



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EVALUACIÓN IMAGENOLÓGICA SOBRE LA
MADURACIÓN ÓSEA DE LA SUTURA MEDIA PALATINA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

MELISA YLENIA FLORES BAUTISTA

Vo. Bo.

TUTOR: Mtro. RICARDO ALBERTO MUZQUIZ Y LIMÓN

ASESOR: Esp. MARÍA FERNANDA QUIROZ MALPICA



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.



A mis padres

Por su comprensión, su tiempo, su apoyo incondicional a pesar de mis múltiples caídas, sus consuelos, sus enseñanzas, sus desvelos, sus regaños, su paciencia, por soportarme en mis peores días. A mi mamá, por atreverse y tenerme la confianza de ser mi paciente en innumerables ocasiones y ser aparte de mi mamá, mi maestra y colega. A mi papá, por siempre encontrar la manera de llevarme a la universidad a pesar de no haber dormido y consentirme siempre. Pero, sobre todo, gracias a ambos por su inmenso amor y cariño y la vida que tengo. Yo no podría ni soñar ser la persona que soy o puedo llegar a ser, si no fuera por ustedes. Los amo con absolutamente todo mi corazón.

A mis abuelitos Lucina (q.e.p.d.) y Jesús

Por el simple hecho de ser mis segundos padres. Por su apoyo y amor, y como buenos maestros, por todas sus enseñanzas. Gracias abuelita, fuiste la persona más fuerte que he conocido, llevo tus enseñanzas conmigo siempre. Gracias abuelito, siempre me has impulsado y motivado a ser mejor.

A mi abuelita Elvira

Por su coraje, sus historias y amor incondicional.

A mi hermana

Por tu amor, tu apoyo incondicional, por consentirme, por ser la hermana mayor y echarme porras y a la vez regañarme cuando era necesario. Por aconsejarme siempre, por ser mi 1ra paciente y por haberme criado. Tú y yo tenemos el error de subestimar lo que hacemos y a veces hasta lo que somos, para mí, tú eres y siempre has sido la mejor modelo a seguir. Al igual que a mis papás, no hay palabras suficientes para poderte agradecer todo lo que me has dado.

A mis tutores, el Mtro. Ricardo Muzquiz y la Esp. María Fernanda Quiroz por su tiempo y ayuda en la realización de este trabajo.

A Alex

Por siempre estar ahí. Por tu total confianza y ayuda en todo momento. Por presionarme cada segundo a ser mejor y ayudarme a creer en mí.

A mi amiga Jessi

Por tu amistad, hermandad y cariño incondicional. Por estar conmigo en todo momento desde hace más de 10 años y compartir tanto buenos y malos momentos. Por recorrer exactamente el mismo camino juntas y siempre saber animarme en los días malos.

A los especialistas Karen Fuentes y Guillermo Razo, por su confianza, sus constantes enseñanzas e impulsarme a ser una mejor profesionalista.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y la Facultad de Odontología
¡Por mi raza hablará el espíritu!



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA IMAGENOLOGÍA	3
CAPÍTULO 2 ANATOMÍA DEL COMPLEJO MAXILAR	8
2.1 Hueso maxilar	8
2.2 Hueso palatino	11
CAPÍTULO 3 CRECIMIENTO Y DESARROLLO	13
3.1 Desarrollo embriológico del complejo facial	13
3.2 Desarrollo embriológico del paladar primario	16
3.3 Mecanismos del crecimiento óseo	19
3.4 Teorías del crecimiento	21
3.5 Crecimiento y desarrollo del hueso maxilar.....	23
CAPÍTULO 4 MADURACIÓN ÓSEA	24
4.1 Métodos para la evaluación de la maduración ósea	24
4.1.1 Método de valoración de la mano y muñeca a través de la radiografía carpal	24
4.1.2 Método de valoración de las vértebras cervicales a través de la radiografía lateral.....	28
4.2 Métodos para la evaluación de la maduración ósea de la sutura media palatina	33
4.2.1 Métodos histológicos	34
4.2.2 Métodos radiográficos	36
4.2.2.1 Radiografía oclusal	36
4.2.2.2 Tomografía computarizada de haz cónico.....	40
CAPÍTULO 5 EXPANSIÓN DEL MAXILAR	49
5.1 Efectos de la ERM sobre la sutura media palatina	50
5.2 Efectos de la ERM sobre la bóveda palatina.....	52
5.3 Efectos de la ERM sobre la vía aérea.....	52
5.4 Expansión maxilar asistida quirúrgicamente	53
CONCLUSIONES	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55



INTRODUCCIÓN

La deficiencia transversal del maxilar es uno de los problemas más frecuentes de la región craneofacial, la cual puede estar asociada a mordidas cruzadas, alteraciones funcionales, oclusales, estéticas e incluso la reducción de la permeabilidad nasal y disminución de la vía aérea.

La expansión rápida del maxilar es el tratamiento de elección para este tipo de casos; involucra la separación de la sutura media palatina y produce movimiento en los maxilares con mínimo movimiento dental. Es por ello, que se recomienda se realice en etapa temprana en relación con el pico de crecimiento esquelético. Sin embargo, contrariamente a otras suturas craneales, la sutura media palatina en los seres humanos es la única sutura que podría no cerrarse en la edad adulta, por lo cual no debe tomarse únicamente en función de la edad cronológica. Se ha reportado en diversos artículos que la morfología, el grado de fusión de la sutura y su tiempo de inicio en diferentes individuos muestran amplias variaciones en el momento del inicio y la progresión del cierre de la sutura. Aunado a esto, un tratamiento fallido de una expansión rápida del maxilar convencional basado únicamente en signos clínicos podría provocar efectos secundarios dolorosos para el paciente como dolor agudo, necrosis en mucosa, inclinación bucal dentoalveolar y escasa estabilidad de expansión a largo plazo.

En la última década, se han expuesto diversos métodos de análisis sobre la maduración de la sutura media palatina, siendo la evaluación a través de la imagenología la opción más pertinente y viable en la consulta odontológica.



OBJETIVO GENERAL

Analizar la evaluación imagenológica sobre la maduración ósea de la sutura media palatina

Objetivos específicos

- Repasar la anatomía y desarrollo del complejo maxilar.
- Determinar la importancia de la maduración ósea de la sutura media palatina y su relación con los diferentes métodos de maduración esquelética.
- Identificar los efectos producidos por la expansión maxilar.



CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA IMAGENOLOGÍA

El descubrimiento de los rayos Röntgen marca un antes y un después siendo uno de los eventos más importantes en la historia de la medicina, permitiendo a la comunidad científica la observación del interior sólido del cuerpo humano. Llamados “rayos X” o “rayos Röntgen” por su descubridor, Wilhelm Conrad Röntgen. Sin embargo, el estudio de la radiología empezó desde los hallazgos de Plinio (900 a.C) y Tales de Mileto (500 a.C.), quienes describen los efectos del magnetismo, el primero relacionando la potencia de un imán con los sexos de los individuos y el segundo observó que al frotar una piedra ámbar en la piel de un gato o seda, se produce un efecto similar atrayendo elementos como el pelo, plumas, etc. ⁽¹⁾

A mediados del siglo XVII, es construida la primera máquina de producción de electricidad por Otto Von Guericke la cual consistía en una bola de azufre que giraba manualmente, pudiendo retener carga eléctrica en su interior, observando la presencia de chispas, atracción o repulsión de objetos, y además la presencia de luz. Esta máquina fue mejorada por Francis Hauksbee quién reemplaza la esfera de vidrio por cilindros electroluminosos. ⁽¹⁾

Es hasta el siglo XVIII, con el origen del estudio del magnetismo y electricidad, que se encaminan los estudios que incitan al descubrimiento de los rayos Röntgen. En 1785, Guillermo Morgan describió que, ante la ausencia de aire en un tubo de vidrio, no hay posibilidad de paso de alguna descarga eléctrica, pero el ingreso de una pequeña cantidad de aire al tubo provocaba una luz verdosa. ⁽¹⁾

En el siglo XIX William Crookes, realizó experimentos con tubos de vidrio con bombas de vacío, a los cuales insertó dos discos metálicos, denominados electrodos que, al ser conectados a una fuente de voltaje,

uno se cargaba positivamente y el otro negativamente. De esta forma, al generar una descarga eléctrica en el polo negativo (cátodo), se originaba un rayo de luz que se propagaba hacia el polo de carga opuesta (ánodo), observando que al acercarse a un imán el rayo se desviaba. Este tubo, llamado tubo de Crookes, al estar cerca de placas fotográficas generaba en ellas algunas imágenes ciertamente borrosas. ⁽¹⁾⁽²⁾ (Figura 1)

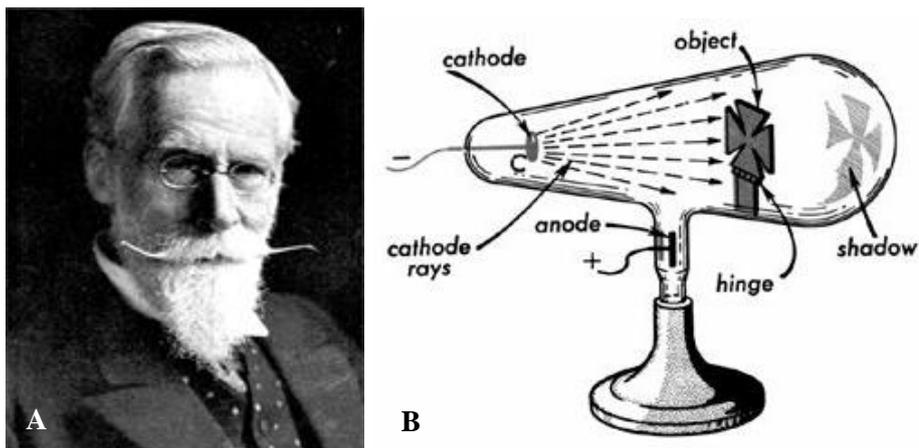


Fig.1. A William Crookes. **B** Cómo está conformado su llamado "Tubo de Crookes" ⁽³⁾

En 1887, Nikola Tesla estudia el efecto creado por medio de los tubos de Crookes dándose cuenta de que los rayos descritos por Crookes podían producir efectos nocivos para los organismos expuestos a ellos y alerta a la comunidad científica. ⁽¹⁾⁽²⁾

En 1895, Wilhelm Conrad Röntgen realizó una serie de experimentos con el tubo de rayos catódicos de Hittorf y Crookes sobre la fluorescencia del platinocianuro de bario fuera del tubo de vacío. El 8 de noviembre de ese mismo año descubrió que una pieza de cartón cubierta con cristal de platinocianuro de bario, se volvía fluorescente cuando un haz de rayos catódicos pasaba a través del tubo de rayos catódicos. Y así fue como realizó la primera radiografía de la historia. Denominó a la nueva radiación "rayos X" empleando el término "X" de lo desconocido. ⁽³⁾⁽⁵⁾ (Figura 2 y 3)

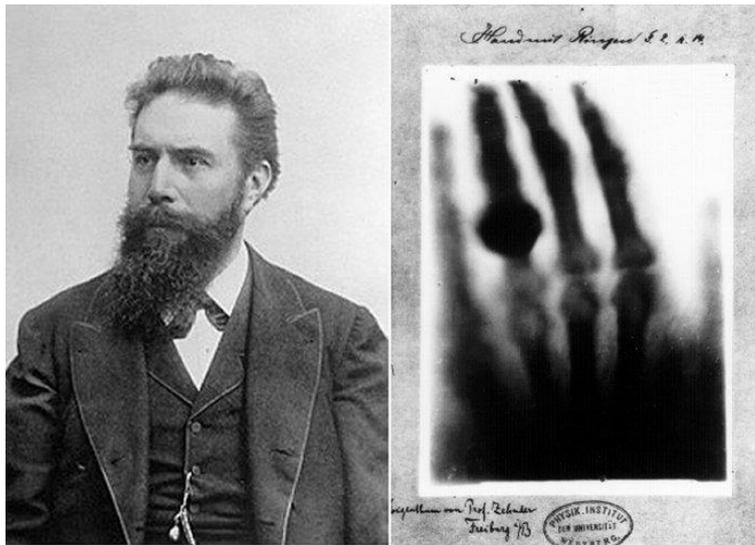


Fig.2. Wilhelm Röntgen y la 1ra radiografía en la historia. (6)

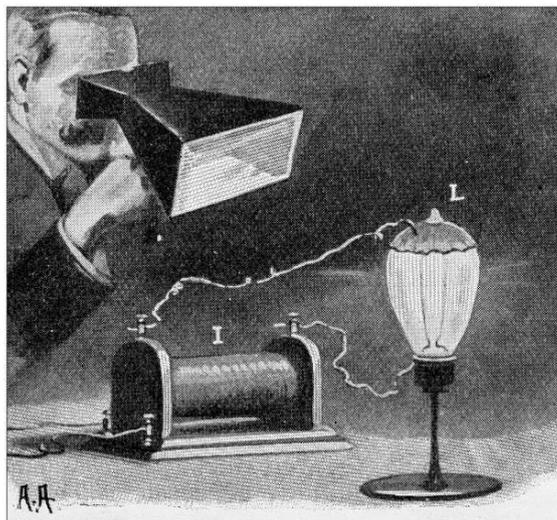


Fig.3. Ilustración del descubrimiento de los rayos Röntgen. (6)

El uso de rayos Röntgen en Odontología

En 1896, Frederic Otto Walkhoff consiguió tomar una foto a su molar, utilizando un tiempo de exposición a los rayos Röntgen de 25 minutos. (Figura 4) Sin embargo, es Edmund Kells quien tiene el crédito del primer uso práctico de la radiografía en odontología, en 1896 tomó la primera radiografía dental en una persona viva. (1)(7) (Figura 5)



Fig. 4. Otto Walkhoff y la 1er radiografía dental. ⁽⁸⁾

En esa misma época, William Herbert Rollins construyó la primera unidad dental de rayos Röntgen, ofertando un fluoroscopio intraoral, el cual contenía una cobertura de plomo como elemento de protección de la irradiación a la que se sometía anteriormente el paciente. ⁽¹⁾

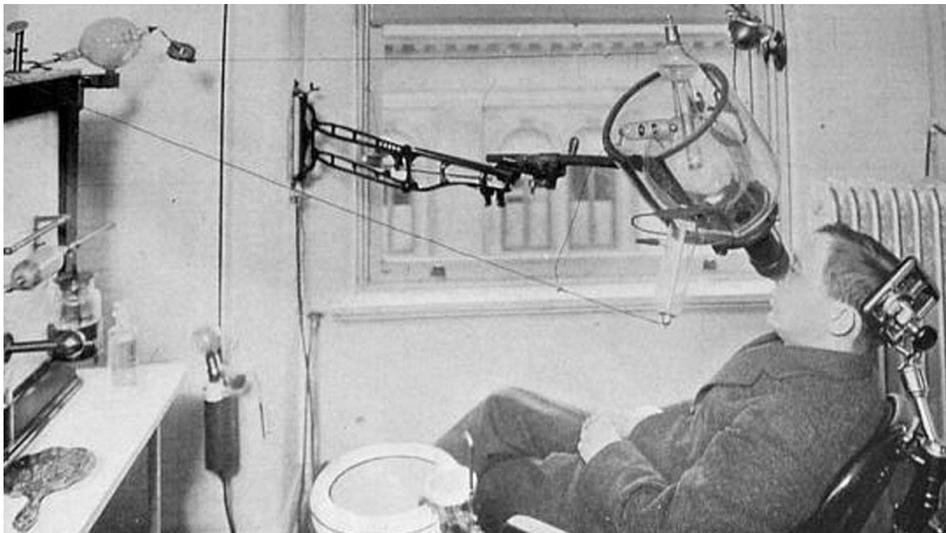


Fig. 5. El uso de Rayos Röntgen en Odontología. ⁽⁹⁾

Otros pioneros en radiología dental fueron: Frank Van Woert, quien utilizó una película intrabucal; en 1904, W. A. Price presentó la técnica de bisectriz; en 1925 H. R. Raper presentó la técnica de aleta mordible y publicó el primer texto de radiología dental. ⁽¹⁰⁾



Con el paso de los años y la evolución tecnológica, apareció la radiografía digital, en la que la placa fotográfica fue sustituida por un chasis o lámina fotosensible procesada por un dispositivo lector electrónico almacenando la imagen resultante en formato digital. Estos sistemas digitales fueron introducidos por primera vez para su uso dental en los años 80 por el Dr. Mouyen, quien utilizó un captador digital de tecnología CCD (dispositivos de carga acoplada) donde la energía de los fotones de los rayos Röntgen se convierte en señal electrónica y ésta en una imagen digital. (1,11)

Es así como después de diversos y diferentes estudios, en 1972 el físico inglés Sir Godfrey Hounsfield presenta su escáner y su técnica de la tomografía axial computarizada, de gran trascendencia en la historia de la radiología. Órganos nunca visualizados radiológicamente se expusieron con gran claridad por primera vez. Sin embargo, los primeros relatos literarios sobre la tomografía computarizada de haz volumétrico para el uso en la Odontología ocurrieron hasta finales de la década de los noventa. El pionero de esta nueva tecnología corresponde al italiano Mozzo, que en 1998 presentó los resultados preliminares de un nuevo equipo de tomografía computarizada volumétrica para imágenes odontológicas basado en la técnica de haz en forma de cono (cone-beam technique), reportando una alta precisión de las imágenes, así como una dosis de radiación menor a la tomografía computarizada tradicional. (5,12)

