



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**ESTOMATOLOGÍA**

EVALUACIÓN TOMOGRÁFICA A LARGO PLAZO DE LA POSTURA  
CRANEOCERVICAL POST EXPANSIÓN RÁPIDA MAXILAR CON  
ANCLAJE ÓSEO O DENTAL

LONG-TERM TOMOGRAPHIC EVALUATION OF  
CRANIOCERVICAL POSTURE AFTER RAPID MAXILLARY  
EXPANSION WITH BONE OR DENTAL ANCHORAGE

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD  
PROFESIONAL EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR

AUTORES

KIMBERLY ALEJANDRA BENITEZ ALVAREZ

WENDY ALEJANDRA GOMEZ DIAZ

ASESOR

CARLOS YURI LIÑAN DURAN

CO-ASESOR

ABRAHAM MENESES LOPEZ

LIMA - PERÚ

2024



## **JURADO**

Presidente: MG. Orlando Tuesta Da Cruz  
Vocal: MG. Ana Paola Trevejo Bocanegra  
Secretario: MG. Patricia Carolina Injante Ormeño

Fecha de Sustentación: 02 de diciembre del 2024

Calificación: Aprobado

## **ASESORES DE TESIS**

### **ASESOR**

CD Esp. Mg. Carlos Yuri Liñan Duran

Departamento Académico de Estomatología del Niño y Adolescente

ORCID: 0000-0003-2669-842X

### **CO-ASESOR**

CD Esp. Mg. Abraham Meneses Lopez

ORCID: 0000-0002-9700-2760

### **DEDICATORIA.**

A nuestros padres, nuestros primeros mentores y guías, cuya dedicación y sacrificio han sido la base de nuestro camino. Les dedicamos este logro, con gratitud infinita, por ser nuestro ejemplo y fortaleza.

### **AGRADECIMIENTOS.**

A nuestros asesores y docentes, por su dedicación y pasión por la enseñanza. Su compromiso con la educación es fuente de inspiración para nosotros.

A nuestro asesor, el doctor Liñán, por su asesoramiento y dedicación durante el desarrollo de nuestra tesis. Su paciencia, orientación y apoyo constante fueron cruciales para el éxito de nuestro trabajo. ¡Gracias por todo Dr Liñán!

### **FUENTES DE FINANCIAMIENTO.**

El presente trabajo de tesis ha sido autofinanciado.

### **DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS.**

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

# RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**ESTOMATOLOGÍA**

EVALUACIÓN TOMOGRÁFICA A LARGO PLAZO DE LA POSTURA  
CRANEOCERVICAL POST EXPANSIÓN RÁPIDA MAXILAR CON  
ANCLAJE ÓSEO O DENTAL

LONG-TERM TOMOGRAPHIC EVALUATION OF  
CRANIOCERVICAL POSTURE AFTER RAPID MAXILLARY  
EXPANSION WITH BONE OR DENTAL ANCHORAGE

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD  
PROFESIONAL EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR

#### AUTORES

KIMBERLY ALEJANDRA BENITEZ ALVAREZ  
WENDY ALEJANDRA GOMEZ DIAZ

#### ASESOR

CARLOS YURI LIÑAN DURAN

#### CO-ASESOR

ABRAHAM MENESES LOPEZ

LIMA - PERÚ

2024



## 11% Similitud estándar

Filtros

### Fuentes

Mostrar las fuentes solapadas

1	Internet	
repositorio.upch.edu.pe		7%
☰ 28 bloques de texto		🗨️ 371 palabra que coinciden
2	Internet	
hdl.handle.net		<1%
☰ 4 bloques de texto		🗨️ 29 palabra que coinciden
3	Internet	
es.scribd.com		<1%
☰ 2 bloques de texto		🗨️ 17 palabra que coinciden

## TABLA DE CONTENIDO

Resumen .....	
Abstract .....	
I. Introducción .....	1
II. Objetivos .....	4
III. Materiales Y Métodos .....	5
IV. Resultados .....	11
V. Discusión .....	12
VI. Conclusiones .....	19
VII. Referencias Bibliográficas.....	20
VIII. Tablas, Gráficos Y Figuras .....	28
Anexos .....	

## RESUMEN

**Antecedentes:** La expansión rápida maxilar (ERM) corrige la deficiencia transversal maxilar. Además, se observó que este tratamiento tiene efectos en las vías aéreas y la postura craneocervical, aunque la información es escasa y no hay estudios a largo plazo. **Objetivo:** Evaluar tomográficamente a largo plazo la postura craneocervical post ERM con anclaje óseo o dental. **Materiales y Métodos:** La muestra de este estudio retrospectivo fueron 162 tomografías clasificadas en 3 grupos: (1) Anclaje óseo, (2) Anclaje dental y (3) control. Se registraron las exploraciones con tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) en 3 tiempos, T0 (antes del tratamiento), T1 (post-tratamiento) y T2 (2 años después del tratamiento). Se midió la postura craneocervical (PCC) con el software Xelis Dental Viewer, mediante los ángulos que están formados por la intersección de la horizontal de Frankfort y la línea odontoides (FH/OPT), el plano palatino y la línea odontoides (PP/OPT) y la línea mandibular y la línea odontoides (LM/OPT). La comparación entre grupos se llevó a cabo utilizando la prueba ANOVA. **Resultados:** En T1 no se encontraron cambios significativos en el ángulo craneocervical. Sin embargo, en T2 con anclaje óseo, los ángulos FH/OPT ( $p < 0,048$ ) y PP/OPT ( $p < 0,033$ ) disminuyeron. **Conclusiones:** En el grupo con anclaje óseo, la angulación craneocervical disminuyó a largo plazo.

**Palabras claves:** tomografía computarizada. expansión maxilar, postura (DeCS).

## ABSTRACT

**Background:** Rapid maxillary expansion (RME) corrects maxillary transverse deficiency. In addition, this treatment was observed to have effects on airway and craniocervical posture, although information is scarce and there are no long-term studies. **Objective:** To evaluate long-term tomographic evaluation of post-RME craniocervical posture with bone or dental anchorage. **Materials and Methods:** The sample of this retrospective study was 162 tomographic scans classified into 3 groups (1) bone anchorage, (2) dental anchorage and (3) control. Cone beam computed tomography (CBCT) scans were recorded at 3 times, T0 (before treatment), T1 (post-treatment) and T2 (2 years after treatment). Craniocervical posture (CCP) was measured with Xelis Dental Viewer software, using the angles formed by the intersection of the Frankfort horizontal and the odontoid line (FH/OPT), the palatal plane and the odontoid line (PP/OPT) and the mandibular line and the odontoid line (ML/OPT). Comparison between groups was performed using ANOVA test. **Results:** At T1, no significant changes in craniocervical angle were found. However, at T2 with bone anchorage, the FH/OPT ( $p < 0.048$ ) and PP/OPT ( $p < 0.033$ ) angles decreased. **Conclusions:** In the bone anchored group, craniocervical angulation decreased in the long term.

**Keywords:** maxillary expansion, posture, computed tomography (MeSH).

## **I. INTRODUCCIÓN**

La deficiencia transversal del maxilar es un signo de maloclusión; se refiere a la estrechez del ancho maxilar en relación con la mandíbula, por lo tanto, se asocia con las mordidas cruzadas posteriores que tienen una prevalencia de 8% a 23% de la población. Este problema se caracteriza por un paladar profundo y estrecho, puede manifestar apiñamiento dental, crecimiento alveolar vertical excesivo, corredores bucales amplios y desgaste dental. Para obtener una relación transversal correcta, la Expansión Rápida Maxilar (ERM) es el tratamiento de elección para pacientes en crecimiento (1-3).

