



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

RELACIÓN DE LA RADIODENSIDAD
DE LA SUTURA MEDIA PALATINA
CON LA EXPANSIÓN RÁPIDA
MAXILAR MEDIANTE TOMOGRAFÍA
CONE BEAM

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO EN ORTODONCIA

MARJORIE REGINA EGUREN LANGER

LIMA- PERÚ
2020

ASESOR

Dr. Esp. Abraham Meneses López

Departamento Académico de Estomatología del Niño y el Adolescente

CO-ASESOR

Mg. Esp. Carlos Liñán Durán

Departamento Académico de Estomatología del Niño y el Adolescente

ASESOR EXTERNO

PhD. Esp. Manuel Lagravére Vich

Departamento Ortodoncia Universidad de Alberta Canadá

JURADO EXAMINADOR

MG. VILMA ELIZABETH RUIZ GARCIA DE CHACON

PRESIDENTE

MG. RAUL RAFFERTY HERRERA MUJICA

VOCAL

MG. ROBERTO ANTONIO LEON MANCO

SECRETARIO

DEDICATORIA

A Dios,

Por bendecir todos mis caminos.

A Mario mi padre, por tu amor, por siempre incentivarme,

desde el cielo me guías.

A Grace mi madre, por tu amor, fortaleza y ejemplo.

A Jorge mi esposo, por tu amor, compañerismo y paciencia.

No lo hubiese logrado sin tu apoyo.

A mis hijos

Lara y Santiago,

que son mi motor mi fuerza

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores Dr. Esp. Abraham Meneses López, Mg. Esp. Carlos Liñán Durán y PhD. Esp. Manuel Lagravére Vich, por su invaluable apoyo en la realización de esta investigación. Sus conocimientos, orientaciones, disponibilidad y confianza han sido fundamentales para la realización de este trabajo. Muchas gracias queridos asesores.

A la Mg. Esp. Milushka Quezada, por su contribución en la realización de este trabajo que con buena disposición nos ayudó en la adquisición del software, capacitación y calibración radiológica. Gracias Dra. Milushka.

A los docentes de la maestría, por los conocimientos transmitidos, apoyo constante y consejos ofrecidos a lo largo de toda la maestría. Muchas gracias, maestros.

A mis amigos colegas maestrandos, por los momentos compartidos, los obstáculos fueron diversos pero juntos pudimos superarlos y cuando ya no podíamos más arrancábamos fuerzas motivándonos unos a otros. Muchas gracias por el cariño, apoyo y amistad.

A todas las personas que de manera directa o indirecta me apoyaron en la culminación de este trabajo.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

El presente trabajo de tesis ha sido autofinanciado.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	4
	II.1. Planteamiento del problema	4
	II.2. Justificación	4
III.	MARCO TEÓRICO	6
IV.	OBJETIVOS	12
	IV.1. Objetivo general	12
	IV.2. Objetivos específicos	12
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	13
	V.1. Diseño del estudio	13
	V.2. Población	13
	V.3. Criterios de selección	13
	V.3.1. Criterios de inclusión	13
	V.3.2. Criterios de exclusión	14
	V.4. Operacionalización de variables	15
	V.5. Procedimientos y técnicas	17
	V.5.1. Autorización y coordinaciones	17
	V.5.2. Instrumento de recolección de datos	17
	V.5.3. Proceso de calibración	18
	V.5.4. Técnica de recolección de datos	19
	V.6. Consideraciones éticas	21
	V.7. Plan de análisis	21
VI.	RESULTADOS	22
VII.	DISCUSIÓN	29
VIII.	CONCLUSIONES	35
IX.	RECOMENDACIONES	36
X.	REFERENCIAS	37

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis descriptivo de la radiodensidad de la sutura media palatina pre-ERM según sexo	25
Tabla 2. Análisis descriptivo de los efectos esqueléticos post ERM según sexo	26
Tabla 3. Correlaciones entre radiodensidad de la sutura pre-ERM, efectos esqueléticos post ERM según sexo	27
Tabla 4. Asociación entre sexo y radiodensidad de la sutura media palatina	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Anexo 01-Figura 1. Diseño esquemático de las etapas de maduración de la sutura media palatina propuesto por Melsen 1975.

Anexo 02-Figura 2. Diseño esquemático de las etapas de maduración de la sutura media palatina propuesta por Angelieri F et al., 2013.

Anexo 06-Figura 3. Orientación 3D. Orientación previa según plano de Frankfurt.

Anexo 07-Figura 4. Orientación del plano palatino.

Anexo 08-Figura 5. Densidad de grises de las 3 regiones de interés.

Anexo 09-Figura 6. Medidas lineares para determinar el efecto esquelético.

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

ERM	:	Expansión rápida maxilar
BAME	:	Bone anchored maxillary expansion
SARME	:	Surgically assisted rapid maxillary expansion
MSMP	:	Maduración de la sutura media palatina
TC	:	Tomografía computarizada
TCHC	:	Tomografía computarizada de haz cónico
TCMC	:	Tomografía computarizada multicorte
UH	:	Unidad Hounsfield
V_v	:	Volumen voxel
GV	:	Gray values
KV	:	Kilovoltios
HWM	:	Hand-wrist maturation
CVM	:	Cervical vertebral maturation
DG_s	:	Densidad de grises sutura
DG_{pb}	:	Densidad de grises paladar blando
DG_{ppm}	:	Densidad de grises proceso palatino maxilar
DSMP	:	Densidad de grises sutura media palatina
FPM	:	Foramen palatino mayor
ACN	:	Ancho de la cavidad nasal
FIO	:	Foramen infraorbitario

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la relación entre la radiodensidad de la sutura media palatina pre-ERM y la respuesta esquelética post ERM según sexo. **Métodos:** fueron evaluados 64 registros tomográficos computarizados de haz cónico (TCHC) de pacientes (edad promedio $13.5 + 2.87$, 42 mujeres y 22 hombres) sometidos a ERM. Se realizaron dos registros tomográficos T1 (pre- expansión) T2 (post expansión), se evaluaron la radiodensidad por medio de escala de grises y los efectos esqueléticos a través de medidas lineales: foramen palatino mayor FPM, ancho de las paredes laterales de la cavidad nasal ACN, foramen infraorbitario FIO. Todas las medidas fueron recolectadas en 4 intervalos de tiempo (basal, 24 horas, 48 horas y 4 semanas). **Resultados:** No hubo correlación estadísticamente significativa entre la radiodensidad y los efectos esqueléticos encontrados en FIO y FPM. Solo ACN tuvo correlación negativa con la radio densidad ($p= 0.013$). Sin embargo, dicha correlación sólo se mantiene en mujeres ($p= 0.008$) y no en hombres ($p= 0.174$). Respecto al sexo, mujeres presentaron mayor radiodensidad que hombres ($p=0.002$). **Conclusión:** Se encontró correlación negativa entre la radiodensidad de la sutura media palatina y el ancho de la cavidad nasal, no se encontró correlación con las demás variables. Se encontró diferencia significativa de la radiodensidad de la sutura media palatina según sexo.

PALABRAS CLAVE: Tomografía computarizada por rayos x, Técnica de expansión palatina, Suturas craneales y Densidad ósea.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to evaluate the relationship between midpalatal suture density (MPSD) pre RME and the skeletal response post RME, according sex. **Methods:** 64 patient tomographic records (average age 13.5 ± 2.87 , 42 women and 22 men) undergoing RME were evaluated. Two cone beam tomographic (CBCT) records were made T1 (pre-expansion) T2 (post expansion), radiodensity was assessed by grayscale and skeletal effects through linear measurements: greater palatine foramen GPF, nasal width of nasal cavity NW, infraorbital foramen IOF. All measurements were collected in 4-time intervals (baseline, 24 hours, 48 hours and 4 weeks). **Results:** There was no statistically significant correlation between radiodensity and skeletal effects. Only NW presented negative correlations with MPSD ($p = 0.013$). However, this correlation was only maintained in women ($p = 0.008$) and was not in men ($p = 0.174$). Regarding sex, women presented higher radio density than men ($p = 0.002$). **Conclusion:** A negative correlation was found between the midpalatal suture radiodensity and the width the nasal cavity. No correlations were found between the other variables. A significant difference was found between sex and midpalatal suture radiodensity.

KEY WORDS: X-ray computed tomography, Palatal expansion technique, Cranial sutures and Bone density.

I. INTRODUCCIÓN

La expansión rápida maxilar (ERM) es uno de los procedimientos más comunes dentro de la clínica ortodóntica, que se utiliza para corregir problemas transversales como mordidas cruzadas posteriores (unilaterales o bilaterales), atresia maxilar y apiñamiento dental.¹⁻³ Existe un consenso en la literatura sobre la ERM: a mayor edad cronológica mayor resistencia a la apertura de la sutura media palatina (SMP), debido a la interdigitación de las suturas maxilares y las estructuras adyacentes.⁴⁻⁷

Generalmente, se utiliza la edad cronológica como un indicador clave para el tratamiento de ERM. Sin embargo, los niveles de maduración esquelética son más confiables.^{5,6} Bacetti et al.,⁷ sugieren que la ERM debe realizarse antes del pico de crecimiento puberal, debido a que exhiben cambios esqueléticos significativos a largo plazo que los tratados post pico de crecimiento puberal.

