



Facultad de Ciencias de la Salud

Especialidad de Ortodoncia

Tema:

Evaluación tomográfica de la maduración de la sutura media palatina en adolescentes y adultos jóvenes ecuatorianos mediante el método de Angelieri.

Tesis para la obtención del título de “Especialista en ortodoncia”

Presentado por:

Ana Carolina Narvárez Verdezoto

Tutor:

Stalin Wladimir Tamami Tualombo

Quito, febrero 2026

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo realizar la evaluación tomográfica de la maduración de la sutura media palatina (SMP) en adolescentes y adultos jóvenes ecuatorianos con el método de Angelieri. Se realizó un estudio observacional transversal con 168 sujetos, agrupados por edad (12–14, 15–17, 18–20 y 21–25 años) y sexo. La maduración de la sutura media palatina se evaluó mediante tomografía cone beam, utilizando la clasificación de Angelieri en cinco etapas (A–E). Se aplicó Chi-cuadrado para analizar la relación entre maduración palatina y la edad. Posteriormente se calcularon las frecuencias y porcentajes de cada grupo respectivamente. Los resultados indicaron un predominio en las etapas A y B en los rangos etarios más jóvenes (12–14 años), una transición hacia la etapa C en la adolescencia tardía (15–17 y 18–20 años) y una frecuencia mayor de la etapa D en adultos jóvenes de 21 a 25 años. El análisis de Chi-cuadrado confirma que la edad influye significativamente en la maduración de la sutura ($p < 0.001$). Por lo tanto, se concluye que la maduración de la sutura media palatina progresa con la edad, incrementando su densidad ósea y mostrando influencia significativa del sexo.

Palabras clave: Sutura media palatina, Maduración ósea, Densidad ósea, Edad, Sexo.

Declaración de aceptación de norma ética y derechos

El presente documento se ajusta a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Declaro que el contenido del siguiente trabajo ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, la bibliografía está descrita. Autorizo a la Biblioteca para que tenga la disponibilidad y pueda ser pública su lectura en la Universidad. De igual manera doy mi completa autorización al uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta utilización.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

Nombre: Ana Carolina Narváez Verdezoto



Cédula: 1723134688

Dedicatoria

Este logro académico se lo quiero otorgar, en primer lugar, a Dios, ya que sin el nada de esto sería posible; a mi hijo Emiliano Segovia, quien ha sido el motor de mi vida, mi fuerza diaria y mi motivo para poder seguir adelante y superarme.

Gracias a mi esposo, Fernando Segovia, por haberme alentado y apoyado en cada momento en que todo parecía imposible, y por jamás soltarme. También quiero agradecer a mi madre Narcisa Verdezoto, por su motivación diaria, su ayuda cuando siempre la necesito, por ser mi mejor amiga y brindarme ese ejemplo de que una mujer lo puede lograr todo si se lo propone.

Agradezco a mi padre, Marcelo Narváez, por su amor, soporte y por haber confiado en mí. Agradezco a mis profesores, quienes con sus enseñanzas lograron sembrar una mente con mucho conocimiento, amor por la especialidad y sed de aprender más para ser una mejor profesional.

Ahora miro atrás y veo todo el camino que se recorrió y estoy agradecida por cada día en mi posgrado, por cada experiencia, por cada viaje y, sobre todo por haber encontrado grandes amigos y compañeros en el transcurso del camino.

Índice

Resumen	2
Declaración de aceptación de norma ética y derechos	3
Dedicatoria	4
Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
Capítulo 1. Marco referencial.....	12
Capítulo 2. Metodología.....	18
Capítulo 3. Resultados.....	23
Capítulo 4. Discusión	26
Conclusiones	29
Referencias	30

Índice de figuras

Figura 1. Dibujo esquemático y estadios de maduración de la sutura media palatina...	15
Figura 2. Interfaz de ajustes de visualización tomográfica CBCT mediante software Romexis 4.6.2.....	19
Figura 3. Ubicación de la sutura media palatina mediante ejes de referencia en CBCT.....	20
Figura 4. Clasificación de la SMP de la presente investigación.....	21
Figura 5. La distribución de las etapas de maduración de la sutura media palatina según la clasificación de Angelieri.....	25

Índice de tablas

Tabla 1. Recolección definitiva de datos tomográficos	22
Tabla 2. Relación morfológica de la sutura media palatina mediante la clasificación propuesta por Angelieri.....	23
Tabla 3. Relación entre la maduración de la sutura media palatina y los factores demográficos (edad).....	25

“Evaluación tomográfica de la maduración de la sutura media palatina en adolescentes y adultos jóvenes ecuatorianos mediante el método de Angelieri.

Autor Ana Carolina Narváez Verdezoto

Caritony_57@hotmail.com

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo realizar la evaluación tomográfica de la maduración de la sutura media palatina (SMP) en adolescentes y adultos jóvenes ecuatorianos con el método de Angelieri. Se realizó un estudio observacional transversal con 168 sujetos, agrupados por edad (12–14, 15–17, 18-20 y 21–25 años) y sexo. La maduración de la sutura media palatina se evaluó mediante tomografía cone beam, utilizando la clasificación de Angelieri en cinco etapas (A–E). Se aplicó Chi-cuadrado para analizar la relación entre maduración palatina y la edad. Posteriormente se calcularon las frecuencias y porcentajes de cada grupo respectivamente. Los resultados indicaron un predominio en las etapas A y B en los rangos etarios más jóvenes (12–14 años), una transición hacia la etapa C en la adolescencia tardía (15–17 y 18–20 años) y una frecuencia mayor de la etapa D en adultos jóvenes de 21 a 25 años. El análisis de Chi-cuadrado confirma que la edad influye significativamente en la maduración de la sutura ($p < 0.001$). Por lo tanto, se concluye que la maduración de la sutura media palatina progresa con la edad, incrementando su densidad ósea y mostrando influencia significativa del sexo.

Palabras clave: Sutura media palatina, Maduración ósea, Densidad ósea, Edad, Sexo.

Abstract

The objective of this research was to perform a tomographic evaluation of midpalatal suture maturation (SPM) in Ecuadorian adolescents and young adults using the Angelieri method. A cross-sectional observational study was conducted with 168 subjects, grouped by age (12–14, 15–17, 18–20, and 21–25 years) and sex. Midpalatal suture maturation was assessed using cone beam computed tomography, employing the Angelieri classification in five stages (A–E). The chi-square test was applied to analyze the relationship between palatal maturation and age. Subsequently, the frequencies and percentages for each group were calculated. The results indicated a predominance of stages A and B in the younger age groups (12–14 years), a transition to stage C in late adolescence (15–17 and 18–20 years), and a higher frequency of stage D in young adults aged 21–25 years. The chi-square analysis confirms that age significantly influences suture maturation ($p < 0.001$). Therefore, it is concluded that the maturation of the midpalatal suture progresses with age, increasing its bone density and showing a significant influence of sex.

Keywords: Midpalatine suture, Bone maturation, Bone density, Age, Sex.

