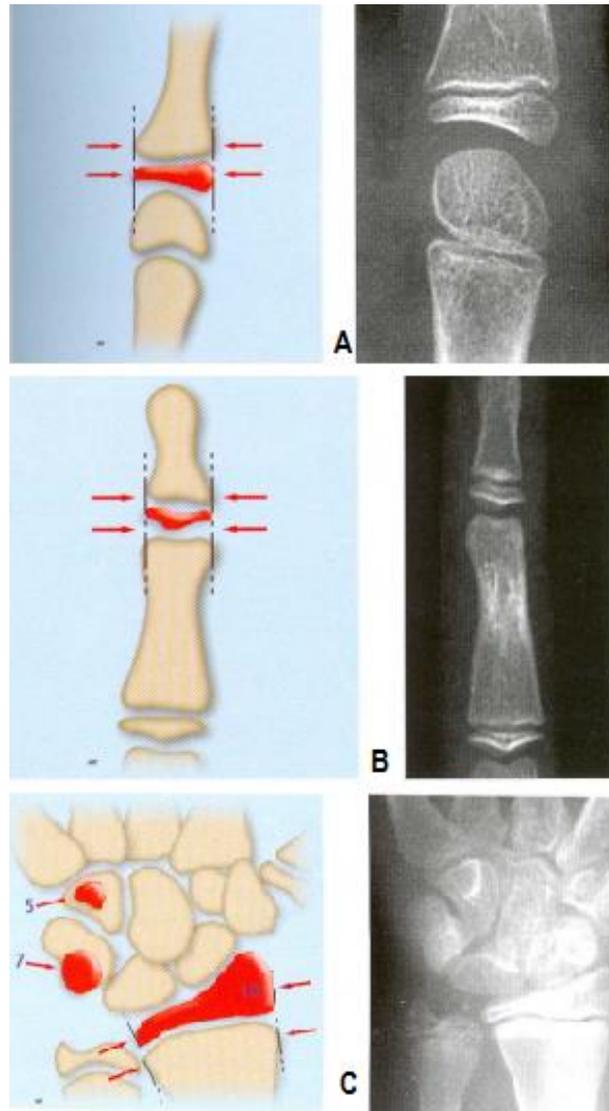


Figura 20. PP2=(A), MP3= (B), Pisi-H1-R (C). Fuente: Saturno L. Tratamiento temprano versus tardío - Ortodoncia en dentición mixta: diagnóstico y tratamiento.

- Tercer estadio (Pisi, H1 y R): se valora de acuerdo a tres características de osificación que aparecen de modos secuenciales. El estadio Pisi se refiere a la osificación visible del hueso pisiforme; el estadio H1 es para la

osificación de la apófisis unciforme del hueso ganchoso y por último el estadio R que es la anchura equivalente de la epífisis y diáfisis del radio.

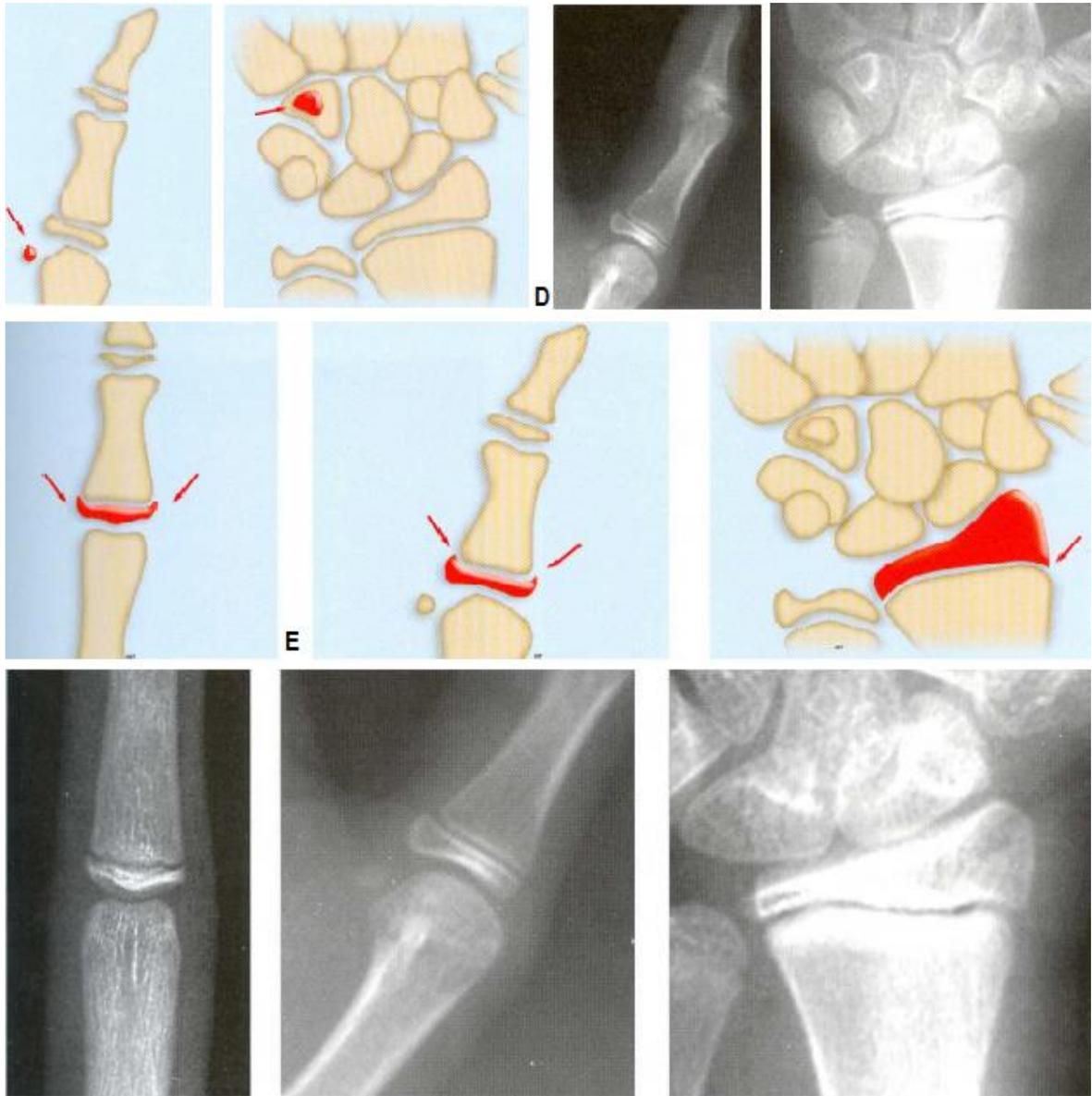


Figura 21. S-H2 (D), MP3cap-PP1cap-Rcap (E). Fuente: Saturno L. Tratamiento temprano versus tardío - Ortodoncia en dentición mixta: diagnóstico y tratamiento.