CAPÍTULO 2. ANATOMÍA DEL COMPLEJO MAXILAR

2.1 Hueso maxilar

El hueso maxilar forma gran parte de la estructura ósea del complejo craneofacial. El maxilar, o arcada superior, consta de 2 huesos: un maxilar derecho y un maxilar izquierdo acoplados en la línea media. Participa en la formación de tres cavidades importantes: la bucal, nasal y orbital y alojando en su interior al seno maxilar que es una cavidad neumática anexa a las fosas nasales. También está involucrado en la formación de las fosas infratemporal y pterigopalatina. (13-14)

En cuanto a su constitución, está conformado por hueso esponjoso en el proceso alveolar, en la extremidad anterior del proceso palatino y en la base del proceso frontal. El resto está predominado por tejido óseo compacto. (14) (Figura 6)

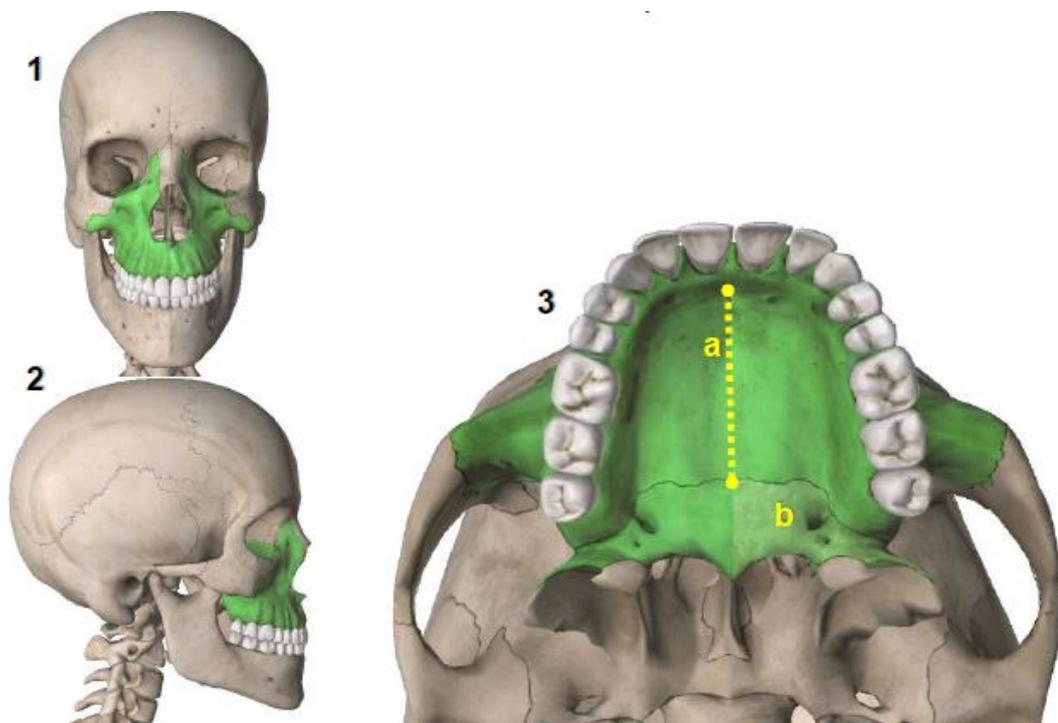


Fig.6. Vista frontal del hueso maxilar (1), vista sagital (2) y vista axial (3). Sutura media palatina (a) y hueso palatino (b). (15)



El maxilar se articula con todos los huesos de la cara y se divide, para su estudio, en un cuerpo de forma piramidal con una base nasal, un vértice maxilo-malar, y 3 caras descritas a continuación:

- Cara anterior. Es la cara subcutánea del hueso maxilar. En ella se encuentra el agujero infraorbitario situado a 5-6 mm. del reborde infraorbitario inferior y por debajo de éste, se distingue la fosa canina.
- Cara posterior o infratemporal. Superficie convexa del hueso denominada tuberosidad del maxilar, donde se observan los agujeros alveolares superiores posteriores.
- Cara superior u orbitaria. Va a constituir la mayor parte del piso de la órbita. En la parte media presenta la incisura lagrimal, y en un plano postero-anterior, presenta el surco infraorbitario continuándose hacia adelante con el canal infraorbitario terminando en la cara facial por el agujero infraorbitario. ⁽¹⁴⁾

El hueso maxilar también va a presentar cuatro procesos o apófisis: frontal, cigomático, palatino y alveolar.

- PROCESO FRONTAL (apófisis ascendente). Porción más superior del maxilar, se extiende desde el ángulo anterosuperior de la base del cuerpo del maxilar hasta la porción nasal del hueso frontal. Por arriba, la apófisis frontal se articula con el hueso frontal. La cara interna forma parte de la pared lateral de la cavidad nasal. Y por delante, se articula con el hueso nasal. ^(13-14,16)
- PROCESO ALVEOLAR. Parte más inferior del cuerpo del maxilar y en él se encuentran las cavidades alveolares, donde se alojan las raíces de los dientes superiores y esto les proporciona el soporte

óseo. La apófisis se extiende desde la base de la tuberosidad situada por detrás del último molar, hasta la línea media, por delante, donde se articula con la apófisis alveolar del lado opuesto. Limita medialmente con la apófisis palatina y con la apófisis cigomática lateralmente. (13-14,16)

- PROCESO PALATINO. Se encuentra en la parte inferior del cuerpo del maxilar. Unido al proceso del lado opuesto en la línea media a través de la sutura intermaxilar o sutura media palatina, por lo que entra en la composición del techo de la cavidad bucal y por su cara superior del piso de la cavidad nasal. Hacia el extremo anterior de la cresta nasal se observa el orificio superior del canal incisivo (nasopalatino). (13,17)
- PROCESO CIGOMÁTICO. Comprende la zona rugosa donde convergen las caras del cuerpo del maxilar y donde se articula con el hueso cigomático a través de la sutura cigomatomaxilar. (14) (Figura 7)

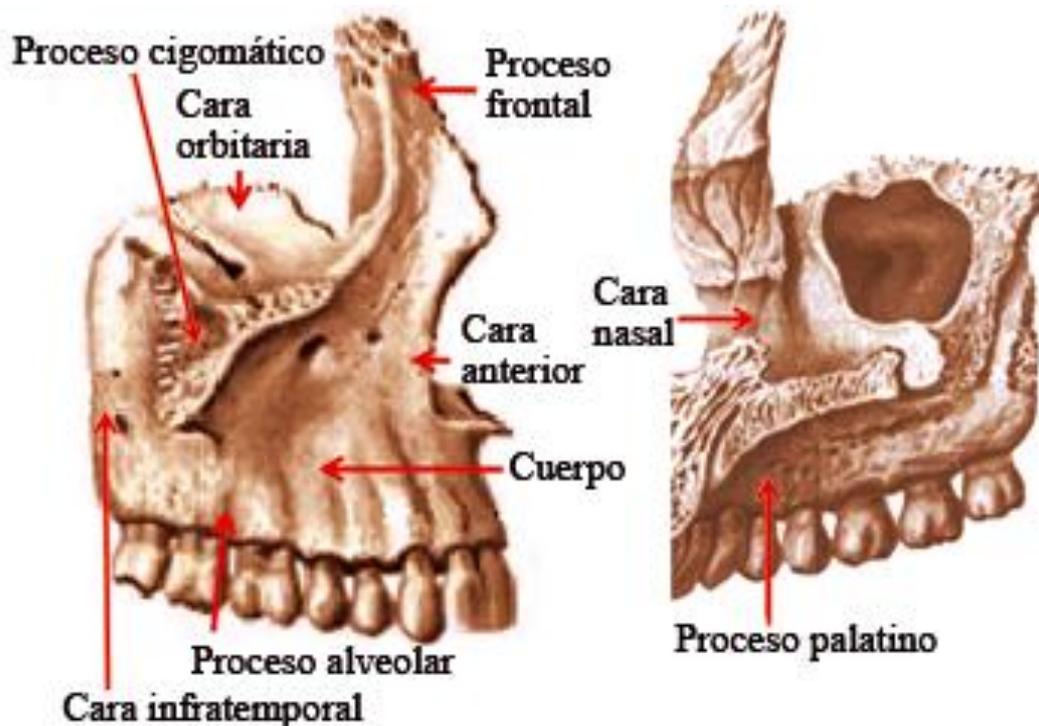


Fig. 7. Procesos y caras del hueso maxilar (vista lateral a la izquierda, y vista medial a la derecha) (14)

2.2 Hueso palatino

El hueso palatino es un hueso par y simétrico, situado por detrás del maxilar superior y por delante del proceso pterigoideo. Tiene forma de L y se distinguen dos porciones: una lámina horizontal, cóncava en sentido transversal y plana en el sentido anteroposterior que forma la parte posterior del paladar óseo y el piso de la cavidad nasal, y una lámina vertical, rectangular y más alta que ancha, se encuentra orientada en dirección anteroposterior y se articula por fuera con el proceso pterigoideo y se une a 3 apófisis: orbitaria, esfenoidal y piramidal. (14,17)



Fig. 8. Hueso palatino. Vista medial y posterior. (14)

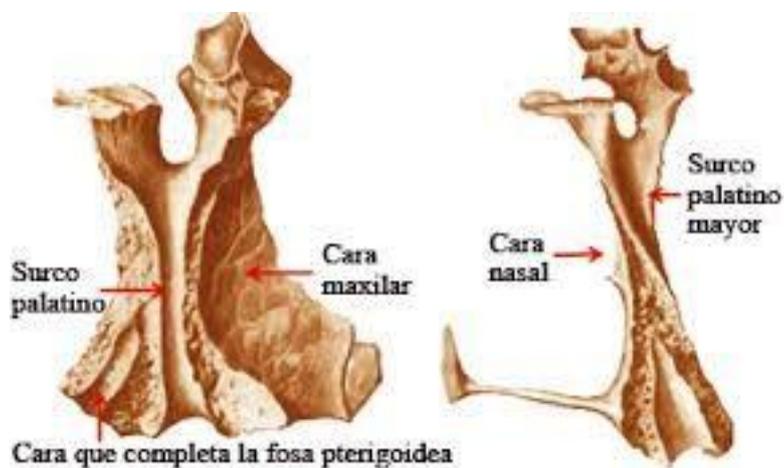


Fig. 9. Hueso palatino derecho (vista lateral, a la izquierda, vista posterior, a la derecha). (14)

Los procesos palatinos del hueso maxilar, en la parte anterior, y las láminas horizontales del hueso palatino, en la parte posterior del paladar, se encuentran interconectadas a través de la sutura media palatina. Sin embargo, existen más suturas palatinas las cuales están organizadas en dos sistemas: sagital y transversal, las cuales permitirán el crecimiento palatino en sentido anteroposterior y medio-lateral respectivamente. ⁽¹⁸⁾

Existen diversos artículos realizando un estudio morfométrico sobre la sutura palatina. Describen el sistema sutural palatino que comprende la sutura palatina mediana anterior (SPMA), la sutura palatina mediana posterior (SPMP) y la sutura palatina transversa (SPT); una sutura premaxilar (SPPMX) y la sutura palatina transversa anterior (SPTA), estas últimas se sinostosan tempranamente. ⁽¹⁸⁾ (Figura 10)

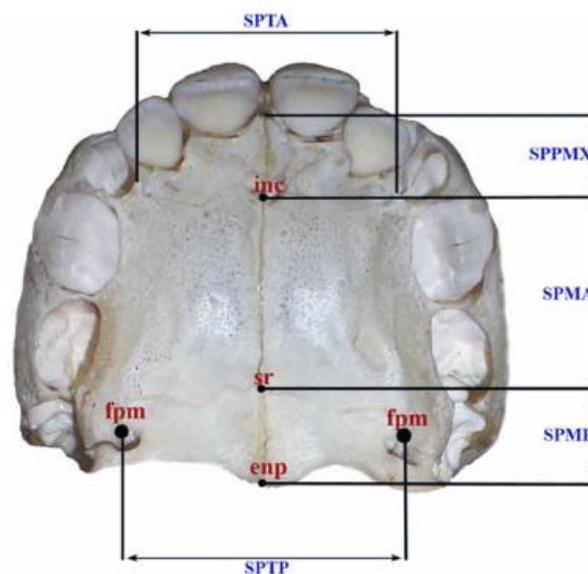


Fig. 10. Sistema sutural palatino. ⁽¹⁸⁾



CAPÍTULO 3. CRECIMIENTO Y DESARROLLO

El crecimiento y desarrollo craneofacial es un proceso que inicia desde la fecundación y termina con la muerte. Los términos de crecimiento y desarrollo tienen como objetivo el equilibrio y funcionalidad de todo el sistema estomatognático. Aunque estos parezcan ser sinónimos tienen definiciones diferentes.

El crecimiento se refiere al aumento de las dimensiones corporales, forma y peso que sufre el organismo desde la fecundación hasta la edad adulta o hasta culminar su pico de crecimiento. Esta definición, por tanto, es de carácter cuantitativo. (19-20)

El desarrollo se refiere a cambios tanto cuantitativos como cualitativos, los cuales tienen lugar en el organismo humano y que traen consigo un aumento en la complejidad de la organización e interacción de todos los sistemas; igualmente se puede referir a cambios unidireccionales que ocurren en un ser vivo desde la constitución como una simple célula hasta la muerte de ésta. Tiene como base la diferenciación celular que conduce a la maduración. (19-20)

3.1 Desarrollo embriológico del complejo facial

Durante la 4ta semana de vida embrionaria, los procesos primordiales a cargo de la formación de la cara muestran un aumento de actividad. Las prominencias faciales son formadas a partir del 1er y 2do arco faríngeo, constan fundamentalmente de un mesénquima proveniente de la cresta neural. En la etapa inicial, el centro de las estructuras faciales en desarrollo es una cavidad llamada estomodeo o boca primitiva; los procesos maxilares se distinguen lateralmente a éste, los procesos mandibulares se distinguen en posición caudal y la prominencia frontonasal, en posición ventral con las vesículas cerebrales, constituye el borde superior del estomodeo.

A ambos lados de la prominencia frontonasal se originan unos engrosamientos localizados del ectodermo superficial, las placodas nasales (olfativas). (Figura 11) ⁽²¹⁻²²⁾

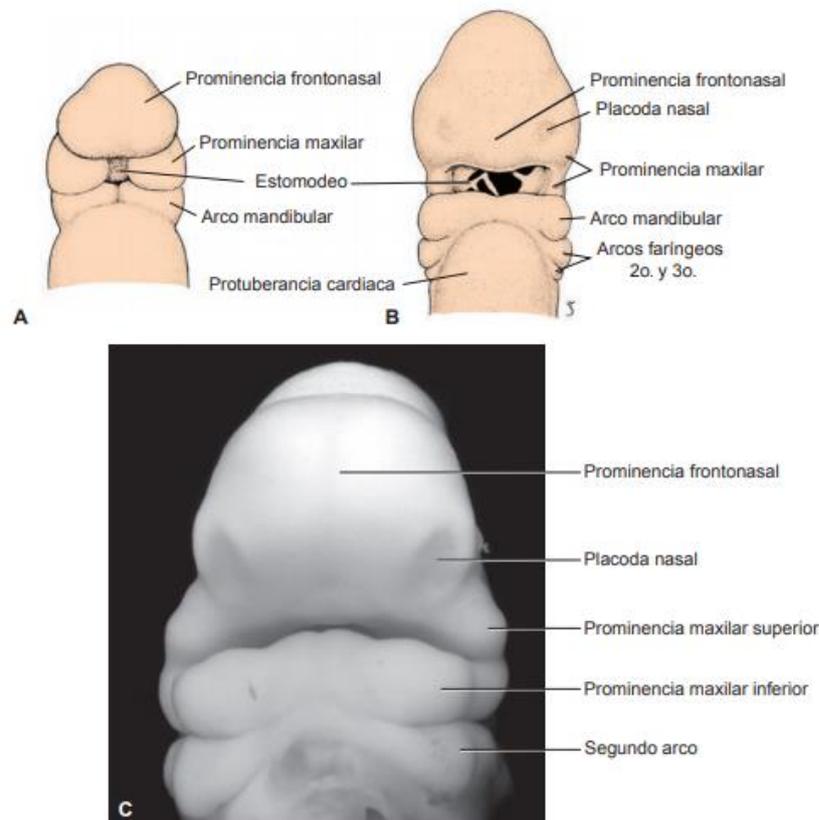


Fig. 11. **A.** Vista frontal de un embrión de alrededor de 24 días. El estomodeo, cerrado en forma temporal por la membrana bucofaríngea, está rodeado por cinco prominencias mesenquimatosas. **B.** Vista frontal de un embrión de 30 días aproximadamente que muestra la rotura de la membrana bucofaríngea y la formación de las placodas nasales en la prominencia frontonasal. **C.** Fotografía de un embrión humano en una fase (28 días) similar a la de B. ⁽²²⁾

A la 5ta semana aparecen los procesos nasolaterales y nasomedianos que rodean a la placoda nasal, lo cual forma el suelo y la fosita nasal. Los primeros formarán las de la nariz y los segundos las porciones medias de la nariz, labio superior, parte de la maxila y el paladar.

Los procesos maxilares crecen en dirección ventral (hacia delante), mientras que los procesos mandibulares comienzan a fusionarse en una estructura única. ⁽²¹⁾

Entre la 6ta y 7ma semana, los procesos nasales medios desarrollan prolongaciones en sus bordes inferiores y los procesos globulares son comprimidos hacia la línea media por los procesos maxilares.