La ERM es un tratamiento ortopédico donde, generalmente, el expansor palatino se fija en los dientes posterosuperiores. Existen dos tipos de anclaje: la ERM con anclaje dental, que se ha asociado a efectos adversos para los dientes y los tejidos circundantes que incluyen inclinación bucal de los dientes, reducción del grosor del hueso bucal, recesión gingival bucal, reabsorción radicular, pérdida de hueso marginal y fenestración ósea (4). Y la ERM con anclaje óseo, que se ideó para reducir los efectos secundarios indeseables, implica el uso de mini-implantes para proporcionar una expansión esquelética garantizada: se pueden utilizar 2 o 4 mini-implantes (5). Entre los resultados de este procedimiento, se reporta que el tratamiento temprano con ERM causa un desplazamiento óseo significativo debido a la apertura de las suturas circunmaxilares (6). Por otro lado, la ERM produce una ligera inclinación bucal con un aumento en los anchos intra-arco entre los dientes posteriores mandibulares (7). El incremento del volumen de la cavidad nasal parece

estar asociado con el tratamiento de ERM a corto y largo plazo (8-12). Además, beneficia a los niños durante el período de crecimiento al mejorar la PCC (13).

Diversos estudios informan que la función de las vías respiratorias influye en el crecimiento y desarrollo craneofacial, la morfología facial y la postura de la cabeza. Se define como postura craneocervical a la alineación de la cabeza sobre las vértebras cervicales en el espacio; es una posición biomecánica de equilibrio muscular y esquelético (14). Autores como Ricketts y Solow plantearon que existe una relación entre la posición de la cabeza y las demandas funcionales respiratorias, afirmando que las personas con obstrucción en las vías aéreas tienden a extender la cabeza para facilitar la respiración (15-18). La revisión sistemática de Carbajal y cols., publicada en 2022, tuvo el objetivo de identificar y calificar la evidencia de estudios publicados que evalúan si el tratamiento de ERM modifica la PCC en pacientes en crecimiento. Concluyen que la ERM altera la posición de la columna cervical y la cabeza, a consecuencia del aumento del ancho palatino que resulta en una eventual ampliación del espacio faríngeo de las vías respiratorias. Sin embargo, los resultados deben tomarse con precaución debido a que existe un bajo nivel de evidencia (13).

Para medir la PCC se han utilizado diferentes metodologías, desde el análisis fotográfico hasta radiografías. Sin embargo, estos estudios carecen de precisión y los inconvenientes de la radiografía son aspectos de superposición. Los primeros escáneres TCHC específicos para la región oral y maxilofacial se desarrollaron a finales de los años 90. La TCHC es un método de adquisición de imágenes que emplea un haz de rayos X con forma de cono. La principal ventaja de la TCHC para

el clínico es que permite obtener imágenes tridimensionales de las estructuras faciales y dentales desde cualquier ángulo, lo cual no era posible antes en ortodoncia. Además, a partir de un único escaneo, se pueden generar radiografías panorámicas y cefalogramas laterales y posteroanteriores. Esta técnica también facilita medir el tamaño, la forma y las diferencias volumétricas de estructuras bilaterales, así como analizar el crecimiento en 3D, sin distorsión, ya que la imagen 3D se genera directamente de los datos sin procesar mediante un algoritmo matemático. Actualmente, la TCHC se presenta como un método más preciso y reproducible. Además, presenta costos y dosis de radiación más bajos, el tiempo de escaneo más corto y precisión general, haciendo que sea uno de los métodos preferidos (19-21).

Se ha observado que hay pocos estudios que evalúen el efecto de la ERM asociada a la postura de la cabeza y la angulación craneocervical; además, no se han realizado estudios comparativos con los dos tipos de anclaje a largo plazo. Esto es de suma importancia, ya que los efectos de este tratamiento no se mantienen estables en el tiempo; en consecuencia, el estudio tiene como propósito evaluar los cambios en la PCC luego de la ERM con anclaje dental, ERM con anclaje óseo y el grupo control a largo plazo.

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo general:**

Evaluar tomográficamente, a largo plazo, la PCC post expansión rápida maxilar con anclaje óseo o dental.

### **Objetivos específicos:**

1. Determinar la postura craneocervical en registros tomográficos de pacientes del grupo control antes y después de 2 años.
2. Comparar la postura craneocervical en registros tomográficos de pacientes tratados con ERM con anclaje dental antes, después del tratamiento y después de 2 años.
3. Comparar la postura craneocervical en registros tomográficos de pacientes tratados con ERM con anclaje óseo antes, después del tratamiento y después de 2 años.
4. Comparar la postura craneocervical en registros tomográficos de pacientes tratados con ERM con anclaje dental y óseo antes, después del tratamiento y después de 2 años.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo actual es descriptivo y longitudinal retrospectivo. La población fueron los registros tomográficos de pacientes de la clínica ortodóncica de la Universidad de Alberta en Edmonton, Canadá, que tuvieron necesidad de ERM y su grupo control. La muestra fue no probabilística y estuvo constituida por 162 registros tomográficos, divididos en 3 grupos: 60 registros con anclaje dental (G1), 63 registros con anclaje óseo (G2) y 39 registros para el grupo control (GC). Los tiempos de evaluación fueron: T0 (pre-tratamiento), T1 (post-tratamiento) y T2 (post-tratamiento a largo plazo).

En el grupo con expansión rápida maxilar (ERM) con anclaje dental (G1), se tomaron registros tomográficos de 23 pacientes que usaron un expansor HYRAX, fijando a los primeros molares y premolares permanentes (Figura 1a). Para lograr la sobrecorrección de la mordida cruzada posterior, el tornillo de expansión se activaba dos veces al día (0,25 mm por activación). Tras la fase activa, el tornillo fue bloqueado con acrílico y se mantuvo en su lugar de manera pasiva durante 6 meses.

En el grupo con ERM de anclaje óseo (G2), se obtuvieron los registros tomográficos de 20 pacientes que emplearon un expansor tipo BAME (Figura 1b), equipado con 2 miniimplantes (12 mm de largo, 1,5 mm de diámetro, Straumann GBR, Andover, Mass), 2 onplants (8 mm de diámetro, 3 mm de alto) y un tornillo expansor (Palex II Extra-Mini Expander, Servicios de Ortodoncia Summit, Munroe Falls, Ohio). Este aparato se colocó entre el primer molar permanente y el segundo premolar, en la parte más profunda de la bóveda palatina, a 6 mm de la sutura. Una semana

después, se comenzó la activación del expansor con una vuelta cada dos días hasta lograr la sobrecorrección. La contención fue similar al grupo con anclaje dental.

Para el grupo control (GC) se obtuvieron los registros tomográficos de 21 pacientes que no llevaron tratamiento. Los pacientes de los grupos G1 y G2 debían contar con registros tomográficos en tres momentos: T0 (pre-tratamiento), T1 (post-tratamiento) y T2 (post-tratamiento a largo plazo). El tiempo promedio de obtención de imágenes para la ERM con anclaje dental fue de 2 años y 9 meses, y para la ERM ósea fue de 2 años y 8 meses desde la tomografía inicial. Mientras que en el GC se tenían registros tomográficos en T0 y T2 (2 años 7 meses) desde la TCHC inicial.

Se consideraron los registros tomográficos de los pacientes entre 11 a 15 años de edad, con mordida cruzada maxilar bilateral sin intervención ortodóncica previa, ausencia de adenoidectomía, ausencia de amigdalectomía, ausencia de síndromes craneofaciales, sin antecedentes de trastornos óseos y ausencia de trastorno de la articulación temporomandibular. Las TCHC sin una visualización adecuada de los puntos de referencia, se excluyeron aquellas que presentaban artefactos por movimiento o una asimetría facial severa.

Las variables son:

- a. Postura craneocervical: La postura correcta es la posición en la que se aplica el mínimo estrés a cada articulación o la alineación óptima del cuerpo de una persona. Se medirá la postura craneocervical mediante los ángulos FH/OPT, PP/OPT y LM/OPT. Variable cuantitativa, con escala de medición de razón.

- b. Técnica de expansión maxilar rápida: cantidad de separación de los huesos maxilares en la zona de la sutura media y cigomaticomaxilar, con el uso de expansores con anclaje dental y anclaje óseo. Variable cualitativa, con escala de medición nominal, cuyas categorías son ERM con anclaje dental, anclaje óseo y grupo control.
  