Persson y Thilander⁸ observaron fusión de la SMP en sujetos de 15 a 19 años. Además, reportaron pacientes con edades de 27,⁸ 32,⁸ 54⁹ e incluso 71¹⁰ años sin signos de fusión total de esta sutura. Estos hallazgos explican la variabilidad individual de la osificación de la SMP que no está directamente relacionada con la edad cronológica o esquelética especialmente en adultos jóvenes.⁸⁻¹¹

En la actualidad, no existe un consenso sobre la edad límite para la ERM. Para el clínico es difícil tener una indicación precisa cuando realizar ERM dentosoportada, con anclaje esquelético (BAME) o expansión rápida maxilar quirúrgicamente asistida (SARME). Además, existe poca información sobre la predicción de resultados de estos tipos de tratamientos en adolescentes y adultos jóvenes. Por tal motivo, es

indispensable identificar la variabilidad individual de osificación de la SMP para tener una indicación más precisa de los diferentes tratamientos de ERM y evitar los efectos secundarios de tratamientos mal indicados o innecesarios.^{12,13}

A lo largo de los años se han desarrollado diferentes métodos de evaluación de la maduración de la sutura media palatina (MSMP) como estudios histológicos en animales y humanos^{5,6,11}, radiografías oclusales,¹⁴ radiografías carpales¹⁵ y cefalométricas para correlacionar la MSMP con la edad esquelética.^{7,16} En la actualidad, imágenes en 3D como tomografía computarizada multicorte (TCMC)^{10,11,17-20} y la tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) permiten reconstrucciones tridimensionales (3D) multiplanares, brindando mayores posibilidades en el diagnóstico del complejo craneofacial.²¹⁻²⁶

Sin embargo, a pesar de todos los avances tecnológicos, la evaluación histológica continúa siendo el estándar de oro para determinar la MSMP, desafortunadamente la implementación en pacientes ortodónticos compromete la realización de una biopsia pre-ERM lo que resulta invasivo y poco viable.²⁷

Una forma objetiva de evaluar la MSMP es a través de la densidad ósea con unidades Hounsfield (UH). Las UH se obtienen originalmente por medio de la TCMC y los "niveles de gris" o "valores de vóxel" por TCHC.²⁸ La creciente aplicación de la TCHC en odontología impulsó a los investigadores a evaluar la densidad ósea y crear un nuevo sistema a través de la radiodensidad por medio de escala de grises, niveles de gris o valores vóxel. Muchos estudios respaldan que es posible obtener UH a través de TCHC debido a que el coeficiente de atenuación lineal persiste en la TCHC²⁹⁻³⁴. Sin

embargo, otros estudios no respaldan esta teoría señalando que la densidad ósea obtenida a través de TCHC no es idéntica a la TCMC³⁵⁻³⁷.

El objetivo principal de este estudio fue evaluar la relación entre la radiodensidad de la sutura media palatina pre-ERM y la respuesta esquelética post ERM según sexo mediante TCHC.

II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

II.1. Planteamiento del problema

Identificar la variabilidad de la fusión de la SMP en adolescentes y adultos jóvenes es fundamental, para obtener una indicación más precisa de los protocolos de ERM evitando someter al paciente a tratamientos poco predecibles e innecesarios como la expansión quirúrgicamente asistida (SARME)^{12,13}.

Hasta la fecha, no existe un método no ionizante validado para evaluar la maduración de la sutura palatina.^{26,27} Además, todas estas nuevas metodologías no han asociado su diagnóstico con la respuesta esquelética post ERM. Es decir, no han comprobado su capacidad predictiva.

En tal sentido, este estudio propuso responder a la siguiente pregunta:

¿Cuál es la relación entre la radiodensidad de la sutura media palatina pre-expansión rápida maxilar con las respuestas esqueléticas post expansión rápida maxilar según sexo mediante TCHC?

II.2. Justificación

Esta investigación presenta *importancia clínica* porque surge de la necesidad de tener información útil y confiable para el diagnóstico de la MSMP en adolescentes y adultos jóvenes, y tener una indicación más precisa de los diferentes protocolos de ERM de esta manera no se sometería al paciente a tratamientos poco predecibles, evitando los efectos adversos como: vestibularización de molares, reabsorción dentaria, reabsorción de la cortical vestibular del hueso maxilar, recesiones gingivales, dehiscencia, necrosis de la mucosa palatina y deficiente estabilidad a largo plazo³⁸⁻⁴¹

Por otro lado, también se disminuiría la indicación innecesaria de expansión rápida maxilar quirúrgicamente asistida (SARME).¹²

Además, presenta importancia *teórica* porque en los últimos años se han presentado diversos métodos de diagnóstico de la MSMP que se vienen utilizando en la rutina clínica ortodóntica. Sin embargo, estos estudios no presentan pruebas sólidas de validez.²⁷ Por otro lado, pocos estudios tienen una muestra post ERM para determinar su capacidad predictiva. Por lo tanto, esta investigación servirá como antecedente y base para futuras investigaciones aumentando el conocimiento sobre el tema.

III. MARCO TEÓRICO

La ERM es un procedimiento creado por *Angell*¹ en 1860, fue el primero en describir la apertura de la SMP a través de un tornillo de expansión colocado en el rafe medio del paladar, en una niña de 14 años de edad. Sin embargo, esta técnica no fue aceptada por la falta de evidencia científica, debido a que, todavía no se había descubierto los “rayos x”. Solo 100 años después se reconoció la ERM como un procedimiento clínico rutinario gracias a los estudios realizados por Haas en 1961, que demostró los efectos esqueléticos y dentoalveolares por medio de radiografías.²

El principio fundamental de la ERM consiste en la utilización de fuerzas ortopédicas pesadas capaces de producir separación de la SMP (efecto esquelético),¹⁻⁴ posterior a la apertura sutural se produce un proceso de neoformación ósea, que se encarga de corregir la deficiencia transversal, con el real incremento del tamaño óseo del maxilar.^{17,19-20}

Estudios señalan que uno de los factores principales causales de la resistencia a la expansión ósea transversal del maxilar, es la maduración de la SMP que tiende a aumentar con la edad cronológica. Información relacionada con el momento ideal para el tratamiento de la ERM, se basa principalmente en los estudios histológicos de maduración del complejo palatomaxilar realizado por *Melsen*⁵ en 1975 donde describió diferentes etapas de maduración de la SMP: etapa infantil (desde el nacimiento hasta los 10 años) la sutura se encuentra corta, ancha y en forma de “y”, etapa juvenil (10-13 años) la sutura se encuentra escamosa, etapa adolescente (13-14 años) la sutura más ondulada con mayor interdigitación ósea.

Posteriormente en Melsen y Melsen⁶ describieron que en la etapa adulta se observa sinostosis y numerosos puentes o islas óseos (**Anexo 01**) (**Figura 1**).

*Persson y Thilander*⁸ (1977) realizaron un estudio histológico en autopsia de humanos de 15 a 35 años, donde observaron obliteración ósea de la SMP en el periodo juvenil (15 a 19 años), pero rara vez encontraron una marcada sinostosis hasta la tercera década de la vida. Además, encontraron que en algunos individuos del mismo grupo de edad existía una amplia variación con respecto al cierre y grado de cierre de esta sutura. Concluyendo, al igual que otros estudios que, la edad cronológica en los adultos jóvenes no parece ser un indicador confiable para determinar el cierre morfológico real de la SMP.⁶⁻¹¹

Para Bishara *et al.*,³ (1987) concluyeron que la mayor resistencia a la ERM no está en la SMP, y si está en las estructuras adyacentes del maxilar como el complejo cráneo facial en particular los huesos zigomáticos y esenoide. Por otro lado, diferentes estudios señalan que la mayor resistencia a la separación de la SMP en adultos es debido a la fusión de las suturas circunmaxilares.³⁹

La evaluación histológica es el “gold estándar” para valorar la maduración de la sutura media palatina (MSMP). Lamentablemente la implementación de estudios histológicos en pacientes ortodóncicos activos requiere una biopsia procedimiento considerado invasivo, lo que impide su uso.²⁷ Motivo por el cual en la actualidad ninguna nueva metodología de diagnóstico de la MSMP ha sido validada.^{27,30}

Baccetti T et al.,⁷ (2001) utilizaron los índices de maduración vertebral para establecer el tiempo ideal para el tratamiento de ERM. Concluyeron que, los pacientes tratados antes del pico puberal exhiben cambios significativos y más efectivos a largo plazo a nivel del esquelético tanto en estructuras maxilares como circunmaxilares, en comparación a los que recibieron el tratamiento después del pico de crecimiento puberal. Por otro lado, *Itsfeld et al.*,⁴¹ (2005) concluyeron que la diferencia encontrada en los cambios transversales del maxilar en los pacientes sometidos a ERM antes o después del pico de crecimiento no parece ser significativa clínicamente (0.8mm), al mismo tiempo no se encontraron cambios dentales anteroposteriores ni verticales.

El uso de tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) en la práctica clínica ortodóncica ha aumentado debido a las ventajas que presenta en comparación a las imágenes bidimensionales. Es posible visualizar las estructuras orales y maxilofaciales a un bajo costo, sin superposición de estructuras adyacentes como el vómer y tabique nasal, además presentan baja dosis de radiación en comparación a la tomografía computarizada multicorte (TCMC).¹²

Angelier F et al.,¹² (2013) presentaron un nuevo método de evaluación individual de la maduración de la SMP antes de la ERM, por medio de TCHC. Se identificaron y definieron cinco etapas de maduración de la sutura media palatina según su morfología de fusión: A, B, C, D y E. En el cual la ERM tendría menos resistencia, es decir mayor efecto esquelético en los estadios A y B que en C, en la etapa C indica el inicio de la fusión descrita anteriormente por Melsen⁵ como “*islas óseas*”, por lo tanto, la ERM es crítica. Las etapas D y E estaría indicado la expansión maxilar quirúrgicamente asistida (SARME) debido a que la fusión de la SMP se produjo parcial o totalmente.

Concluyeron que, este nuevo método de clasificación provee parámetros confiables para ayudar en la toma de decisiones clínicas entre ERM convencional y SARME (Anexo 02) (**Figura 2**).

Sin embargo, *Itsfelt et al.*,²⁷ (2017) concluyeron que existe una limitación de la metodología propuesta por Angelieri et al.,²⁴ las etapas de clasificación de la MSMP según su morfología de fusión se basaron en hallazgos de la morfología histológica realizados en el estudio de Melsen;⁵ siendo la comparación entre la morfología histológica y la morfología tomográfica incompatible por ser evaluado en escala microscópica y macroscópica, respectivamente.