En la 8va semana, los procesos nasales medios se fusionan para formar el puente de la nariz y el filtrum o surco subnasal. En tanto, los procesos maxilares, además de participar en la formación del labio superior, se fusionan en una pequeña parte con los procesos del arco mandibular, formando así los carrillos, esto regirá el tamaño definitivo de la boca. (Figura 12)

Si estos procesos embrionarios no se unen adecuadamente durante este 1er trimestre, pueden producirse anomalías congénitas. (21,23)

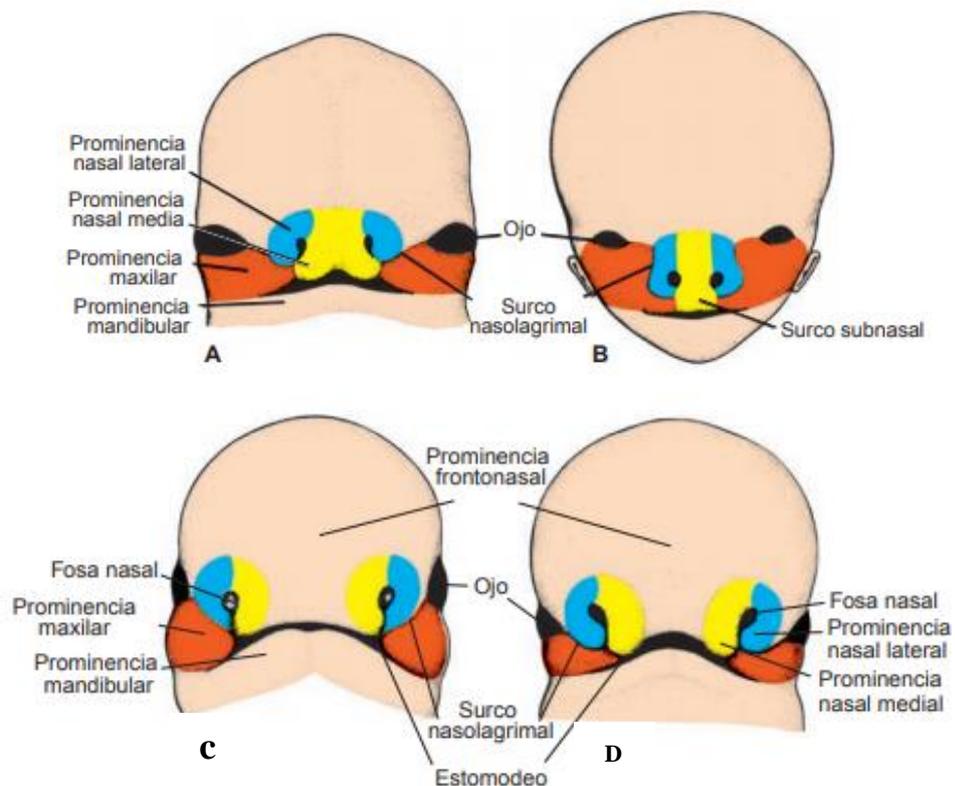


Fig. 12. Cara frontal del rostro. **A.** Embrión de 5 semanas. **B.** Embrión de 6 semanas. **C.** Embrión de 7 semanas. Las prominencias maxilares se fusionaron con las nasales mediales. **D.** Embrión de 10 semanas. (22)

3.2 Desarrollo embriológico del paladar primario

A raíz del crecimiento medio de las prominencias maxilares, las dos nasales mediales se fusionan no sólo en la superficie, sino también en un nivel más profundo. La estructura así creada es el segmento intermaxilar. Consta de: 1) un componente labial que forma el surco subnasal del labio superior, 2) un componente del maxilar que sostiene 4 dientes incisivos y 3) un componente palatino que forma el paladar primario triangular. El segmento intermaxilar se continúa con la porción rostral del tabique nasal, constituido por la prominencia frontal. (Figura 13) ⁽²²⁾

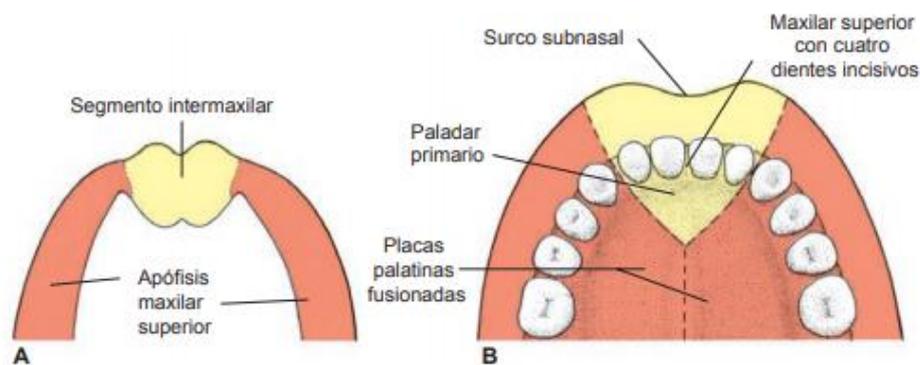


Fig. 13. A. Segmento intermaxilar y prominencias maxilares. B. El segmento maxilar produce el surco subnasal del labio superior, la parte media del hueso maxilar con sus cuatro dientes incisivos y el paladar primario triangular. ⁽²²⁾

Durante la sexta semana de desarrollo, los procesos palatinos se forman como consecuencia de las prominencias maxilares y se dirigen hacia abajo en cada lado de la lengua.

Durante la séptima semana de desarrollo, estos procesos alcanzan una posición horizontal sobre la lengua y se fusionan para formar el paladar secundario. El foramen incisivo es la línea media de los procesos fusionados.

Anteriormente, el paladar secundario se fusiona con el paladar primario triangular. Simultáneamente, el tabique nasal crece hacia abajo y se une con el segmento cefálico del paladar recién formado. ⁽¹⁵⁾

La formación del paladar es uno de los últimos fenómenos morfogenéticos principales que tienen lugar (semanas 5 y 12) en el embrión y el feto. Se forma de tres primordios: apófisis palatina media (paladar primario) o anterior y dos apófisis palatinas laterales (que al fusionarse forman el paladar secundario) o posterior.

La posición del agujero incisivo en el adulto indica el punto de fusión entre la apófisis palatina media y las dos apófisis palatinas laterales en el feto. El agujero también es una referencia anatómica entre los paladares anterior y posterior.

En el paladar primario se desarrolla gradualmente hueso, que forma la parte premaxilar del maxilar. La formación ósea en la porción anterior del proceso palatino lateral fusionado origina el paladar duro. El paladar posterior al paladar duro forma el paladar blando y la úvula. ⁽²⁴⁾

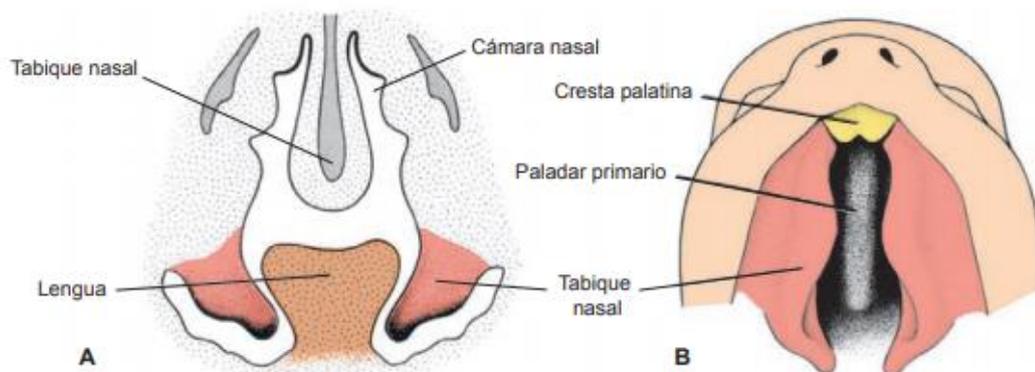


Fig. 14. **A.** Sección frontal de la cabeza de un embrión de 5 a 6 semanas. **B.** Vista ventral de las crestas palatinas después de extirpar la mandíbula y la lengua. Las hendiduras entre el paladar triangular primario y las crestas palatinas conservan su posición vertical. ⁽²²⁾

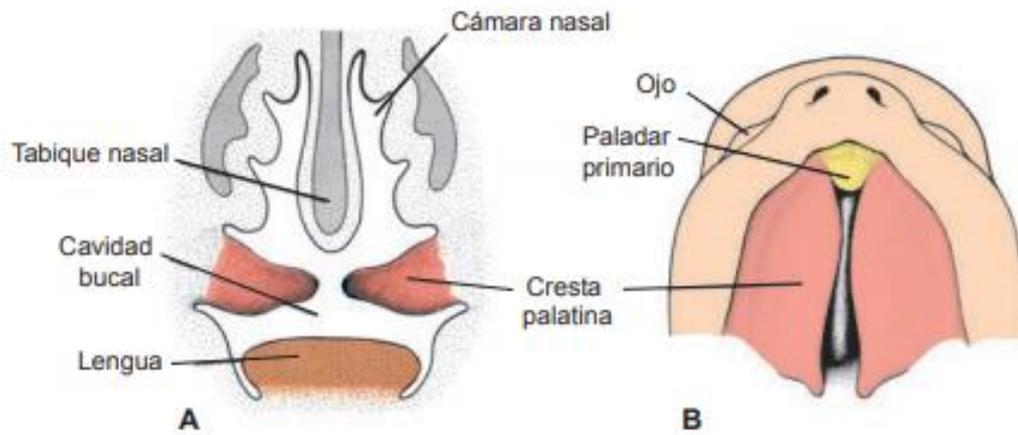


Fig. 15. **A** Sección frontal de la cabeza de un embrión de 7.5 semanas. La lengua se desplazó hacia abajo y las crestas palatinas ocuparon una posición horizontal. **B.** Vista ventral de las crestas palatinas tras extraer mandíbula y la lengua. Las crestas están en posición horizontal. ⁽²²⁾

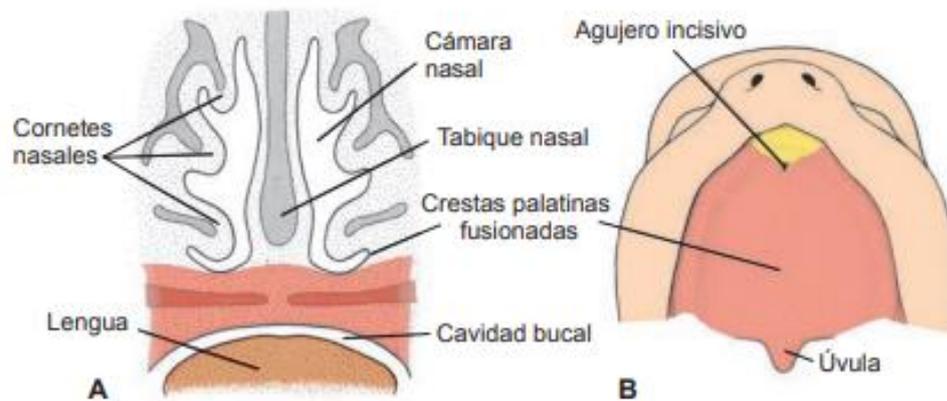


Fig. 16. **A.** Sección frontal de la cabeza de un embrión de 10 semanas. Las dos crestas palatinas se fusionaron entre sí y con el tabique nasal. **B.** Vista ventral del paladar. El agujero incisivo forma la línea media entre los paladares primario y secundario. ⁽²²⁾



3.3 Mecanismo del crecimiento óseo

Movimientos de crecimiento.

Conforme un hueso aumenta de volumen, al mismo tiempo se aleja de otros huesos en contacto con él. Estos movimientos están dados por la aposición de hueso nuevo sobre un lado de la cortical y reabsorción del lado opuesto. Esto produce un movimiento real del crecimiento que proporciona las dimensiones progresivamente crecientes de todo un hueso. ⁽²⁵⁾

Durante el agrandamiento de los huesos craneofaciales se ven dos tipos de movimientos de crecimiento:

1. Corrimiento por arrastre cortical.
2. Desplazamiento.

Arrastre: El arrastre es el movimiento de crecimiento hacia la superficie depositaria (deriva) resultado de combinaciones de depósito de hueso nuevo en un lado de la lámina cortical y reabsorción en el lado opuesto. El arrastre ocurre en toda la zona de crecimiento de un hueso y no está registrado a los centros de crecimiento principales, produce aumento generalizado, así como la reubicación de los puntos implicados. El arrastre ocurre simultáneamente con el desplazamiento, pero se distingue de él ya que son modos diferentes de movimiento de todo el hueso como unidad. ⁽²⁵⁾

Desplazamiento: Es el movimiento de todo el hueso como una unidad. A medida que un hueso es separado de su unión con otros huesos, el remodelado por crecimiento, mantiene simultáneamente las relaciones de los huesos entre sí. Ej: El crecimiento del maxilar superior hacia delante y abajo. ⁽²⁵⁾ (Figura 17)

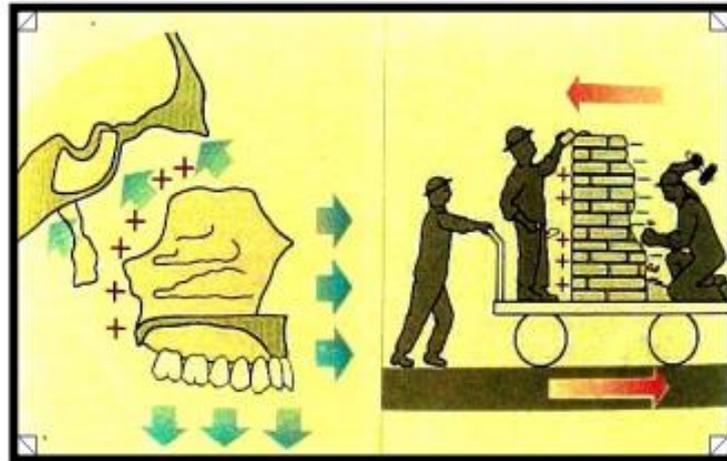


Fig. 17. Crecimiento del maxilar. ⁽²⁵⁾

Dirección del crecimiento: La superficie orientada hacia la dirección real del crecimiento recibe depósito nuevo de hueso, mientras que la que se aleja del curso de crecimiento es reabsorbido. Ej. El borde anterior de la mandíbula es reabsortiva y el borde posterior es depositario. ⁽²⁵⁾ (Figura 18)

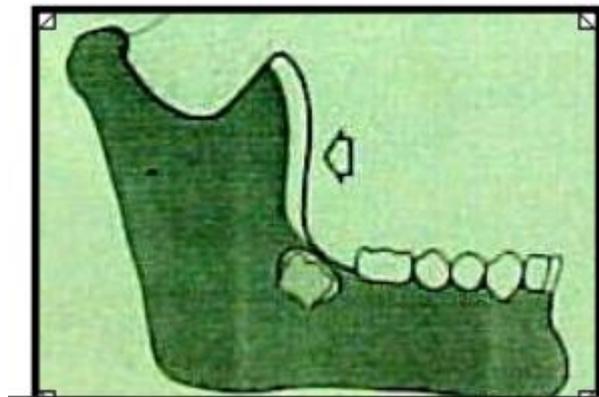


Fig. 18. Crecimiento de la mandíbula. ⁽²⁵⁾



3.4 Teorías del crecimiento

Existen varias teorías para el estudio del crecimiento y desarrollo craneofacial:

- ❖ Teoría sutural de Sicher: El hueso es el principal factor determinante de su propio crecimiento el cual contiene información genética en dichas estructuras, con procesos de aposición y reabsorción como elementos secundarios. Los principales centros de crecimiento siguen un patrón general constante y se hallan en las suturas entre los huesos membranosos del cráneo y los maxilares, junto con los dos puntos de osificación endocondral de la base del cráneo y el cóndilo mandibular.

De acuerdo con esta teoría, las suturas están compuestas de 5 capas de tejido: 2 capas celulares que pertenecen a cada unidad ósea, 2 capas fibrosas que cubre el hueso y una capa central que contiene vasos sanguíneos y filamentos unidos por fibras de colágeno. Este crecimiento de la sutura va a variar en su intensidad y capacidad para cada uno de los huesos. El complejo maxilar, según esta teoría, se desplaza hacia abajo y hacia adelante por el movimiento que produce el crecimiento de las suturas frontomaxilar, cigomaticomaxilar, cigomaticotemporal y pterigopalatina.

- ❖ Teoría de dominancia cartilaginosa de James Scott: James H. Scott sugirió que las áreas de crecimiento más importantes son las de origen endocondral. El cartílago es el principal factor de crecimiento óseo, por lo tanto, el crecimiento nasal y el cartílago del tabique, empujan a los huesos faciales y a la mandíbula hacia abajo y adelante; igualmente éste marca el ritmo del crecimiento del maxilar y las sincondrosis la dirección y magnitud del crecimiento de la base del cráneo. Las suturas para este autor



son centros secundarios de crecimiento y bajo la gobernabilidad de los cartílagos. Según esta teoría, el crecimiento de la cara humana en periodo postnatal se ubica en dos fases: 1) desde el nacimiento hasta cerca de los 7 años edad; durante esta fase el crecimiento ocurre en las suturas a medida que éstas se separan por medio del crecimiento del cartílago del septum nasal y de los contenidos orbitales; el crecimiento sagital maxilar y de bóveda craneal donde existe un predominio de suturas y es explicado como un desplazamiento secundario al efecto de los cartílagos. 2) Después del séptimo año, concluye el crecimiento del septum nasal y también el crecimiento en las suturas faciales marcando la influencia del cartílago condilar como centro importante de crecimiento.