- c. Tiempo de evaluación: Se examinan registros tomográficos tomados antes del tratamiento con ERM, después del tratamiento con ERM y 2 años después del tratamiento.

Se remitió una solicitud de autorización al investigador Manuel Lagravere de la Universidad de Alberta para obtener la base de datos de pacientes que fueron tratados con ERM en el entorno clínico de la Universidad de Alberta, Canadá. La cual fue archivada en una memoria externa para su evaluación.

Se solicitó al área de radiología del Posgrado de la UPCH la capacitación y calibración de los dos observadores por un especialista en radiología (con 5 años de experiencia como mínimo) en el manejo del software tomográfico Xelis Dental Viewer para la posterior evaluación tomográfica. Con la finalidad de ubicar correctamente los planos de orientación, puntos esqueléticos y obtener adecuadas mediciones milimétricas.

Se llevó a cabo la capacitación y calibración de los examinadores, que incluyó a MQ (experto de referencia), especialista en radiología con más de 10 años de experiencia. La capacitación consistió en 4 sesiones de una hora cada una, realizadas de manera virtual. En la primera sesión, se presentó el proyecto, se

explicaron las variables a evaluar, se seleccionó e identificó el software a utilizar (Xelis Dental Viewer 1.0, Infinit Healthcare, Seúl, Corea del Sur), y se validaron los puntos y planos que se localizaron en las tomografías. Durante la segunda sesión, se procedió a estandarizar las tomografías, alineando el volumen en tres planos de referencia: en el plano sagital, el palatino; en el plano frontal, el borde inferior de las órbitas; y en el plano axial, la espina nasal anterior y la apófisis odontoides (Gráfico 2). Luego, se revisaron en conjunto las tomografías 01, 02 y 03 (Gráfico 3). En la tercera sesión, se realizó una evaluación conjunta de las tomografías 04, 05 y 06.

La calibración se llevó a cabo analizando 10 tomografías seleccionadas al azar de los tres grupos de evaluación. Este análisis fue realizado de forma independiente por MQ, KB y WG, y los resultados se registraron en un archivo de Microsoft Excel. Para asegurar un Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) adecuado, se realizó una calibración interobservador con el especialista en radiología oral. Además, ambos investigadores realizaron su propia calibración intraobservador en tres ocasiones diferentes, con intervalos de 7 días entre cada evaluación, con el fin de lograr un CCI satisfactorio.

Para evaluar la calibración tanto entre como dentro de los examinadores, se utilizó la prueba del CCI, y se determinó el error del método mediante el coeficiente de Dalberg.

La prueba piloto se realizó con el 10% de la muestra del artículo base (22). Todas las mediciones fueron realizadas por los investigadores. Se procedió a realizar la codificación de las tomografías en la base de datos, realizando un promedio de 5 por día.

Se reconstruyeron los volúmenes tomográficos 3D mediante el software tomográfico Xelis Dental Viewer. Las imágenes tomográficas se orientaron a lo largo de la sutura palatina (plano X), paralelas al plano palatino (plano Y) y tangentes al piso nasal (plano Z).

Para medir las variables, utilizamos tres planos bases: la horizontal de Frankfort (FH), el plano palatino (PP) y la línea mandibular (LM). FH estuvo formada por el punto Po a Or; PP se formó por ENA a ENP; y LM se formó por Go a Gn. Cada plano formó el ángulo craneocervical con la línea odontoides (OPT), que se formó desde el punto tangente de la extremidad superior posterior de la apófisis odontoides de la segunda vértebra cervical (cv2tg) hasta el punto más inferoposterior del cuerpo de dicha vértebra (cv2ip).

Para preservar el anonimato, la información tomográfica fue almacenada en un disco externo de forma codificada. Cada registro fue convertido para su visualización utilizando el software Xelis Dental Viewer 1.0 (Infinit Healthcare, Seúl, Corea del Sur). Se utilizaron como referencias para la estandarización tomográfica el plano palatino (gráfico 2a), la espina nasal anterior-odontoides (gráfico 2b) y el borde inferior de las órbitas (gráfico 2c). Las mediciones se registraron en una ficha de recolección de datos y luego se trasladaron a un archivo de Microsoft Excel.

El trabajo de investigación se ejecutó luego de obtener la aprobación del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CIEI-UPCH), se procedió a la realización del estudio. Los datos de las evaluaciones tomográficas fueron codificados para preservar la confidencialidad.

La concordancia entre examinadores y dentro de cada operador se evaluó con el CCI. El análisis de varianza (ANOVA) indicó que una muestra de 19 por grupo sería suficiente para detectar una diferencia media con una desviación estándar de 0,8 en el cambio de T0 a T2, con una potencia del 80% y un nivel de significancia del 5%. La prueba de Shapiro-Wilk y un gráfico de cajas y bigotes se usaron para verificar la normalidad de la distribución de los datos. Se realizó un análisis estadístico descriptivo para calcular los promedios y la desviación estándar, comparando los pares T1-T0 y T2-T1 en cada grupo mediante una prueba t pareada. Las diferencias en cada grupo a diferentes tiempos se analizaron con la prueba ANOVA, y para las comparaciones múltiples entre grupos se empleó el post-hoc de Tukey. Todas las pruebas se realizaron utilizando el software estadístico SPSS (versión 27; IBM, Armonk, NY), considerando significativo un valor de  $p < 0,05$ .

#### **IV. RESULTADOS**

Los valores de calibración fueron de 0.976 y 0.937 para el ángulo FH/OPT respectivamente, 0.919 y 0.925 para el ángulo PP/OPT respectivamente, y 0.976 y 0.940 para el ángulo LM/OPT respectivamente (ANEXO 10).

En la tabla 1, cuando se evalúa el GC, se encuentra que no existe diferencia estadísticamente significativa en el grupo control entre los tiempos T0 y T2.

En la tabla 2 se observó que en el grupo con anclaje dental no se encontró diferencia significativa entre los tiempos antes, después y después de 2 años. Sin embargo, se pudo observar que el ángulo PP/OPT presentó una disminución entre el tiempo T0 a T2.

En la tabla 3 se observó que en el grupo con anclaje óseo se encontró diferencia significativa entre los tiempos T0 vs. T2, en los ángulos FH/OPT ( $p < 0,048$ ) y PP/OPT ( $p < 0,033$ ), encontrando en ambos una disminución de  $91.03^\circ$  a  $87.36^\circ$  y de  $96.66^\circ$  a  $92.16^\circ$ , respectivamente.

En la tabla 4 se comparan los grupos de ERM con anclaje dental vs. ERM con anclaje óseo. No se encontraron diferencias significativas entre ambos en ningún tiempo evaluado.

## V. DISCUSIÓN

La ERM es la opción terapéutica ortopédica preferida para corregir la deficiencia transversal del maxilar. Este procedimiento emplea un expansor que puede estar anclado de manera dental u ósea. Se ha observado que este tratamiento produce diversos efectos, como cambios en las vías respiratorias y la PCC, aunque existe poca información sobre este último aspecto y no se han realizado estudios a largo plazo. Por lo tanto, el propósito fue evaluar, a largo plazo, mediante TCHC, la PCC después de la ERM con anclaje óseo o dental.

El efecto de la ERM en la PCC se ha evaluado por diferentes métodos: un sistema de inclinómetro (25), fotografías digitales (26) y, en su mayoría, el análisis en radiografías laterales (13, 27-33). La desventaja de este último método es la superposición en la radiografía de diferentes estructuras anatómicas, situadas en diferentes planos, y la ampliación de la imagen, las cuales no siempre permiten una cuantificación precisa de los cambios ocurridos después del tratamiento (31).