- Cuarto estadio (S y H2): se alcanza poco antes o al inicio del brote puberal de crecimiento. El estadio S es la iniciación de la calcificación del hueso sesamoideo cubital de la articulación metacarpo-falángica del pulgar y el

estadio H2 es la osificación avanzada de la apófisis unciforme del hueso ganchoso.

- Quinto estadio (MP3cap, PP1cap, Rcap): esta fase coincide con el pico máximo de crecimiento puberal. La diáfisis rodea la epífisis en forma de capuchón en la segunda falange del dedo medio (MP3cap), en la falange proximal del pulgar (PP1cap) y en el radio (Rcap).
- Sexto estadio (DP3u): es la fusión visible de la diáfisis y la epífisis de la falange distal del dedo medio, en este estadio se termina el brote puberal de crecimiento.

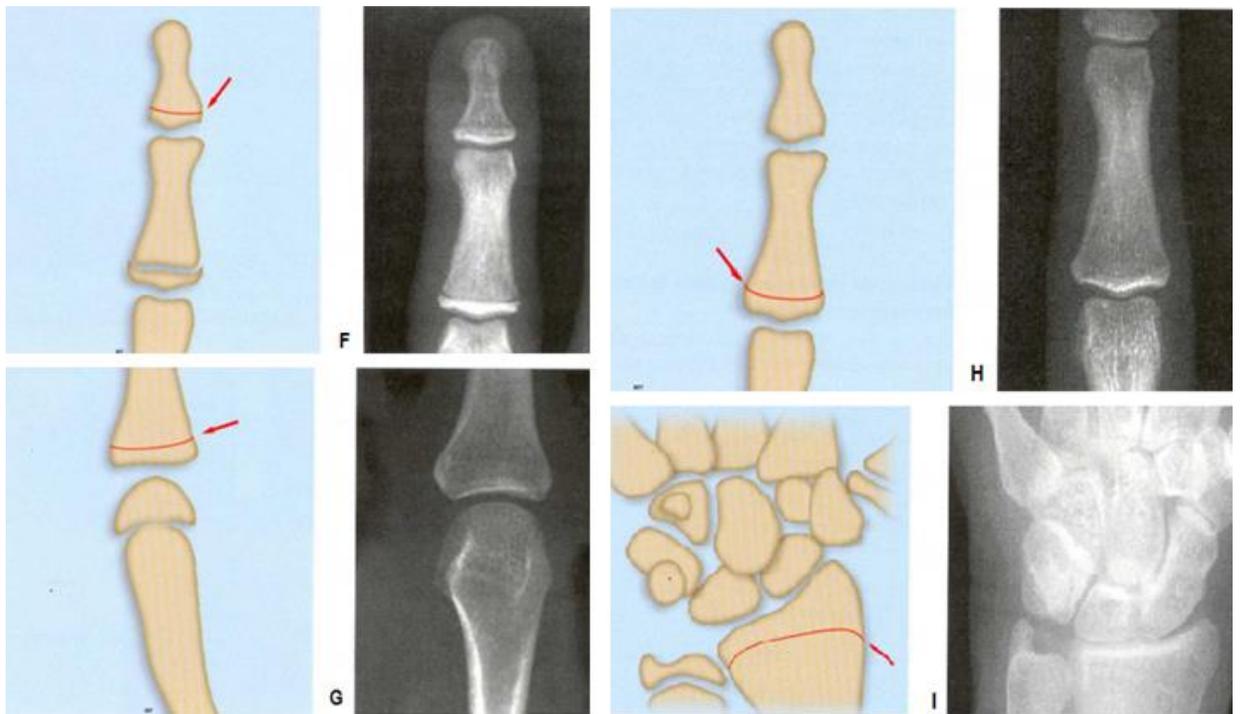


Figura 22. DP3u (F), PP3u (G), MP3u (H), Ru (I). Fuente: Saturno L. Tratamiento temprano versus tardío - Ortodoncia en dentición mixta: diagnóstico y tratamiento.

- Séptimo estadio (PP3u): se observa la fusión visible de la epífisis y la diáfisis de la falange proximal del dedo medio.

- Octavo estadio (MP3u): muestra la fusión visible de la epífisis y diáfisis de la segunda falange del medio.
- Noveno estadio (Ru): se observa la osificación completa de la epífisis y diáfisis del radio y ya habrá terminado la osificación de todos los huesos de la mano lo cual es un indicador del final del tiempo de crecimiento óseo. <sup>7</sup>

### **Aplicación Clínica**

Los protocolos de tratamiento ortopédico se ven beneficiados al incluir el periodo de aceleración del crecimiento, los indicadores biológicos como la maduración ósea resultan útiles para detectar el tiempo óptimo para comenzar un tratamiento de ortopedia funcional, se tiene la ventaja de poder realizar estudios de seguimiento y así poder determinar el inicio del tratamiento con aparatos funcionales.

Los estadios para cualquier indicador biológico donde el pico de velocidad de crecimiento puberal se encuentra a un año o menos suele ser el ideal para comenzar la ortopedia funcional, sin embargo en algunos casos suele ser conveniente adelantar o retrasar el tratamiento, por ejemplo, el tratamiento para las maloclusiones clase II se debe realizar durante el periodo de crecimiento puberal cuando hay mayor posibilidad de respuesta para un máximo crecimiento; mientras que para el tratamiento de las maloclusiones clase III se debe iniciar más temprano ya que este tipo de maloclusión se establece de forma temprana y no se autocorrigue por lo que resulta más adecuado realizar una intervención durante el periodo de dentición mixta temprana, es por esto que el tratamiento va dirigido al

aprovechamiento del crecimiento suplementario del maxilar y la restricción del crecimiento en la mandíbula.