En su esfuerzo de determinar la época ideal para la ERM, *Angelier F et al.*,¹³ (2015) analizaron el desempeño diagnóstico de la maduración vertebral cervical (CVM) para estimar con precisión las etapas de MSMP según su morfología. Evaluaron 142 TCHC (84 mujeres, 58 hombres; edad promedio (14.8 ± 9.7) años). Concluyeron que los estadios CVM prepuberales pueden ser utilizados para el diagnóstico de las etapas de MSMP, de manera que la TCHC no sea necesaria en estos pacientes. Sin embargo, en el período post puberal encontraron que la evaluación de la MSMP utilizando imágenes TCHC debe ser indicado. Coincidiendo al igual que otros estudios sobre la variabilidad individual de la maduración de la sutura media palatina en la etapa postpuberal.^{6,8-11}

Sin embargo, *Jan H et al.*,²⁵ (2016) mostraron fuertes correlaciones y altas asociaciones ($p < 0.0001$) entre los índices de desarrollo esquelético (HWM y CVM)

con la MSMP según su morfología, sugiriendo que pueden ser útiles para evaluar la MSMP.

Para evaluar cuantitativa y objetivamente la maduración de la sutura media palatina, se ha utilizado los análisis de densidad ósea, por medio de la tomografía computarizada multicorte (MSCT) se evalúa densidad ósea a través de la escala de Hounsfield o unidades Hounsfield (UH), y con la tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) a través de los niveles de grises o escala de grises.²⁹

Lione R et al.,¹⁹ (2013) evaluaron la radiodensidad de la SMP a través de la escala cuantitativa de UH mediante TCMC en baja dosis. Se tomaron las tomografías en tres tiempos: antes de la ERM, al final de la ERM y 6 meses después de la ERM, en dos áreas suturales y en dos áreas óseas. Concluyeron que al final de la fase activa de la ERM hubo una reducción significativa en la densidad de la SMP y transversa en todos los sujetos. La densidad sutural post ERM indicó la reorganización de la SMP, debido a que mostró valores similares de densidad a los de pre-ERM. Una ventaja inherente del uso de este protocolo es la dosis baja de la tomografía TCMC donde el voltaje se redujo a 80 kilo voltios (KV). Por otro lado, no todos los estudios especifican la orientación del paciente al tomar las imágenes y, por lo tanto, el efecto de la posición del paciente en la imagen y los valores de UH o escala de grises es otro aspecto que debe considerarse.¹²

Kwak K et al.,²⁴ (2016) desarrollaron un método cuantitativo objetivo para la evaluación de la MSMP por medio del análisis fractal mediante TCHC. Los resultados concluyeron que, la dimensión fractal es un indicador capaz de predecir la dicotomía de los estadios de maduración (A, B y C) vs (D o E). Además, se encontró que, los

pacientes adultos poseen gran proporción de suturas palatinas no fusionadas. De manera que, la edad cronológica no debería ser un indicador confiable para la ERM. Sin embargo, algunos autores señalan varias desventajas concernientes a este método, siendo la principal desventaja la necesidad de capacitación y competencia con la clasificación de *Angelier et al.*,¹² además de,^{1a} familiarización con el procesamiento de imágenes, conocimiento avanzado de estadística y por último la necesidad de obtener un software especial. En términos generales es poco práctico en cuestión de tiempo, costos y conocimientos adicionales para su aplicación en la clínica diaria.²⁷

Grünheid T, et al.,²⁶ (2017) utilizaron la evaluación de la radiodensidad de la sutura media palatina como un predictor válido para la respuesta esquelética post expansión rápida maxilar. Se tomaron tomografías de haz cónico (TCHC) en 2 tiempos: T₁ antes de ERM y T₂ después de la ERM. A través de la tomografía se evaluaron segmentos de la sutura media palatina, cortical del maxilar y paladar blando para medir las ratios de densidad o escala de grises, luego se compararon los resultados. Para determinar los efectos esqueléticos de la ERM se tomaron medidas lineares: foramen palatino, paredes de la cavidad nasal y foramen infraorbital. Concluyendo que la relación de densidad de sutura media palatina tiene el potencial de convertirse en un predictor clínico útil de la respuesta esquelética a la ERM. Por el contrario, la edad cronológica, la maduración vertebral cervical y la etapa de maduración de la sutura media palatina no pueden considerarse parámetros útiles para predecir los efectos esqueléticos de la ERM.

IV. OBJETIVOS

IV.1. Objetivo general

Evaluar la relación de la radiodensidad de la sutura media palatina pre-ERM con las respuestas esqueléticas post ERM según sexo mediante TCHC.

IV.2. Objetivos específicos

1. Determinar la radiodensidad de la sutura media palatina pre-ERM según sexo mediante TCHC.
2. Determinar las respuestas esqueléticas post ERM según sexo mediante TCHC.
3. Correlacionar la radiodensidad de la sutura media palatina pre-ERM, con las respuestas esqueléticas post ERM según sexo mediante TCHC.
4. Comparar la radiodensidad de la sutura media palatina pre-ERM según sexo mediante TCHC.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

V.1. Diseño del estudio

El presente estudio fue de tipo observacional, descriptivo, longitudinal retrospectivo.

V.2. Población

La población muestral fue conformada por 67 registros tomográficos pre y post ERM de adolescentes y adultos jóvenes entre 11-17 años que acudieron a la clínica dental de la Universidad de Alberta Canadá en el periodo enero 2011- agosto 2017, que cumplieron con los criterios de selección, de los cuales se excluyeron 3 de ellos, quedándose con 64 registros tomográficos. La muestra fue no probabilística según juicio y conveniencia del investigador.

V.3. Criterios de Selección

V.3.1. Criterios de inclusión

- Tomografías de haz cónico (TCHC) de pacientes entre 11- 17 años sometidos a ERM que cuentan con 2 registros tomográficos: T₁ pre -ERM y T₂ post -ERM.
- Tomografías tomadas a 0.3 vóxel con el mismo equipo tomográfico i-CAT Next Generation (Imaging Sciences International, Hatfield, Pa) a 120 kV, 23.87 mAs, con un tiempo de exposición de 8.9 segundos, un campo de visión [FOV] (16 x 13- cm), visualizando los volúmenes a través del software Xelis Dental CD Viewer 1.0.

V.3.2. Criterios de exclusión

- Tomografías que no tengan buena visualización de la sutura media palatina o que presentan dientes retenidos a nivel de la sutura.
- Tomografías de pacientes con tratamiento ortodóntico previo, fisuras labiales o labio palatinas.
- Tomografías de pacientes con antecedentes de enfermedades degenerativas óseas, que usan o usaron medicación con bifosfonatos o medicación que altera la constitución ósea.

V.4. Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	TIPO	ESCALA DE MEDICIÓN	VALORES Y CATEGORIAS
<i>Radiodensidad de la sutura media palatina</i>	Es un método de diagnóstico tomográfico cuantitativo utilizado para evaluar la maduración de la sutura media palatina propuesto por Grünheid T et al., ²⁶ .	La medición de esta variable se realizó en TCHC pre- ERM (T ₁). Se obtuvo valores promedios de la densidad de grises de 3 regiones de interés al cual se sometió a una fórmula de coeficiente de atenuación para la obtención de la	-Densidad de grises de la sutura media palatina. -Densidad de grises del proceso palatino. -Densidad de grises del paladar blando.	Cuantitativo	Intervalo	Niveles de grises -GV

		radiodensidad de la SMP.				
Efectos esqueléticos de la ERM	Se conoce como efecto esquelético a la apertura de la sutura ½ palatina post ERM.	La medición de esta variable se realizó en las TCHC: pre- ERM (T ₁) y post – ERM (T ₂). La diferencia entre los valores T ₂ . T ₁ nos indicaron el valor del efecto esquelético.	Medidas transversales lineares: -Foramen palatino mayor (FPM) - Ancho de la cavidad nasal (ACN) -Foramen infraorbital (FIO)	Cuantitativo	Razón	Milímetros
Sexo	Genotipo del niño al nacer	Genotipo registrada en la base de datos	-	Cualitativo	Dicotómica	1. Femenino 2. Masculino

V.5. Procedimientos y técnicas

V.5.1. Autorización y coordinaciones

- Se redactó solicitud dirigida al Dr. Manuel Lagravère Vich para trabajar con la base de datos tomográficos del Departamento de Ortodoncia de la Universidad de Alberta Canadá.
- Se redactó solicitud dirigida al Dr. Herald Ventura Ponce jefe del Departamento Académico de Medicina y Cirugía Buco Maxilofacial para solicitar apoyo en la calibración de la tesis.
- Solicitud dirigida al comité institucional de ética de la UPCH (Anexo 03).

V.5.2. Instrumento de recolección de datos

- Todas las imágenes tomográficas se generaron con la unidad i-CAT Next Generation (Imaging Sciences International, Hatfield, Pa) a 120 kV, 23.87 mAs, con un tiempo de exposición de 8.9 segundos, un campo de visión [FOV] (16 x 13- cm), tamaño de vóxel de 0,3 mm³.
- Los registros TCHC se obtuvieron antes ERM (T1) y después del período de retención un promedio de 0.85 ± 0.32 meses post ERM (T2), se recopilaron los datos utilizando un protocolo estandarizado i-CAT, luego los archivos DICOM se procesaron en el Xelis Dental CD Viewer 1.0.
- Con la autorización respectiva, se procedió a seleccionar las tomografías según los criterios de selección (ver criterios), se codificaron para el proceso de anonimización de datos y luego se procedió a grabar la información a un disco externo.
- Se elaboró una ficha de recolección de datos, el cual contiene espacios para el número de correlación, código del paciente, edad, sexo, radiodensidad de la

sutura media palatina, evaluación de los efectos esqueléticos post ERM.