- ❖ Teoría de las matrices funcionales de Moss: Esta teoría se opone a la teoría de Sicher y expone que la matriz funcional comprende músculos, tejidos blandos, nervios, glándulas, dientes y cavidades que están a cargo de dicha función y las unidades esqueléticas soportan y protegen la matriz. Por lo que, el tejido blando es el principal elemento de crecimiento que se encuentra dentro del tejido esquelético. ^(19,26)

3.5 Crecimiento y desarrollo del hueso maxilar

El maxilar se desarrolla por completo después del nacimiento por osificación intramembranosa. El crecimiento se produce por aposición de hueso y por remodelación superficial a nivel de las suturas que conectan el maxilar con el cráneo y su base. ⁽²⁶⁾

La dirección de crecimiento se realiza con un movimiento hacia adelante y hacia abajo, por un empuje posterior del maxilar, creado por el crecimiento de la base del cráneo y por el crecimiento de las suturas. Las zonas más activas del crecimiento del maxilar se encuentran en las regiones de la tuberosidad del maxilar y tabique nasal. ^(23,26)

El maxilar superior crece transversalmente a través de la sutura palatina media y el crecimiento sutural se detiene antes que el crecimiento condilar y el crecimiento en altura del individuo, lo cual será importante en cuanto a la maduración ósea. (Figura 19) ⁽¹⁷⁾

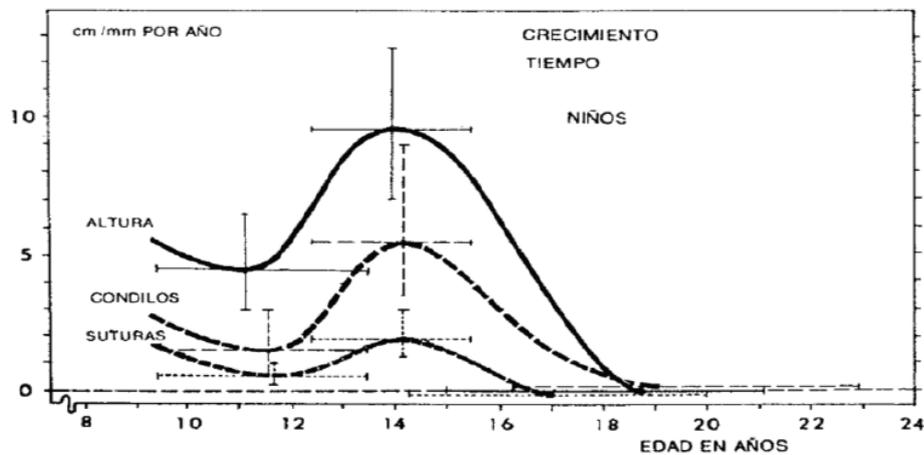


Fig. 19. Crecimiento facial y esquelético según Björk, donde los mayores cambios de crecimiento a nivel condilar coinciden con los mayores aumentos a nivel sutural y esquelético. ⁽¹⁷⁾

Aproximadamente a los 7 años el crecimiento de la base del cráneo se detiene y el crecimiento de las suturas es el único mecanismo que lleva al maxilar hacia adelante mediante el desplazamiento anteroinferior en donde el espacio se rellena por proliferación ósea a esos niveles. ⁽²⁶⁾



CAPÍTULO 4. MADURACIÓN ÓSEA

La maduración ósea o esquelética se refiere al grado de desarrollo de la osificación de los huesos. Durante el crecimiento, cada hueso se verá afectado por una serie de cambios que se pueden observar radiológicamente.

La maduración de las suturas faciales, de acuerdo con Björk ⁽²⁷⁾ está relacionada con el crecimiento de la altura, y el comienzo de la fusión de la sutura media palatina se asocia con la velocidad del crecimiento esquelético. Igualmente, es importante mencionar que la maduración ósea no está relacionada directamente con la edad cronológica. Por lo tanto, existen varios métodos para la valoración de la maduración ósea. ⁽²⁸⁾

4.1 Métodos para la evaluación de la maduración ósea

4.1.1 Método de valoración de la mano y muñeca a través de la radiografía carpal

Este método utiliza indicadores específicos de madurez esquelética para relacionar la maduración con el pico de máximo crecimiento. Cada hueso largo se inicia como un centro primario de osificación, habrá un estadio de aumento y alteración de la forma del área osificada, adquiere epífisis y finalmente se fusiona con la diáfisis. Radiográficamente se identifican en los huesos largos una zona radiolúcida separando la epífisis de la diáfisis, llena por cartílago primario de crecimiento. En los huesos muy jóvenes, la epífisis no se visualiza. Algunos otros indicadores que utilizaron diferentes autores son la osificación del hueso sesamoideo, el estado de calcificación del hueso ganchoso y la estadificación de la falange media del tercer dedo. ^(17,29)

El método de Björk (1972) consiste en 8 estadios evolutivos entre los 9 y 17 años de edad; el cual fue empleado a 9 estadios por Grave y Brown en 1976.

La mano está formada por 8 huesos cortos los cuales constituyen el esqueleto de la muñeca o carpo. Los 5 huesos largos forman el metacarpo, y por último 14 huesos llamados falanges que constituyen el esqueleto de los dedos. (Figura 20) Las características de osificación se detectan a nivel de las falanges, huesos del carpo y radio. Los estados de crecimientos de los dedos se valoran según la relación entre la epífisis y la diáfisis. (29-30)

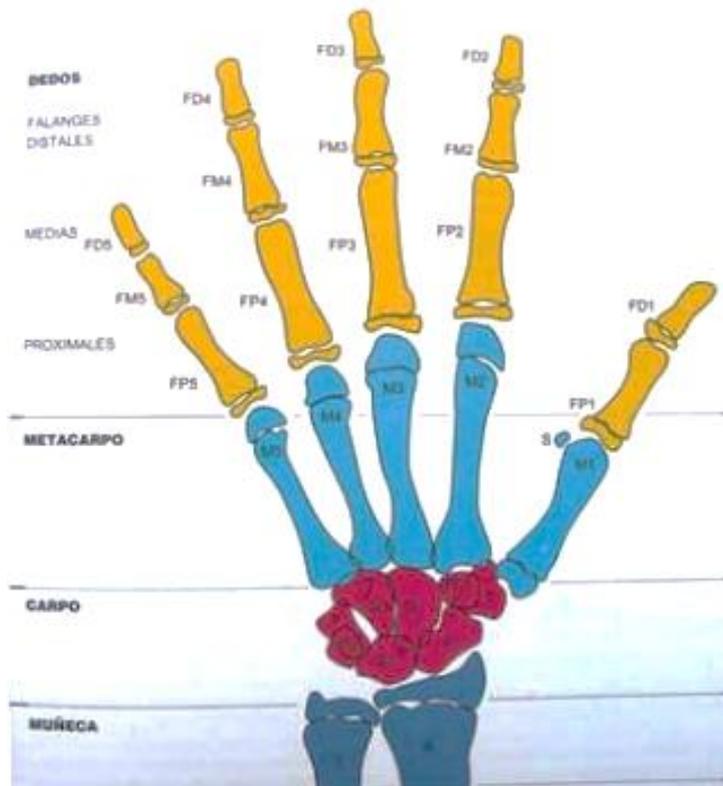


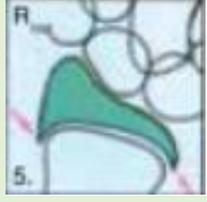
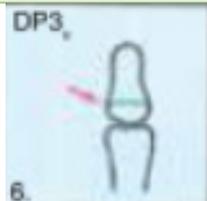
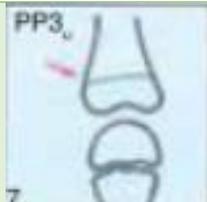
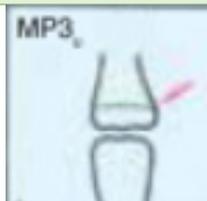
Fig. 20. Anatomía de la mano y muñeca. (30)

Osificación de las falanges:

- Primer estadio: la diáfisis tiene la misma anchura que la epífisis.
- Segundo estadio: también conocido como “estadio de capuchón”. La diáfisis rodea a la epífisis a modo de capuchón. Este corresponde
- Tercer estadio: estadio de U, donde “U” significa unidad. La diáfisis se osifica con la epífisis.

En la siguiente tabla se explican los estadios de maduración del método de Björk, modificado por Grave y Brown (Figura 21): (29-31)

ESTADIOS DE MADURACIÓN		
1er estadio (PP2)	Diáfisis de la falange proximal del dedo índice muestra la misma anchura que la epífisis	
2do estadio (MP3)	Epífisis de la falange media o 2da del dedo medio es igual de ancha que la diáfisis	
3er estadio (PISI, H y R)	PISI: Osificación visible del hueso pisiforme traslapado con el piramidal H1: Se forma la apófisis del hueso ganchoso R: Anchura equivalente de la diáfisis y epífisis del radio	
4to estadio (S y H2)	S: Inicio de la mineralización del sesamoideo H2: Osificación avanzada de la apófisis unciforme del hueso ganchoso	

<p>5to estadio (MP3cap, PP1cap, Rcap)</p>	<p>MP3cap: La diáfisis rodea a modo de capuchón a la epífisis a nivel de la falange media del dedo medio</p> <p>PP1cap: estadio de capuchón en la falange proximal del pulgar</p> <p>Rcap: estadio de capuchón en el radio</p>	  
<p>6to estadio (DP3u)</p>	<p>DP3u: Fusión visible de la diáfisis y epífisis de la falange distal del dedo medio</p>	
<p>7mo estadio (PP3u)</p>	<p>PP3u: Fusión visible de la diáfisis y epífisis de la falange proximal del dedo medio</p>	
<p>8vo estadio (MP3u)</p>	<p>MP3u: Fusión visible de la diáfisis y epífisis de la falange media del dedo medio</p>	
<p>9no estadio (Ru)</p>	<p>Ru: Osificación completa de la diáfisis y epífisis del radio.</p>	

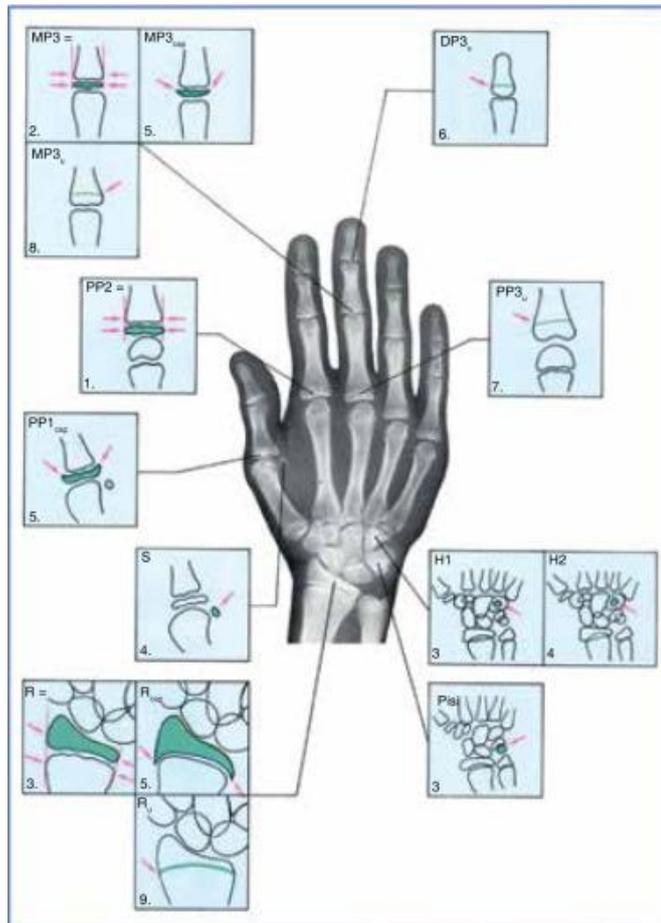


Fig. 21. Método de Björk. Esquemático a través de la radiografía carpal. ⁽³²⁾

Los estadios de mayor importancia para un diagnóstico y tratamiento son los estadios 4 y 5, donde se observa la mayor cantidad de crecimiento.

4.1.2 Método de valoración de las vértebras cervicales a través de la radiografía lateral

En 2005 Baccetti et al. ⁽³²⁾ dieron a conocer 5 etapas de maduración de las vértebras cervicales, teniendo en cuenta los cuerpos vertebrales C2 a C4. A diferencia de Lamparski, que usa los cuerpos vertebrales C2 a C6, lo cual a veces es difícil de analizar, ya que su nitidez en la lateral de cráneo hasta el cuerpo vertebral C6 no es muy buena.

Etapa cervical 1. Los bordes inferiores de las 3 vértebras son planas, con una posible concavidad en el borde inferior del cuerpo de C2 en casi la mitad de los casos. Los cuerpos de C3 y C4 son en forma de trapecio. ^(17,32) (Figura 22)

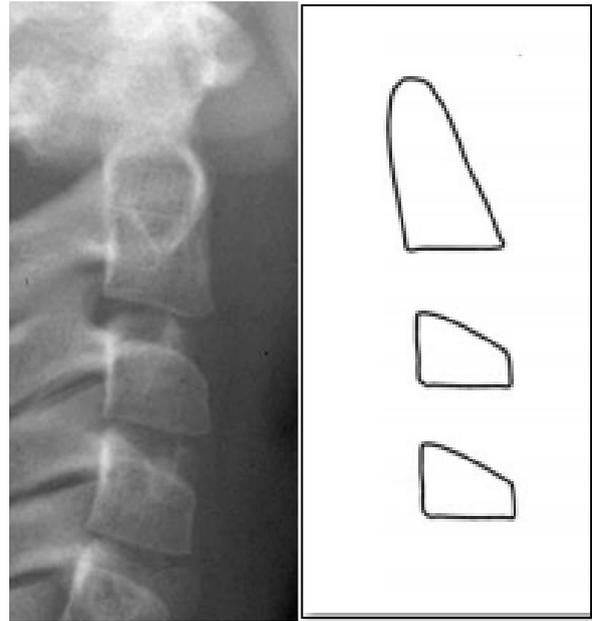


Fig. 22. Etapa cervical 1. (Ejemplo clínico a la izquierda y esquematización a la derecha) ⁽³²⁾

Etapa cervical 2. Las concavidades en los bordes inferiores de C2 y C3 están presentes. Los cuerpos de C3 y C4 pueden ser trapecoide u horizontal de forma rectangular. (Figura 23)

El pico en el crecimiento mandibular se producirá dentro del año siguiente a esta etapa. ⁽³²⁾

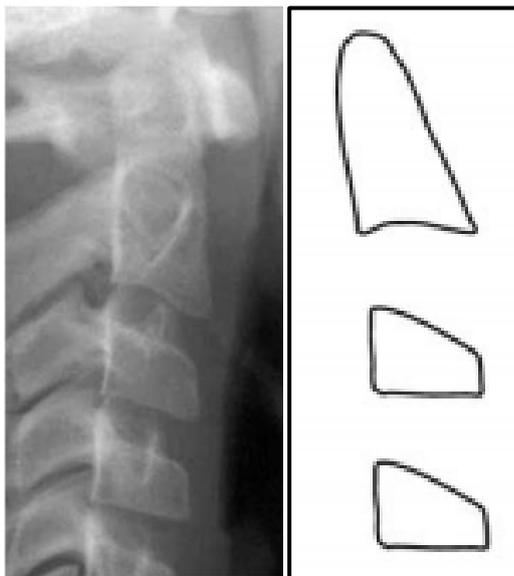


Fig. 23. Etapa cervical 2 (Ejemplo clínico a la izquierda y esquematización a la derecha) ⁽³²⁾

Etapa cervical 3. Las concavidades en los bordes inferiores de C2, C3 y C4 están presentes. Los cuerpos de C3 y C4 son de forma horizontal rectangular. ⁽³²⁾ (Figura 24)

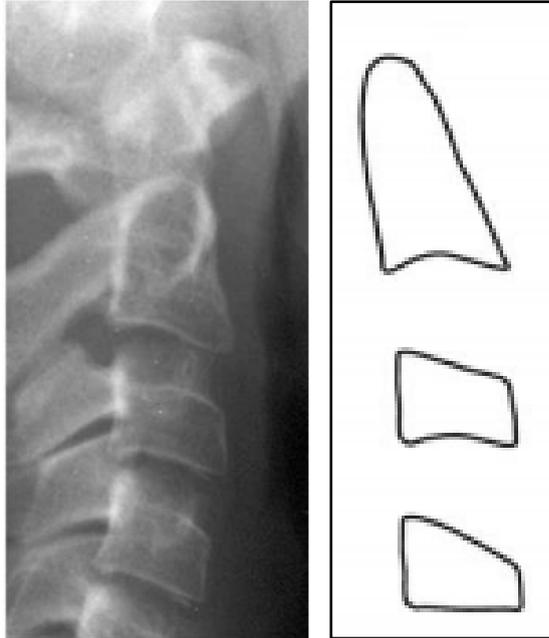


Fig. 24. Etapa cervical 3. (Ejemplo clínico a la izquierda, esquematización a la derecha) ⁽³²⁾

Etapa cervical 4. Las concavidades en los bordes inferiores de C2, C3 y C4 aún están presentes. Al menos uno de los cuerpos de C3 y C4 tiene forma cuadrada. Si no es cuadrada, el cuerpo de la otra vértebra todavía es horizontal rectangular. ⁽³²⁾ (Figura 25)