Al realizar el plan de tratamiento ortopédico es importante tomar en cuenta cuándo se producen los incrementos de crecimiento y cuál es su magnitud, de tal modo que los puntos a considerar son los siguientes:

- En el pico de crecimiento juvenil, que ocurre aproximadamente entre los siete y nueve años, el maxilar experimenta un incremento de 1 mm/año y la mandíbula 3 mm/año.
- Durante el crecimiento prepuberal, entre los 10 y los 12 años, la proporción del pico anterior se reduce a 0.25 mm/año en el maxilar y 1.25 mm/año en la mandíbula.
- En la pubertad, de los 12 a los 14 años, incrementa a 1.5 mm/año en el maxilar y 4.5 mm/año en la mandíbula.
- La altura facial inferior incrementa aproximadamente 1 mm/año.
- El crecimiento alveolar es de 10 mm aproximadamente entre los cuatro y 20 años.<sup>7</sup>

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el estudio realizado por Tokunaga y cols <sup>5</sup> se encontró que la mayoría de las personas estudiadas presentaban algún tipo de maloclusión esquelética y que el conocimiento del crecimiento y desarrollo de las estructuras faciales resulta de gran importancia para el aprovechamiento de éste en etapas tempranas del desarrollo y corregir las discrepancias esqueléticas.

Las edades estimadas para el pico de velocidad de crecimiento se han establecido en estudios realizados en poblaciones infantiles de Estados Unidos y Europa por lo que se podrían observar variaciones considerables dentro de la población que se presenta a la CUAS Zaragoza. El campo de estudio en México amplio y resulta conveniente realizar una valoración del estadio de maduración ósea en niños que se encuentran en un periodo activo de crecimiento según lo reportado en la literatura y mediante el uso de radiografías carpales identificar el grado de osificación que presentan los huesos de la mano para correlacionarlo con la edad cronológica de los niños mexicanos. Por lo cual las interrogantes son las siguientes:

¿Cuál es la relevancia de realizar diagnósticos ortopédicos de forma oportuna?

¿Cómo podemos determinar el momento ideal para una intervención ortopédica?

¿Cómo se determina la maduración ósea en radiografías carpales mediante el método de Bjork, Grave y Brown?

¿Cuál es la edad promedio de inicio del pico de velocidad de crecimiento puberal para los niños que acudieron a la CUAS Zaragoza durante el periodo comprendido entre el 2002 al 2019?

## **OBJETIVOS**

### **General**

Explicar la importancia de realizar un diagnóstico precoz de las maloclusiones.

Describir y usar el método de Bjork, Grave y Brown para determinar la maduración ósea en radiografías carpales.

### **Específicos**

Conceptuar los factores que determinan y predisponen una maloclusión.

Resumir los momentos en los que se establecen las maloclusiones.

Analizar la utilidad de los periodos de crecimiento para prevenir la maloclusión.

Explicar los mecanismos de crecimiento cráneo-facial.

Explicar la relación entre el crecimiento facial y la osificación en los huesos de la mano.

Evaluar los estadios de osificación en radiografías carpales de niños que acudieron al servicio de Ortodoncia en la CUAS Zaragoza del 2002 al 2019 mediante el método de Bjork, Grave y Brown divididos por edad y sexo.

Establecer una edad promedio dividida por sexo para el inicio del pico de velocidad de crecimiento puberal para la población infantil que acudió al servicio de Ortodoncia de la CUAS Zaragoza del 2002 al 2019.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Diseño de estudio**

Estudio observacional, retrospectivo, transversal, descriptivo.

### **Universo**

Pacientes de 9 a 13 años que acudieron con sus padres al servicio de Ortodoncia en la Clínica Universitaria de Atención a la Salud Zaragoza del 2002 al 2019 y que cuentan con radiografías carpales en su expediente.

Se obtuvo una muestra aleatoria de n=100 radiografías carpales que cumplieron con los criterios de inclusión.

### **Criterios de inclusión:**

- Tener expediente clínico completo que incluya una radiografía carpal tomada dentro del rango de edad estipulado.
- Pacientes sanos sistémicamente.
- Pacientes mexicanos.

### **Criterios de exclusión**

- Pacientes fuera del rango de edad estipulado para el estudio.
- Pacientes con enfermedades crónicas y síndromes.

- Pacientes que toman medicamentos de forma frecuente.
- Pacientes que se encuentren bajo tratamiento de ortopedia facial.

### **Criterios de eliminación**

- Radiografías carpales mal tomadas o en mal estado donde no sea posible visualizar los huesos necesarios para el método de Bjork, Grave y Brown.

### **Variables**

<i>Variable</i>	<i>Definición</i>	<i>Nivel de medición</i>	<i>Categoría</i>	<i>Técnica</i>
<i>Edad cronológica</i>	<i>Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo</i>	<i>Cuantitativa discreta</i>	<i>9 a 13 años</i>	<i>Expediente clínico</i>
<i>Edad ósea</i>	<i>Estado de osificación donde ocurre la fusión de dos centros de osificación primaria</i>	<i>Cualitativa ordinal</i>	<i>Estadio 1 a 9 de acuerdo al método de Bjork y Cols. Ver anexo 1</i>	<i>Radiografía carpal</i>
<i>Sexo</i>	<i>Características fenotípicas del individuo.</i>	<i>Cualitativa nominal</i>	<i>Masculino Femenino</i>	<i>Expediente clínico</i>

## **Procedimiento**

Se seleccionó de forma aleatoria un total de 100 radiografías carpales de niños de 9 a 13 años y ambos sexos que acudieron al servicio de Ortodoncia en la CUAS Zaragoza del 2002 al 2019

Las radiografías se revisaron en un negatoscopio y se realizó el trazado de los huesos carpales con papel cefalométrico y lápiz.

Se evaluó el nivel de osificación de las falanges del dedo medio, la falange proximal del dedo índice y pulgar, el hueso sesamoideo, el hueso pisiforme, el hueso ganchoso y el radio para posteriormente estadificar mediante el método de Bjork, Grave y Brown.

Por último, se clasificaron los resultados por edad, sexo y estadio de osificación.

## **Análisis estadístico**

Se realizó un estudio estadístico de  $X^2$  en una hoja de cálculo del programa estadístico SPSS 21.