Introducción

La sutura media palatina (SMP) es una unión craneal situada en la línea media del paladar óseo, entre las apófisis palatinas del maxilar y las láminas horizontales de los huesos palatinos (Farronato et al., 2011). Esta sutura desempeña un papel fundamental en el crecimiento y desarrollo transversal del maxilar, contribuyendo al adecuado desarrollo del tercio medio facial durante la infancia y la adolescencia. En el ámbito de la ortodoncia y la ortopedia dentofacial, la evaluación de la maduración de la sutura media palatina resulta de especial relevancia, ya que según el estadio de crecimiento del paciente y, el grado de maduración de la SMP se puede planificar de manera adecuada la indicación de una expansión o disyunción palatina. En pacientes con compresión maxilar, el conocimiento del estado de maduración sutural orienta la selección del tipo de tratamiento más apropiado y el momento óptimo de intervención, incrementando la predictibilidad y el éxito terapéutico (Villarroel et al., 2021).

En las niñas, la maduración tiende a ser más temprana, con la fusión completa alrededor de los 11 años, mientras que, en los niños, el proceso puede prolongarse hasta los 16 años. Se prevé que la SMP madure aún más a medida que las personas se acercan a la madurez, debido a su osificación progresiva con la edad (Villarroel et al., 2021). Sin embargo, la edad cronológica no es una medida fiable de la maduración de la SMP a lo largo del desarrollo de un individuo. Por lo tanto, la evaluación de la osificación de la SMP es crucial en individuos con restricción maxilar para determinar la terapia adecuada para la expansión palatina (Jiménez-Valdivia et al., 2019a; Sayar & Kılınc, 2019).

Según Soto et al. (2022) quienes evaluaron la maduración de la sutura media palatina usando CBCT y el método de Angelieri (etapas A-E, se evidenció que la etapa C fue la más frecuente, con un 43 %, seguida de las etapas E (33 %) y D (22 %). Los autores señalaron que aproximadamente el 45 % de los sujetos evaluados presentó un estadio sutural compatible

con la indicación de expansión palatina, mientras que los estadios más avanzados requirieron procedimientos de disyunción palatina asistida o alternativas quirúrgicas, en función del grado de maduración sutural observado. Si bien la literatura proporciona evidencia sobre el comportamiento de maduración de la SMP, la diversidad de comunidades étnicas genera variabilidad, y se carece de datos sobre los niveles de maduración previstos en pacientes (Isfeld et al., 2017). Por lo tanto, el nivel de maduración de la SMP representa un problema en la planificación del tratamiento y la obtención de resultados en la expansión maxilar, especialmente en pacientes adolescentes y adultos jóvenes (Abdelkarim, 2019).

En la actualidad no existen investigaciones exhaustivas a nivel nacional que describan las tendencias de desarrollo de la sutura media palatina en adolescentes y adultos jóvenes ecuatorianos (Simbaña García et al., 2021). Esta escasez de investigación dificulta la formulación de recomendaciones clínicas basadas en datos locales, esto puede resultar en imprecisiones diagnósticas lo que conlleva tratamientos mal ejecutados (Yi et al., 2020).

Sayar y Kılınç, (2019) establecen que los recientes avances en imágenes 3D han permitido una evaluación más completa del desarrollo de la estructura craneofacial sin la interferencia de otras características anatómicas (Abo & Hadad, 2018). En 2013, Angelieri et al. introdujeron una técnica para evaluar la morfología de maduración de la SMP mediante CBCT, basada en su nivel de osificación. Esta técnica permite realizar una evaluación individual de la SMP mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) para proporcionar datos clínicos más fiables (Cabello-Soto et al., 2022). Este enfoque se utiliza ampliamente en diversas poblaciones; sin embargo, la investigación sobre su relevancia para la población ecuatoriana es escasa. La ausencia de datos detallados sobre las tendencias de desarrollo en adolescentes y jóvenes ecuatorianos dificulta la implementación de terapias personalizadas e intervenciones terapéuticas precisas (Villaruel et al., 2021). Por lo tanto, los exámenes tomográficos de este tipo son cada vez más cruciales, ya que la decisión de

optar por una intervención quirúrgica o un tratamiento de ortodoncia depende significativamente de la madurez de la sutura media palatina.

En este sentido, el objetivo del presente estudio fue realizar una evaluación tomográfica de la maduración de la sutura media palatina en una cohorte de 168 adolescentes y adultos jóvenes ecuatorianos, mediante la clasificación morfológica propuesta por Angelieri. De manera específica, se buscó determinar la distribución de las etapas de maduración sutural según rangos etarios, analizar la relación entre la maduración de la sutura media palatina y la edad, y describir la distribución de las etapas de maduración sutural según el sexo de los individuos evaluados.

Capítulo 1. Marco referencial

La sutura media palatina se encuentra en el paladar duro, dividiendo este en dos mitades: la derecha y la izquierda. Está compuesta por cuatro huesos: dos maxilares y dos palatinos, los cuales se unen a través de la SMP, que es una conexión fibrosa crucial para el desarrollo del paladar y la correcta alineación de los huesos faciales. Junto con la sutura palatina transversal, que separa el maxilar del hueso palatino, estas suturas son sitios de crecimiento que permiten que los huesos se desarrollen, mantengan su forma y se relacionen adecuadamente con los demás huesos faciales. La SMP es particularmente importante ya que, al ser una sindesmosis, tiene una banda de tejido conectivo que permite la flexibilidad y crecimiento óseo en esta zona (Takenouchi et al., 2014; Chilamkurthy et al., 2018).

El desarrollo de la sutura palatina media comienza en la sexta semana de gestación, cuando los procesos palatinos laterales se originan en la superficie interna de los procesos maxilares. Inicialmente en orientación vertical, estos procesos cambian hacia una posición horizontal, completando la formación del paladar secundario en la séptima semana. A medida que el dorso de la lengua se retrae y se alinea con el tabique nasal, se inicia la formación del

paladar principal, que albergará los incisivos superiores, derivando del proceso palatino medio y los procesos palatinos laterales (Cabello-Soto et al., 2022; Grünheid et al., 2017).

A medida que el desarrollo posnatal avanza, la sutura media palatina experimenta una maduración gradual en tres etapas bien definidas, que corresponden a las fases infantil, juvenil y adolescente. Durante la etapa infantil, la sutura palatina media es amplia y presenta una forma de "Y", con el hueso vómer colocado en un surco en forma de "V" entre las dos mitades del maxilar. En la etapa juvenil, la sutura se vuelve más ondulada, mientras que, en la adolescencia, se caracteriza por un curso tortuoso con interdigitaciones más prominentes (Suzuki et al., 2016).

La osificación de la sutura media palatina es un proceso gradual que comienza con la aparición de espículas óseas desde los bordes de la sutura. A medida que estas espículas se desarrollan, surgen islotes de tejido acelular y parcialmente calcificado en la zona central de la sutura. Con el tiempo, el número de espículas aumenta, lo que lleva a la formación de regiones festoneadas y la intensificación de la interdigitación entre los huesos del maxilar. Este proceso avanza principalmente en dirección posterior a anterior, comenzando por la parte posterior de la sutura y extendiéndose hacia la parte anterior, lo que refleja la naturaleza secuencial del desarrollo de la osificación (Angelier et al., 2013).