(Anexo 04)

- Todas las imágenes fueron visualizadas en una computadora Lenovo Legion Y540 pantalla de 17.3” full HD, procesador Intel Core i7-9750H 8G de RAM, con sistema operativo Windows 10 Home, con la finalidad de instalar el software Xelis Dental CD Viewer 1.0 para la evaluación de los diferentes planos.

V.5.3 Proceso de calibración

La calibración y la confiabilidad fueron realizadas por 2 examinadores: el estándar de oro (MQ) fue un radiólogo con más de 10 años de experiencia en diagnóstico e interpretación de imágenes tomográficas, y un segundo examinador ortodoncista (ME) con 2 años de experiencia en diagnóstico e interpretación de imágenes tomográficas. El procedimiento de calibración consistió en evaluar 10 TCHC elegidos al azar en dos tiempos: antes de la ERM (T1) para determinar la radiodensidad de la sutura media palatina y después de la ERM (T2) para determinar los efectos según el método de Gürheind et al.²⁶

La capacitación y la calibración consistieron en 2 sesiones: teórica y práctica, donde se realizó una explicación detallada de los objetivos del estudio, una explicación del método y protocolos de ejecución, y cómo completar el formulario de recolección de datos mediante una presentación en PPT (Microsoft Office, Power Point 2018). Se ejecutó un caso en cada sesión donde todas las dudas y controversias del método fueron respondidas de manera clara, llegando a un acuerdo máximo.

La correlación entre los examinadores se realizó entre (M.Q y M.E) se logró CCI casi perfecto 0.97 para todas las mediciones según Landis y Koch.³¹ Por lo tanto, hubo evidencia para apoyar que este nivel de acuerdo fue mayor que el acuerdo casual. La correlación intraexaminador fue realizada por un solo observador (M.E) los datos fueron recolectados en 4 tiempos diferentes: basal, 24 horas, 48 horas, 4 semanas con la finalidad de reducir el error de medición. Los valores de CCI fueron cerca de 1.00 (Anexo 05).

V.5.4 Técnica de recolección de datos

Orientación previa 3D

En el corte lateral, se usó una vista translúcida al 50% para superponer los bordes orbitales y los procesos cigomáticos derecho e izquierdo. Luego, en el mismo corte, la imagen se orientó utilizando el plano de Frankfort paralelo a la horizontal verdadera. En el corte frontal, la imagen se orientó observando la simetría en los bordes orbitales derecho e izquierdo. En el corte axial, las líneas de referencia fueron la espina nasal anterior y las apófisis odontoides (Anexo 06) (**Figura 3**).

Evaluación de la radiodensidad de la sutura media palatina

Las imágenes fueron orientadas ubicando el plano palatino paralelo a la horizontal verdadera en la sagital y frontal. Por último, en la vista axial la imagen debe estar en el centro paralelo al paladar duro (Anexo 07) (**Figura 4**), en esta vista se tomaron las medidas de densidad de grises de tres regiones específicas con un corte de 0,3 mm de espesor.

El visor Xelis asigna a cada vóxel un valor de densidad de gris en una escala específica de la máquina y la configuración de exposición. Los valores promedio de la densidad

de grises se determinaron en 3 regiones: densidad de grises de la sutura (DGs), densidad de grises del paladar blando (DGpb) y densidad de grises del proceso palatino maxilar (DGppm) (Anexo 08) (**Figura 5**).

La región definida de la sutura se determinó por medio de un rectángulo de 6 mm de ancho centrado en la sutura media palatina desde distal desde el agujero incisivo hasta distal del 1 molar; la densidad de grises del proceso palatino maxilar se determinó por un cuadrado de 4 x 4 mm de la porción cortical del proceso palatino es decir el área más mineralizada, y la densidad de grises del paladar blando también se determinó por un cuadrado de 4 x 4 mm de la porción representada del paladar blando. Los valores promedio de la densidad de grises para calcular la radiodensidad de la sutura media palatino se realizó usando la siguiente ecuación:

$$\text{DSMP radio} = \frac{\text{DGs}-\text{DGpb}}{\text{DGppm}-\text{GDpb}}$$

Evaluación del efecto esquelético

Se realizaron mediciones lineales entre las estructuras esqueléticas bilaterales en las imágenes tomográficas T1 y T2, los efectos esqueléticos se cuantificarán por la diferencia entre las mediciones de T2 - T1. Se evaluaron tres medidas: (Anexo 09) (**Figura 6**)

- Foramen palatino mayor (FPM): distancia entre los márgenes laterales del agujero palatino mayor. Corte axial
- Ancho de la cavidad nasal (ACN): el ancho máximo de las paredes laterales de la cavidad nasal. Corte coronal a través del centro del agujero incisivo.

- Agujero infraorbital (FIO): distancia entre los márgenes laterales del agujero infraorbitario. Corte axial.

V.6. Consideraciones éticas

Este estudio se realizó luego de recibir una aprobación del Comité de Investigación de la Facultad de Estomatología Roberto Beltrán, y la posterior aprobación del Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CIE-UPCH) con fecha 3 de enero del 2019 y código SIDISI N° 102851 (**Anexo 3**).

V.7 Plan de análisis

Para describir el análisis univariado se procedió a obtener las dimensiones cuantitativas de la radiodensidad de la sutura media palatina y el efecto esquelético (media, desviaciones estándar, intervalos de confianza y rangos).

Para evaluar, si las observaciones siguen una distribución normal, se utilizó las pruebas de Shapiro-Wilk para hombres <30 y Kolmogrow-Smirnoff para mujeres> 30.

Para el análisis bivariado, se procedió a correlacionar la radiodensidad de la sutura media palatina y el efecto esquelético con el análisis de correlación de Spearman – Brown donde se obtuvo el coeficiente de correlación (Rho) junto con el *p*-valor.

Para la comparación entre la DSMP y el sexo se empleó la prueba T- Student para muestras independientes. Los datos se analizaron con el software estadístico SPSS versión 20.0 para Mac (IBM, Armonk, NY); con un nivel de confianza del 95% y *p* <0,05.

VI. RESULTADOS

El presente estudio tuvo como finalidad evaluar la relación de la radiodensidad de la sutura media palatina pre-ERM con las respuestas esqueléticas post ERM en adolescentes y adultos jóvenes según sexo. La muestra estuvo constituida por 64 TCHC tomadas en dos tiempos: antes de la ERM para evaluar la radiodensidad de la SMP y post ERM para evaluar el efecto esquelético con una media de tiempo de 0.85 ± 0.32 meses. De las 64 tomografías el 65.63% (n=42) pertenecieron a mujeres y el 34.37% (n=22) fueron hombres.

La Tabla N°1, tuvo como objetivo presentar de forma descriptiva los valores de DSMP pre-ERM en la muestra del estudio. Se encontró mayor DSMP en mujeres (0.57 ± 0.21 GV) en comparación a los hombres que obtuvieron ($0.37 + 0.28$ GV). En consideración a que no existe comparación entre grupos, no se determinó “p-valor”, más si se estableció el intervalo de confianza al 95% como parámetro.

La Tabla N°2, tuvo como objetivo presentar de forma descriptiva los valores del efecto esquelético post ERM en la muestra del estudio. Se encontró que las mujeres presentaron menores efectos esqueléticos en comparación a los hombres: FPM (0.71 ± 0.80 mm), ACN (0.50 ± 0.96 mm), FIO (0.75 ± 1.01 mm) y FPM (1.32 ± 1.39 mm), ACN (1.07 ± 1.16 mm), FIO (1.38 ± 1.33 mm) respectivamente.

La Tabla N°3, tuvo como objetivo correlacionar la DSMP con el efecto esquelético post ERM y edad. La evaluación de este objetivo requirió que se plantearan pruebas bivariados de correlación, teniéndose en primera instancia dos posibilidades (prueba coeficiente de correlación de Pearson y coeficiente de correlación de Spearman-

Brown), la determinación de la prueba a emplear requirió la evaluación previa del tipo de distribución, donde al encontrarse que existía una distribución no normal, se optó por seguir el camino de las pruebas no paramétricas, en este caso el coeficiente de correlación de Spearman. Con dicha prueba se estableció el valor de “Rho” (coeficiente de correlación) junto a su p-valor; debido a las características de no normalidad, no se pudo llevar a cabo un análisis de regresión, por lo cual se descarta el empleo del coeficiente de determinación (r^2) y por ende del establecimiento de la fórmula para dicho fin, por todo ello los resultados encontrados solo tienen alcance correlacional más no así predictivo.

Se estableció que sólo existe correlación negativa significativa entre la radiodensidad de la sutura media palatina (DSMP) y el ancho de la cavidad nasal (ACN) $0.56(0.32)$ $p= 0.008$ Al realizar la evaluación de subgrupos según sexo a fin de descartar algún efecto confusor, se identificó que dicha correlación se mantenía en mujeres $p= 0.008$, pero que en hombres ya no existía $p= 0.174$.

En la Tabla N.º 4, para la evaluación de este objetivo, se plantea seguir la vía de la comparación de grupos, en el que se busque la diferencia entre las medias de radiodensidad entre hombres y mujeres; para dicho fin se evaluó la normalidad de los datos por subgrupo, encontrándose que al existir distribución normal, se optó por emplear la prueba T de Student para muestras independientes, adicionalmente a ello, el estadístico de Levene estableció que se tenían varianzas iguales entre los grupos. En los resultados se logra identificar que existe diferencia significativa entre las medias de radiodensidad entre hombres y mujeres, con una diferencia de 0.20 unidades a favor de las mujeres; a fin de valorar la magnitud de la diferencia se calculó el porcentaje

relativo de la diferencia ((Femenino- Masculino/Femenino*100)), por lo que se tiene como dato adicional que las mujeres presentan 35.09% mayor radiodensidad que los hombres siendo esta medida una referencia de la magnitud de discrepancia entre grupos.