## RESULTADOS

El presente estudio evaluó un total de 100 radiografías carpales en pacientes de 9 a 13 años de edad, mismos que acudieron al servicio de Ortodoncia en la Clínica Universitaria de Atención a la Salud Zaragoza, donde el 52% correspondía al sexo masculino y 48% al sexo femenino.

Al realizar el análisis de datos para los estadios de osificación se encontró que 9% de la muestra presentaba el primer estadio (PP2=), 12% el segundo estadio (MP3=), 29% el tercer estadio (Pisi-H1-R=), 21% el cuarto estadio (S-H2), 15% en el quinto (MP3Cap-PP1Cap-RCap), 4% el séptimo estadio (PP3U), 6% el octavo estadio (MP3U) y 4% de la muestra no presentaba ningún estadio, como se puede apreciar en la tabla 2.

Estadios de osificación	Frecuencia	Porcentaje
PP2=	9	9.0
MP3=	12	12.0
Pisi, H1, R=	29	29.0
S, H2	21	21.0
MP3Cap, PP1Cap, RCap	15	15.0
PP3U	4	4.0
MP3U	6	6.0
NA	4	4.0
Total	100	100.0

*Tabla 2. Porcentajes de los estadios de osificación*

Se realizaron tablas de contingencia para evaluar el porcentaje de pacientes de sexo femenino y masculino en cada estadio de osificación, se encontraron los siguientes resultados: en el primer estadio 13.5% pertenecía al sexo masculino y 4.2% eran de sexo femenino, 19.2% masculino y 4.2% femenino en el segundo

estadio, para el tercer estadio 34.6% masculino y 22.9% femenino, 19.2% masculino y 22.9% femenino en el cuarto estadio, 5.8% masculino y 25% femenino para el quinto estadio, solo 8.3% de sexo femenino en el séptimo estadio, 12.5% femenino en el octavo estadio y 7.7% de sexo masculino donde no se encontró ningún estadio de osificación. Tabla 3. Anexo 2

Al analizar los datos por edad cronológica, sexo y edad ósea se observaron los siguientes datos:

El primer estadio se presentó en un 24% a los 9 años (30.8% masculino y 16.7% femenino), 7.1% a los 10 años (14.3% masculino) y 3.6% a los 11 años (7.7% masculino).

El segundo estadio se presentó un 20% a los 9 años (23.1% masculino y 16.7% femenino), 10.7% a los 10 años (21.4% masculino), 10.7% a los 11 años (23.1% masculino) y 5.3% a los 12 años (8.3% masculino).

El tercer estadio se presentó un 24% a los 9 años (15.4% masculino y 33.3% femenino), 35.7% a los 10 años (42.9% masculino y 28.6% femenino), 17.9% a los 11 años (30.8% masculino y 6.7%) y 42.1% a los 12 años (50% masculino y 28.6% femenino).

El cuarto estadio se presentó en un 16% a los 9 años (33.3% femenino), 28.6% a los 10 años (21.4% masculino y 35.7% femenino), 21.4% a los 11 años (30.8% masculino y 13.3% femenino) y 15.8% a los 12 años (25% masculino).

El quinto estadio se presentó en un 17.9% a los 10 años (35.7% femenino), 28.6% a los 11 años (7.7% masculino y 46.7% femenino) y 10.5% a los 12 años (16.7% masculino).

El séptimo estadio se presentó 7.1% a los 11 años (13.3% femenino) y 15.8% a los 12 años (28.6% femenino).

El octavo estadio se presentó 10.7% a los 11 años (20% femenino) y 15.8% a los 12 años (42.9% femenino).

Por último, en un 16% de 9 años (30.8% masculino) no fue posible estadificar ya que a pesar de encontrarse dentro del rango de edad estipulado no se encontraron los indicadores de osificación mínimos en la escala. Tabla 4. Anexo 2.

Tabla de contingencia Sexo * Edad Ósea											
		Edad Ósea									Total
		PP2=	MP3=	Pisi, H1, R=	S, H2	MP3Cap, PP1Cap, RCap	PP3U	MP3U	NA		
Sexo	Masculino	% dentro de Sexo	13.5%	19.2%	34.6%	19.2%	5.8%	0.0%	0.0%	7.7%	100.0%
		% del total	7.0%	10.0%	18.0%	10.0%	3.0%	0.0%	0.0%	4.0%	52.0%
	Femenino	% dentro de Sexo	4.2%	4.2%	22.9%	22.9%	25.0%	8.3%	12.5%	0.0%	100.0%
		% del total	2.0%	2.0%	11.0%	11.0%	12.0%	4.0%	6.0%	0.0%	48.0%
Total	% dentro de Sexo	9.0%	12.0%	29.0%	21.0%	15.0%	4.0%	6.0%	4.0%	100.0%	
	% del total	9.0%	12.0%	29.0%	21.0%	15.0%	4.0%	6.0%	4.0%	100.0%	

Tabla 3. Tablas de contingencia para sexo y edad

Tabla de contingencia Sexo * Edad Ósea * Edad Cronológica											
Edad Cronológica		Edad Ósea									Total
		PP2=	MP3=	Pisi, H1, R=	S, H2	MP3Cap, PP1Cap, RCap	PP3U	MP3U	NA		
9	Sexo	Masculino	% dentro de Sexo	30.8%	23.1%	15.4%	0.0%			30.8%	100.0%
		% del total	16.0%	12.0%	8.0%	0.0%			16.0%	52.0%	
	Femenino	% dentro de Sexo	16.7%	16.7%	33.3%	33.3%			0.0%	100.0%	