El avance de la fusión de la sutura media palatina está influenciado por diversos factores, entre ellos la edad y el sexo. Se ha demostrado que la sutura media palatina muestra una mayor maduración a medida que los individuos se acercan a la edad adulta. Estudios han revelado que, en adultos jóvenes y personas mayores, la sutura puede permanecer parcialmente abierta, lo que refleja la variabilidad en su proceso de osificación. En cuanto al sexo, algunas investigaciones sugieren que los hombres pueden tener una mayor tendencia a la fusión de la sutura que las mujeres, aunque los estudios no siempre muestran diferencias significativas (Shayani et al., 2023).

La fusión de la sutura media palatina es un proceso crucial en el desarrollo craneofacial, ya que marca el fin de la expansión sutural del maxilar durante la adolescencia. Este proceso de cierre, que típicamente comienza entre los 12 y los 15 años, avanza de manera anteroposterior. Sin embargo, existen casos documentados de suturas parcialmente abiertas en adultos jóvenes, lo que plantea desafíos terapéuticos. La variabilidad en la madurez de la sutura es significativa, ya que la expansión rápida maxilar (ERM) o expansión palatina rápida asistida quirúrgicamente (EPRA) deben ser seleccionadas cuidadosamente según el estado de la sutura (Omi & Mishina, 2020; Ilahi et al., 2023).

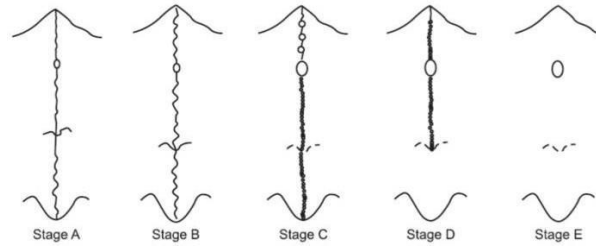
El Método de Angelieri es una técnica utilizada para evaluar la maduración de la sutura media palatina a través de imágenes obtenidas por tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). Este enfoque permite observar de manera precisa el crecimiento y la osificación de la sutura, facilitando la clasificación en varias fases de maduración. El método tiene un valor clínico significativo, ya que contribuye a la toma de decisiones en ortodoncia y cirugía maxilofacial, ya que permite evaluar con mayor exactitud el grado de osificación de la sutura para elegir el tratamiento adecuado (Al-Rekabi et al., 2017).

El proceso de evaluación de la SMP según el enfoque de Angelieri se clasifica en cinco etapas clave de maduración (Figura 1), que van desde la fase A, en la que la sutura está completamente abierta, hasta la fase E, cuando la sutura está completamente fusionada. En la fase A, la sutura aparece como una línea recta de alta densidad continua sin evidencia de osificación, lo que indica que el hueso no ha comenzado a fusionarse. En la fase B, se observan pequeños nódulos o roturas en la línea de alta densidad, lo que señala el inicio de la osificación parcial. A medida que la sutura avanza hacia la fase C, se observan dos líneas paralelas onduladas de alta densidad que interrumpen la línea, con espacios de menor densidad, pero también se mantienen segmentos abiertos, mostrando un estadio intermedio de osificación. En la fase D, la fusión se ha completado en el hueso palatino, sin evidencia

visible de la sutura en esa región, en la fase E, la sutura se ha fusionado completamente en el hueso maxilar, sin ninguna visualización de la línea sutural (Angelieri et al., 2013).

Figura 1

Dibujo esquemático y estadios de maduración de la sutura media palatina.



Nota. Reproducido de Angelieri et al. (2013).

A medida que avanzan los estudios sobre la maduración de la sutura media palatina, se ha establecido que estas fases de desarrollo pueden observarse claramente en tomografía computarizada de haz cónico, lo que permite una visualización precisa de la osificación. Este avance ha facilitado la clasificación detallada de la sutura a través de cortes sagitales y coronales, que muestran cómo la sutura se va modificando con el tiempo. Este sistema proporciona un marco útil para que los profesionales puedan predecir la madurez esquelética y planificar tratamientos ortopédicos más efectivos (Cabello-Soto et al., 2022).

La evaluación morfológica en CBCT juega un papel fundamental en la precisión del diagnóstico del método de Angelieri. Los criterios morfológicos clave incluyen la presencia o ausencia de una línea de alta densidad a lo largo de la sutura, la distribución y tamaño de las interdigitaciones, y la existencia de rupturas o interrupciones en la línea sutural, que son indicativos de la osificación parcial o avanzada de la sutura. Los patrones de osificación, que pueden ser segmentados o continuos, son cruciales para determinar la etapa de desarrollo de la sutura y, en última instancia, para la planificación del tratamiento ortodóncico o quirúrgico.

Además, la visualización tridimensional en CBCT permite una evaluación más completa y precisa del proceso de fusión del paladar, facilitando la identificación de las

suturas y su grado de madurez en diferentes niveles (Guest et al., 2010; Takenouchi et al., 2014).

Para garantizar la efectividad del método de Angelieri, es crucial que el enfoque sea validado científicamente en cuanto a su repetibilidad y fiabilidad. Se han realizado numerosos estudios que evalúan la consistencia intra e interobservador en la categorización de las etapas de la sutura, con resultados generalmente favorables. El coeficiente kappa, una prueba estadística que mide la concordancia entre los observadores, ha demostrado que el método tiene una alta fiabilidad, con valores superiores a 0.80, lo que indica que el método es altamente reproducible. Esto significa que diferentes profesionales pueden utilizar el mismo enfoque con resultados consistentes, lo que aumenta la confianza en la aplicación clínica del método (Shayani et al., 2022).

Una de las principales ventajas del método de Angelieri es que no es invasivo y permite obtener imágenes detalladas a través de CBCT, facilitando la evaluación de la maduración de la SMP sin necesidad de procedimientos agresivos. Este enfoque también es reproducible, lo que significa que los clínicos entrenados pueden utilizarlo con precisión para planificar tratamientos ortopédicos, reduciendo el riesgo de fracaso en pacientes adolescentes y adultos jóvenes. Además, el método ofrece la ventaja de proporcionar información precisa sobre el sitio exacto de osificación de la SMP, lo que permite una mejor planificación de una disyunción palatina asistida quirúrgicamente. Sin embargo, uno de los inconvenientes más importantes del método es la falta de un estándar de oro que valide completamente la morfología imagenológica de la SMP propuesta, ya que las etapas de osificación se basan en una comparación teórica con estudios histológicos previos. Esta comparación teórica puede ser incompatible, ya que no se ha realizado un estudio experimental que respalde de manera definitiva esta relación (Angelier et al., 2013; Milani et al., 2025).

Entre las desventajas adicionales del método se encuentra la necesidad de un entrenamiento especializado para los clínicos, ya que la correcta interpretación de las imágenes requiere experiencia. Además, la resolución espacial del examen de CBCT depende de la elección adecuada del tamaño del vóxel, lo que puede influir en la calidad de las imágenes y la interpretación de las etapas de maduración de la SMP. A pesar de estas limitaciones, el enfoque sigue siendo una herramienta valiosa en la práctica clínica, especialmente cuando se utiliza correctamente para pacientes que requieren una evaluación detallada del desarrollo de la sutura media palatina (Barbosa et al., 2019; Isfeld et al., 2017; Isfeld et al., 2019).