Tabla 1. Análisis descriptivo de la radiodensidad de la sutura media palatina pre-ERM según sexo

Radiodensidad de la sutura media palatina (DSMP) pre-ERM			
Estadística	Hombres (n=22; 34,38%)	Mujeres (n=42; 65,62%)	Total (n=64; 100%)
Media \pm DS	0.37 \pm 0.28	0.57 \pm 0.21	0.50 \pm 0.25
IC 95%	0.25; 0.38	0.55; 0.57	0.44, 0.56
Mínimo	-0.26	0,06	-0.26
Máximo	0.86	0.92	0.92

IC: intervalo de confianza

Tabla 2. Análisis descriptivo de los efectos esqueléticos post ERM según sexo

Estadística	Foramen palatino mayor (FPM)			Ancho cavidad nasal (ACN)			Foramen infraorbitario (FIO)		
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Media \pm DS	1.32 \pm 1.39	0.71 \pm 0.80	0.92 \pm 1.07	1.07 \pm 1.16	0.50 \pm 0.96	0.70 \pm 1.06	1.38 \pm 1.33	0.75 \pm 1.01	0.97 \pm 1.16
IC 95%	0.7; 1.94	0.46; 0.96	0.65; 1.19	0.55; 1.58	0.2; 0.81	0.43; 0.96	0.79; 1.97	0.44; 1.07	0.68; 1.26
Mediana	1.10	0.60	0.75	0.60	0.15	0.30	1.20	0.60	0.70
Mínimo	-0.30	-0.70	-0.70	0.00	-1.30	-1.30	-0.30	-1.10	-1.10
Máximo	6.40	2.70	6.40	4.50	3.00	4.50	4.50	4.00	4.50

IC: intervalo de confianza

Tabla 3. Correlaciones entre los efectos esqueléticos y la radiodensidad de la sutura media palatina según sexo.

Características del efecto esquelético	Mediana (RIQ)	Radiodensidad de la sutura media palatina Mediana (RIQ)	Rho†	P-Valor
Hombres				
Foramen palatino mayor	1.10 (1.68)		-0.059	0.794
Ancho de la cavidad nasal	0.60 (1.68)	0.39 (0.21)	0.301	0.174
Foramen infraorbitario	1.20 (2.45)		0.065	0.772
Mujeres				
Foramen palatino mayor	0.60 (1.00)		-0.140	0.378
Ancho de la cavidad nasal	0.15 (0.95)	0.56 (0.32)	-0.406	0.008**
Foramen infraorbitario	0.60 (1.30)		-0.115	0.467
Total				
Foramen palatino mayor	0.75 (1.07)		-0.211	0.095
Ancho de la cavidad nasal	0.30 (1.28)	0.48 (0.36)	-0.307	0.013**
Foramen infraorbitario	0.70 (1.38)		-0.145	0.253

†*Coefficiente de Correlación de Spearman-Brown.*

Tabla 4. Comparar la radiodensidad de la sutura media palatina según sexo

Sexo	n	Media \pm DS	Diferencias (%)	IC 95%	P- valor
Mujeres	42	0.57 \pm 0.21	0.20	0.07; 0.32	0.002
Hombres	22	0.37 \pm 0.28	(35.09)		

Prueba T de Student para muestras independientes con varianzas iguales.

VII. DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue evaluar si existe relación entre la radiodensidad de la sutura media palatina pre-ERM con las respuestas esqueléticas post ERM según sexo, utilizando TCHC. Con la finalidad de obtener información útil y confiable sobre el estado de fusión de la sutura media palatina pre-ERM, de manera que se obtenga una indicación precisa y segura sobre los protocolos de ERM.

En los últimos años se han presentado diversos métodos de diagnóstico de la MSMP. Isfeld et al.,²⁷ encontraron en su revisión sistemática (RS) tres tipos de evaluaciones de la MSMP: cuantitativa, semicuantitativa y cualitativa. La evaluación cuantitativa se da a través de la obtención de la densidad ósea (UH) por medio de TC médica con dosis bajas “micro-TC” y análisis fractal con TCHC, la evaluación semicuantitativa con ultrasonografía (US) y evaluación cualitativa a través de la morfología de la sutura media palatina con TCHC. La principal limitación de estas nuevas metodologías es la ausencia de validación con el estándar de oro, porque requieren de una biopsia para acceder a los estudios histológicos.

Ante la dificultad de validación de estos nuevos métodos de diagnóstico de MSMP, una alternativa es verificar la capacidad predictiva relacionando el diagnóstico de MSMP pre-ERM con los efectos post ERM.

Grünheid et al.,²⁶ es uno de los pocos estudios con una muestra pre-ERM y post ERM donde correlacionaron el diagnóstico de la MSMP por radiodensidad pre -ERM con los efectos esqueléticos post ERM mediante TCHC. Los resultados evidencian una correlación negativa entre la DSMP y el FPMp ($r = -0.78$, $P < 0.0001$, $r^2 = 0.62$). Concluyendo que la DSMP tiene capacidad predictiva para la ERM.

Nuestro estudio contrasta con los resultados de Grünheid et al.,²⁶ debido a que no se encontró diferencias significativas entre DSMP pre-ERM y las respuestas esqueléticas post ERM para (FPM y FIO). Sin embargo, si se encontró correlación negativa con ACN ($p = 0.013$), pero esta correlación sólo se mantuvo en mujeres ($p = 0.008$) y no en hombres ($p = 0.174$). En la comparación entre grupos según sexo se encontró que las mujeres presentaron mayor radiodensidad que los hombres ($p = 0.002$).

Estos hallazgos pueden atribuirse a que el foramen palatino mayor (FPM) y el foramen infraorbitario (FIO), son áreas menos susceptibles a la ERM. Debido a que, se encuentran en las regiones de mayor resistencia: región pterigomaxilar y región cigomático-maxilar. Además, es ampliamente conocido que los efectos esqueléticos más significativos de la ERM ocurren en las regiones anterior e inferior del maxilar.²⁻

4

Existen algunas diferencias en las metodologías empleadas que pueden explicar estos resultados, la primera diferencia es la forma de cuantificar la respuesta esquelética post ERM, Grünheid et al.,²⁶ individualizó la obtención del efecto esquelético realizando una proporción entre la cantidad de expansión prescrita con las medidas esqueléticas (FPMp, ACNp, FIOp). En nuestro estudio, sólo se consideraron las diferencias entre

las medidas esqueléticas (FPM, ACN, FIO) post ERM y pre-ERM (T2 - T1) sin la proporción de expansión prescrita. Debido a que, el número de activaciones necesarias para la corrección de las mordidas cruzadas en algunos casos difiere a la expansión real, por eso, sólo se consideró la verdadera cantidad de expansión (T2- T1).

La segunda diferencia fue el tiempo en que se obtuvo la TCHC post ERM (T2) en nuestro estudio se obtuvo una media de 0.85 ± 0.32 meses, en comparación con Grünheid et al.,²⁶ que se obtuvieron al final de todo el tratamiento ortodóntico una media de $28,7 \pm 9,4$ meses. Este período de tiempo es suficiente para mostrar en los resultados la suma de los efectos esqueléticos de la ERM, la terapia de ortodoncia y el crecimiento óseo residual.

Accar et al.,¹⁸ encontraron en su estudio con TCMC que no había correlación entre DSMP y las mediciones esqueléticas después de ERM. Sin embargo, encontraron correlación significativa de 32.1- 43.3% entre el MPSD y las mediciones dentales como el ángulo intermolar (ImA). Concluyendo que las mediciones de densidad no son el único indicador definitivo que predice el resultado de ERM.

El presente estudio encontró que las mujeres presentaron mayor radiodensidad que los hombres. Ningún otro estudio a subclasificado sus variables según sexo. Nuestro estudio subclasificó las variables según sexo para evitar el efecto confusor, encontrando que la correlación negativa según sexo no permanece estable en hombres y si en mujeres. Al parecer no considerar la distribución de las variables según el sexo puede generar resultados parciales.

En odontología, el uso de la TC médica ha sido limitada, se prefiere la TCHC porque proporciona bajas dosis de radiación, bajo costo y alta resolución de la imagen. Motivo por el cual, varios autores utilizan las UH equivalentes obtenidas de la TCHC como una medida para evaluar la densidad ósea. Mah y otros^{29,32-34} convirtieron los "niveles de grises" de la TCHC en UH utilizando coeficientes de atenuación lineal calculados, y encontraron que los valores de UH obtenidos de TCHC a TC fueron similares.

Lagravère et al.,³³ encontraron en un modelo reciente de TCHC 3 ecuaciones diferentes de regresión para la obtención de UH. Sin embargo, otros estudios concluyeron que la UH derivada de TCHC no es idéntica a la TCMC.³⁵

La pobre estandarización entre las máquinas TCHC dificulta la comparación de las mediciones tomadas de diferentes máquinas TCHC.³⁶ Debido a que, las características de la máquina, del software y procesamiento de información, parece asignar sus propios valores numéricos a cada tono de gris. Entonces, la obtención de UH en TCHC es aún controversial.

Debido a esta limitación se sugiere desarrollar para cada equipo de tomográfico de haz cónico, una escala de grises incluyendo la mayor cantidad de elementos y materiales a fin de obtener un elemento de diagnóstico adecuado que sea comparable.

La importancia de este estudio se destaca por la poca información sobre la capacidad predictiva de los métodos de diagnóstico de MSMP. La mayoría de los estudios sobre métodos de diagnóstico de la MSMP analizan la reproducibilidad, la asociación con otros métodos de diagnóstico, más no lo relacionan con el efecto esquelético post ERM,

es decir no prueban su capacidad predictiva, debido a que no cuentan con una muestra post ERM.