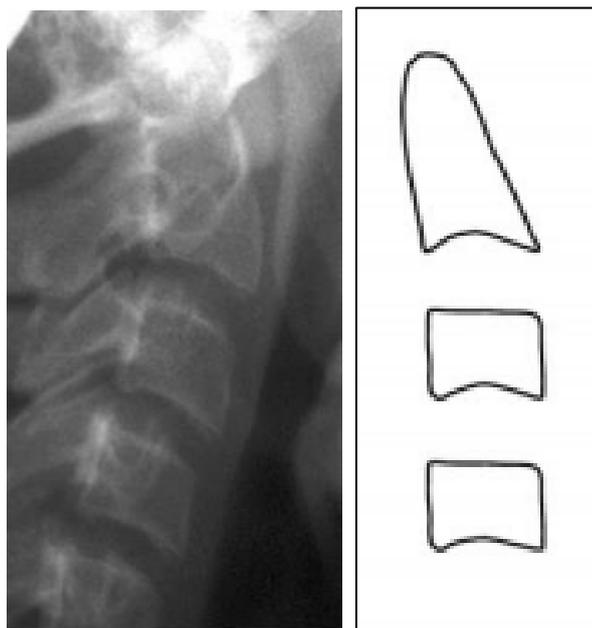


Fig. 25. Etapa cervical 4. (Ejemplo clínico a izquierda, esquematización a la derecha) ⁽³²⁾

Etapa cervical 5. Las concavidades en los bordes inferiores de C2, C3 y C4 son aún evidentes. Al menos uno de los cuerpos de C3 y C4 es de forma rectangular. ⁽³²⁾ (Figura 26)

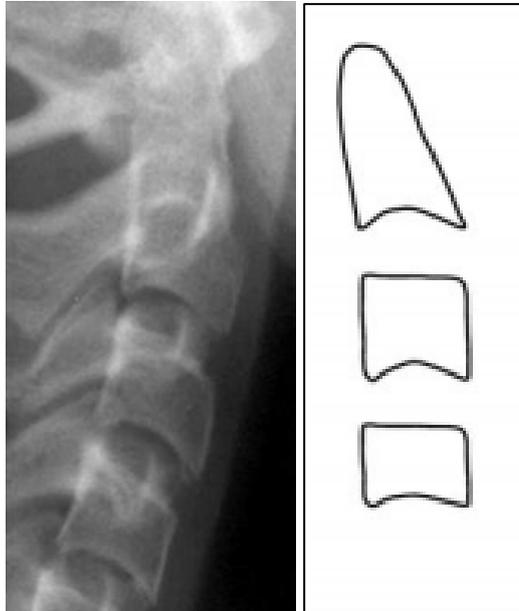


Fig. 26. Etapa cervical 5. (Ejemplo clínico a la izquierda, esquematización a la derecha) ⁽³²⁾

Etapa cervical 6. Las concavidades en los bordes inferiores de C2, C3 y C4 aún están presentes. Al menos el cuerpo de C3 y C4 tiene una forma rectangular vertical. Si no es de esta forma, el cuerpo de la otra vértebra cervical es cuadrada. El pico del crecimiento mandibular ha terminado al menos 2 años antes de esta etapa. ⁽³²⁾ (Figura 27)

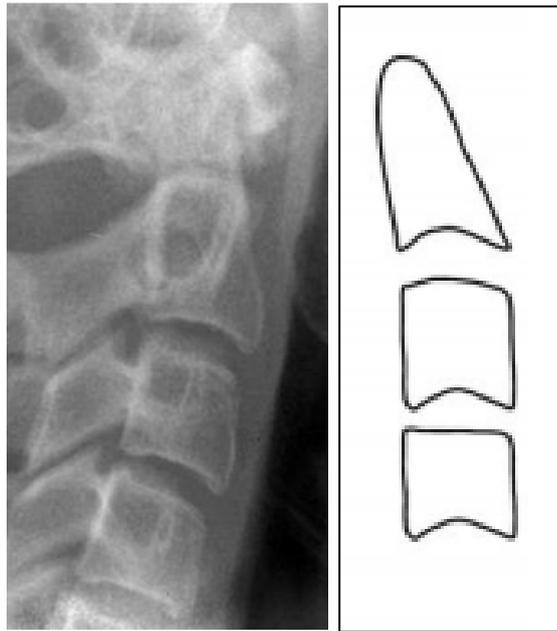


Fig. 27. Etapa cervical 6. (Ejemplo clínico a la izquierda y esquematización a la derecha) ⁽³²⁾

Las etapas 1 y 2 son alcanzadas antes del brote del crecimiento puberal; la etapa 3 y 4 coinciden justo con el crecimiento puberal (iniciando en la etapa 3 y la 4 justo después) y la etapa 5 y 6 ocurren después del pico del máximo crecimiento. ⁽¹⁷⁾ (Figura 28)

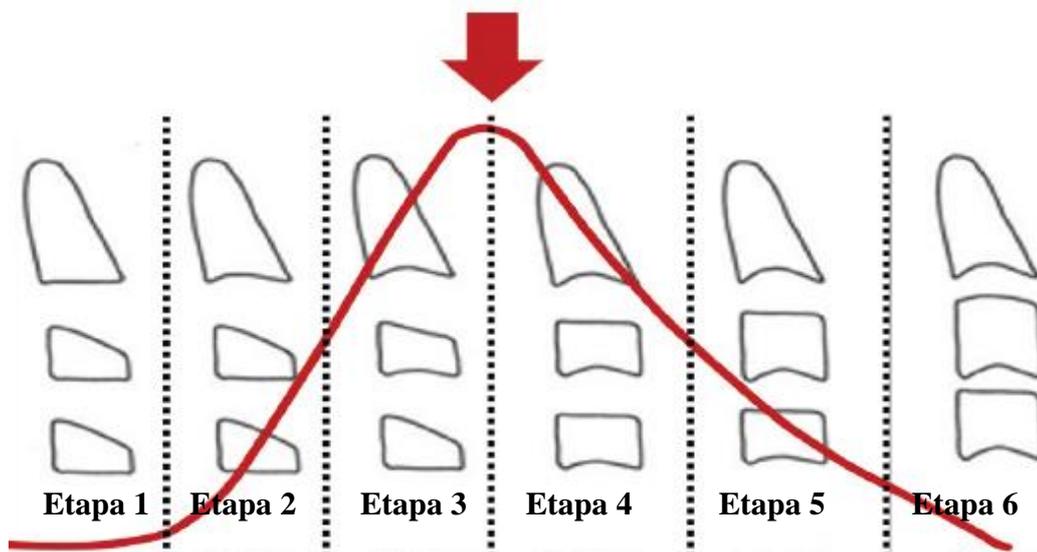


Fig. 28. Clasificación de la maduración de las vértebras cervicales. Etapa 1 a 3 corresponden a las etapas pre-puberales, etapa 4 a 6 a las etapas post-puberales. ⁽¹⁷⁾



4.2 Métodos para la evaluación de la maduración ósea de la sutura media palatina

Con respecto a la actividad de crecimiento de la sutura media palatina, ha habido diferentes opiniones al respecto. J.H Scott pensaba que el crecimiento de la sutura cesaba a la edad de 1 año. Latham y Burston, quienes estudiaron la sutura palatina histológicamente, observaron un crecimiento a la edad de 3 años. Persson y Thailander observaron signos de crecimiento a la edad de 13 años. Finalmente, Björk señaló que la actividad sobre el crecimiento de la sutura media palatina sería mayor de lo que se creía; años después al realizar un estudio sobre implantes confirmó lo antes señalado. (33,34)

El grado de osificación de la sutura media palatina tiende a aumentar con la edad, sin embargo, a diferencia de otras suturas craneales, la sutura palatina media es la única sutura que podría no cerrarse por completo en la edad adulta. Se caracteriza igualmente por sus cambios característicos morfológicos durante el crecimiento. (17)

Crece 1mm. por año hasta los 5 años, después de ese periodo crece 0,25mm. por año hasta terminar la pubertad. El crecimiento restante es de 1,5mm. (17,33)

Comprender y conocer sobre el proceso de maduración de la sutura media palatina y su variabilidad individual en el tiempo, va a ser esencial para predecir la respuesta a la expansión maxilar, especialmente en adolescentes tardíos y adultos jóvenes.

Es necesario distinguir dos momentos: la edad en la que aparece el primer signo de osificación, indicando el fin del crecimiento sutural; y la edad en la cual resultará imposible alguna acción ortopédica debido al progreso de osificación, la cual se inicia primero en la zona posterior y avanza hasta la región anterior. (17)

4.2.1 Métodos histológicos

En 1975 Melsen, realizó un estudio histológico donde da a conocer el desarrollo postnatal y la morfología de la sutura media palatina a través del crecimiento.

Realizó este estudio en muestras de 60 cadáveres de 0 a 18 años (33 hombres y 27 mujeres), donde observó el crecimiento transversal de la sutura, y se percató sobre su fusión completa alrededor de los 16 años en el caso de las mujeres y 18 años en el caso de los hombres. ^(17,34)

Igualmente, en dicha investigación identificó 3 etapas que a medida que un individuo crece, la anchura de la sutura disminuye y comienza a mostrar un aumento en la interdigitación hasta llegar a fusionarse, teniendo una progresión de posterior a anterior. Estas 3 etapas corresponden también a las etapas del desarrollo usado por Björk y Helm. ⁽³⁴⁾

En la 1ra etapa, la cual corresponde al periodo infantil, la sutura es ancha, corta y en forma de "Y". ⁽³⁴⁾ (Figura 29)

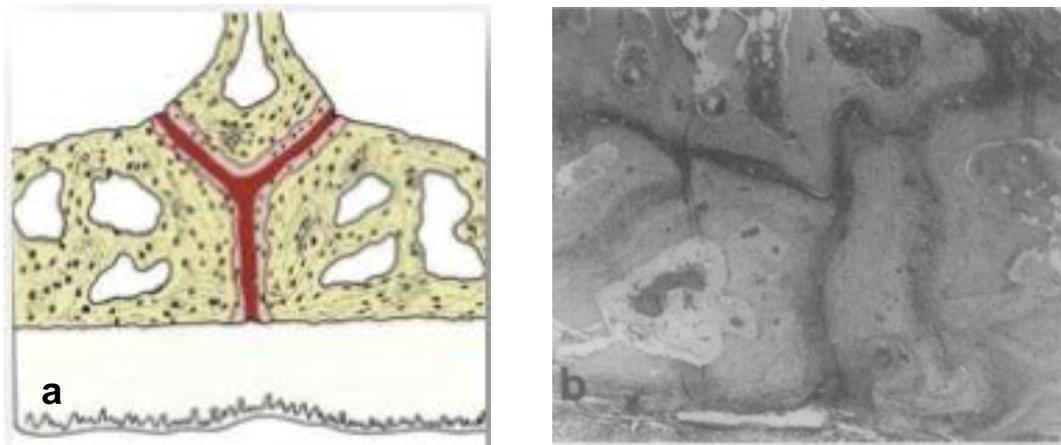


Fig.29. A Ilustración esquemática de la sutura media palatina en la 1ra etapa del desarrollo. **B** Sección frontal a través de la sutura media palatina de un niño de 1 años mostrando una sutura típica del periodo infantil. ⁽³⁴⁻³⁵⁾

Durante la 2da etapa, que corresponde al periodo juvenil, se forman espículas óseas en ambos márgenes de la sutura, por lo que se observa más sinuosa. ⁽³⁴⁾ (Figura 30)

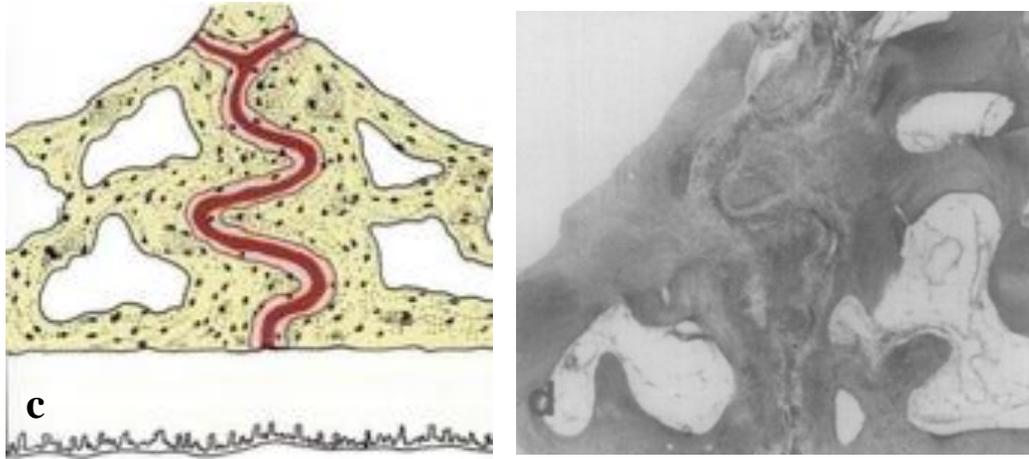


Fig.30. C Ilustración esquemática de la sutura media palatina en la 2da etapa del desarrollo o etapa juvenil **D** Sección frontal a través de la sutura media palatina de un niño de 10 años mostrando una sutura típica del periodo juvenil. La sutura es más larga verticalmente. ⁽³⁴⁻³⁵⁾

Y en la 3ra etapa, el periodo adolescente, las espículas óseas se vuelven cada vez más interdigitadas. La sutura se observa con una apariencia entrelazada o “cerrada”, lo que hará que la separación del maxilar no sea posible sin antes fracturar los procesos interdigitados. ⁽³⁴⁾ (Figura 31)

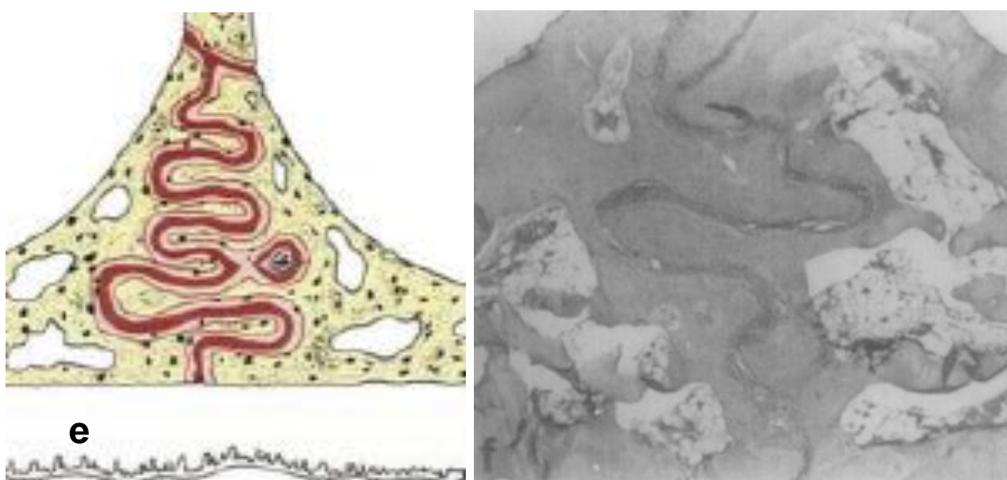


Fig. 31. E Ilustración esquemática de la sutura media palatina en la 3ra etapa del desarrollo o periodo adolescente **F** Sección frontal a través de la sutura media palatina de una niña de 12 años y medio mostrando una sutura típica del periodo adolescente. Se observan las dos partes del maxilar interdigitadas. ⁽³⁴⁻³⁵⁾



4.2.2 Métodos radiográficos

4.2.2.1 Radiografía oclusal

Desde el punto de vista de su estructura ósea, el hueso maxilar presenta diversas zonas que se muestran de manera distinta al paso y dirección de los rayos Röntgen: zonas densas de tejido compacto, las cuales se observan como elementos radiopacos, y zonas de escasa cantidad de tejido esponjoso entre dos corticales como en el resto de las paredes delgadas del cuerpo del maxilar, que se observan radiolúcidas como las zonas correspondientes al seno maxilar y a las fosas nasales. ⁽³⁶⁾

Identificación de estructuras anatómicas a través de la radiografía oclusal

La técnica radiográfica intraoral oclusal fue idealizada por Simpson en 1916, las radiografías oclusales entonces, eran constituidas de placas de vidrio con emulsión en uno de los lados. ⁽²⁴⁾

La radiografía oclusal generalmente constituye y está indicada como examen complementario, ya que permite observar un área mayor que aquella obtenida por radiografías dentoalveolares. Sirve para observar zonas generales de la arcada.

Indicaciones

- ❖ Identificación de lesiones grandes
- ❖ Determinar la ubicación vestibulo palatino o lingual de lesiones
- ❖ Dientes retenidos
- ❖ Desarrollo de la dentición
- ❖ Estudio del paladar óseo ^(24,37)

Hay 2 tipos de imágenes oclusales: la imagen anterior, empleada para examinar la región de canino a canino, y la imagen de corte transversal, que incluye la arcada completa.