El objetivo principal de la ortodoncia es lograr una adecuada oclusión, lo que mejora la función masticatoria, la estética facial y la salud bucal general, uno de los tratamientos más comunes en ortodoncia para corregir el déficit maxilar transversal es la expansión rápida del maxilar (ERM) (Rinkoff & Adlard, 2023). Este método ortopédico se utiliza principalmente en pacientes en crecimiento, ya que resulta más efectivo cuando la sutura media palatina no se ha fusionado completamente. Este tratamiento no solo corrige la discrepancia transversal, sino que también puede mejorar la respiración nasal al aumentar el volumen de la vía aérea superior. Aunque la ERM es muy eficaz en niños de entre 6 y 14 años, su efectividad disminuye en adultos, ya que la sutura palatina en estos pacientes ya está completamente fusionada, lo que limita la capacidad de expansión (Meade & Weir, 2023).

Para pacientes en los que la expansión palatina rápida ya no es efectiva debido a la fusión de la sutura palatina, la expansión palatina asistida por microtornillos (MARPE) es una excelente opción. Este método, que se utiliza en adolescentes mayores y adultos jóvenes, combina un expansor palatino con microtornillos o miniimplantes que se colocan directamente en el hueso maxilar. La técnica MARPE permite una expansión completa del maxilar sin la necesidad de cirugía invasiva, siendo especialmente eficaz para corregir defectos transversales

moderados a severos. La ventaja de esta técnica es que puede realizarse sin recurrir a la cirugía ortognática, lo que la convierte en una opción menos invasiva y más accesible para pacientes adultos. Además, esta técnica mejora el flujo aéreo nasal, lo que resulta en beneficios funcionales además de los estéticos (Ciavarella et al., 2024; Georgi et al., 2024).

Capítulo 2. Metodología

Esta investigación fue observacional, descriptiva y transversal aprobada por el Comité de Ética de la Universidad de Los Hemisferios, el presente estudio buscó evaluar el desarrollo de la sutura media palatina en una cohorte de adolescentes y adultos jóvenes ecuatorianos mediante imágenes tomográficas CBCT y la técnica de Angelieri. La población estuvo conformada por adolescentes y adultos jóvenes ecuatorianos, de 12 a 25 años de edad, que han sido atendidos en clínicas odontológicas de la Universidad de Los Hemisferios. La muestra se obtuvo mediante un muestreo por conveniencia. Inicialmente se evaluaron 350 tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT). Posteriormente, tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión establecidos, la muestra final quedó conformada por 168 tomografías que cumplieron con todos los requisitos del estudio.

Dentro de los criterios de inclusión para el presente trabajo se consideró a pacientes con edades entre 12 y 25 años. Además, se consideró las tomografías con calidad óptima para la visualización de la sutura media palatina. Así como a pacientes ecuatorianos, con datos demográficos registrados. Por otra parte, dentro de los criterios de exclusión en el estudio se apartó tomografías de pacientes con antecedentes de cirugía ortognática o tratamientos maxilofaciales previos que alteren la estructura de la sutura, tomografías con mala calidad de imagen. Asimismo, se apartaron tomografías de pacientes con antecedentes de tratamiento de ortodoncia, labio y paladar hendido, y afecciones sindrómicas.

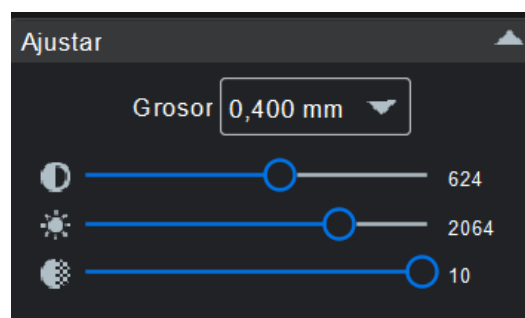
Para garantizar mayor precisión con respecto a la visualización de la SMP y estandarización del análisis tomográfico, la investigadora principal recibió capacitación por

parte de la Dra. Yolanda Guerra, radióloga dentomaxilofacial y Directora del Centro radiológico Orion Group S.A., respecto a los criterios de orientación multiplanar y parámetros de evaluación. Posteriormente, la investigadora principal replicó de manera estandarizada el protocolo establecido y capacitó a las dos evaluadoras externas responsables del análisis del presente estudio, con el fin de asegurar la correcta aplicación de los parámetros de evaluación durante la investigación.

Las imágenes tomográficas empleadas en este estudio fueron obtenidas del banco de tomografías de la Universidad de Los Hemisferios. Las imágenes en formato DICOM se adquirieron con Planmeca Promax 3D Mid (120 kV, 6 mA, ~9 s, FOV 20×17.3 cm, vóxel 0,4 mm), en el software Romexis 4.6.2. Se estableció un grosor de corte fijo 0,4mm y un valor de nitidez de 10 para todas las tomografías analizadas. Los parámetros de brillo y contraste se ajustaron individualmente cuando fue necesario optimizar la visualización de la sutura media palatina (Figura 2).

Figura 2

Interfaz de ajustes de visualización tomográfica CBCT mediante software Romexis 4.6.2.

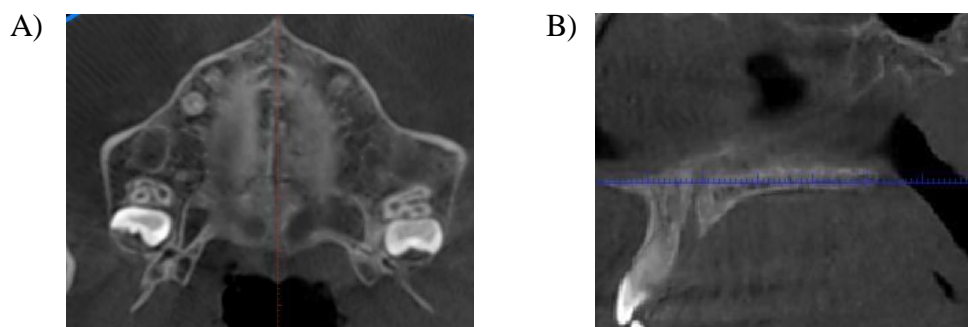


Nota. El grosor de corte se mantuvo fijo en 0,4mm y la nitidez en 10; los valores de brillo y contraste fueron ajustados individualmente según las características de cada imagen.

Las exploraciones fueron previamente realizadas por motivos clínicos. Posteriormente se anonimizaron para evitar sesgos y se orientaron siguiendo el protocolo descrito por Angelieri et al. La sutura media palatina se ubicó utilizando ejes de referencia; en el corte axial se posicionó el eje sagital (línea roja vertical) entre espina nasal anterior y posterior (Figura 3A); mientras que, en el plano sagital, se ubicó el eje axial (línea azul horizontal) entre las mismas referencias anatómicas (Figura 3B). Una vez localizada la sutura, se utilizó el corte axial para realizar un barrido cráneo-caudal con el fin de identificar con mayor precisión la sutura media palatina para su posterior clasificación.

Figura 3

Ubicación de la sutura media palatina mediante ejes de referencia en CBCT. (A) Vista axial con posicionamiento del eje sagital (línea roja vertical). (B) Vista sagital con posicionamiento del eje axial (línea azul horizontal).



Nota. Elaboración propia.