		% del total	8.0%	8.0%	16.0%	16.0%			0.0%	48.0%	
	Total	% dentro de Sexo	24.0%	20.0%	24.0%	16.0%			16.0%	100.0%	
		% del total	24.0%	20.0%	24.0%	16.0%			16.0%	100.0%	
	Sexo	Masculino	% dentro de Sexo	14.3%	21.4%	42.9%	21.4%	0.0%		100.0%	
			% del total	7.1%	10.7%	21.4%	10.7%	0.0%		50.0%	
10	Femenino	% dentro de Sexo	0.0%	0.0%	28.6%	35.7%	35.7%			100.0%	
			% del total	0.0%	0.0%	14.3%	17.9%	17.9%		50.0%	
	Total	% dentro de Sexo	7.1%	10.7%	35.7%	28.6%	17.9%			100.0%	
			% del total	7.1%	10.7%	35.7%	28.6%	17.9%		100.0%	
	Sexo	Masculino	% dentro de Sexo	7.7%	23.1%	30.8%	30.8%	7.7%	0.0%	0.0%	100.0%
			% del total	3.6%	10.7%	14.3%	14.3%	3.6%	0.0%	0.0%	46.4%
11	Femenino	% dentro de Sexo	0.0%	0.0%	6.7%	13.3%	46.7%	13.3%	20.0%	100.0%	
			% del total	0.0%	0.0%	3.6%	7.1%	25.0%	7.1%	10.7%	53.6%
	Total	% dentro de Sexo	3.6%	10.7%	17.9%	21.4%	28.6%	7.1%	10.7%	100.0%	
			% del total	3.6%	10.7%	17.9%	21.4%	28.6%	7.1%	10.7%	100.0%
	Sexo	Masculino	% dentro de Sexo	8.3%	50.0%	25.0%	16.7%	0.0%	0.0%	100.0%	
12			% del total	5.3%	31.6%	15.8%	10.5%	0.0%	0.0%	63.2%	
	Femenino	% dentro de Sexo	0.0%	28.6%	0.0%	0.0%	28.6%	42.9%		100.0%	

		% del total	0.0%	10.5%	0.0%	0.0%	10.5%	15.8%		36.8%	
Total		% dentro de Sexo	5.3%	42.1%	15.8%	10.5%	10.5%	15.8%		100.0%	
		% del total	5.3%	42.1%	15.8%	10.5%	10.5%	15.8%		100.0%	
	Masculino	% dentro de Sexo	13.5%	19.2%	34.6%	19.2%	5.8%	0.0%	0.0%	7.7%	100.0%
Sexo		% del total	7.0%	10.0%	18.0%	10.0%	3.0%	0.0%	0.0%	4.0%	52.0%
Total	Femenino	% dentro de Sexo	4.2%	4.2%	22.9%	22.9%	25.0%	8.3%	12.5%	0.0%	100.0%
		% del total	2.0%	2.0%	11.0%	11.0%	12.0%	4.0%	6.0%	0.0%	48.0%
Total		% dentro de Sexo	9.0%	12.0%	29.0%	21.0%	15.0%	4.0%	6.0%	4.0%	100.0%
		% del total	9.0%	12.0%	29.0%	21.0%	15.0%	4.0%	6.0%	4.0%	100.0%

*Tabla 4. Tablas de contingencia para edad ósea, edad cronológica y sexo.*

## DISCUSIÓN

Al analizar los datos de los estadios de osificación de los niños de forma uniforme fue posible observar que existe una diferencia significativa entre ambos sexos para el momento del inicio del pico de velocidad de crecimiento puberal, estos datos coinciden con lo publicado por Rojas, Proffit y Enlow quienes mencionan que la variación cronológica en relación con la maduración ósea es más visible en el sexo femenino debido a la maduración sexual que va acompañada del PVC. Ellos al igual que Rakosi y Saturno concluyen que el PVC ocurre en promedio a los 11 años en las mujeres y a los 13 años para los varones, mientras que Uribe menciona que este pico de crecimiento ocurre después de los 12 años en ambos sexos. En el presente estudio el quinto estadio se presentó desde los 10 años en el sexo femenino y desde los 11 para el sexo masculino, sin embargo la edad promedio de inicio del PVC, mismo que coincide con el quinto estadio de osificación, es de 10.58 años para las niñas y 11.66 años para los varones, por lo que los datos no son concordantes con ningún autor.

Es importante mencionar que la variación en la edad de inicio del PVC es determinada de acuerdo al sexo y a la población estudiada ya que Enlow menciona que en los niños ingleses este pico ocurre a los 12 años en las niñas y a los 14 en los varones, mientras que en la población sueca ocurre a los 10 años en las niñas y a los 12 en los niños.

Otro aspecto importante para considerar es el término del periodo de crecimiento óseo, Uribe señala una reducción en el crecimiento a partir de los 16 años. En el

presente estudio se encontró población femenina que se encontraba en el octavo estadio de osificación a la edad de 11 y 12 años, esto quiere decir que el pico de velocidad de crecimiento inició de forma muy temprana y se encuentran muy próximas al término del crecimiento óseo marcado por la osificación del radio, no concordando con los datos de Uribe.

Por último, Flores y Rakosi mencionan la utilidad de la radiografía carpal y su capacidad para realizar estudios predictivos de crecimiento, esto por la cantidad de huesos en desarrollo que se encuentran presentes en la mano, denominándola así como un reloj biológico; McNamara, Tokunaga, Uribe, y Graber remarcan la importancia de la comprensión del crecimiento y el uso de la radiografía carpal como auxiliar de diagnóstico para realizar tratamientos tempranos/ a tiempo y así minimizar la prevalencia de maloclusiones. Los resultados de esta investigación arrojan un dato positivo e importante al respecto, todos los niños estudiados todavía se encontraban en una edad donde la dentición mixta no ha llegado a su fin, por lo que las maloclusiones no se han establecido en su totalidad y el estudio predictivo con radiografía carpal para la estimación del crecimiento aún resulta útil en esta población, incluso con la limitante de la variabilidad individual.

## CONCLUSIONES

La radiografía carpal se ha usado en diversos estudios para poder comprobar el estado de osificación de los individuos y de esta forma poder realizar análisis predictivos que faciliten el diagnóstico y plan de tratamiento. Si bien otros factores influyen en el desarrollo de las maloclusiones, tales como la genética, el crecimiento de otras estructuras en la cabeza y la función bucal junto con el desarrollo de la vía aérea; la comprensión del crecimiento define los límites a los que se encuentra el Ortodoncista a la hora de tomar decisiones en el tratamiento del paciente.

Una intervención temprana sirve para minimizar o eliminar los problemas esqueléticos en el sujeto pero es importante mencionar que aún después de un tratamiento exitoso puede existir un cambio en la morfología posterior a este y que las decisiones respecto al momento adecuado para iniciar la intervención siempre deben ser realizadas por el Ortodoncista.