➤ Imagen oclusal anterior de la arcada superior

Al tomar una radiografía oclusal anterior superior se siguen los siguientes pasos:

- a) El cabezal del paciente debe ser ajustado de manera que la arcada superior quede paralela al piso. La línea media vertical de la cara debe quedar perpendicular al piso.
- b) Al colocar la película oclusal en la boca del paciente, ésta deberá estar centrada sobre la arcada. El eje longitudinal de la película se coloca a lo ancho, perpendicular a la línea media de la arcada, y el lado punteado de la película contra los dientes superiores. (Figura 32)
- c) Se debe instruir al paciente que cierre suavemente sobre la película para mantenerla en su lugar.
- d) El cono de rayos Röntgen se dirige hacia la glabella inclinando el haz principal hacia el plano oclusal (65° en relación con el plano horizontal). Como línea de orientación del tragus al ala de la nariz paralela al plano horizontal. (Figura 33) ^(24,38)



Fig.32. Posición del paciente, película y extremo del cono para la imagen oclusal superior. ⁽³⁷⁾



Fig.33. Colocación correcta de la película para la exposición oclusal superior mostrada en un cráneo. ⁽²⁴⁾

- Imagen oclusal de sección transversal de la arcada superior
 - a) El cabezal debe ser ajustado de manera que la arcada superior quede paralela con el piso. La línea media vertical de la cara debe estar perpendicular al piso.
 - b) La película en la boca del paciente debe estar centrada sobre la arcada superior. El eje longitudinal de la película se coloca perpendicular a la línea media de la arcada.
 - c) Una vez colocada la película en la boca del paciente se le pide que cierre suavemente para mantenerla en su lugar.
 - d) El extremo del cono se coloca en la frente del paciente apuntando directamente al centro de la película en un ángulo de 90 grados. ⁽³⁸⁾ (Figura 34)



Fig. 34. A. Posición del paciente, película y extremo del cono para la imagen oclusal de sección transversal de la arcada superior. **B.** Radiografía resultante. ⁽³⁸⁾

En la radiografía oclusal se observan las siguientes estructuras anatómicas. En la tabla se dividen las estructuras por zonas radiopacas y radiolúcidas. (Figura 35):

Zonas radiopacas	Zonas radiolúcidas
Espinal nasal anterior	Fosas nasales
Cortical de las fosas nasales	Conducto nasolacrimal

Cornetes nasales	Hueso cigomático
Vómer	Extensión del seno maxilar
	Sutura palatina media

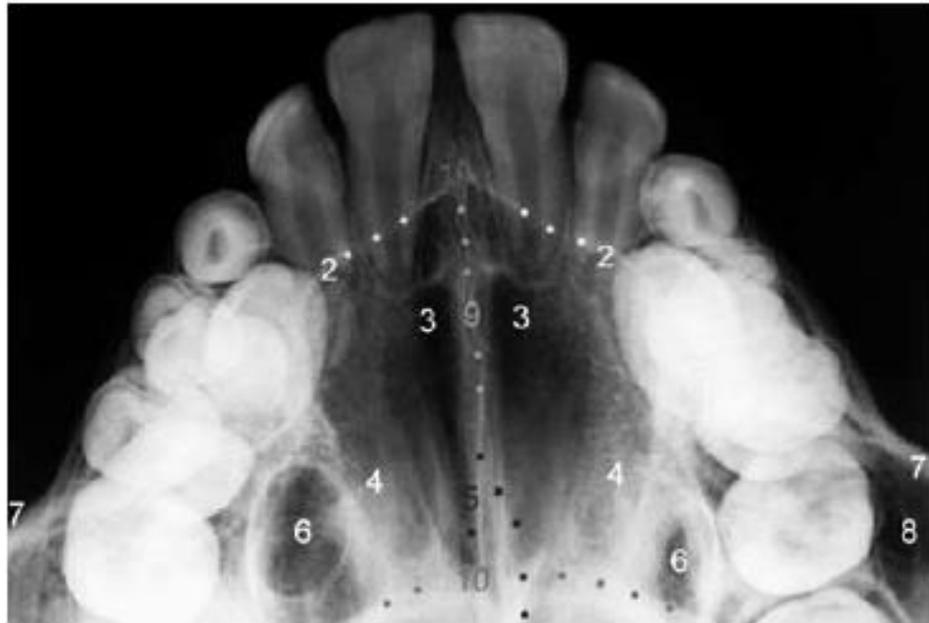


Fig. 35. Anatomía radiográfica del maxilar: 1. Espina nasal anterior. 2. Cortical de las fosas nasales 3. Fosas nasales. 4. Cornetes nasales. 5. Vómer. 6. Conducto nasolacrimal. 7. Hueso cigomático. 8. Extensión del seno maxilar. 9. Sutura palatina media. 10. Proyección del hueso frontal. ⁽³⁷⁾

Revelo y Fishman fueron quienes propusieron primeramente el uso de la radiografía oclusal maxilar para la evaluación de la sutura media palatina; la cual se observa como una franja estrecha y radiolúcida, centralizada en el maxilar y delimitada por márgenes óseos radiopacos bien definidos.

Sin embargo, existen algunas limitaciones de la radiografía oclusal para el estudio eficaz de la sutura. Primeramente, el límite sagital de la película radiográfica no permite la visualización de la sutura en toda su extensión. Por ser una representación 2D de una estructura 3D, tiene una calidad diagnóstica limitada debido a la superposición de las estructuras óseas superiores. La visualización de la sutura palatina media se puede observar con nitidez por lo menos hasta la región media del paladar y sobre todo en la región premaxilar, oscureciendo el diagnóstico a partir de este punto en

dirección posterior, debido principalmente a la sobreposición del vómer, los huesos nasales e incluso el hueso frontal. ^(33,37) (Figura 36)

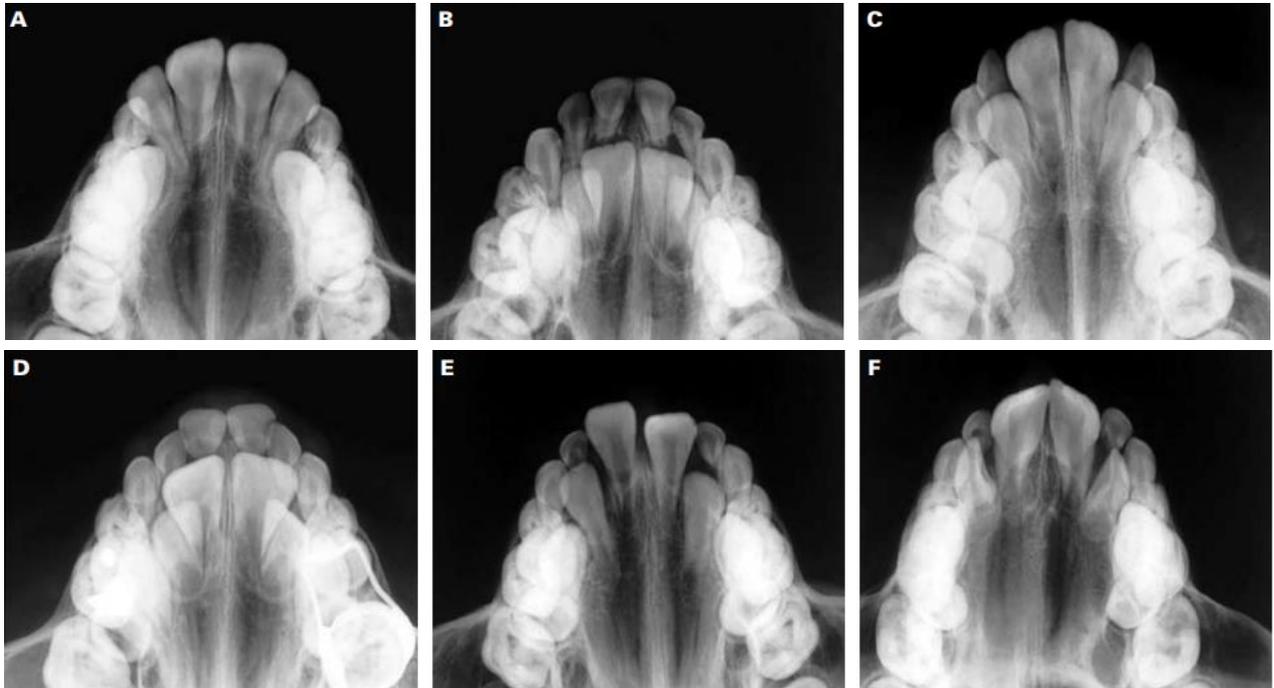


Fig. 36. Radiografías oclusales del maxilar tomadas en diferentes edades, donde se define la nitidez anatomorradiográfica de las corticales delimitando la sutura palatina media. ⁽³⁷⁾

4.2.2.2 Tomografía computarizada de haz cónico

Con la tomografía computarizada de haz cónico o tomografía computarizada Cone-Beam se pueden observar de manera tridimensional las estructuras craneofaciales. Permite la observación de estructuras en los 3 planos del espacio y realizar cortes seccionales de una estructura específica combinando conceptos de radiografías en capas finas con la obtención de imágenes por ordenador, lo cual permitirá una evaluación más precisa.

La interpretación visual de la tomografía computarizada es semejante a la de una radiografía convencional, donde las imágenes o estructuras que se observan claras o radiopacas son aquellas que absorben o atenúan los



rayos Röntgen, y las áreas oscuras o radiolúcidas son aquellas que no interceptan los rayos Röntgen. ^(33,37,39)

Como algunas ventajas y desventajas se pueden mencionar las descritas en la siguiente tabla ⁽³⁷⁾:

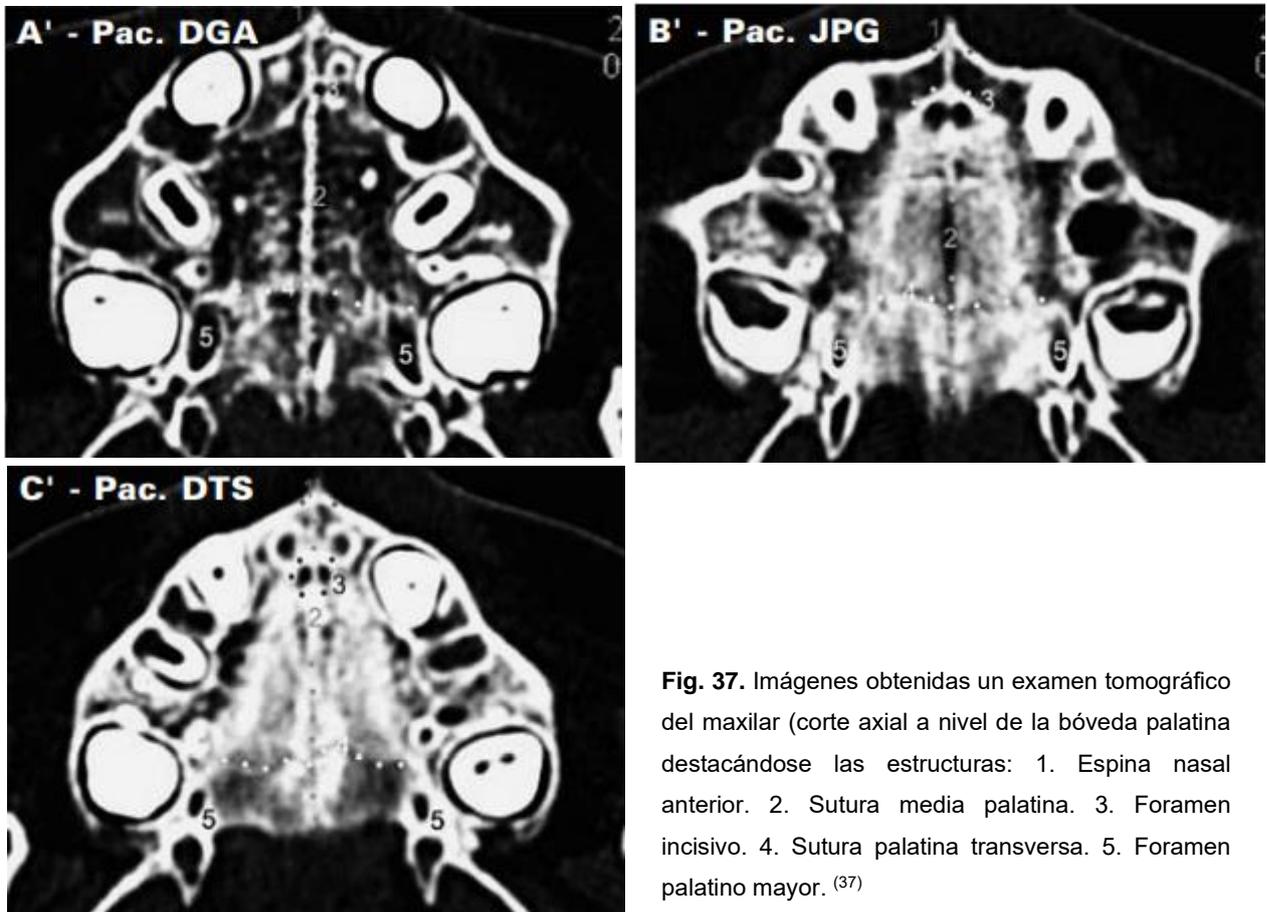
Ventajas	Desventajas
Evaluar la calidad ósea a través de la capacidad de atenuar el haz de los rayos Röntgen.	Mayor cantidad de radiación comparado a una radiografía dental convencional.
Una visualización más clara de la estructura deseada, desprovista de superposiciones óseas.	Materiales metálicos producen imágenes distorsionadas de la zona.
La posibilidad de generar una imagen tridimensional.	
Precisión en las mediciones craneofaciales.	

Aunque actualmente este estudio ha sido de gran importancia tanto en el diagnóstico como en la investigación de las diferentes áreas de la odontología, el odontólogo o especialista evita indicarlo debido a la mayor radiación a la que el paciente está expuesto. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, esta exposición se limita al área del corte siendo insignificante la radiación secundaria recibida en las gónadas y la tiroides. ⁽³⁷⁾

Anatomía radiográfica del maxilar a través de la TCHC

En la figura 37 se observan diferentes imágenes de las estructuras anatómicas del maxilar en un corte a la altura de la sutura media palatina donde la estructura ósea reflejada abarca todo el maxilar, las láminas horizontales de los huesos palatinos, hasta la apófisis pterigoides del hueso esfenoides. La sutura media palatina se observa en toda su extensión

desde la espina nasal anterior hasta el límite posterior del paladar óseo y delimitada con nitidez de las corticales de la sutura.



De acuerdo con un estudio comparativo sobre la identificación anatómica del maxilar mediante la radiografía oclusal y la TCHC realizado por Da Silva et al. (37) donde obtuvieron como resultados que en la radiografía oclusal maxilar se obtuvo una visualización radiográfica en toda su extensión de la sutura media palatina en un 76,9% de los casos, aunque en la mayoría fue interrumpida por la sobreposición del hueso frontal y el hueso vómer en la región posterior. Únicamente en un 23,1% se observaron las corticales de la sutura.

A diferencia de las imágenes realizadas por la TCHC donde se observó por completo y con nitidez la sutura media palatina al igual que sus corticales, así como también hubo diferencias en otras estructuras. En la figura 38 se muestra una tabla donde se observan los resultados y diferencias que se obtuvieron en dicho estudio. ⁽³⁷⁾

Estructuras anatómicas	Rx	TC
Sutura palatina media	100%	100%
Conducto nasolacrimal	74,4%	0%
Proyección frontal	48,7%	0%
Espina nasal anterior	43,6%	100%
Conducto nasopalatino	20,5%	100%
Sutura palatina transversal	0%	61,1%
Agujero palatino mayor	0%	100%

Fig. 38 Comparación de las estructuras anatómicas observadas en % al valorar la radiografía oclusal maxilar (Rx) y la tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) ⁽³⁷⁾

Por lo ya mencionado anteriormente es que a través de la TCHC es posible una mejor valoración sobre la osificación de la sutura media palatina sin la sobreposición de otras estructuras anatómicas. Y es por esto que, en el 2013 Angeliari et al ⁽³⁹⁾ da a conocer la clasificación de la maduración ósea de la sutura media palatina, la cual divide en 5 etapas:

- ❖ ETAPA A. La sutura media palatina se presenta como una línea de alta densidad recta con poca o ninguna interdigitación. ⁽³⁹⁾ (Figura 39)



Fig. 39. Etapa A de la maduración de la sutura media palatina. ^(33,39)

- ❖ **ETAPA B.** La sutura media palatina presenta una forma irregular y se observa como una línea festoneada de alta densidad. En esta etapa también se pueden presentar pequeñas áreas donde se ven dos líneas paralelas, festoneadas, de alta densidad cerca una de la otra y separados por pequeños espacios de baja densidad. ⁽³⁹⁾ (Figura 40)