La estandarización fue realizada por las dos evaluadoras radiólogas expertas la Dra. Nathaly Collantes y la Dra. Fabiola Larriva. Para la visualización de las 168 tomografías (n=168), se programó la evaluación de 33 tomografías diarias durante cuatro días y 36 tomografías el quinto día, con objetivo de evitar el cansancio visual. La Dra. Nathaly Collantes realizaba su análisis diariamente a las 09:00, mientras que la Dra. Fabiola Larriva

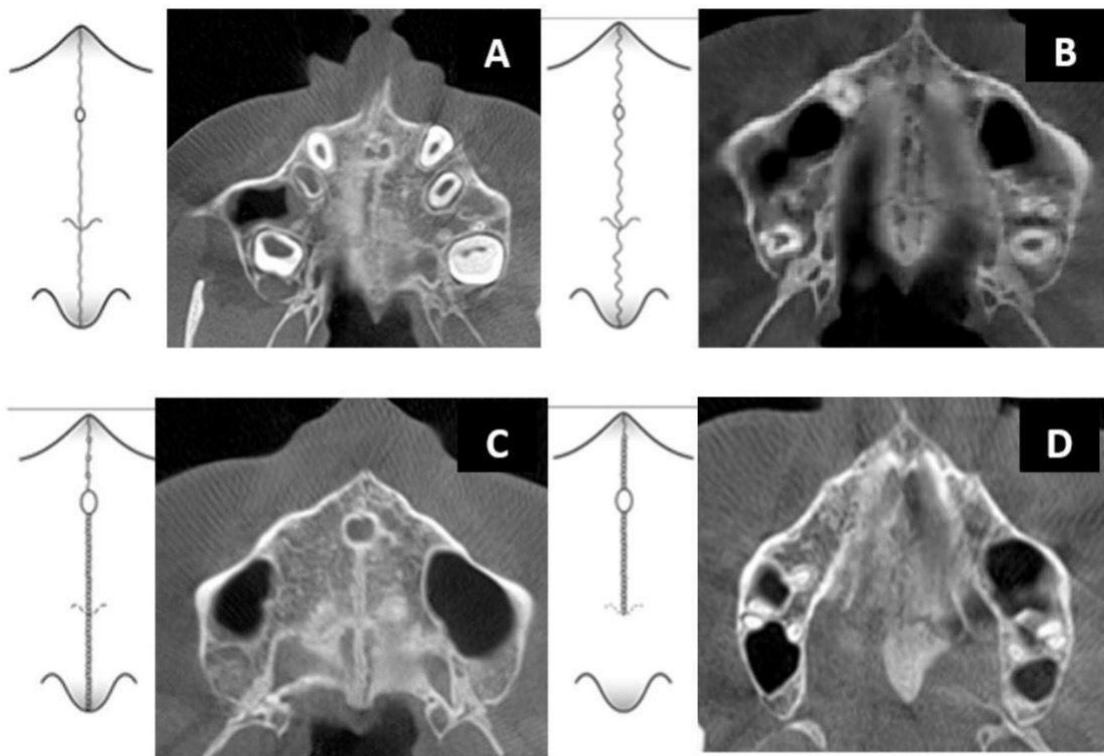
iniciaba su evaluación a las 11:00. Ambas trabajaron en un ambiente controlado, en un cuarto oscuro, con luces apagadas y cortinas cerradas.

Las evaluaciones se realizaron de forma anónima. Las dos evaluadoras externas analizaron únicamente las imágenes tomográficas sin acceso a información demográfica como edad o sexo, con el fin de evitar posibles sesgos en la clasificación morfológica de la sutura media palatina. La investigadora principal fue la única responsable de la codificación de los casos y del resguardo de las variables demográficas.

Los estadios de maduración de la sutura media palatina fueron determinados por las evaluadoras según la clasificación propuesta por Angelieri et al. (2013), como se muestra en la Figura 4.

Figura 4

Clasificación de la SMP de la presente investigación



Nota. Adaptado de Angelieri et al. (2013) y tomografías del presente estudio.

Una vez finalizada la observación individual, se procedió a comparar los resultados obtenidos por ambas evaluadoras. Se identificaron discordancias en la clasificación de 25 tomografías, lo que representó aproximadamente el 15% del total de las 168 imágenes analizadas.

Ante esta situación, ambas evaluadoras realizaron una nueva observación conjunta de las tomografías con inconsistencia, con el fin de establecer una clasificación definitiva.

Finalmente, los datos fueron recolectados y organizados en una tabla de Excel, que incluyó las variables sexo, edad y clasificación sutural, como se muestra en la Tabla 1, para posteriormente ser enviados al área de estadística para su análisis correspondiente.

Tabla 1

Recolección definitiva de datos tomográficos.

Sexo	edad	Etapa de sutu	A	B	C	D	E	total
Femenino	12	A A A B A A	5	1				6
Masculino	12	A A A A A A	6	0				6
Femenino	13	A B A B B A	3	3				6
Masculino	13	A A B A A B	4	2				6
Femenino	14	B B B B B B	0	6				6
Masculino	14	A A B B B A	3	3				6
Femenino	15	B B B B B B		6				6
Masculino	15	B B B B B B	6					6
Femenino	16	C B C D D C			1	3	2	6
Masculino	16	C B D C C B			2	3	1	6
Femenino	17	C C B C B C			2	4		6
Masculino	17	C C C B C C			1	5		6
Femenino	18	B B C C B B			4	2		6
Masculino	18	B C B C B C			3	3		6
Femenino	19	C B C B C C			2	4		6
Masculino	19	C C C C C C				6		6
Femenino	20	C D C D C C				4	2	6
Masculino	20	C C C C D C				5	1	6
Femenino	21	D D D C C D				2	4	6
Masculino	21	D D D C C C				3	3	6
Femenino	22	C D C D D D				2	4	6
Masculino	22	D D D C C D				2	4	6
Femenino	23	C C D D D D				2	4	6
Masculino	23	C C C C D D				4	2	6
Femenino	24	C D C C C D				4	2	6
Masculino	24	D C D C D D				2	4	6
Femenino	25	C C C D D C				4	2	6
Masculino	25	C D C D D C				3	3	6
								168

Nota. Elaboración propia.

Para el análisis estadístico se utilizó un programa estadístico como SPSS, con el cual se procesaron los datos obtenidos. Se realizó un análisis descriptivo para determinar la frecuencia y distribución de las fases de maduración de la sutura media palatina. Asimismo, se utilizaron pruebas estadísticas como chi-cuadrado, para determinar si existe una relación entre la maduración de la sutura y factores demográficos como la edad.

Capítulo 3. Resultados

Tabla 2

Evaluación morfológica de la sutura media palatina mediante la clasificación propuesta por Angelieri.

Etapa	12–14 años		15–17 años		18–20 años		21–25 años		Total
	M (%)	F (%)	M (%)	F (%)	M (%)	F (%)	M (%)	F (%)	
A	13(7,74)	8(4,76)	6(3,57)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0(0,0)	27(17,07)
B	5(2,98)	10(5,95)	3(1,79)	9(5,36)	3(1,79)	6(3,57)	0 (0,0)	0(0,0)	36(21,43)
C	0 (0,0)	0 (0,0)	8(4,76)	7(4,17)	14(8,33)	10(5,95)	14(8,33)	14(8,33)	67(39,88)
D	0 (0,0)	0 (0,0)	1(0,60)	2(1,19)	1(0,60)	2(1,19)	16(9,52)	16(9,52)	38(22,62)
E	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Total									168(100%)

Nota. Elaboración propia.