De acuerdo con el Comité Científico de Naciones Unidas sobre los efectos de la radiación atómica (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations, 2016), las exposiciones medicas a radiaciones ionizantes representan actualmente la principal fuente artificial de irradiación a la población mundial (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations). Al igual que con todas las modalidades de imágenes que utilizan radiación ionizante, el uso de TCHC implica una consideración de riesgo para los pacientes. Sin embargo, tienen el beneficio de proporcionar la información útil necesaria para ayudar a hacer un diagnóstico y / o facilitar el tratamiento.⁴²

Los conceptos de protección radiológica se basan en tres pilares fundamentales: *Justificación de la práctica*, garantiza que los pacientes no fueron irradiados innecesariamente al considerar que la información requerida no pudo obtenerse por medio de otra técnica con menor dosis de radiación. *Optimización del recurso*, conocido como ALARA (As Low As Reasonably Achievable) consiste en la obtención de imágenes de calidad diagnóstica con la dosis más baja posible. *Limitación de la Dosis*, se estableció dosis límites de radiación que no causan daño a la salud.⁴³

El presente estudio busca resaltar que la población utilizada fue obtenida de una base de datos y la selección de la muestra fue por conveniencia, a pesar de esa limitación el tamaño de la muestra fue el doble (64 TCHC) que los presentados por estudios

similares^{18,26}. Además, la calibración y los análisis de confiabilidad se realizaron en 4 tiempos: basal, 24 horas, 48 horas y 4 semanas en comparación a 2 tiempos. Por lo tanto, este estudio se caracteriza por presentar una muestra significativa y una confiable recolección de los datos.

VIII. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos para la muestra estudiada, y de acuerdo a la metodología aplicada, fue posible concluir que sí existe una relación entre la radiodensidad de la sutura media palatina pre-ERM y la respuesta esquelética post ERM según sexo.

- Se encontró que las mujeres presentan mayor radiodensidad de la sutura media palatina (DSMP) pre-ERM en comparación a los hombres.
- Se encontró que los hombres presentaban mayores efectos esqueléticos post ERM en comparación a las mujeres.
- Se encontró correlación negativa entre la radiodensidad de la sutura media palatina (DSMP) y el ancho de la cavidad nasal (ACN). Sin embargo, según sexo esta correlación permanece presente solo en mujeres y no en hombres. No se encontraron correlaciones entre las demás variables.
- Se encontró diferencia significativa entre la radiodensidad de la sutura media palatina (DSMP) según sexo, fue mayor en mujeres que en hombres.

IX. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar este estudio con una población mayor, utilizar medidas transversales cercanas a la base nasal, analizar las otras áreas de restricción a la ERM como la región pterigomaxilar, cigomático-maxilar y naso-maxilar.
- Se recomienda reproducir este tipo de estudio con diferentes expansores maxilares (dentosoportados vs con anclaje esquelético)
- Se recomienda determinar una escala de grises para cada equipo tomográfico y realizar un comparativo con los diferentes softwares.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Angell EH. Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. *Dent Cosm.* 1860;1:540–4.
2. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod.* 1961;31:73–90.
3. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: Clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987;91:3–14.
4. Wertz R, Dreskin M. Midpalatal suture opening: a normative study. *Am J Orthod.* 1977;71:367–81.
5. Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material. A histologic microradiographic study. *Am J Orthod.* 1975;68:42–54.
6. Melsen B, Melsen F. The postnatal development of the palatomaxillary region studied on human autopsy material. *Am J Orthod.* 1982;82:329–42.
7. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA Jr. Treatment timing for rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2001;71:343–50.
8. Persson M, Thilander B. Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *Am J Orthod.* 1977;72:42–52.
9. Knaup B, Yildizhan F, Wehrbein H. Age-related changes in the midpalatal suture. A histomorphometric study. *J Orofac Orthop.* 2004;65:467–74.
10. Korbmacher H, Schilling A, Püschel K, Amling M, Khal-Nieke B. Age-dependent three-dimensional microcomputed tomography analysis of the human midpalatal suture. *J Orofac Orthop.* 2007;68:364–76.
11. Wehrbein H, Yildizhan F. The mid-palatal suture in young adults. A radiological-histological investigation. *Eur J Orthod.* 2001;23:105–14.
12. Angelieri F, Cevidanes LH, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara JA Jr. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144:759–69.
13. Angelieri F, Franchi L, Cevidanes LH, McNamara JA Jr. Diagnostic performance of skeletal maturity for the assessment of midpalatal suture maturation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;148:1010–6.
14. Revelo B, Fishman LS. Maturational evaluation of ossification of the midpalatal suture. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994;105:288–92.

15. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented study based on hand-wrist films. *Angle Orthod.* 1982;52:88-112.
16. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod.* 2005; 11:119-29.
17. Schauseil M, Ludwig B, Zorkun B, Hellak A, Korbmacher-Steiner H. Density of the midpalatal suture after RME treatment - a retrospective comparative low-dose CT-study. *Head Face Med.* 2014;10:18. doi: 10.1186/1746-160X-10-18.
18. Acar YB, Motro M, Erverdi AN. Hounsfield Units: A new indicator showing maxillary resistance in rapid maxillary expansion cases? *Angle Orthod.* 2015;85:109-116.
19. Lione R, Franchi L, Fanucci E, Laganà G, Cozza P. Three-dimensional densitometric analysis of maxillary sutural changes induced by rapid maxillary expansion. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013;42(2)71798010. doi: 10.1259/dmfr/71798010.
20. Franchi L, Baccetti T, Lione R, Fanucci E, Cozza P. Modifications of midpalatal sutural density induced by rapid maxillary expansion: A low-dose computed-tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137:486–8.
21. Bigliuzzi R, Magalhães ADOS, Magalhães PE, , Bertoz APDM, Faltin K Jr, Arita, ES, et al. Cone-beam computed tomography evaluation of bone density of midpalatal suture before, after, and during retention of rapid maxillary expansion in growing patients. *J World Fed Orthod.* 2017;6:15–9.
22. Samra DA, Hadad R. Midpalatal suture: evaluation of the morphological maturation stages via bone density. *Prog Orthod.* 2018;19:29.
23. Sayar G, Kiliç DD. Rapid maxillary expansion outcomes according to midpalatal suture maturation levels. *Prog Orthod.* 2019; 20:27. doi: 10.1186/s40510-019-0278-9.
24. Kwak KH, Kim SS, Kim Y, Kim YD. Quantitative evaluation of midpalatal suture maturation via fractal analysis. *Korean J Orthod.* 2016;46:323–30.
25. Jang HI, Kim SC, Chae JM, Kang KH, Cho JW, Chang NY, et al. Relationship between maturation indices and morphology of the midpalatal suture obtained using cone-beam computed tomography images. *Korean J Orthod.* 2016;46:345–55.
26. Grünheid T, Larson CE, Larson BE. Midpalatal suture density ratio: A novel

- predictor of skeletal response to rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017;151:267–76.
27. Isfeld D, Lagravere M, Leon-Salazar V, Flores-Mir C. Novel methodologies and technologies to assess mid-palatal suture maturation: a systematic review. *Head Face Med.* 2017;13:13.
 28. Pauwels R, Jacobs R, Singer SR, Mupparapu M. CBCT-based bone quality assessment: are Hounsfield units applicable? *Dentomaxillofac Radiol.* 2015 Jan;44:20140238. doi: 10.1259/dmfr.20140238.
 29. Mah P, Reeves T, McDavid WD. Deriving Hounsfield units using grey levels in CBCT. *Dentomaxillofac Radiol.* 2010;39:323–35.
 30. Isfeld D, Flores-Mir C, Leon-Salazar V, Lagravère M. Evaluation of a novel palatal suture maturation classification as assessed by cone-beam computed tomography imaging of a pre- and postexpansion treatment cohort. *Angle Orthod.* 2019;89:252–61.
 31. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977; 33:159–74.
 32. Aranyarachkul P, Caruso J, Gantes B, Schulz E, Riggs M, Dus I, et al. Bone density assessments of dental implant sites: 2. Quantitative cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005;20:416–24.
 33. Lagravère MO, Fang Y, Carey J, Toogood RW, Packota GV, Major PW. Density conversion factor determined using a cone-beam computed tomography unit NewTom QR-DVT 9000. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006;35:407–9.
 34. Naitoh M, Hirukawa A, Katsumata A, Ariji E. Prospective study to estimate mandibular cancellous bone density using large-volume cone-beam computed tomography. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21:1309–13.
 35. Nomura Y, Watanabe H, Honda E, Kurabayashi T. Reliability of voxel values from cone-beam computed tomography for dental use in evaluating bone mineral density. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21:558–62.
 36. Chindasombatjaroen J, Kakimoto N, Shimamoto H, Murakami S, Furukawa S. Correlation between pixel values in a cone-beam computed tomographic scanner and the computed tomographic values in a multidetector row computed tomographic scanner. *J Comput Assist Tomogr.* 2011;35:662-5.
 37. Baysal A, Karadede I, Hekimoglu S, Ucar F, Ozer T, Veli I, et al. Evaluation of

- root resorption following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2012;82:488–94.
38. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid maxillary expansion tooth tissue-borne versus tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. *Angle Orthod.* 2005;75:548–57.
 39. Garib DG, Henriques JF, Janson G, de Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129:749–58.
 40. Lagravère MO, Heo G, Major PW, Flores-Mir C. Meta-analysis of immediate changes with rapid maxillary expansion treatment. *J Am Dent Assoc.* 2006;137:44-53.
 41. Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Long-term dental arch changes after rapid maxillary expansion treatment: a systematic review. *Angle Orthod.* 2005;75:155–61.
 42. Ubeda C, Nocetti D, Aragón M. Safety and radiological protection in dental imaging procedures. *Int. J. Odontostomat* 2018.,12:246-251.
 43. Hidalgo A, Theodorakou CH, Horner K. Protección radiológica en tomografía computarizada. *Cone-Beam en odontología. Anu. Soc. Radiol. Oral Máxilo Facial de Chile* 2013; 16: 23 – 32,

ANEXOS

ANEXO 01

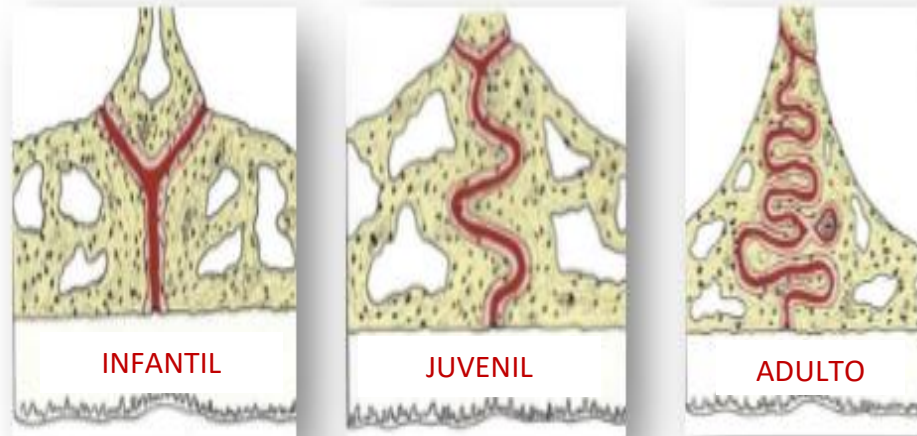


Figura 1. Diseño esquemático de las etapas de maduración de la sutura media palatina según su visualización histológica propuesta por Melsen, 1975*.

*Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material. A histologic microradiographic study. *Am J Orthod.* 1975;68:42–54.

ANEXO 02

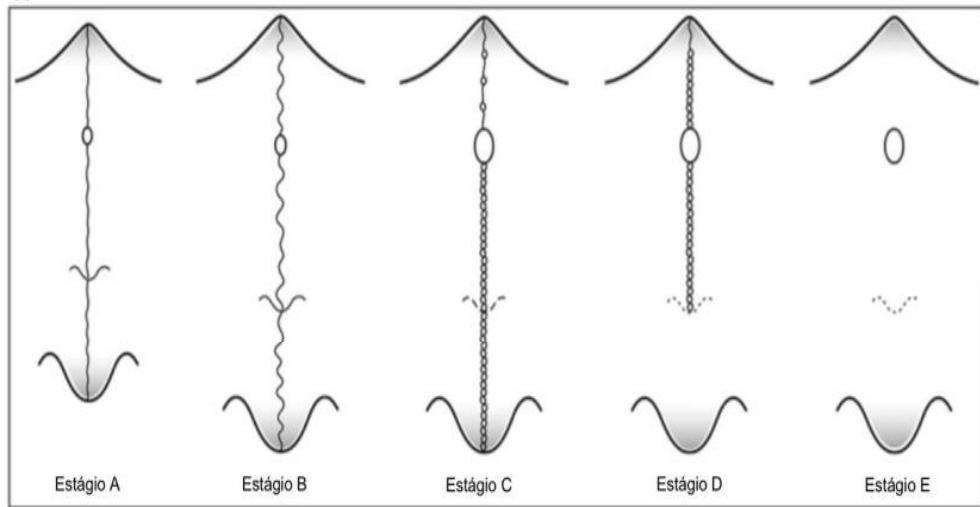


Figura 2. Diseño esquemático de las etapas de maduración de la sutura media palatina según su morfología mediante visualización tomográfica propuesta por Angelieri F. et al; 2013.*

*Angelieri F, Cevidanes LH, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara JA Jr. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144:759–69.

ANEXO 03. APROBACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA Y COMITE INSTITUCIONAL



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

CONSTANCIA 006 - 02-19

El Presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia hace constar que el proyecto de investigación señalado a continuación fue **APROBADO** por el Comité Institucional de Ética en Investigación, bajo la categoría de revisión **EXENTO**. La aprobación será informada en la sesión más próxima del comité.

Título del Proyecto : "Evaluación de la radiodensidad de la sutura media palatina en las respuestas esqueléticas Post ERM mediante diagnóstico tomográfico".

Código de inscripción : 102851

Investigador principal : Eguren Langer, Marjorie Regina

La aprobación incluyó los documentos finales descritos a continuación:

1. Protocolo de Investigación, versión recibida en fecha 02 de enero del 2019.

La **APROBACIÓN** considera el cumplimiento de los estándares de la Universidad, los lineamientos Científicos y éticos, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo investigador y la Confidencialidad de los datos, entre otros.

Cualquier enmienda, desviaciones, eventualidad deberá ser reportada de acuerdo a los plazos y normas establecidas. La categoría de **EXENTO** es otorgado al proyecto por un periodo de cinco años en tanto la categoría se mantenga y no existan cambios o desviaciones al protocolo original. El investigador esta exonerado de presentar un reporte del progreso del estudio por el periodo arriba descrito y solo alcanzará un informe final al término de éste. La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente documento hasta el **02 de enero del 2024**.

Si aplica, los trámites para su renovación deberán iniciarse por lo menos 30 días previos a su vencimiento.

Lima, 03 de enero del 2019.

Mg. Rosa Vaz Bonifacio
Presidenta (i)

Comité Institucional de Ética en Investigación

/s/

ANEXO 04. ANÁLISIS DESCRIPTIVO Y DE CORRELACIÓN INTERCLASE

Variable	Basal	24 horas	48 horas	4semanas	Dahlberg	CCI*	IC 95%	P-valor
Radiodensidad de la sutura media palatina (DSMP)	0.48 ±0.27	0.50 ±0.26	0.49 ±0.26	0.50 ±0.25	0.14	0.93	0.90; 0.95	0.001**
Mujeres	0.55 ±0.23	0.55 ±0.24	0.54 ±0.24	0.57 ±0.21	0.12	0.92	0.86; 0.95	0.001**
Hombres	0.34 ±0.30	0.40 ±0.27	0.40 ±0.27	0.37 ±0.28	0.13	0.93	0.86; 0.97	0.001**
Foramen palatino mayor (FPM)	0.90 ±1.15	0.92 ±0.95	0.99 ±0.92	0.92 ±1.07	0.64	0.90	0.85; 0.93	0.001**
Mujeres	0.75 ±0.91	0.69 ±0.73	0.80 ±0.74	0.71 ±0.80	0.60	0.83	0.72; 0.90	0.001**
Hombres	1.20 ±1.49	1.35 ±1.17	1.34 ±1.13	1.32 ±1.39	0.73	0.86	0.86; 0.97	0.001**
Ancho de la cavidad nasal (ACN)	0.96 ±1.11	0.82 ±1.26	0.83 ±1.15	0.70 ±1.06	0.69	0.87	0.82; 0.92	0.001**
Mujeres	0.74 ±0.86	0.69 ±1.32	0.66 ±1.16	0.50 ±0.96	0.60	0.77	0.72; 0.92	0.001**
Hombres	1.38 ±1.40	1.07 ±1.12	1.15 ±1.09	1.07 ±1.16	0.84	0.78	0.78; 0.95	0.001**
Foramen infraorbital (FIO)	0.85 ±1.18	0.74 ±0.44	0.96 ±1.37	0.97 ±1.16	1.03	0.66	0.66; 0.85	0.001**
Mujeres	0.49 ±0.97	0.50 ±0.30	0.64 ±1.27	0.75 ±1.01	1.13	0.40	0.04; 0.65	0.017**
Hombres	1.55 ±1.24	1.19 ±0.90	1.58 ±1.38	1.38 ±1.33	0.77	0.83	0.83; 0.96	0.001**

DSMP fue expresada en GV y las medidas esqueléticas FPM, ACN y FIO fueron expresadas en mm.

La fórmula de Dahlberg se obtuvo entre las medidas basal y 4 semanas

* CCI coeficiente de correlación interclase; IC, intervalo de confianza

** $P < 0.01$

ANEXO 05.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

N° FICHA:			EDAD:	SEXO:
RADIODENSIDAD DE LA SUTURA MEDIA PALATINA PRE-ERM				
REGIONES DE INTERES- T1			FORMULA	RESULTADO GV
DGs=			DSMP radio = $\frac{DGs-DGpb}{DGppm- GDpb}$	
DGpb=				
DGppm=				
EFECTO ESQUELÉTICO POST ERM				
MEDIDAS LINEARES			DIEFERENCIA	RESULTADO mm
TIEMPOS	T1	T2	EFECTO ESQUELÉTICO = T2- T1	
FPM				
ACN				
FIO				
OBSERVACIONES. -				

ANEXO 06.

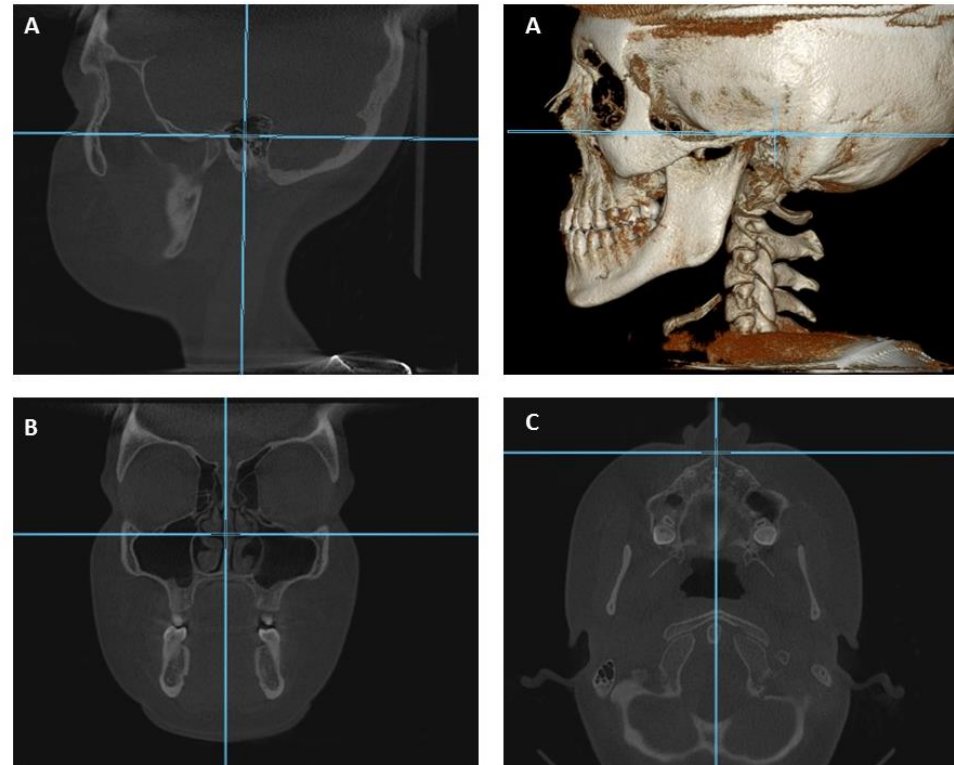


Figura 3. Orientación previa. A; vista lateral del plano de Frankfort paralelo a la horizontal verdadera. B, Corte frontal imagen orientada buscando simetría del lado derecho e izquierdo de los bordes orbitales. C; Corte axial la coordenada vertical a nivel de la espina nasal anterior y las apófisis odontoides.