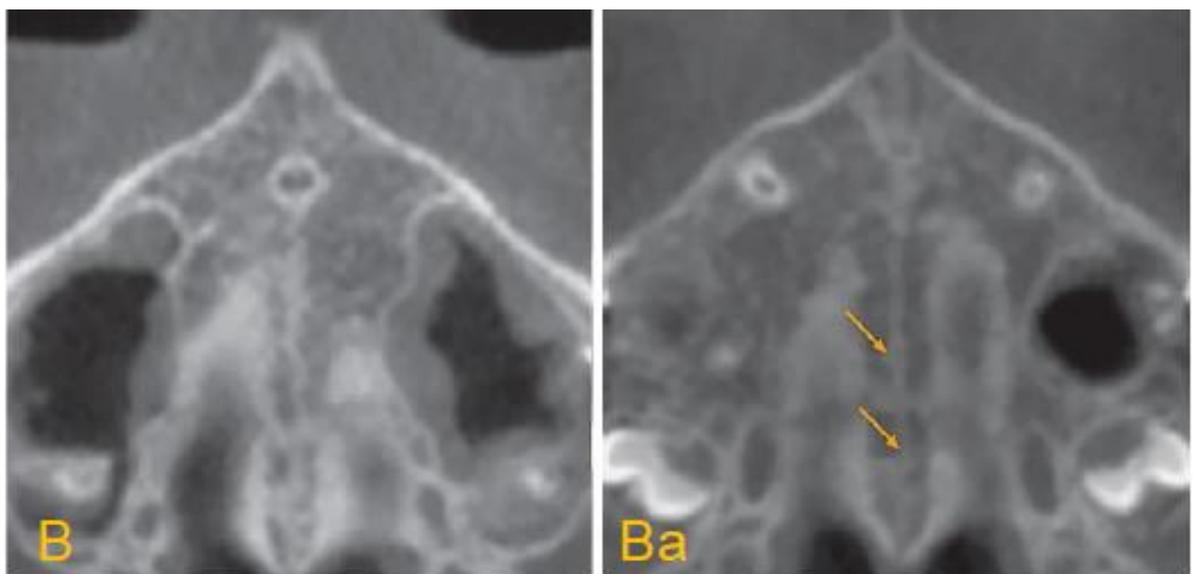


Fig. 40. **B** Etapa B de la maduración ósea de la sutura media palatina donde se observa la sutura de forma irregular y festoneada. **Ba** Misma etapa de maduración, pero se observan dos líneas paralelas festoneadas y separados por pequeños espacios. ⁽¹⁵⁾

- ❖ ETAPA C. En esta etapa la sutura se observa como dos líneas paralelas, festoneadas y de alta densidad cercanas una con la otra, y separadas por pequeños espacios de baja densidad en el hueso maxilar y el hueso palatino (entre el foramen incisivo y la sutura palatina maxilar, y posterior a la sutura palatina maxilar) La sutura también se puede observar ya sea recta o irregular. ⁽³⁹⁾ (Figura 41)

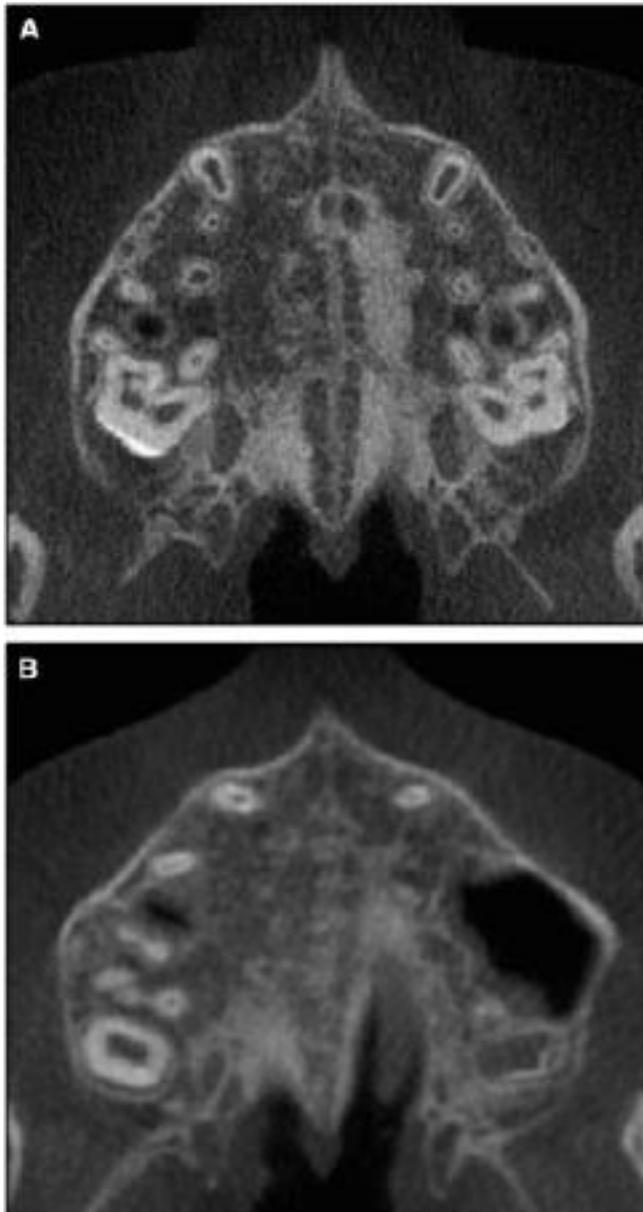


Fig. 41. Etapa C de la maduración ósea de la sutura media palatina puede ser como se observa en la imagen A una línea recta y/o en la imagen B con un patrón irregular. ⁽³⁹⁾

- ❖ Etapa D. La sutura media palatina se ha fusionado a nivel del hueso palatino y la maduración progresa de posterior a anterior. En el hueso palatino, la sutura no puede ser ya visualizada en esta etapa, y la densidad ósea parasutural se incrementa en comparación con la densidad del hueso maxilar. A nivel del hueso maxilar, la sutura no se ve fusionada aún y se observa como 2 líneas de alta densidad separadas por pequeños espacios de baja densidad. ⁽³⁹⁾ (Figura 42)

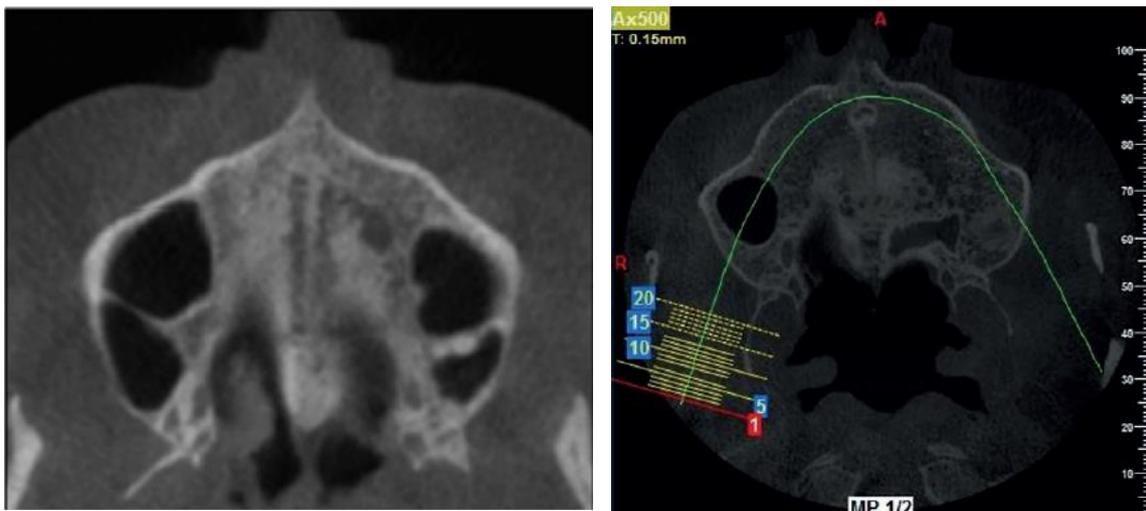


Fig. 42. Etapa D de la maduración ósea de la sutura media palatina. ^(33,39)

- ❖ ETAPA E. Se observa la fusión de la sutura media palatina en el maxilar. La sutura existe más no es perceptible en al menos una porción del maxilar. La densidad ósea es la misma que en otras regiones del paladar. ⁽³⁹⁾ (Figura 43)



Fig. 43. Etapa E de la maduración ósea de la sutura media palatina. ^(33,39)

En resumen, podemos observar la clasificación de la maduración ósea de la sutura media palatina en la siguiente ilustración:

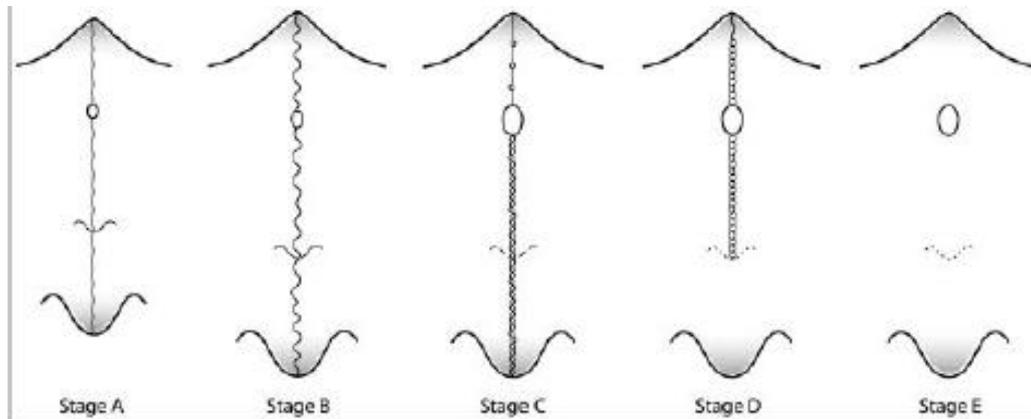


Fig. 44. Ilustración esquemática de las etapas de la maduración ósea de la sutura media palatina propuesta por Angelieri y cols. ⁽³⁹⁾

A pesar de que esta clasificación ha sido ya usada y comprobada en diversas investigaciones posteriores, la morfología de la sutura puede variar de etapa en etapa. Por lo que Angelieri propuso un esquema basado en una serie de decisiones para un diagnóstico más certero. ⁽³⁹⁾ (Figura 45)

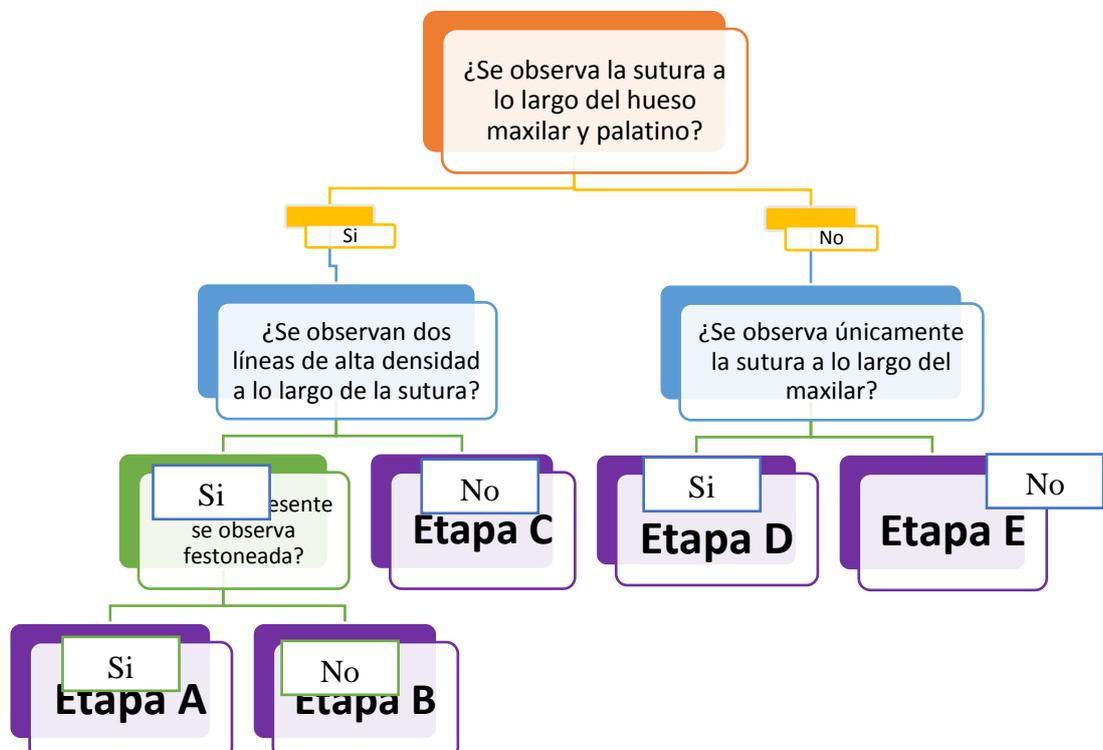


Fig. 45. Esquema para la decisión de las etapas de la maduración ósea de la sutura media palatina. ⁽³⁹⁾



En este mismo estudio Angelieri et al. ⁽³⁹⁾ observaron que hubo amplias variaciones en la morfología de la sutura en el grupo de personas mayores de 20 años; el 50% presentaron etapas de maduración A, B y C; en las cuales la sutura estaba completamente abierta.

Angeliero también publicó otros artículos en donde relaciona la evaluación de la sutura media palatina con los estados de maduración vertebral; en el 2015, analizaron 142 imágenes nuevamente a través de la tomografía computarizada de haz cónico, obtuvo 30 imágenes de cefalografía lateral de las cuales analizó únicamente las vértebras cervicales, y 30 imágenes para el análisis de la sutura media palatina. En este estudio los estados cervicales prepuberales (estados 1 y 2) fueron buenos indicadores para la etapa A y B; el estado cervical 3 estuvo relacionado con la etapa C y el estado cervical 5 correspondería a la etapa D y E de la maduración ósea de la sutura palatina. Cabe señalar que gracias a la evaluación de la sutura media palatina a través de imágenes tomográficas en pacientes con estado vertebral 4 y 5, el 13.5% podría ser tratado con una expansión rápida del maxilar convencional. ⁽²⁸⁾

En el estudio de Kwak et al. ⁽¹⁸⁾ seleccionaron 131 adultos de edades entre 18.1 a 53.4 años, donde encontraron en 55 de ellos que presentaban estadios B y C correspondientes al 41.9%.

En otro estudio realizado en el 2020 por Girish et al. ⁽³³⁾ donde analizaron un total de 200 tomografías de la sutura media palatina, divididos en grupos constituidos por una diferencia de 10 años, el primero de 11 a 20 años donde el 50% presentó una etapa B; el segundo grupo de 21 a 30 años predominó la etapa C; y el grupo 3 de 31 a 40 años presentando un 40% y el grupo 4 de 41 a 50 años con un 50% presentando primordialmente una etapa E.



CAPÍTULO 5. EXPANSIÓN RÁPIDA DEL MAXILAR

Desde mediados del siglo XIX ya existían métodos para realizar la expansión rápida del maxilar (ERM) introducida por WH Dawernell en 1857, citado por Staples y confirmada en 1860 por Angell; lo cual al principio fue controversial si era o no posible expandir el paladar duro a través de la sutura media palatina.

Hass en 1960 estuvo trabajando e investigando sobre la expansión rápida del maxilar (ERM) y en 1961 hizo el 1er aparato de expansión palatina. (39,40)

La expansión rápida del maxilar (ERM) consiste en separar ortopédicamente el paladar a nivel de la sutura media, este método es frecuentemente usado para tratar la compresión del maxilar. Los que apoyan este procedimiento tienen como fundamento teórico que, aplicando una fuerza rápida a los dientes posteriores, no habrá tiempo suficiente para que éstos se inclinen y que la fuerza se transferirá a la sutura, la cual se abrirá mientras los dientes se desplazan de forma mínima. La separación que se logra es de 0.2 a 0.5 mm por día, y resulta un incremento intermolar hasta de 8mm. (40)

Indicaciones

- ✓ Constricción del arco dentario superior generalmente relacionado con una maloclusión esquelética de clase III.
- ✓ Constricción del arco dentario superior relacionado con respiración oral y bóveda palatina alta.
- ✓ Mordida cruzada completa
- ✓ Mordida cruzada posterior con inclinación dentaria promedio de molares y premolares
- ✓ Ausencia de expansión dental previa
- ✓ Discrepancia de anchura de 4mm o más entre los primeros molares y premolares superiores e inferiores (40)

Contraindicaciones

- ✓ Pacientes no colaboradores
- ✓ Pacientes con mordida abierta, plano mandibular alto, dolicofaciales.
- ✓ Pacientes con asimetría esquelética del maxilar o mandíbula
- ✓ Pacientes con problemas esqueléticos marcados, calificados para cirugía ortognática
- ✓ Molares inclinados vestibularmente ⁽⁴⁰⁾

5.1 Efectos de la ERM sobre la sutura media palatina

La ERM se suele realizar en dos fases: la primera fase es una expansión activa del maxilar por expansión sutural, la segunda fase es una fase de retención; en ésta última es la que permite la reorganización y la calcificación de la sutura media palatina.