En los últimos años, las tecnologías 3D han avanzado rápidamente, lo que causó una mejora significativa en el campo de la ortodoncia, optimizando el flujo de trabajo en la evaluación diagnóstica y la planificación del tratamiento, e incorporándose a la evaluación cefalométrica. Gracias al examen con TCHC, es posible realizar una cefalometría 3D, que ofrece una observación más detallada de la estructura craneofacial (34, 35). Investigaciones recientes han demostrado que las medidas cefalométricas evaluadas a través de TCHC han demostrado ser confiables, al igual que el enfoque en dos dimensiones (36-38). En este estudio se

utilizaron imágenes tomadas con TCHC, de las cuales se obtuvieron valores cefalométricos para realizar las mediciones.

En este estudio, cuando se evaluó el GC, no se hallaron diferencias con relevancia estadística entre los tiempos T0 y T2; esto concuerda con varias investigaciones (28-30). Celebi y cols., por otro lado, observaron un aumento en la angulación craneocervical en el grupo de control sin tratamiento (27).

En nuestro estudio no se encontraron cambios a corto plazo en ningún grupo. Este resultado coincide con otras investigaciones que utilizaron anclaje dental (27,31). Sin embargo, en el estudio de Kjurchieva-Chuchkova y cols. los resultados evidenciaron una disminución significativa en la angulación craneocervical, especialmente en el ángulo PP/OPT (4,07 grados) (28). Tecco y cols. también reportaron una disminución del ángulo craneocervical (29). Esta diferencia puede deberse a que ambos estudios evaluaron este cambio en pacientes con obstrucción nasal.

Carbajal y cols., en su revisión sistemática, llegaron a la conclusión que, durante el período de crecimiento, la ERM puede mejorar la PCC, disminuyendo la angulación craneocervical (13).

A largo plazo (2 años después del tratamiento), en esta investigación se observó que en el grupo de anclaje óseo, los ángulos FH/OPT y PP/OPT disminuyeron. En el estudio de Tecco y cols. la disminución del ángulo craneocervical que se obtuvo inmediatamente con la ERM se mantuvo después de 12 meses (29).

La revisión sistemática y metanálisis de Sebastiani y cols. muestran que en niños menores de 12 años, el ángulo SN/Ver disminuyó en promedio  $3,39^\circ$  un año después del procedimiento, lo que podría estar asociado con un cambio en el PNC. El ángulo SN/Ver describe la elevación de la cabeza a la vertical verdadera, la disminución de este ángulo reflejó el incremento de la permeabilidad de las vías aéreas causada por la ERM (32).

En esta investigación, entonces, se encontró un patrón donde la angulación craneocervical disminuye a largo plazo, más no inmediatamente. Esto concuerda con el estudio de McGuiness y cols., en el cual no se observaron cambios significativos a corto plazo. Sin embargo, un año después de la expansión, SN/Ver se había reducido en  $3,14^\circ$ , OPT/Hor en  $2,13^\circ$  y CVT/Hor en  $2,55^\circ$  (30).

La estabilidad a largo plazo tras la ERM es crucial para mantener los beneficios obtenidos, como la mejora de la respiración y la corrección de la mordida. Los estudios reportan que, aunque con la ERM con anclaje óseo se puede obtener efectivamente la expansión esquelética, con el tiempo ocurre cierto grado de recaída (39). Zeng y cols. explican que la recidiva se debe a la recuperación elástica del tejido blando en la sutura mediopalatina y la contracción de las fibras transeptales después de que se retira la fuerza mecánica. Además, la inmadurez del tejido óseo recién formado puede conducir a la reabsorción ósea bajo una fuerza de recurrencia, lo que contribuye a la recidiva (40). Por otro lado, la revisión sistemática de Liu y cols., enfocada en la respiración, muestra que, a largo plazo, el ancho nasal y el ancho de la base nasal de los tejidos esqueléticos y blandos aumentaron y los volúmenes de la cavidad nasal, la rinofaringe y la bucofaringe aumentaron (41).

Aunque las diferencias no alcanzaron significancia estadística entre la ERM con anclaje dental vs. ERM con anclaje óseo, en ninguno de los tiempos evaluados, dos estudios reportaron que la expansión esquelética condujo a un aumento significativo en el ancho de la cavidad nasal en comparación con ERM dental, a largo plazo (42, 43). Madvind y col., por otro lado, reportan que en pacientes de 9 años promedio ambos dispositivos dieron lugar a los mismos resultados inmediatos y a largo plazo (44). En adultos jóvenes, se observó un aumento significativo en el volumen y el área transversal de la cavidad nasal, junto con un incremento adicional en el volumen durante el período de retención de 1 año con un ERM con anclaje óseo (45).

Distintos estudios han sugerido que la ERM no sólo afecta la relación transversal entre maxilares, sino que también puede influir en la postura y en la respiración. Para entender esta conexión, empezaremos describiendo la hipótesis de la extensión de tejidos de Solow. La obstrucción de la vía aérea superior podría conducir a un cambio postural que resultaría en el aumento del ángulo craneocervical. Se supone que el mecanismo es la "retroalimentación neuromuscular". Solow halló que había diferencias entre la morfología craneofacial y la postura. Estas diferencias podrían explicarse en términos de fuerzas que la capa de tejidos blandos de la piel y los músculos faciales ejercen sobre el esqueleto facial. La idea era que esta capa se estira pasivamente cuando la cabeza se extendiera en relación con la columna cervical. Esto provocaría un aumento en las fuerzas sobre las estructuras esqueléticas, y tales fuerzas restringirían el crecimiento hacia adelante del maxilar y la mandíbula, y lo redirigirían más caudalmente, como usualmente se ve en una

facies adenoidea. Este eslabón final de la cadena podría denominarse fuerzas diferenciales sobre el esqueleto en relación con los cambios posturales (17, 47).

Entonces, la disminución de la angulación craneocervical que encontramos podría deberse al aumento del ancho palatino que resulta en un aumento de las vías aéreas faríngeas y, por lo tanto, una mejora en la función respiratoria. De este modo ya no es necesario un mecanismo de compensación, es decir, el “aumento en el ángulo craneocervical” para poder mantener las vías aéreas permeables. Es así que el uso de ERM causaría la flexión de la cabeza con un aumento del ángulo de la lordosis cervical y una disminución de las angulaciones craneocervicales (13, 18, 29, 48).

En la literatura, varios estudios han evaluado los cambios en las vías respiratorias nasofaríngeas y orofaríngeas después de la ERM con soporte dental. Aljawad y cols. informaron que los volúmenes de las vías respiratorias superiores aumentaron significativamente después del tratamiento, a diferencia del grupo sin tratamiento (48). Abdalla y cols., por otro lado, no encontraron ninguna diferencia significativa en el incremento del volumen de las vías aéreas en el grupo de ERM comparándolo con el grupo control. Este resultado probablemente se debe al crecimiento y a un mecanismo compensatorio de la postura de la cabeza debido a la obstrucción de los conductos respiratorios nasales y/o faríngeos (18). Varios autores concluyeron que el ERM con anclaje óseo es efectivo para mejorar la función respiratoria por el aumento de las dimensiones transversales y el ancho nasal (5, 8, 45, 49, 50).

Prevé y cols. observaron que la retención post ERM con anclaje óseo se asocia con una mayor expansión esquelética maxilar en la sutura palatina y el ancho de la cavidad nasal, en comparación con la ERM con anclaje dental. Por ello, hay un

potenciamiento de la corriente de aire nasal y una disminución de la resistencia de las vías respiratorias inmediatamente después de la expansión (9). Por otro lado, Kavand y cols. no encuentran una diferencia significativa en los cambios de volumen de la cavidad nasal o nasofaringe entre ambos tipos de expansores (22).

Dentro de las limitaciones de este trabajo no hemos considerado factores como el género. Se ha demostrado que la curvatura de la columna cervical puede estar relacionada: los hombres exhiben con mayor frecuencia una curvatura recta y las mujeres una curvatura parcialmente invertida (29). Bernal y cols. demostraron que las variables posturales craneocervicales eran mayores en los niños que en las niñas (51).