La Tabla 2 presenta la evaluación morfológica de la sutura media palatina, realizada mediante la clasificación propuesta por Angelieri, estratificada por sexo y por rangos etarios (12–14, 15–17, 18–20 y 21–25 años), en una muestra total de 168 tomografías (100 %). La distribución de los estadios evidencia una variación progresiva de la morfología sutural en relación con la edad, con cambios cuantitativos definidos en la frecuencia y el porcentaje de cada etapa. En el rango etario de 12 a 14 años, se registraron 27 casos (17,07 %) correspondientes al estadio A y 15 casos (8,93 %) al estadio B, concentrándose en este grupo la totalidad de los estadios iniciales.

El estadio A fue más frecuente en el sexo masculino (13 casos; 7,74 %) que en el femenino (8 casos; 4,76 %), mientras que el estadio B mostró mayor frecuencia en el sexo femenino (10 casos; 5,95 %) en comparación con el masculino (5 casos; 2,98 %). En este rango no se observaron estadios C, D ni E.

En el grupo de 15 a 17 años, el estadio A presenta 6 casos (3,57 %), todos correspondientes al sexo masculino, mientras que el estadio B registra 12 casos (7,15 %), con mayor frecuencia en el sexo femenino (9 casos; 5,36 %) respecto al masculino (3 casos; 1,79 %). En este rango apareció por primera vez el estadio C, con 15 casos (8,93 %) distribuidos de forma similar entre hombres (8 casos; 4,76 %) y mujeres (7 casos; 4,17 %). Asimismo, se identifican 3 casos (1,79 %) correspondientes al estadio D, evidenciando el inicio de cambios morfológicos avanzados en la sutura media palatina.

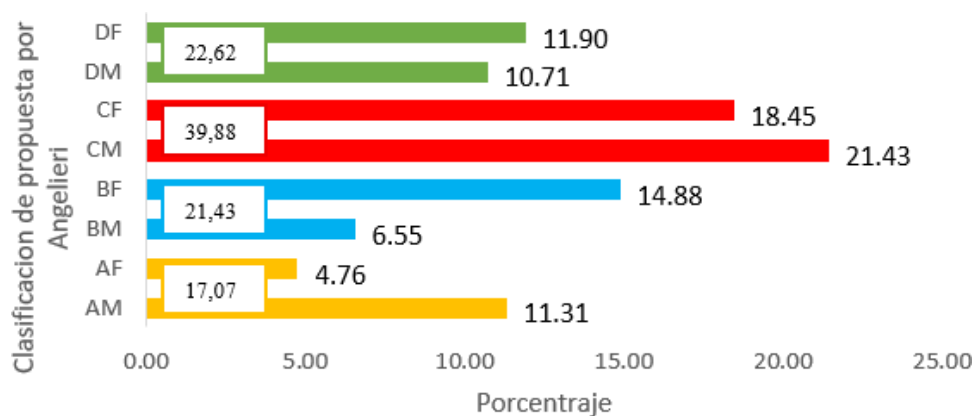
En el rango de 18 a 20 años, el estadio C fue el predominante, con 24 casos (14,28 %), observándose una mayor frecuencia en el sexo masculino (14 casos; 8,33 %) que en el femenino (10 casos; 5,95 %). El estadio B estuvo representado por 9 casos (5,36 %), mientras que el estadio D se presenta en 3 casos (1,79 %). En este grupo no se registran casos correspondientes al estadio A ni al estadio E.

En el rango de 21 a 25 años, se evidencia un predominio de los estadios avanzados, con 28 casos (16,66 %) correspondientes al estadio C y 32 casos (19,04 %) al estadio D, ambos con distribución equitativa entre sexos (14 casos; 8,33 % para cada sexo en el estadio C y 16 casos; 9,52 % para cada sexo en el estadio D). En este rango no se identificaron estadios A ni B. De manera global, el estadio C es el más frecuente en la muestra total, con 67 casos (39,88 %), seguido por el estadio D con 38 casos (22,62 %), el estadio B con 36 casos (21,43 %) y el estadio A con 27 casos (17,07 %). El estadio E no se observa en ninguno de los rangos etarios evaluados. En conjunto, los resultados evidencian una modificación progresiva de la morfología de la sutura media palatina conforme aumenta la edad, con una

transición desde patrones morfológicos inmaduros a patrones de transición y fusión parcial, de acuerdo con la clasificación morfológica propuesta por Angelieri (Ver Figura 5).

Figura 5

La distribución de las etapas de maduración de la sutura media palatina según la clasificación de Angelieri. F(femenino) y M (masculino).



Análisis estadístico

Tabla 3

Relación entre la maduración de la sutura media palatina y los factores demográficos (edad).

Prueba estadística	Tamaño muestral (n)	χ^2	Grados de libertad (gl)	de Valor p	Nivel de significancia (α)
Chi-cuadrado de independencia	168	108.47	9	.001	.05

Nota. La prueba de chi-cuadrado evaluó la relación entre la edad y la maduración de la sutura media palatina.

Se realizó la prueba de chi-cuadrado para muestras independientes, dando como resultado un valor de $\chi^2 = 108.47$ con 9 grados de libertad y un valor de ($p < 0.001$) lo que

indica que existen diferencias altamente significativas. Estos resultados muestran que la distribución de las etapas suturales no fue independiente de la edad, observándose una progresión clara desde etapas iniciales (A y B) en los grupos etarios más jóvenes hacia etapas avanzadas (C y D) en los grupos de mayor edad. Lo que indica que la que la edad influyó significativamente en la progresión morfológica de la sutura media palatina según la clasificación de Angelieri.

Capítulo 4. Discusión

En este estudio, la predominancia del estadio C de maduración de la sutura media palatina observada en la población evaluada sugiere que una proporción importante de adolescentes tardíos y adultos jóvenes ecuatorianos presenta un estado de maduración sutural intermedio, caracterizado por una fusión parcial. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Angelieri et al. (2013), quienes señalan que el estadio C puede persistir incluso después del pico de crecimiento puberal, evidenciando que la edad cronológica no siempre refleja de manera precisa el estado biológico de la sutura media palatina.

Asimismo, el predominio del estadio C en los rangos etarios de 18 a 25 años coincide con los hallazgos de Soto et al. (2022) y Villarroel et al. (2021), quienes destacaron la presencia de suturas parcialmente fusionadas en adolescentes tardíos y adultos jóvenes evaluados mediante CBCT. Desde el punto de vista clínico, estos resultados refuerzan la importancia de una evaluación tomográfica individualizada, ya que permiten identificar sujetos potenciales candidatos a procedimientos de disyunción maxilar no quirúrgicas, evitando decisiones terapéuticas basadas exclusivamente en la edad cronológica y reduciendo la indicación innecesaria de tratamientos asistidos quirúrgicamente.

La ausencia del estadio E en toda la muestra refuerza la idea de que la fusión completa de la SMP no es un evento universal en adultos jóvenes, coincidiendo con lo

descrito originalmente por Angelieri et al. (2013), quienes enfatizaron que la maduración sutural no sigue un patrón uniforme y depende de múltiples factores biológicos.