Estructuralmente en el plano horizontal, el patrón esquelético de apertura sutural no es paralelo obteniéndose una separación ligeramente mayor en la zona anterior que se vuelve progresivamente menor hacia la parte posterior, aparentando forma de "V". En la parte posterior, la resistencia que presenta la sutura palatina se debe a las estructuras circundantes, principalmente los procesos pterigoides del hueso esfenoides y el hueso cigomático. Como se mencionó en el capítulo anterior, si existe una interdigitación minimiza la capacidad de separación; en este caso la interdigitación de la conexión pterigomaxilar inhabilita la capacidad de separación de los huesos palatino en el plano sagital medio. ⁽⁴¹⁾

(Figura 46)

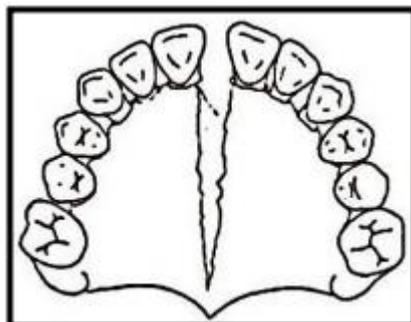


Fig. 46. Efecto de ERM sobre la sutura palatina media. ⁽⁴¹⁾

En el plano frontal, se ha demostrado que los maxilares se separan en dirección supero-inferior de manera no paralela, mostrando una rotación lateral o inclinación de las mitades palatinas. Se observa de forma piramidal con base ubicada en la cavidad oral cerca de la región alveolar y el vértice, filtrum o centro de rotación localizado en la cavidad nasal cerca de la sutura frontonasal. ⁽⁴⁰⁾ (Figura 47 y 48)

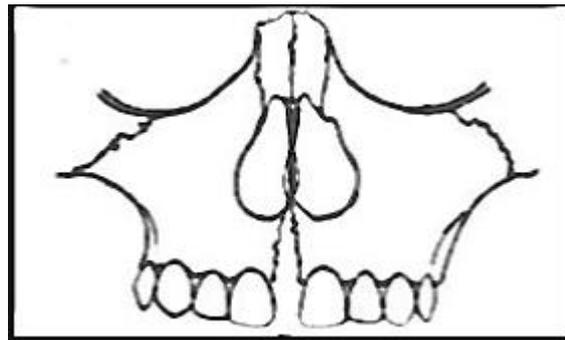


Fig. 47. Ilustración de los efectos de la ERM sobre la sutura media palatina. Vista frontal. ⁽⁴¹⁾

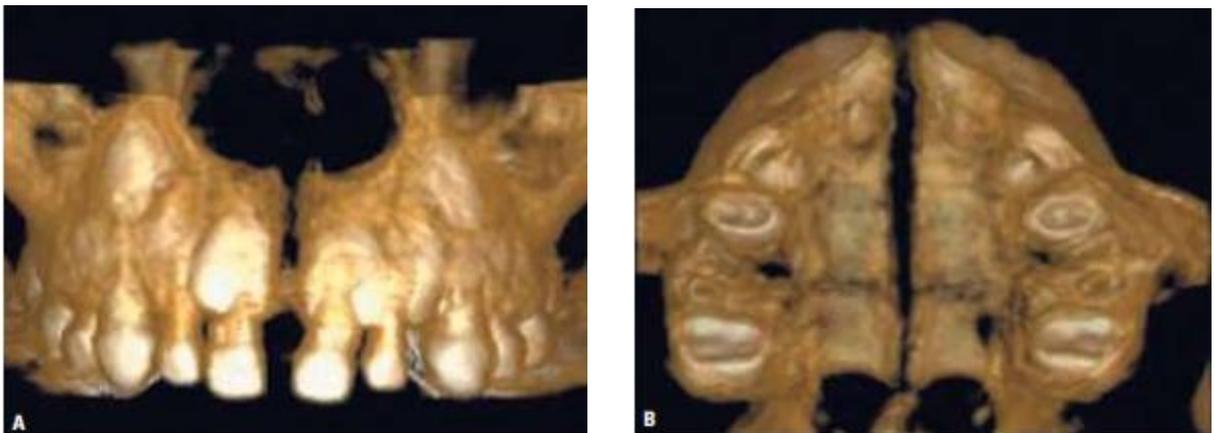


Fig. 48. Imagen tridimensional de la maxila de un escáner de tomografía computarizada, mostrando la apertura de la sutura mediopalatina: (A) Vista posteroanterior (B) Vista oclusal. ⁽⁴²⁾

En este caso las radiografías oclusales son la 1ra herramienta para evaluar esta apertura de la sutura. Después de la ERM, se forma un área radiolúcida triangular y tan pronto se inicia la neoformación y mineralización ósea, la sutura adquiere mayor radiopacidad. ⁽⁴¹⁾ (Figura 49 y 50)

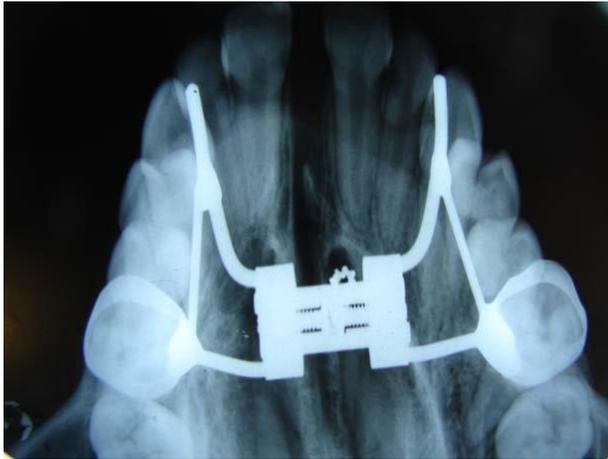


Fig. 49. Radiografía oclusal, se observa la apertura de la sutura media palatina. ⁽⁴³⁾



Fig. 50. Separación de la línea media después de la expansión. ⁽⁴²⁾

5.2 Efectos de la ERM sobre la bóveda palatina

Las apófisis palatinas de los maxilares descienden debido a la rotación hacia afuera de los hemimaxilares; por ello su altura desciende durante la fase activa la expansión rápida del maxilar. Según ciertos estudios y autores: la región anterior de los procesos palatinos desciende más que la región posterior. ⁽⁴¹⁾

5.3 Efectos de la ERM sobre la vía aérea

Anatómicamente, ya que los maxilares se separan, las paredes laterales de la cavidad nasal se mueven lateralmente al desplazarse el proceso alveolar, por lo que genera un aumento en la anchura de la cavidad nasal, particularmente en el piso de la nariz (región anteroinferior de las fosas nasales), el septum nasal se endereza y el paladar se desplaza hacia abajo. Esta remodelación disminuye la resistencia nasal al aumentar el área intranasal y mejora la respiración. ^(26,40-41)

La cavidad nasal se amplía en un promedio de 1.9mm y a nivel de los cornetes inferiores se amplían de 8 a 10mm. ⁽⁴⁰⁻⁴¹⁾

Es importante mencionar, que la apertura de la sutura media palatina con el fin de incrementar la permeabilidad nasal no será justificada a menos que



la obstrucción se encuentre en la parte anteroinferior y/o que esté acompañada de alguna deficiencia transversal del maxilar.

5.4 Expansión maxilar asistida quirúrgicamente

La expansión maxilar asistida quirúrgicamente o SARME (por sus siglas en inglés) se realiza en pacientes que ya han terminado su crecimiento o presentan una maduración esquelética precoz. Frecuentemente, si la sutura media palatina ya ha cerrado en un adulto, el único método para resolver la discrepancia es a través de la expansión maxilar asistida quirúrgicamente.

Brown fue el primero en describir la técnica de expansión quirúrgicamente asistida en 1938, realizando sólo la separación de la sutura media palatina. En muchos de los casos resultó un reposicionamiento del maxilar hacia enfrente y hacia abajo, además de un aumento en la anchura maxilar debido a la resistencia del hueso cigomático, el cual no era abordado.⁽³⁵⁾

Con este abordaje quirúrgico se ha visto una mejora de la salud periodontal, mejora del flujo de aire nasal, la eliminación de los corredores bucales durante la sonrisa y mejora la estética facial. Sin embargo, también se asocia con desventajas como la necrosis franca no infecciosa presurizada (en aproximadamente el 1,8% de los casos), sangrado e infección durante la cirugía, dolor en las articulaciones, problemas periodontales, recurrencia y aparte el requisito de cirugía con hospitalización. Otra limitación de la expansión del maxilar quirúrgica es que generalmente no se puede realizar cuando la discrepancia en anchura requiere una mejora de más de 7 mm.

(35)



CONCLUSIONES

Para poder establecer un diagnóstico certero y poder dar un tratamiento mucho más adecuado y oportuno, el uso de la radiología es imprescindible en cualquier área de odontología. Gracias a los avances tecnológicos a través de los años, hoy en día podemos obtener imágenes tridimensionales y mucho más nítidas a través de la tomografía computarizada de haz cónico.

La maduración ósea de la sutura media palatina está efectivamente relacionada con la edad, a mayor edad habrá un aumento en el cierre de la sutura; sin embargo, la edad no es del todo un parámetro consistente y confiable ya que la literatura nos ha demostrado la variabilidad que ésta puede presentar.

Es importante mencionar que la maduración de la sutura media palatina está altamente relacionada con los métodos de maduración vertebral y la radiografía carpal a diferencia de su relación con la edad cronológica. Se identificó a través de diversos artículos donde se encontraba que los estadios de maduración vertebral coincidían con la clasificación de la maduración ósea de la sutura media palatina propuesta por Angelieri; por lo que se puede concluir que la sutura está relacionada con el crecimiento esquelético.

A pesar de las ventajas que ofrece la tomografía computarizada sobre la radiografía convencional, ésta debe ser indicada en casos particulares debido a su alto costo y complejidad de uso, ya que el profesionalista debe contar con el conocimiento para la interpretación y uso del software. La tomografía estará indicada, en este caso, especialmente cuando el paciente haya pasado por su pico de crecimiento máximo y cumpla con los requisitos para una expansión maxilar; de esta manera se podrá elegir mejor entre una expansión rápida del maxilar convencional o quirúrgica.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dávalos MV. Historia de la Radiología. Rev. Act. Clin. Med [revista en Internet]. [citado 2021 Feb 25]. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-37682013001000001&lng=es
2. Porcel FM. Desarrollo tecnológico en la historia de la humanidad: inventores e inventos. Röentgen y los rayos X. [Internet]. Revista Digital. Innovación y Experiencias Educativas; 2010 [citado 2021 Feb 25]. Disponible en: https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_26/FRANCISCO_M_PORCEL_GRANADOS.1.pdf
3. ecured.cu [Internet]. Cuba: William Crookes; c2021 [citado 2021 abril 04]. Disponible en: https://www.ecured.cu/index.php?title=William_Crookes&oldid=3905695
4. Herring W. Radiología básica. Aspectos fundamentales. 3ra ed. Pennsylvania: Elsevier; 2016. 350p.
5. González G, González-Pieri M. Historia de la Radiología. Rev. Cient. Esc. Univ. Cienc. Salud [Internet] 2017 May [citado 2021 Feb 26];4(1): [aproximadamente 4p.]. Disponible en: <http://www.bvs.hn/RCEUCS/pdf/RCEUCS4-1-2017-10.pdf>
6. culturacientifica.com [Internet]. España: Cuaderno de Cultura Científica. c2015- [citado 2021 abril 04]. Disponible en: [wilhelm-conrad-Röntgen-copy-2-original-jpg](#) — Cuaderno de Cultura Científica (culturacientifica.com)
7. García MC, Morales AA, Perla KM, Rodríguez MA. Radiografía Panorámica Convencional y Digital. Revisión de la literatura [tesis de doctorado]. [Facultad de Odontología (Salvador)]: Universidad de El Salvador; 2003. 85p.
8. Pauwels R. History of Dental Radiography: Evolution of 2D and 3D imaging modalities. Medical Physics International Journal [Internet].



- 2020 Apr [citado 2021 abril 04]: [alrededor de 40 p.]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/340444478>
9. ecured.cu [Internet]. Historia de la radiología y su contribución a la odontología. c2019- [citado 2021 abril 04]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/index.php?title=Historia-de-la-radiologia/>
 10. García MC. Radiografía Panorámica Convencional y Digital. [tesis de doctorado]. [Facultad de Odontología (Salvador)]: Universidad de El Salvador; 2010. 115p.
 11. Velasco F. Impacto de la radiología digital en la dosis de referencia de la radiología intraoral española. [tesis de doctorado] [Departamento de Dermatología, Estomatología y Radiología y Medicina Física (España)]: Universidad de Murcia; 2015. 165p.
 12. Santos TS, et. al. El uso de la tomografía computarizada de haz volumétrico en Odontología. *Odontol. Clín. - Cient., Recife.* 2010;9(4):303-306.
 13. Nelson S, Ash M. Wheeler. Anatomía, Fisiología y Oclusión Dental. 8va ed. Madrid, España: Elsevier; 2004. 526p.
 14. Companioni F, Bachá Y. Anatomía aplicada a la estomatología. La Habana: Ecimed; 2012. 494p.
 15. Cantillo C, Lora D. Evaluación tomográfica de la sutura media palatina de pacientes atendidos en un centro radiográfico de la ciudad de Cartagena [trabajo de investigación]. [Posgrado de Ortodoncia (Colombia)]: Universidad de Cartagena; 2019. 67 p.
 16. Dunn M, Shapiro C. Anatomía dental y de cabeza y cuello. Interamericana; 1978. 139p.
 17. Delgado Ramos MB. Evaluación tomográfica de la madurez esquelética de estructuras anatómicas con aplicación en ortodoncia [tesis de doctorado]. [Campus de Excelencia Internacional (España)]: Universidad de Salamanca; 2020. 154p.
 18. Cantín M et al. Estudio Morfométrico de las Suturas Palatinas Humanas en Recién Nacidos, Infantes y Niños con Fines de



- Tratamiento por Distracción Osteogénica. *Int. J. Morphol.* 2013; 31(3): 1130-1136.
19. Camargo-Prada D, Olaya-Gamboa ER, Torres-Murillo, EA. Teorías del crecimiento craneofacial: una revisión de literatura. *UstaSalud.* 2017;16: 78-88.
20. Aguila FJ, Enlow DH. Crecimiento craneofacial. *Ortodoncia y Ortopedia. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica.* 179p.
21. Sepulveda JD. *Histología y Embriología.* México: Universidad Nacional Autónoma de México; 1980. 275p.
22. Sadler T.W. Langman. *Embriología médica.* 13^a ed. Barcelona: Wolters Kluwer; 2001. 395p.
23. DeAngelis V. *Embriología y desarrollo bucal.* *Ortodoncia.* México: Nueva Editorial Interamericana; 1978. 90p.
24. Pereira EG. Análisis radiográfico del grado de obliteración de la sutura palatina media como posible orientador en la estimación de la edad. *Diseño de estudio [tesis de especialidad]. [Facultad de Ciencias Humas. Departamento de Antropología (Bogotá)]: Universidad Nacional de Colombia; 2010. 73p.*
25. *Crecimiento y desarrollo craneofacial [base de datos en línea] Ortodoncia [fecha de acceso 14 de enero de 2018] URL disponible en: <http://articulos.sld.cu/ortodoncia/files/2009/12/crec-y-des-preg.pdf>*
26. Pellegrin V. Cambios dimensionales producidos por la expansión rápida maxilar en la vía aérea superior en niños de 7 a 11 años [tesis de maestría] [División de Estudios de Posgrado (México)]: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; 2017. 61p.
27. Björk A. Sutural growth of the upper face studied by the implantmethod. *Acta Odontol Scand* 1966; 24:109-27.
28. Angelieri F, Franchi L, Cevidanes L, McNamara J. Diagnostic performance of skeletal maturity for the assessment of midpalatal



- suture maturation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 148:1010-1016
29. Ríos LK. Relación entre los estadios de maduración ósea carpal y calcificación dentaria: en adolescentes de 9 a 15 años de edad atendidos en la Clínica de Postgrado de Ortodoncia de la UNMSM [tesis]. [Facultad de Odontología (Perú)]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2010. 133p.
30. Luna MAD y cols. Relación existente entre el tamaño y forma de las vértebras cervicales. *Revista Odontológica Mexicana* 2007;11 (3): 121-128
31. Morales EI y cols. Relación existente entre el tamaño y forma de las vértebras cervicales con los estadios de maduración ósea carpal. Parte II. *Revista Mexicana de Ortodoncia*. 2014; 2(1): 24-31
32. Baccetti, T., Franchi, L., & McNamara, J. A. (2005). The Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Optimal Treatment Timing in Dentofacial Orthopedics. *Seminars in Orthodontics*, 11(3), 119–129. doi:10.1053/j.sodo.2005.04.005
33. Katti G, Shahbaz S, Katti C, Sabyasachi Rahman M. Evaluation of Midpalatal Suture Ossification Using Cone-Beam Computed Tomography: A Digital Radiographic Study. *Acta Medica (Hradec Kralové)* 2020; 63(4): 188-193.
34. Melsen, B. Palatal growth studied on human autopsy material. *American Journal of Orthodontics*. 1975;68(1): 42-54. doi:10.1016/0002-9416(75)90158-x
35. Hernández G. Relación de los estadios de maduración de la sutura media palatina con la edad y el sexo en una población nayarita. [tesis de especialidad en Ortodoncia]. [Unidad Académica de Odontología (México)]: Universidad Autónoma de Nayarit; 2016. 66p.
36. Capuccio HR, Rabellino MI. Reconocimiento de las estructuras anatómicas normales del maxilar y de la mandíbula en las radiografías intraorales apicales retro alveolares. *Actas Odontológicas*. 2010; 3(2): 31-42.



37. Da Silva Filho OG, et al. Identificación anatómica de estructuras del maxilar mediante 2 métodos de diagnóstico. Radiografía y tomografía computarizada. Estudio comparativo. Rev Esp Ortod. 2005; 35: 55-68.
38. O'Brien R. Radiología Dental. Nueva Editorial Interamericana. 3ra ed. 1983. 258p.
39. Angelieri F et al. Midpalatal suture maturation: Classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2013 November; 144(5): 759–769. doi:10.1016/j.ajodo.2013.04.022
40. Puerta G. Expansión rápida maxilar. Informe de un caso. Colomb Med. 2001; 32 (3): 152-155.
41. Chileno BM. Cambios esqueléticos cefalométricos en la base craneal post expansión rápida del maxilar [tesis]. [Facultad de Odontología (Perú)]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2013. 117p.
42. Ulema GL, Locks A, Pereira J, Brunetto M. Analysis of rapid maxillary expansion using Cone- Beam Computed Tomography. Dental Press J Orthod. 2010; 15 (6): 107-112.
43. Imagen radiográfica de la apertura de la sutura media palatina. | Download Scientific Diagram (researchgate.net)