*Grünheid T, Larson CE, Larson BE. Midpalatal suture density ratio: A novel predictor of skeletal response to rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017;151:267–76.

ANEXO 07

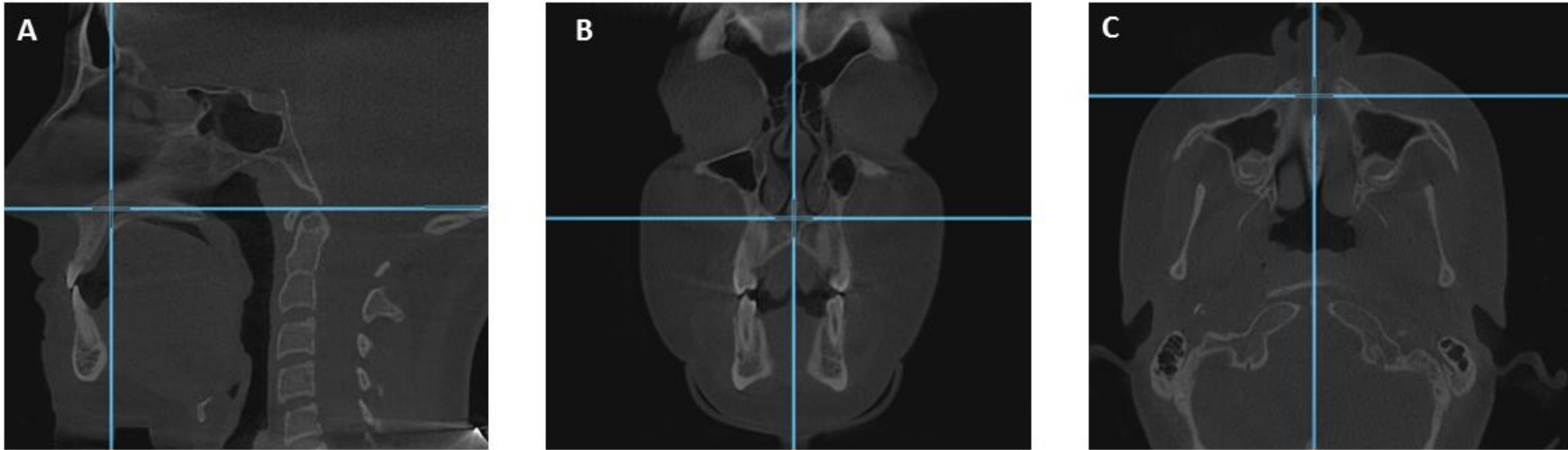


Figura 4. Orientación plano palatino. A, Vista sagital, plano palatino visualizando ENA, foramen incisivo y ENP, B vista frontal del plano palatino paralelo a la horizontal verdadera, C vista axial del plano palatino buscando la mejor visualización de la sutura media palatina.

*Grünheid T, Larson CE, Larson BE. Midpalatal suture density ratio: A novel predictor of skeletal response to rapid maxillary expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2017;151:267–76

ANEXO 08

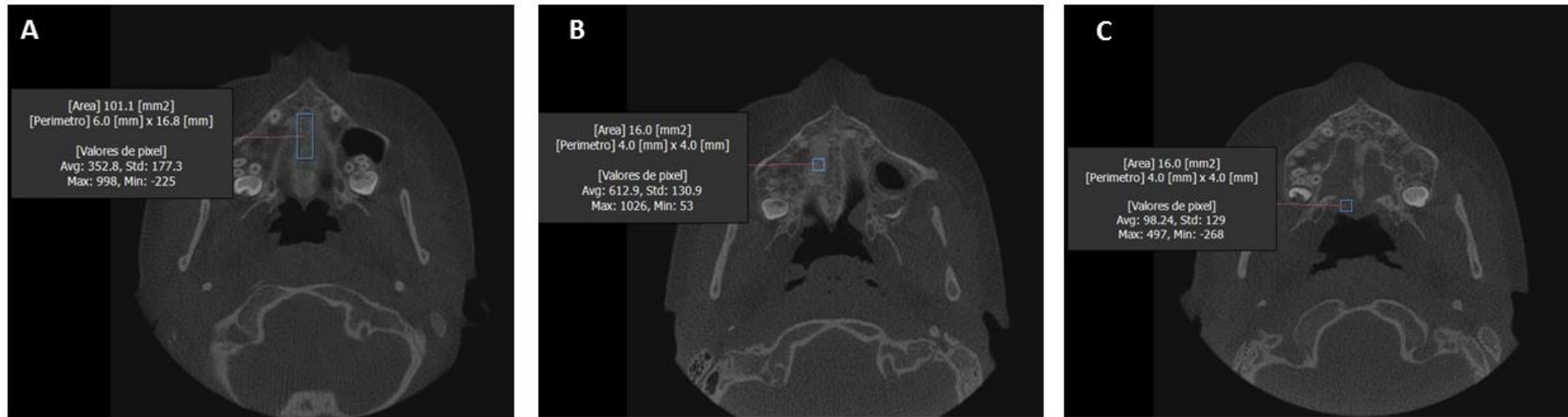


Figura 5. Densidad de grises promedio de las tres regiones de interés A; densidad de grises de la sutura media palatina (DG_{smp}), B, densidad de grises del proceso palatino (DG_{ppm}), C, densidad de grises del paladar blando (DG_{pb})

*Grünheid T, Larson CE, Larson BE. Midpalatal suture density ratio: A novel predictor of skeletal response to rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017;151:267-76

ANEXO 09

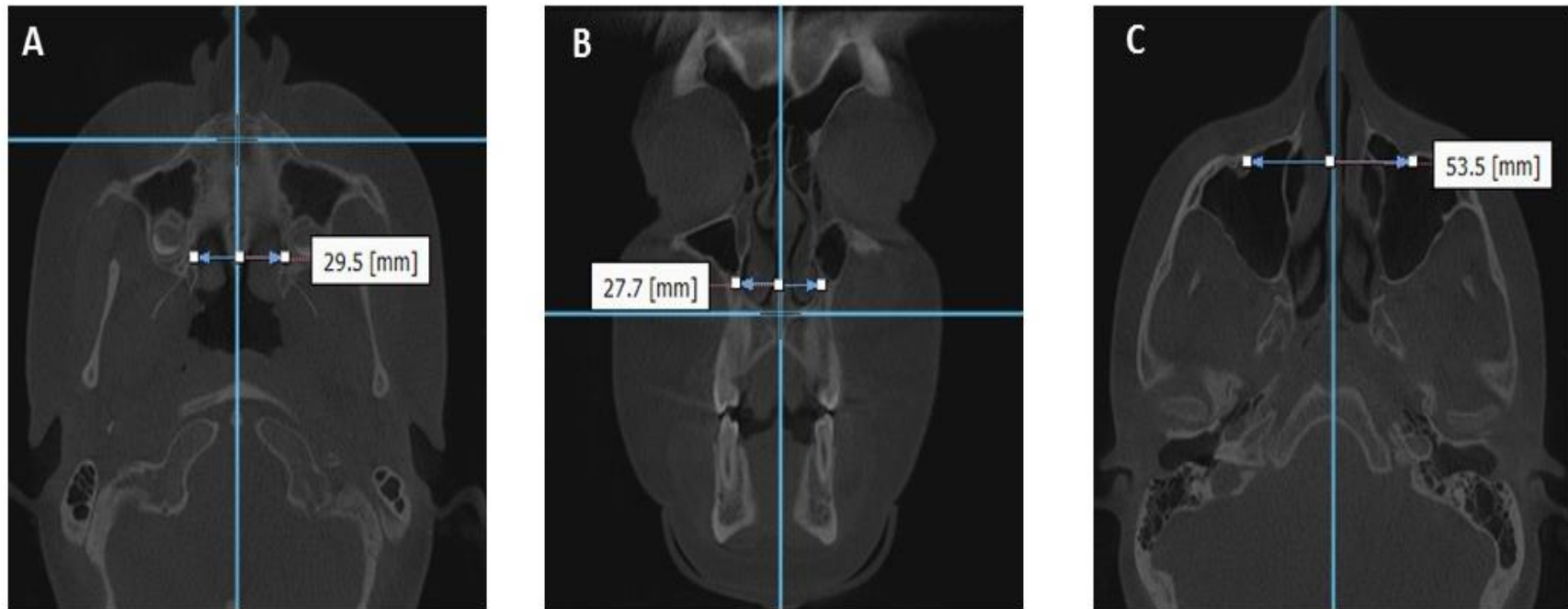


Figura 6. Medidas esqueléticas lineares. A, foramen palatino mayor (FPM), B, ancho de la cavidad nasal (ACN), C, foramen infraorbitario (FIO)

*Grünheid T, Larson CE, Larson BE. Midpalatal suture density ratio: A novel predictor of skeletal response to rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017;151:267–