Los datos obtenidos en la presente investigación resultan útiles para observar que en esta población hay un adelanto en la maduración de ambos sexos además de la diferencia existente entre el inicio del PVC en las niñas frente a los varones. Aunque fue posible encontrar datos que coincidían con lo ya publicado también existieron cifras discordantes en el sexo masculino, delatando así un posible retraso en el inicio de maduración de dichos sujetos que bien podría estar asociado a otros factores.

El uso de la radiografía carpal y el método de Bjork, Grave y Brown como estudio predictivo para el estado de osificación en los huesos de la mano siempre será de utilidad para el Cirujano Dentista de practica general ya que de esta forma se logra entender al complejo orofacial de otra forma y no solo como un sistema que funciona y se desarrolla de forma independiente, es posible comprender las relaciones corporales que se pueden encontrar en cada ser humano, como por ejemplo, la conexión que existe entre la osificación corporal, de forma específica en la mano y el cierre de suturas en la base de cráneo, el desplazamiento y rotación del maxilar y la mandíbula además de todos los procesos de aposición-reabsorción que ocurren en el hueso. Es así que también resulta útil para comprender los momentos en los que se establecen las maloclusiones, su origen y el periodo en el que se pueden atender para limitarlas o corregirlas, yendo más allá de la explicación habitual donde las maloclusiones se establecen únicamente por genética y hábitos perniciosos.

Por último, es importante recalcar la importancia de que el Cirujano Dentista de práctica general tenga conocimiento sobre estos auxiliares de diagnóstico, así como los datos pertinentes sobre las edades donde los pacientes se encuentran en un periodo de crecimiento activo para poder coordinar y remitir al especialista; si bien la maloclusión no ocupa el primer lugar en prevalencia de enfermedades bucales sí representa un problema de salud pública que de una forma u otra influye de forma directa en la prevalencia de periodontopatias y presencia de caries, de tal forma que el C.D, en su mayoría, es el primer contacto con el paciente y forma parte importante en la comunicación de éste con el especialista

logrando así una atención integral. Es importante señalar que aun teniendo parte del conocimiento nunca debe caer en la imprudencia de realizar tratamientos que vayan más allá de sus capacidades evitando así realizar tratamientos ortopédicos/ortodóncicos que competen únicamente al especialista.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilar MN, Taboada AO. Frecuencia de maloclusiones y su asociación con problemas de postura corporal en una población escolar del Estado de México. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2013; 70 (5): 364-371.
2. Reyes RD, Etcheverry DE, Antón SJ, Muñoz QG. Asociación de maloclusiones clase I, II, III y su tratamiento en población infantil en la ciudad de Puebla México. *Rev Tamé*. 2014; 2 (6): 175-279.
3. Silva FX, Ruiz BR, Cornejo BJ, Llanas RJ. Prevalencia de caries, gingivitis y maloclusiones en escolares de Ciudad Victoria, Tamaulipas y su relación con el estado nutricional. *Rev Odont Mex*. 2013; 17 (4): 221-227
4. Murrieta PJ, Arrieta OC, Juárez LL, Linares VC, González GM, Melendez OA. Prevalencia de maloclusiones en un grupo de estudiantes universitarios mexicanos y su posible asociación con la edad, el sexo y el nivel socioeconómico 2009. *Rev Fac Odont Uni Antioq*. 2012; 24 (1): 121-132
5. Tokunaga CS, Katagiri KM, Elorza H. Prevalencia de las maloclusiones en el Departamento de Ortodoncia de la División de Estudios de Postgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México. *Rev Odont Mex* 2014; 18 (3): 175-179
6. Flores MC, Nebbe B, Major P. Use of Skeletal Maturation Based on Hand-Wrist Radiographic Analysis as a Predictor of Facial Growth: A Systematic Review. *Angle Orthod* 2004; 74 (1): 118–124.
7. Saturno L. Tratamiento temprano versus tardío - Ortodoncia en dentición mixta: diagnóstico y tratamiento. Caracas, Venezuela: AMOLCA; 2014

8. Da Silva FO, Gamba GD, Silva LT. Ortodoncia interceptiva: protocolo de tratamiento en dos fases. Buenos Aires, Argentina: Editorial Medica Panamericana; 2014
9. Águila JF, Enlow DH. Crecimiento craneofacial: Ortodoncia y ortopedia. Caracas, Venezuela: AMOLCA; 1993.
10. Rakosi T, Jonas I. Atlas de ortopedia maxilar: diagnóstico. Barcelona, España: Ediciones científicas y técnicas; 1992
11. Taboada AO, Torres ZA, Cazares MC, Orozco CL. Prevalencia de maloclusiones y trastornos del habla en una población preescolar del oriente de la ciudad de México. Bol Med Hosp Infant Mex. 2011; 68 (6): 425-430.
12. McNamara JA, Brudon W. Tratamiento ortodóncico y ortopédico en la dentición mixta. Estados Unidos: Needham Press. 1993.
13. Okeson JP. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. 7a Ed. Barcelona, España: Elsevier; 2013.
14. Canut BJ. Ortodoncia clínica y terapéutica. 2ª Ed. Barcelona, España: Masson; 2001.
15. Villavicencio LJ, Fernández VM, Magaña AL. Ortopedia dentofacial “Una visión multidisciplinaria” Tomo 1. Caracas, Venezuela: AMOLCA. 1996.
16. Koch G, Poulsen S. Odontopediatria: Abordaje clínico. 2da Ed. México: AMOLCA; 2011
17. Stanley JN. Wheeler: Anatomía, fisiología y oclusión dental. 10ª Ed. Barcelona, España: Elsevier; 2015.

18. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Ortodoncia contemporánea. 5ª Ed. Barcelona, España: Elsevier; 2014
19. Uribe RG, Cardenas JD. Temprano no, a tiempo. Tratamientos de primera fase. Medellin, Colombia: Fondo Editorial CIB; 2014.
20. Drake RL, Wayne VA, Mitchell AW. Gray: Anatomia para estudiantes. 2ª Ed. Barcelona, España: Elsevier; 2010
21. Martini FH, Timmons MJ, Tallitsch RB. Anatomia Humana. 6ta Ed. Madrid, España: Pearson Education; 2009.
22. Rouvière H, Delmas A. Anatomía humana: Descriptiva, topográfica y funcional. Tomo 1: Cabeza y cuello. 11ª Ed. Barcelona, España: Masson; 2005.
23. Testut L, Latarjet A. Compendio de anatomía descriptiva. 22ª Ed. Barcelona, España: Salvat; 1997.
24. Tortora GJ, Derrickson B. Principios de anatomía y fisiología. 13ª Ed. México, DF: Editorial Médica Panamericana; 2006.
25. Norton NS. Netter: Anatomía de cabeza y cuello para odontólogos. 2ª Ed. Barcelona, España: Elsevier-Masson; 2014.
26. Netter FH. Atlas de anatomía humana. 4ª Ed. Barcelona, España: Masson; 2007.
27. Medina A, Crespo O, Da Silva L. Factores de riesgo asociados a maloclusión en pacientes pediátricos [Artículo en línea] 2010; 48 (2). [Acceso 2019 Mayo 09]. Disponible en: <http://www.actaodontologica.com/ediciones/2010/2/art-16/>

28. Medrano LJ, Cedillo GL, Murrieta PJ. Prevalencia de factores de riesgo para el desarrollo de la oclusión. Rev ADM. 2002; 59 (5): 172-178.
29. Mendoza OL, Meléndez OA, Ortiz SR, Fernández LA. Prevalencia de las maloclusiones asociada con hábitos bucales nocivos en una muestra de mexicanos. Rev Mex Orto. 2014; 2 (4): 220-227.
30. Gomez de Ferraris ME, Campos MA. Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental. 3ª Ed. México, D.F: Editorial Médica Panamericana; 2009
31. Sadler TW. Langman: Embriología médica. 13ª Ed. Barcelona, España: Wolters Kluwer; 2016.
32. Eynard A, Valentich M, Rovasio R. Histología y embriología humanas: Bases celulares y moleculares con orientación clínico- patológica. 5ª Ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2016.
33. Brühl A, Christensen EI, Trantum J, Qvortrup K, Geneser F. Geneser Histologia. 4ª Ed. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana; 2012.
34. Vellini FF. Ortodoncia: Diagnostico y planificación clínica. 2ª Ed. São Paulo, Brasil: Editora Artes Médicas; 2004.
35. Correa VJ, Gómez RJ, Posada SR. Fundamentos de pediatría Tomo 1: Generalidades de neonatología. 4ª Ed. Medellín, Colombia: Corporación para Investigaciones Biológicas; 2012.
36. Chedid SJ. Ortopedia y ortodoncia para la dentición decidua. Vila Mariana, São Paulo, Brasil: AMOLCA; 2018
37. Escobar MF. Odontología pediátrica. Caracas, Venezuela: AMOLCA; 2004

38. Cameron AC, Widmer RP. Manual de odontología pediátrica. 3ª Ed. Barcelona, España: Elsevier; 2010.
39. Quirós OJ. Manual de ortopedia funcional de los maxilares y ortodoncia interceptiva. Caracas, Venezuela: AMOLCA; 1993.
40. Rojas RM, Guerra PR. Comparación de las maduraciones óseas en prepúberes y adolescentes y su aplicación en el tratamiento ortopédico mandibular. Rev Estomatol Altiplano [Artículo en línea] 2015; 2 (1). [Acceso 2019 Mayo 09]. Disponible en: <http://huajsapata.unap.edu.pe/journal/index.php/REA/article/view/173/145>
41. Graber L, Vanarsdall R, Vig K. Ortodoncia: principios y técnicas actuales. 5ª Ed. Barcelona, España: Elsevier; 2013.
42. Biondi A, Cortese S. Odontopediatría: Fundamentos y prácticas para la atención integral personalizada. Buenos Aires, Argentina: Alfaomega; 2010.

## ANEXOS

### 1

<i>Variable</i>	<i>Definición</i>	<i>Nivel de medición</i>	<i>Categoría</i>	<i>Técnica</i>
<i>1er estadio</i>	<i>Es el inicio de la calcificación. Se caracteriza porque la epífisis de la falange proximal del dedo índice muestra igual anchura que la diáfisis. Código: PP2=</i>	<i>Cualitativa nominal</i>	<i>Sí/ No</i>	<i>Radiografía carpal</i>
<i>2do estadio</i>	<i>La epífisis de la segunda falange del dedo medio muestra la misma anchura de la diáfisis. Código: MP3=</i>	<i>Cualitativa nominal</i>	<i>Sí/ No</i>	<i>Radiografía carpal</i>
<i>3er estadio</i>	<i>La osificación del hueso pisiforme es visible. Código: Pisi</i>	<i>Cualitativa nominal</i>	<i>Sí/ No</i>	<i>Radiografía carpal</i>

	<p><i>La osificación de la apófisis unciforme del hueso ganchoso es visible.</i></p> <p><i>Código: H1</i></p>	<i>Cualitativa nominal</i>	<i>Sí/ No</i>	
	<p><i>Anchura equivalente de la epífisis y la diáfisis del radio.</i></p> <p><i>Código: R=</i></p>	<i>Cualitativa nominal</i>	<i>Sí/ No</i>	
<i>4to estadio</i>	<p><i>Inicio de la calcificación del hueso sesamoideo cubital de la articulación metacarpo- falángica del pulgar. Código: S</i></p>	<i>Cualitativa nominal</i>	<i>Sí/ No</i>	<i>Radiografía carpal</i>
	<p><i>Osificación avanzada de la apófisis unciforme del hueso ganchoso.</i></p> <p><i>Código: H2</i></p>	<i>Cualitativa nominal</i>	<i>Sí/ No</i>	
<i>5to estadio</i>	<p><i>La diáfisis rodea la epífisis en forma de</i></p>	<i>Cualitativa nominal</i>	<i>Sí/ No</i>	<i>Radiografía carpal</i>