Otro factor que se debería estimar en estudios futuros es la edad. Se reportó que, en condiciones fisiológicas normales, la estabilidad de la curvatura cervical no se logra hasta los siete años. Hellsing y cols. observaron que el ángulo CVT/EVT disminuye con la edad en ambos sexos. La diferencia entre los 8 y los 15 años era significativa en los niños y muy significativa en las niñas (52).

Se recomienda que en investigaciones posteriores se tenga en cuenta la morfología craneofacial. Solow halló que había diferencias entre el patrón vertical y la PCC; se observó una reducción del ángulo craneocervical en relación con el aumento de la rotación hacia adelante de la mandíbula y se encontró un aumento del ángulo craneocervical junto con una rotación hacia adelante inferior de la mandíbula (47). Pen reportó correlaciones entre la PCC y el patrón esquelético sagital, sobre todo en el período de crecimiento puberal y posteriormente. Pacientes con un patrón

esquelético de clase II mostraron una cabeza más extendida, mientras que pacientes con un patrón esquelético de clase III una cabeza flexionada (53).

Es crucial que, al realizar un estudio radiográfico lateral o tomográfico, se haga una estandarización. Varios estudios utilizan la posición natural de la cabeza, como Solow lo ha descrito. Este se puede llevar a cabo de dos formas: "posición de autoequilibrio" y "posición del espejo".

Se deberían evaluar pacientes que tienen obstrucción nasal. Es posible que los resultados que se consigan sean más significativos. Además, la terapia con ERM disminuiría la resistencia respiratoria en estos pacientes, y si están en crecimiento, es probable que pueda ser positivo para el correcto desarrollo de la morfología craneofacial. Claro que la indicación principal del tratamiento es la atresia maxilar.

Se recomienda para futuras investigaciones que se considere el uso de otros planos que evalúen la postura craneocervical. Aunque, en general, de las variables posturales, las que expresan la angulación craneocervical son las que suelen mostrar las correlaciones más consistentes con la morfología craneofacial. En la mayoría de los casos, las correlaciones de los ángulos posturales, SN/Ver, SN/OPT y SN/CVT, fueron similares a las de los ángulos FH/Ver, FH/OPT y FH/CVT (16).

## VI. CONCLUSIONES

1. No se evidenció una diferencia que fuera estadísticamente significativa entre la postura craneocervical del grupo control antes y después de 2 años de tratamiento.
2. No se hallaron variaciones estadísticamente relevantes de la postura craneocervical en el grupo con ERM con anclaje dental entre los tiempos antes, después y después de 2 años. Sin embargo, se pudo observar que el ángulo PP/OPT presentó una disminución entre el tiempo T0 a T2.
3. Se encontró diferencia significativa de la postura craneocervical en el grupo con ERM con anclaje óseo entre los tiempos T0 vs. T2, en los ángulos FH/OPT y PP/OPT.
4. No se encontraron diferencias significativas de la postura craneocervical entre el grupo de ERM con anclaje dental y el grupo de ERM con anclaje óseo en ninguno de los tiempos evaluados.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Khosravi M, et al. Tooth-borne versus bone-borne rapid maxillary expansion for transverse maxillary deficiency: A systematic review. *Int Orthod*. 2019;17(3):425-436.
2. Kapetanović A, Theodorou C, Bergé S, Schols J, Xi T. Efficacy of Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE) in late adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod*. 2021;43(3):313-323.
3. Ahmida A, Mehta S, Amelemah E, et al. Short-term and long-term effects of miniscrew-assisted and conventional rapid palatal expansion on the cranial and circummaxillary sutures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2023;163(4): e115-e126.
4. Krüsi M, Eliades T, Papageorgiou S. Are there benefits from using bone-borne maxillary expansion instead of tooth-borne maxillary expansion? A systematic review with meta-analysis. *Prog Orthod*. 2019;20(1):9.
5. Tang H, Liu P, Xu Q, Hou Y, Guo J. A comparative analysis of aerodynamic and anatomic characteristics of upper airway before and after mini-implant-assisted rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2021;159(4): e301-e310.
6. Cantarella D, et al. Changes in the midpalatal and pterygopalatine sutures induced by micro-implant-supported skeletal expander, analyzed with a novel 3D method based on CBCT imaging. *Prog Orthod*. 2017; 18:34.
7. Lo Giudice A, Ronsivalle V, Lagravere M, Leonardi R, Martina S, Isola G. Transverse dentoalveolar response of mandibular arch after rapid maxillary

- expansion (RME) with tooth-borne and bone-borne appliances. *Angle Orthod.* 2020;90(5):680-7.
8. Li Q, et al. Comparison of dimensions and volume of upper airway before and after mini-implant assisted rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2020;90(3):432-41.
  9. Prévé S, García B. Interest of miniscrew-assisted rapid palatal expansion on the upper airway in growing patients: A systematic review. *Int Orthod.* 2022;20(3):100657.
  10. Buck L, Dalci O, Darendeliler M, Papageorgiou S, Papadopoulou A. Volumetric upper airway changes after rapid maxillary expansion: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2017;39(5):463-473.
  11. Truong C, Jeon H, Sripinun P, Tierney A, Boucher N. Short-term and long-term effects of rapid maxillary expansion on the nasal soft and hard tissue: A cone beam computed tomography study. *Angle Orthod.* 2021; 91(1): 46-53.
  12. Celenk-Koca T, et al. Evaluation of miniscrew-supported rapid maxillary expansion in adolescents: A prospective randomized clinical trial. *Angle Orthod.* 2018; 88(6) :702-709.
  13. Carbajal-Rodriguez G, Langer M, Yaya-Beas M, Liñán-Durán C, Lagravère M, Gianoni-Capenakas S. Effects of rapid maxillary expansion on head and cervical posture in growing patients: A systematic review. *Int Orthod.* 2022;20(3):100658.
  14. Lopez, A. J. et al. Anatomy and biomechanics of the craniovertebral junction. *Neurosurg Focus.* 2015; 38(4), E2.

15. Rosas L, Carpio K, Gonçalves J, Santos-Pinto A. Systematic review of craniocervical posture and craniofacial morphology. *Eur J Orthod.* 2014;36:55-66.
16. Solow B, Siersbaek-Nielsen S, Greve E. Airway adequacy, head posture, and craniofacial morphology. *Am J Orthod.* 1984;86(3):214-223.
17. Solow B, Kreiborg S. Soft-tissue stretching: a possible control factor in craniofacial morphogenesis. *Scand J Dent Res.* 1977;85(6):505-507.
18. Ricketts RM. Respiratory obstruction syndrome. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1968;54(7):495-507.
19. Abdalla Y, Brown L, Sonnesen L. Effects of rapid maxillary expansion on upper airway volume: A three-dimensional cone-beam computed tomography study. *Angle Orthod.* 2019; 89(6): 917-923.
20. Lagravère M, Ling C, Woo J, Harzer W, Major P, Carey J. Transverse, vertical, and anterior-posterior changes between tooth-anchored versus Dresden bone-anchored rapid maxillary expansion 6 months post-expansion: A CBCT randomized controlled clinical trial. *Int Orthod.* 2020;18(2):308-16.
21. Bazargani F, Lund H, Magnuson A, Ludwig B. Skeletal and dentoalveolar effects using tooth-borne and tooth-bone-borne RME appliances: a randomized controlled trial with 1-year follow-up. *Eur J Orthod.* 2021;43(3):245-253.
22. Kavand G, Lagravère M, Kula K, Stewart K, Ghoneima A. Retrospective CBCT analysis of airway volume changes after bone-borne vs tooth-borne rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2019; 89(4): 566-574.