Al analizar la distribución por edad, se observó que los estadios A y B se concentraron principalmente en los grupos de 12–14 y 15–17 años, mientras que los estadios C y D predominaron progresivamente en los grupos de 18–20 y 21–25 años. Este patrón es coherente con la secuencia de maduración descrita por Angelieri, donde las etapas iniciales (A y B) corresponden a una sutura abierta, seguida por una fase de interdigitación parcial (C) y posteriormente una fusión avanzada (D y E). Sin embargo, la persistencia del estadio C en adultos jóvenes pone de manifiesto que la edad cronológica, por sí sola, no es un indicador confiable del estado real de la sutura.

En cuanto al sexo, si bien se observó una ligera tendencia hacia una maduración más temprana en mujeres en algunos rangos etarios, particularmente en la adolescencia, en los grupos de mayor edad (21–25 años) tanto hombres como mujeres mostraron una distribución similar en estadios avanzados (C y D). Esto sugiere que, en la población ecuatoriana estudiada, las diferencias sexuales en la maduración de la SMP tienden a atenuarse en la adultez joven, apoyando la necesidad de una evaluación individualizada más allá del sexo del paciente (Astudillo et al., 2020; Ciavarella et al., 2024).

Estos hallazgos difieren parcialmente de lo reportado por Festa et al. (2024), quienes observaron una mayor prevalencia del estadio D en individuos de 18 a 20 años y una transición más marcada hacia el estadio E en sujetos de mayor edad, además de una maduración más avanzada en mujeres. Las discrepancias podrían atribuirse a diferencias poblacionales, metodológicas o genéticas, lo que refuerza la importancia de desarrollar estudios específicos para cada población (Naroda et al., 2020; Cabello-Soto et al., 2022).

En el contexto latinoamericano, estudios como el de Shayani et al. (2023), realizado en población chilena, reportaron una alta prevalencia de los estadios D y E, aunque también

destacaron una considerable variabilidad individual. De manera similar, Ladewig et al. (2018), señalaron que en adultos jóvenes los estadios C, D y E concentraron la mayoría de los casos, con predominio del estadio C, particularmente en varones. Por su parte, Tonello et al. (2017), al evaluar individuos más jóvenes, identificaron al estadio C como el más frecuente y una mayor presencia de estadios inmaduros en varones, lo que concuerda con los resultados del presente estudio respecto a la maduración más temprana en mujeres y a la limitada utilidad de la edad cronológica como único predictor del estado de maduración sutural.

Los hallazgos de Jiménez-Valdivia et al. (2019), quienes reportaron que aproximadamente un 20 % de postadolescentes y adultos jóvenes aún presentan la sutura abierta, también coinciden con nuestros resultados, ya que una proporción no despreciable de la muestra se mantuvo en estadios intermedios. Asimismo, Villarroel et al. (2021) mostraron que la etapa C fue la más frecuente en sujetos de 15 a 30 años, con una transición gradual hacia estadios D y E en edades mayores, lo que refuerza la idea de que existe una ventana terapéutica potencial para expansión no quirúrgica incluso en adultos jóvenes.

Finalmente, estudios como los de Reis et al. (2020) y Angelieri et al. (2017), en poblaciones adultas confirman que, aunque existe una tendencia general hacia una mayor fusión con la edad, la correlación entre edad cronológica y estadio de maduración es débil. Esto respalda los hallazgos del presente estudio y subraya la necesidad de utilizar CBCT como herramienta diagnóstica indispensable para evaluar la morfología de la sutura media palatina de forma individualizada (Abate et al., 2023; Yang et al., 2025; Cárdenas et al., 2024). En conjunto, la evidencia obtenida en la población ecuatoriana analizada indica que la maduración de la sutura media palatina constituye un proceso altamente variable, influenciado por la edad y el sexo, pero no determinado exclusivamente por estos factores. Esta variabilidad refuerza la noción de que la edad cronológica, por sí sola, no representa un

criterio fiable para inferir el estado de maduración sutural. En este contexto, la planificación del tratamiento ortodóncico debe sustentarse en una evaluación tomográfica individualizada mediante CBCT, con el fin de optimizar la selección terapéutica y evitar decisiones clínicas basadas únicamente en parámetros cronológicos.

Conclusiones

La evaluación morfológica de la sutura media palatina mediante tomografía y la clasificación propuesta por Angelieri permitió identificar un patrón progresivo de maduración asociado a la edad, observándose un predominio de las etapas A y B en los rangos etarios más jóvenes (12–14 años), una transición hacia la etapa C en la adolescencia tardía (15–17 y 18–20 años) y una frecuencia mayor de la etapa D en adultos jóvenes de 21 a 25 años.

El análisis estadístico evidenció una relación estadísticamente significativa entre la edad y la maduración de la sutura media palatina ($p < 0.001$), con un tamaño del efecto moderado a alto, lo que indicó que la edad influyó de manera relevante en la progresión morfológica sutural, confirmando la utilidad del método de Angelieri como herramienta confiable para la evaluación del estado de maduración en población ecuatoriana adolescente y adulta joven.

La ausencia del estadio E en todos los rangos etarios analizados sugirió que, en la muestra estudiada, no se alcanzó una fusión completa de la sutura media palatina, lo que reforzó la necesidad de realizar una evaluación tomográfica individualizada previa a la toma de decisiones terapéuticas en ortodoncia y ortopedia maxilar, especialmente en adolescentes tardíos y adultos jóvenes.

Referencias

- Abdelkarim, A. (2019). Cone-beam computed tomography in orthodontics. *Dentistry Journal*, 7(3). <https://doi.org/10.3390/DJ7030089>
- Abo Samra, D., & Hadad, R. (2018). Midpalatal suture: evaluation of the morphological maturation stages via bone density. *Progress in Orthodontics*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/S40510-018-0232-2>
- Al-Rekabi, Z., Cunningham, M. L., & Sniadecki, N. J. (2017). Cell Mechanics of Craniosynostosis. *ACS Biomaterials Science and Engineering*, 3(11), 2733–2743. <https://doi.org/10.1021/ACSBIOMATERIALS.6B00557>
- Angelieri, F., Cevidanes, L. H. S., Franchi, L., Gonçalves, J. R., Benavides, E., & McNamara, J. A. (2013). Midpalatal suture maturation: Classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(5), 759–769. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.04.022>
- Barbosa, N. M. V., de Castro Ferreira Conti, A. C., Capelozza-Filho, L., de Almeida-Pedrin, R. R., & de Almeida Cardoso, M. (2019). Reliability and reproducibility of the method of assessment of midpalatal suture maturation: A tomographic study. *Angle Orthodontist*, 89(1), 71–77. <https://doi.org/10.2319/121317-859.1>
- Cabello-Soto, C., Palma-Díaz, E., Hidalgo-Rivas, A., Cabello-Soto, C., Palma-Díaz, E., & Hidalgo-Rivas, A. (2022). Evaluación de maduración de sutura palatina mediana con el método de Angelieri et al. Revisión narrativa. *Avances En Odontoestomatología*, 38(3), 97–108. <https://doi.org/10.4321/S0213-12852022000300003>
- Chilamkurthy, S., Ghosh, R., Tanamala, S., Biviji, M., Campeau, N. G., Venugopal, V. K., Mahajan, V., Rao, P., & Warier, P. (2018). Deep learning algorithms for detection of critical findings in head CT scans: a retrospective study. *The Lancet*, 392(10162), 2388–2396. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31645-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31645-3)