	<p><i>capuchón en la segunda falange del dedo medio.</i></p> <p><i>Código:MP3 Cap</i></p>			
	<p><i>La diáfisis rodea la epífisis en forma de capuchón en la falange proximal del pulgar.</i></p> <p><i>Código: PP1 Cap</i></p>	<i>Cualitativa nominal</i>	<i>Sí/ No</i>	
	<p><i>La diáfisis rodea la epífisis en forma de capuchón en el radio.</i></p> <p><i>Código: R Cap</i></p>	<i>Cualitativa nominal</i>	<i>Sí/ No</i>	
<i>6to estadio</i>	<p><i>Fusión visible de la diáfisis y la epífisis de la falange distal del dedo medio.</i></p> <p><i>Código: DP3 U</i></p>	<i>Cualitativa nominal</i>	<i>Sí/ No</i>	<i>Radiografía carpal</i>
<i>7mo estadio</i>	<p><i>Fusión visible de la epífisis y la diáfisis de la falange</i></p>	<i>Cualitativa nominal</i>	<i>Sí/ No</i>	<i>Radiografía carpal</i>

	<p><i>proximal del dedo medio.</i></p> <p><i>Código: PP3 U</i></p>			
<p><i>8vo estadio</i></p>	<p><i>Fusión visible de la epífisis y la diáfisis de la segunda falange del dedo medio.</i></p> <p><i>Código: MP3 U</i></p>	<p><i>Cualitativa nominal</i></p>	<p><i>Sí/ No</i></p>	<p><i>Radiografía carpal</i></p>
<p><i>9vno estadio</i></p>	<p><i>Osificación completa de la epífisis y diáfisis del radio, y habrá terminado la osificación de todos los huesos de la mano.</i></p> <p><i>Código: R U</i></p>	<p><i>Cualitativa nominal</i></p>	<p><i>Sí/ No</i></p>	<p><i>Radiografía carpal</i></p>



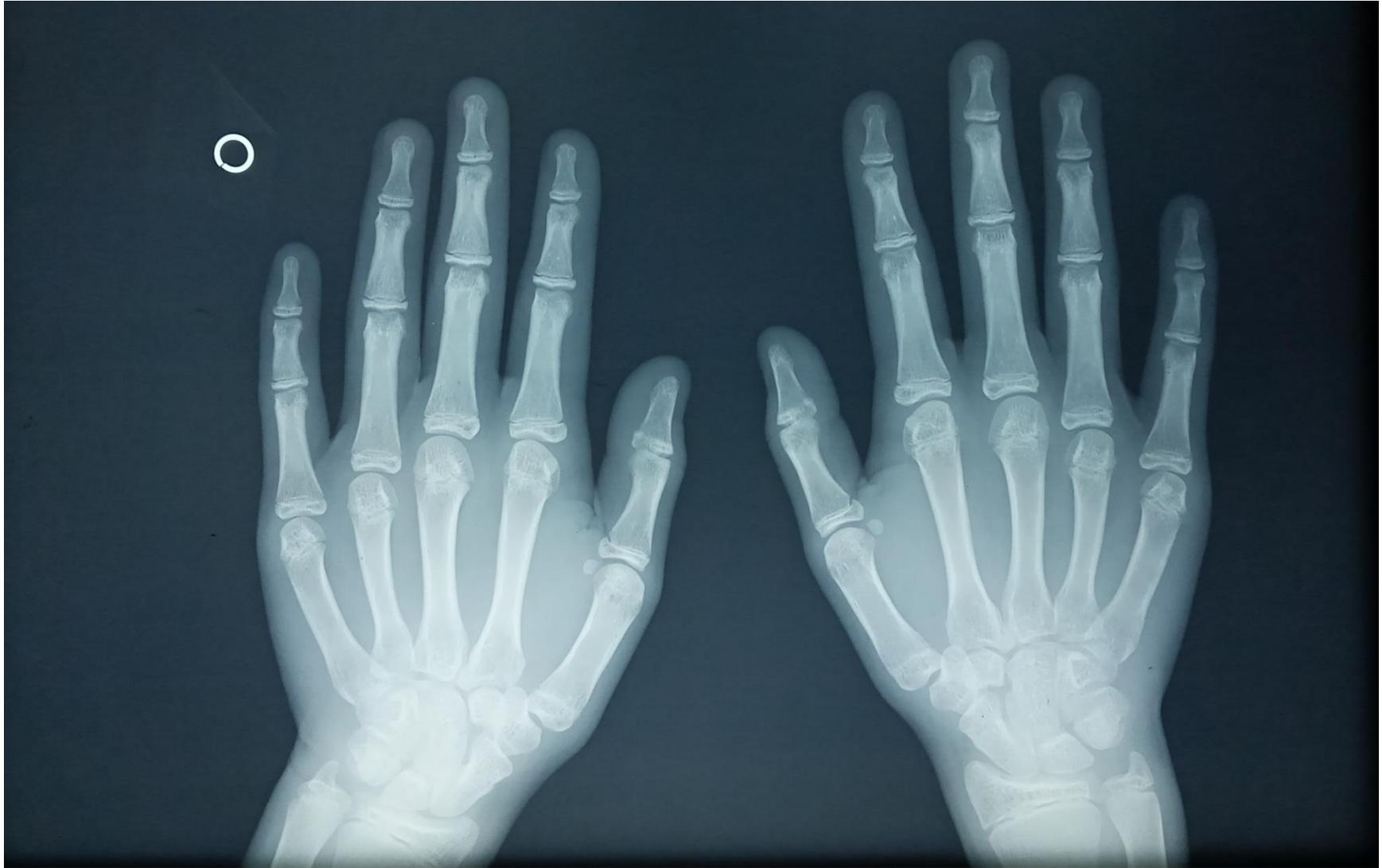
*Figura 23. Radiografía carpal. Paciente de sexo masculino, nueve años, sin datos de osificación suficientes para estadificar mediante el método de Bjork, Grave y Brown.*



*Figura 24. Radiografía carpal. Paciente de sexo femenino, nueve años, 4to. Estadio.*



*Figura 25. Radiografía carpal. Paciente de sexo masculino, diez años, 1er. Estadio.*



*Figura 26. Radiografía carpal. Paciente de sexo femenino, diez años, 5to. Estadio.*



*Figura 27. Radiografía carpal. Paciente de sexo femenino, 11 años, 8vo. Estadio.*



*Figura 28. Radiografía carpal. Paciente de sexo masculino, 11 años, 3er. Estadio.*



*Figura 29. Radiografía carpal. Paciente de sexo femenino, 12 años, 8vo. Estadio.*



*Figura 30. Radiografía carpal. Paciente de sexo masculino, 12 años, 3er. Estadio.*