23. Cantarella D, Dominguez-Mompell R, Moschik C, et al. Zygomaticomaxillary modifications in the horizontal plane induced by micro-implant-supported skeletal expander, analyzed with CBCT images. *Prog Orthod*. 2018;19(1):41.
24. Lin L, Ahn HW, Kim SJ, Moon SC, Kim SH, Nelson G. Tooth-borne vs bone-borne rapid maxillary expanders in late adolescence. *Angle Orthod*. 2015;85(2):253-262
25. Yagci A, Uysal T, Usumez S, Orhan M. Rapid maxillary expansion effects on dynamic measurement of natural head position. *Angle Orthod* 2011;81(5):850–5.
26. Cerruto C, Di Vece L, Doldo T, Giovannetti A, Polimeni A, Goracci C. A computerized photographic method to evaluate changes in head posture and scapular position following rapid palatal expansion: a pilot study. *J Clin Pediatr Dent*. 2012;37(2):213–8.
27. Celebi F, Hologlu F, Akbulut S, Altug Bicakci A. Effects of rapid maxillary expansion on head posture, postural stability and fall risk. *APOS Trends Orthod*. 2017;7(4):175–180.
28. Kjurchieva-Chuchkova G, Kanurkova L, Bajraktarova Miševska C. Changes in head posture after rapid maxillary expansion in patients with nasopharyngeal obstruction. *South Eur J Orthod Dentofac Res*. 2016;3 (2):39–43.
29. Tecco S, Caputi S, Festa F. Evaluation of cervical posture following palatal expansion: a 12-month follow-up controlled study. *Eur J Orthod*. 2007;29(1):45-51.

30. McGuinness NJ, McDonald JP. Changes in natural head position observed immediately and one year after rapid maxillary expansion. *Eur J Orthod.* 2006;28(2):126–134.
31. Serritella E, Impellizzeri A, Musone L, De Stefano AA, Gabriella G. Cranio-cervical posture and rapid palatal expansion therapy. *J Orthodont Sci.* 2022; 11:13.
32. Sebastiani AM, de Oliveira KV, Dias Morais N, et al. Does rapid maxillary expansion change natural head position in children with maxillary constriction? A systematic review and meta-analysis. *Rev Bras Odontol* 2019;76: e1432.
33. Gomes Lde C, Horta KO, Gonçalves JR, Santos-Pinto AD. Systematic review: craniocervical posture and craniofacial morphology. *Eur J Orthod.* 2014;36(1):55-66.
34. Thawri SR, Paul P, Reche A, Rathi HP. 3D Technology Used for Precision in Orthodontics. *Cureus.* 2023;15(10): e47170.
35. Abdelkarim A. Cone-Beam Computed Tomography in Orthodontics. *Dent J (Basel).* 2019;7(3):89.
36. Nalçacı R, Oztürk F, Sökücü O. A comparison of two-dimensional radiography and three-dimensional computed tomography in angular cephalometric measurements. *Dentomaxillofac Radiol.* 2010;39(2):100-106.
37. Li C, Teixeira H, Tanna N, et al. The Reliability of Two- and Three-Dimensional Cephalometric Measurements: A CBCT Study. *Diagnostics (Basel).* 2021;11(12):2292.
38. Baldini B, Cavagnetto D, Baselli G, Sforza C, Tartaglia GM. Cephalometric measurements performed on CBCT and reconstructed lateral cephalograms: a

- cross-sectional study providing a quantitative approach of differences and bias. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):98.
39. Huang X, Han Y, Yang S. Effect and stability of miniscrew assisted rapid palatal expansion: A systematic review and meta-analysis. *Korean J Orthod* 2022;52(5):334-344.
  40. Zeng W, Yan S, Yi Y, et al. Long-term efficacy and stability of miniscrew-assisted rapid palatal expansion in mid to late adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):829.
  41. Liu C, Wang K, Jiang C, et al. The short- and long-term changes of upper airway and alar in nongrowing patients treated with Mini-Implant Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE): a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):820.
  42. Mehta S, Gandhi V, Vich ML, Allareddy V, Tadinada A, Yadav S. Long-term assessment of conventional and mini-screw-assisted rapid palatal expansion on the nasal cavity. *Angle Orthod*. 2022;92(3):315-323.
  43. Bazargani F, Knode V, Plaksin A, Magnuson A, Ludwig B. Three-dimensional comparison of tooth-borne and tooth-bone-borne RME appliances: a randomized controlled trial with 5-year follow-up. *Eur J Orthod*. 2023;45(6):690-702.
  44. Malmvind D, Golež A, Magnuson A, Ovsenik M, Bazargani F. Three-dimensional assessment of palatal area changes after posterior crossbite correction with tooth-borne and tooth bone-borne rapid maxillary expansion. *Angle Orthod*. 2022; 92(5), 589–597.

45. Kim SY, Park YC, Lee KJ, et al. Assessment of changes in the nasal airway after nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion in young adults. *Angle Orthod.* 2018;88(4):435-441.
46. Solow B, Sandham A. Cranio-cervical posture: a factor in the development and function of the dentofacial structures. *Eur J Orthod.* 2002;24(5):447-456.
47. Solow B, Siersbaek-Nielsen S. Growth changes in head posture related to craniofacial development. *Am J Orthod.* 1986;89(2):132-140.
48. Ansar J, Maheshwari S, Verma SK, Singh RK, Agarwal DK, Bhattacharya P. Soft tissue airway dimensions and craniocervical posture in subjects with different growth patterns. *Angle Orthod.* 2015;85(4):604-610.
49. Aljawad H, Lee KM, Lim HJ. Three-dimensional evaluation of upper airway changes following rapid maxillary expansion: A retrospective comparison with propensity score matched controls. *PLoS One.* 2021;16(12): e0261579.
50. Brunetto DP, Moschik CE, Dominguez-Mompell R, Jaria E, Sant'Anna EF, Moon W. Mini-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE) effects on adult obstructive sleep apnea (OSA) and quality of life: a multi-center prospective controlled trial. *Prog Orthod.* 2022;23(1):3.
51. Bernal LV, Marin H, Herrera CP, Montoya C, Herrera YU. Craniocervical posture in children with Class I, II and III skeletal relationships. *Pesq Bras Odontoped. Clin. Integr.* 2017;17(1):1–12.
52. Hellsing E, Reigo T, McWilliam J, Spangfort E. Cervical and lumbar lordosis and thoracic kyphosis in 8, 11 and 15-year-old children. *Eur J Orthod.* 1987;9(2):129-138.

53. Peng, H., Liu, W., Yang, L. et al. Craniocervical posture in patients with skeletal malocclusion and its correlation with craniofacial morphology during different growth periods. *Sci Rep* 14, 5280 (2024).

## VIII. TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

**Tabla 1.** Comparación de la postura craneocervical en registros tomográficos de pacientes del grupo control antes y después de 2 años del tratamiento.

Postura craneocervical	T0						T2						T0 vs T2		
	X	DE	Min	Max	Q1	Q2	Q3	X	DE	Min	Max	Q1	Q2	Q3	p*
FH-OPT	90.12	7.24	72.80	105.00	88.60	90.70	92.80	89.46	6.66	81.10	105.00	83.90	88.50	92.15	0.717
PP-OPT	93.25	7.79	79.90	111.00	88.60	91.80	98.40	91.89	6.51	82.20	105.00	87.05	90.25	95.10	0.492
LM-OPT	62.62	7.14	52.10	78.90	58.00	60.40	67.20	62.98	7.29	49.10	76.30	58.45	62.40	68.45	0.855

**Tabla 2.** Comparación de la postura craneocervical en registros tomográficos de pacientes tratados con ERM con anclaje dental antes, después del tratamiento y después de 2 años del tratamiento.

Postura craneocervical	T0						T1						T2						T0 vs T1	T1 vs T2	T0 vs T2			
	X	DE	Min	Max	Q1	Q2	Q3	X	DE	Min	Max	Q1	Q2	Q3	X	DE	Min	Max	Q1	Q2	Q3	p*	p*	p*
FH-OPT	87.10	7.18	75.30	102.00	82.10	85.05	93.40	87.00	8.18	72.30	101.00	81.80	86.90	93.60	84.94	7.86	67.30	97.30	80.60	84.20	90.00	0.876	0.056	0.102
PP-OPT	89.15	8.53	71.60	103.00	83.30	89.20	95.40	90.20	10.48	73.60	112.00	84.10	90.90	96.20	87.45	8.00	73.50	102.10	84.50	87.80	93.20	0.761	0.149	0.058
LM-OPT	60.04	8.26	46.60	72.80	51.90	59.60	68.00	58.59	9.55	37.60	76.30	54.30	59.30	67.20	58.35	9.36	39.70	80.80	52.80	58.00	60.10	0.503	0.871	0.330

**Tabla 3.** Comparación de la postura craneocervical en registros tomográficos de pacientes tratados con ERM con anclaje óseo antes, después del tratamiento y después de 2 años del tratamiento.