- Ciavarella, D., Lorusso, M., Fanelli, C., Ferrara, D., Esposito, R., Laurenziello, M., Esperouz, F., Lo Russo, L., & Tepedino, M. (2024). The Efficacy of the RME II System Compared with a Herbst Appliance in the Treatment of Class II Skeletal Malocclusion in Growing Patients: A Retrospective Study. *Dentistry Journal*, *12*(8).
<https://doi.org/10.3390/DJ12080254>
- Farronato, G., Maspero, C., Esposito, L., Briguglio, E., Farronato, D., & Giannini, L. (2011). Rapid maxillary expansion in growing patients. Hyrax versus transverse sagittal maxillary expander: A cephalometric investigation. *European Journal of Orthodontics*, *33*(2), 185–189. <https://doi.org/10.1093/EJO/CJQ051>
- Festa, F., Festa, M., Medori, S., Perrella, G., Valentini, P., Bolino, G., & Macrì, M. (2024). Midpalatal Suture Maturation in Relation to Age, Sex, and Facial Skeletal Growth Patterns: A CBCT Study. *Children (Basel, Switzerland)*, *11*(8).
- Grünheid, T., Larson, C. E., & Larson, B. E. (2017). Midpalatal suture density ratio: A novel predictor of skeletal response to rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *151*(2), 267–276.
<https://doi.org/10.1016/J.AJODO.2016.06.043>
- Guest, S. S., McNamara, J. A., Baccetti, T., & Franchi, L. (2010). Improving Class II malocclusion as a side-effect of rapid maxillary expansion: A prospective clinical study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *138*(5), 582–591.
<https://doi.org/10.1016/J.AJODO.2008.12.026>
- Ilahi, A., Muco, E., & Ilahi, T. B. (2023). Anatomy, Head and Neck, Parathyroid. *StatPearls*.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537203/>
- Isfeld, D., Flores-Mir, C., Leon-Salazar, V., & Lagravère, M. (2019). Evaluation of a novel palatal suture maturation classification as assessed by cone-beam computed tomography imaging of a pre- and postexpansion treatment cohort. *Angle Orthodontist*, *89*(2), 252–261. <https://doi.org/10.2319/040518-258.1>,

- Jimenez-Valdivia, L. M., Malpartida-Carrillo, V., Rodríguez-Cárdenas, Y. A., Dias-Da Silveira, H. L., & Arriola-Guillén, L. E. (2019a). Midpalatal suture maturation stage assessment in adolescents and young adults using cone-beam computed tomography. *Progress in Orthodontics*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/S40510-019-0291-Z>
- Ladewig, V. de M., Capelozza-Filho, L., Almeida-Pedrin, R. R., Guedes, F. P., de Almeida Cardoso, M., & de Castro Ferreira Conti, A. C. (2018). Tomographic evaluation of the maturation stage of the midpalatal suture in postadolescents. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 153(6), 818–824. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.09.019>
- Meade, M. J., & Weir, T. (2023). Treatment planning protocols with the Invisalign appliance: An exploratory survey. *Angle Orthodontist*, 93(5), 501–506. <https://doi.org/10.2319/111422-783.1>
- Milani, O. H., Mills, L., Nikho, A., Tliba, M., Allareddy, V., Ansari, R., Cetin, A. E., & Elnagar, M. H. (2025). Automated classification of midpalatal suture maturation stages from CBCTs using an end-to-end deep learning framework. *Scientific Reports*, 15(1), 18783. <https://doi.org/10.1038/S41598-025-03778-Y>
- Rinkoff, S., & Adlard, R. E. (2023). Embryology, Craniofacial Growth, And Development. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK572156/>
- Sayar, G., & Kılınc, D. D. (2019). Rapid maxillary expansion outcomes according to midpalatal suture maturation levels. *Progress in Orthodontics*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/S40510-019-0278-9>
- Shayani, A., Merino-Gerlach, M. A., Garay-Carrasco, I. A., Navarro-Cáceres, P. E., & Sandoval-Vidal, H. P. (2023). Midpalatal Suture Maturation Stage in 10- to 25-Year-Olds Using Cone-Beam Computed Tomography—A Cross-Sectional Study. *Diagnostics* 2023, Vol. 13, Page 1449, 13(8), 1449. <https://doi.org/10.3390/DIAGNOSTICS13081449>

- Simbaña García, D. V. (2021). Maduración de la sutura media palatina: determinación del cierre promedio a través de tomografía Cone Beam [Trabajo de titulación de grado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Institucional UCE. <https://www.dspace.uce.edu.ec/>
- Soto, C. C., Palma Díaz, E., & Rivas, A. H. (2022). *Evaluación de maduración de sutura palatina mediana con el método de Angelieri et al. Revisión narrativa Evaluation of the maturation of midpalatal suture with the Angelieri's method. Narrative review.*
- Suzuki, H., Moon, W., Previdente, L. H., Suzuki, S. S., Garcez, A. S., & Consolaro, A. (2016). Miniscrew-assisted rapid palatal expander (MARPE): the quest for pure orthopedic movement. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 21(4), 17.
<https://doi.org/10.1590/2177-6709.21.4.017-023.OIN>
- Takenouchi, H., Mayahara, K., Arai, Y., Karasawa, Y., & Shimizu, N. (2014). Longitudinal quantitative evaluation of the mid-palatal suture after rapid expansion using in vivo micro-CT. *Archives of Oral Biology*, 59(4), 414–423.
<https://doi.org/10.1016/J.ARCHORALBIO.2014.01.010>
- Tonello, D. L., Ladewig, V. de M., Guedes, F. P., Ferreira Conti, A. C. de C., Almeida-Pedrin, R. R., & Capelozza-Filho, L. (2017). Midpalatal suture maturation in 11- to 15-year-olds: A cone-beam computed tomographic study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 152(1), 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.11.028>
- Vidal, S., Carrasco, G., Gerlach, M., Midpalatal Suture, M., Shayani, A., Sandoval Vidal, P., the Assessment of Maturation before Maxillary Expansion: A Systematic Review. *Diagnostics* 2022, Vol. 12, Page 2774, 12(11), 2774.
<https://doi.org/10.3390/DIAGNOSTICS12112774>

- Villarroel, T., Alvarado, M. J., Concha, G., Vicuña, D., Oyonarte, R., Villarroel, T., Alvarado, M. J., Concha, G., Vicuña, D., & Oyonarte, R. (2021). Maduración de la Sutura Palatina Media En Adolescentes y Adultos Jóvenes Chilenos: Estudio Transversal. *International Journal of Interdisciplinary Dentistry*, *14*(2), 140–143. <https://doi.org/10.4067/S2452-55882021000200140>
- Yi, F., Liu, S., Lei, L., Liu, O., Zhang, L., Peng, Q., & Lu, Y. (2020). Changes of the upper airway and bone in microimplant-assisted rapid palatal expansion: A cone-beam computed tomography (CBCT) study. *Journal of X-Ray Science and Technology*, *28*(2), 271–283. <https://doi.org/10.3233/XST-190597>