Postura craneocervical	T0							T1							T2							T0 vs T1	T1 vs T2	T0 vs T2
	X	DE	Min	Max	Q1	Q2	Q3	X	DE	Min	Max	Q1	Q2	Q3	X	DE	Min	Max	Q1	Q2	Q3	p*	p*	p*
FH-OPT	91.03	6.98	77.30	102.00	86.10	92.80	95.45	87.77	9.46	75.00	107.00	79.60	87.80	95.20	87.36	11.04	67.50	110.00	80.70	87.30	93.90	0.120	0.988	0.048
PP-OPT	96.66	6.21	87.10	109.00	90.80	96.95	101.00	93.45	9.01	80.30	114.00	87.95	91.90	99.95	92.16	10.87	73.10	117.00	82.20	92.30	99.50	0.117	0.626	0.033
LM-OPT	63.72	4.99	55.20	73.80	60.65	63.60	66.95	61.37	7.76	45.40	74.90	58.10	61.35	64.85	61.55	9.57	43.60	80.70	53.50	63.30	66.10	0.147	0.974	0.126

**Tabla 4a.** Comparación de la postura craneocervical en registros tomográficos antes del tratamiento entre el grupo control, ERM con anclaje dental y anclaje óseo.

Postura craneocervical	Control							ERM con anclaje dental							ERM con anclaje óseo							p
	T0							T0							T0							
	X	DE	Min	Max	Q1	Q2	Q3	X	DE	Min	Max	Q1	Q2	Q3	X	DE	Min	Max	Q1	Q2	Q3	
FH-OPT	90.12	7.24	72.80	105.00	88.60	90.70	92.80	87.10	7.18	75.30	102.00	82.10	85.05	93.40	91.03	6.98	77.30	102.00	86.10	92.80	95.45	0.180*
PP-OPT	93.25	7.79	79.90	111.00	88.60	91.80	98.40	89.15a	8.53	71.60	103.00	83.30	89.20	95.40	96.66a	6.21	87.10	109.00	90.80	96.95	101.00	0.009*
LM-OPT	62.62	7.14	52.10	78.90	58.00	60.40	67.20	60.04	8.26	46.60	72.80	51.90	59.60	68.00	63.72	4.99	55.20	73.80	60.65	63.60	66.95	0.220*

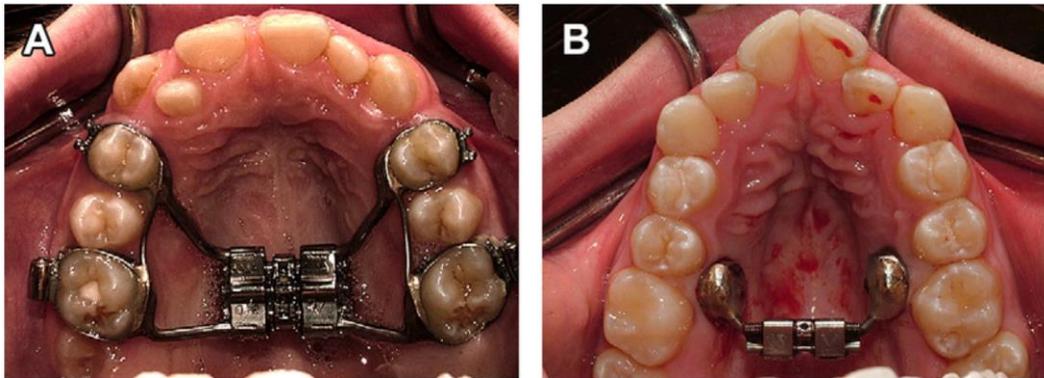
**Tabla 4b.** Comparación de la postura craneocervical en registros tomográficos después del tratamiento entre el grupo ERM con anclaje dental y anclaje óseo.

Postura craneocervical	ERM con anclaje dental							ERM con anclaje óseo							p
	T1							T1							
	X	DE	Min	Max	Q1	Q2	Q3	X	DE	Min	Max	Q1	Q2	Q3	
FH-OPT	87.00	8.18	72.30	101.00	81.80	86.90	93.60	87.77	9.46	75.00	107.00	79.60	87.80	95.20	0861**
PP-OPT	90.20	10.48	73.60	112.00	84.10	90.90	96.20	93.45	9.01	80.30	114.00	87.95	91.90	99.95	0.319**
LM-OPT	58.59	9.55	37.60	76.30	54.30	59.30	67.20	61.37	7.76	45.40	74.90	58.10	61.35	64.85	0.321**

**Tabla 4c.** Comparación de la postura craneocervical en registros tomográficos 2 años después del tratamiento entre el grupo control, ERM con anclaje dental y anclaje óseo.

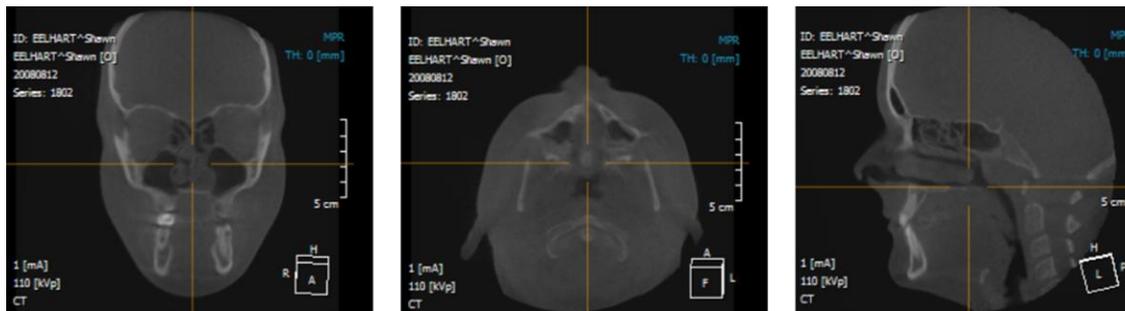
Postura craneocervical	Control							ERM con anclaje dental							ERM con anclaje óseo							p
	T2							T2							T2							
	X	DE	Min	Max	Q1	Q2	Q3	X	DE	Min	Max	Q1	Q2	Q3	X	DE	Min	Max	Q1	Q2	Q3	
FH-OPT	89.46	6.66	81.10	105.00	83.90	88.50	92.15	84.94	7.86	67.30	97.30	80.60	84.20	90.00	87.36	11.04	67.50	110.00	80.70	87.30	93.90	0.229*
PP-OPT	91.89	6.51	82.20	105.00	87.05	90.25	95.10	87.45	8.00	73.50	102.10	84.50	87.80	93.20	92.16	10.87	73.10	117.00	82.20	92.30	99.50	0.150*
LM-OPT	62.98	7.29	49.10	76.30	58.45	62.40	68.45	58.35	9.36	39.70	80.80	52.80	58.00	60.10	61.55	9.57	43.60	80.70	53.50	63.30	66.10	0.232*

### Gráfico 1. Diseños de aparatos de expansión evaluados



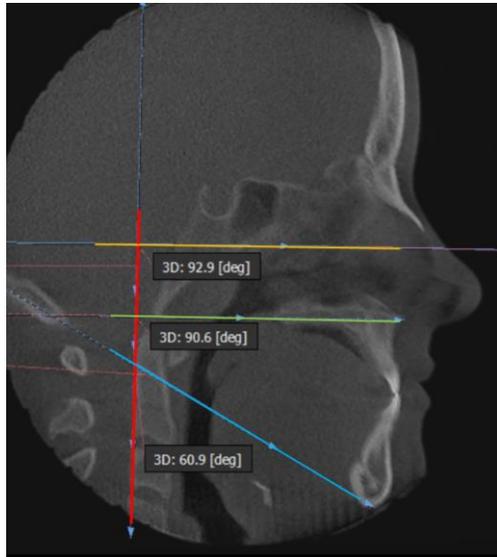
(A) ERM con anclaje dental tipo HYRAX. (B) ERM con anclaje óseo tipo BAME.

### Gráfico 2. Estandarización del volumen tomográfico



(a) plano palatino ENA-ENP. (b) ENA-odontoides. (c) borde inferior de órbitas.

### Gráfico 3. Ángulos evaluados



*Puntos, ángulos y planos de evaluación*

## ANEXOS

### ANEXO 1. Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Tipo	Escala de medición	Valor
Postura craneocervical	FH/OPT	Ángulo de la postura con respecto a la horizontal de Frankfort	Medida del ángulo formado por la línea odontoidea y la horizontal de Frankfort	Valor tomográfico del ángulo craneocervical	Cuantitativa	De razón	Grados °
	PP/OPT	Ángulo de la postura con respecto al maxilar superior	Medida del ángulo formado por la línea odontoidea y el plano palatino	Valor tomográfico del ángulo craneocervical	Cuantitativa	De razón	Grados °
	LM/OPT	Ángulo de la postura con respecto al maxilar inferior	Medida del ángulo formado por la línea odontoidea y la línea mandibular	Valor tomográfico del ángulo craneocervical	Cuantitativa	De razón	Grados °
Técnica de Expansión maxilar rápida	-	Tratamiento ortopédico que produce fuerza expansiva bilateral con el propósito de separar ambos huesos maxilares.	Método de anclaje con el que se fija el tornillo de expansión palatino.	Diseño del expansor	Cualitativa	Nominal	Expansión maxilar con anclaje dental Expansión maxilar con anclaje óseo Grupo control
Tiempo de evaluación	-	Registros tomográficos tomados en periodos diferentes donde se observan cambios en la postura craneocervical	Tiempo transcurrido antes del tratamiento con expansión, después del tratamiento y 2 años después del tratamiento	Periodo de tiempo	Cuantitativa	Intervalo	T0: pretratamiento T1: postexpansión T2: 2 años postexpansión

## ANEXO 2. Descripción de parámetros evaluados

<b>PLANOS DE REFERENCIA</b>	<b>FH:</b> Frankfurt Horizontal	Orbital y Porion (Frankfurt)
	<b>PP:</b> Plano Palatino	ENA-ENP
	<b>LM:</b> Línea Mandibular	Gn-Go
<b>PUNTOS DE REFERENCIA</b>	<b>ENA</b>	El punto más anterior donde ubicamos la espina nasal anterior
	<b>ENP</b>	El punto más posterior donde ubicamos la espina nasal posterior
	<b>Gn</b>	El punto más anteroinferior de la sínfisis del mentón
	<b>Go</b>	El punto más posteroinferior de la mandíbula
	<b>CV2tg</b>	El punto tangente de la extremidad posterior superior de la apófisis odontoides de la segunda vértebra cervical.
	<b>CV2ip</b>	El punto más inferoposterior del cuerpo de la segunda vértebra cervical.

### ANEXO 3. Respuesta a solicitud para calibración



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

#### CAR-FAEST-DAMCIBUM-252-2023

Lima, 5 de diciembre de 2023

Señoritas

**Kimberly Alejandra Benitez Alvarez**

**Wendy Alejandra Gomez Díaz**

Alumnas, especialidad de Ortopedia y Ortodoncia Maxilar

Facultad de Estomatología Roberto Beltrán

Presente.-

De mi consideración:

Es grato dirigirme a ustedes para saludarlos cordialmente y comunicarles que su solicitud para realizar su trabajo de investigación, titulado: "Evaluación tomográfica a largo plazo de la postura cráneo-cervical post expansión rápida maxilar con anclaje óseo o dental", para ello se autoriza a la Dra. Milushka Quezada Márquez, Coordinadora de la Sección de Imagenología Bucomaxilofacial y docente del Departamento Académico, para la capacitación y calibración de su mencionado trabajo.

Debo manifestarles que este trabajo sólo debe ejecutarse en el Servicio de Radiología Oral y Maxilofacial – sede San Martín de Porres, bajo la coordinación de su asesor, Dr. Carlos Liñan Durán, docente del Departamento Académico de Estomatología del Niño y el Adolescente (DAENA).

Agradezco su amable atención.



**Dr. Carlos Espinoza Montes**

Jefe en Funciones

Departamento Académico de Medicina y

Cirugía Bucomaxilofacial

C.c.

- Dra. Milushka Quezada, Coordinadora Sección Imagenología B.

- Dr. Carlos Liñan, Asesor de tesis.

CEM/aa.

Av. Honorio Delgado 430, SMP  
(511) 3190021 anexo 224304

faest.mocopo1@oficinas-upch.pe



## ANEXO 4. Carta de respuesta comité de ética



UNIVERSIDAD PERUANA  
CAYETANO HEREDIA

### CONSTANCIA-CIEI-484-45-23

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 tomográfica a largo plazo de la postura craneocervical post expansión rápida maxilar con anclaje óseo o dental"

Código SIDISI : 212229

Investigador(a) principal(es) : Benitez Alvarez, Kimberly Alejandra  
Gomez Diaz, Wendy Alejandra

La aprobación incluyó los documentos finales descritos a continuación:

#### 1. Protocolo de investigación, versión de fecha 10 de setiembre del 2023.

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 está exonerado de presentar un reporte del progreso del estudio por el periodo arriba descrito y sólo alcanzará un informe final al término de éste. La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente documento hasta el **08 de noviembre del 2028**.

*El presente proyecto de investigación sólo podrá iniciarse después de haber obtenido la(s) autorización(es) de la(s) institución(es) donde se ejecutará.*

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

Lima, 09 de noviembre de 2023.



Dr. Manuel Raúl Pérez Martinot  
Presidente  
Comité Institucional de Ética en Investigación

/err

Av. Honorio Delgado 430  
San Martín de Porres  
Apartado Postal 4314  
319 0000 Anexo 201355  
orvei.ciei@oficinas-upch.pe  
cayetano.edu.pe

Comité Institucional de  
Ética en Investigación

**ANEXO 5. Evaluación de la concordancia inter e intraexaminador.**

**Coefficiente de correlación intraclase**

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0	
		Límite inferior	Límite superior	Valor	df1
		Medidas únicas	,937 <sup>a</sup>	,769	,984
Medidas promedio	,968 <sup>c</sup>	,869	,992	30,796	9

**Coefficiente de correlación intraclase**

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0	
		Límite inferior	Límite superior	Valor	df1
		Medidas únicas	,925 <sup>a</sup>	,727	,981
Medidas promedio	,961 <sup>c</sup>	,842	,990	25,508	9

**Coefficiente de correlación intraclase**

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0	
		Límite inferior	Límite superior	Valor	df1
		Medidas únicas	,940 <sup>a</sup>	,778	,985
Medidas promedio	,969 <sup>c</sup>	,875	,992	32,234	9

**Coefficiente de correlación intraclase**

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0	
		Límite inferior	Límite superior	Valor	df1
Medidas únicas	,976 <sup>a</sup>	,906	,994	81,826	9
Medidas promedio	,988 <sup>c</sup>	,951	,997	81,826	9

**Coefficiente de correlación intraclase**

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0	
		Límite inferior	Límite superior	Valor	df1
Medidas únicas	,919 <sup>a</sup>	,709	,979	23,669	9
Medidas promedio	,958 <sup>c</sup>	,830	,990	23,669	9

**Coefficiente de correlación intraclase**

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0	
		Límite inferior	Límite superior	Valor	df1
Medidas únicas	,976 <sup>a</sup>	,905	,994	80,964	9
Medidas promedio	,988 <sup>c</sup>	,950	,997	80,964	9