



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

“EVALUACIÓN A LARGO PLAZO DE LOS
VALORES ESQUELÉTICOS VERTICALES Y
SAGITALES CEFALOMÉTRICOS EN
PACIENTES TRATADOS CON LA TERAPIA
ORTHOTROPICS”

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRA EN ORTODONCIA

VIVIAN ESTÉFANNY TARAZONA TARAZONA

LIMA – PERÚ

2023

ASESOR

Mg. Esp. Carlos Yuri Liñan Duran

CO-ASESORA

Mg. Esp. Shereen Awuapara Flores

ASESOR EXTERNO

PhD. Esp. Manuel Lagravère Vich

JURADO DE TESIS

DR. JORGE ARTURO BELTRAN SILVA

PRESIDENTE

MG. ROBERTO ANTONIO LEON MANCO

VOCAL

MG. ALDO RAFAEL QUIÑE ANGELES

SECRETARIO

DEDICATORIA

A mi madre Zenia y mi hermana Danella,

porque ellas me inspiran a continuar alcanzando cada uno de mis sueños.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi familia y mis amigos por acompañarme alentándome en el logro de esta nueva meta.

A mis asesores, el Dr. Carlos Liñan, la Dra. Shereen Awuapara y el Dr. Manuel Lagravère, por su tiempo, orientación y constante apoyo en la realización de la presente investigación.

Del mismo modo agradecer al Dr. Abraham Meneses, Dr. Gilmer Solis y Dr. Roberto León, por su disposición para la contribución en la parte estadística del estudio.

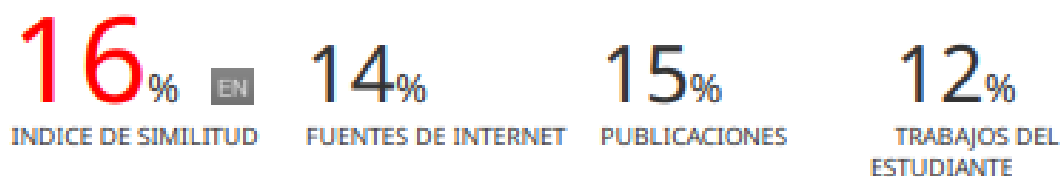
A mis maestros del programa de maestría, por inculcarnos la mejor enseñanza.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Tesis autofinanciada

EVALUACIÓN A LARGO PLAZO DE LOS VALORES ESQUELÉTICOS VERTICALES Y SAGITALES CEFALOMÉTRICOS EN PACIENTES TRATADOS CON LA TERAPIA ORTHOTROPICS

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	coek.info Fuente de Internet	4%
2	academic.oup.com Fuente de Internet	1%
3	repository.unsri.ac.id Fuente de Internet	1%
4	angle.org.pinnacle.allenpress.com Fuente de Internet	1%
5	www.ijds.in Fuente de Internet	1%
6	media.dent.umich.edu Fuente de Internet	1%
7	air.unimi.it Fuente de Internet	<1%
8	www.karger.com Fuente de Internet	<1%

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1	Distribución de edades de los sujetos tratados con la terap Orthotropics y el GC en T0, T1 y T2.	20
TABLA N° 2	Comparación de los valores esqueléticos verticales y sagitales entre la terapia Orthotropics y el GC en T0, T1 y T2	21
TABLA N° 3	Comparación de los valores esqueléticos de la terapia Orthotropics en T0, T1, T2; y el GC en T0, T1, T2.	22

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

A	:	Punto A
Ar	:	Articular
B	:	Punto B
ENA	:	Espina Nasal Anterior
Gn	:	Gnation
Go	:	Gonion
Me	:	Mentón
N	:	Nasion
S	:	Sella
SNA	:	Ángulo formado entre Sella, Nasion y Punto A
SNB	:	Ángulo formado entre Sella, Nasion y Punto B
ANB	:	Ángulo formado entre Punto A, Nasion y Punto B
AFAI	:	Altura facial anteroinferior
mm	:	Milímetros
°	:	Grados

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	3
III.	MARCO TEÓRICO	4
IV.	METODOLOGÍA	9
V.	RESULTADOS	18
VI.	DISCUSIÓN	23
VII.	CONCLUSIONES	31
VIII.	RECOMENDACIONES	32
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
X.	ANEXOS	

RESUMEN

La terapia Orthotropics es una filosofía de tratamiento enfocada en la guía correcta del crecimiento que promueve el buen desarrollo de las estructuras orofaciales. **Objetivo:** Evaluar a largo plazo los valores esqueléticos verticales y sagitales cefalométricos en pacientes con relación esquelética de Clase II tratados con dicha terapia. **Materiales y métodos:** Se midieron 150 radiografías cefalométricas con el programa RadiAnt™ Dicom Viewer en 3 tiempos a 50 pacientes, 30 tratados con Orthotropics y 20 de un grupo control. Para los valores verticales se midió el ángulo del plano mandibular (N-S-GoMe), ángulo gonial (Ar-Go-Me), ángulo del Eje Y (N-S-Gn), la altura facial anteroinferior (AFAI) y la altura de la rama mandibular (Ar-Go). Para los valores sagitales se utilizó el ángulo SNA, SNB, ANB y la longitud del cuerpo mandibular (Go-Gn). Se aplicó el análisis estadístico descriptivo (media y desviación estándar). Para los análisis bivariados se utilizaron las pruebas T de student, U de Mann-Whitney, ANOVA y Friedman. **Resultados:** En la comparación entre tiempos, se encontraron datos estadísticamente significativos en Orthotropics en todos los parámetros esqueléticos, a excepción del SNA y en el grupo control en Ar-Go-Me, AFAI, Ar-Go, ANB, Go-Gn. **Conclusiones:** En T0, T1 y T2 se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre Orthotropics y GC en los parámetros AFAI, Ar-Go, ANB y Go-Gn; siendo cifras mayores en el GC.

PALABRAS CLAVE: MALOCLUSIÓN, CEFALOMETRÍA, APARATOS ACTIVADORES, TERAPIA MIOFUNCIONAL, MÚSCULOS FACIALES.

ABSTRACT

Orthotropics therapy is a treatment philosophy focused on correct growth guidance that promotes the proper development of orofacial structures. **Objective:** To evaluate long-term cephalometric vertical and sagittal skeletal values in patients with Class II skeletal relationship treated with this therapy. **Materials and methods:** 150 cephalometric radiographs were measured with the RadiAnt™ Dicom Viewer program in 3 times in 50 patients, 30 treated with Orthotropics and 20 in a Control Group (CG). For the vertical values, the mandibular plane angle (N-S-GoMe), gonial angle (Ar-Go-Me), Y axis angle (N-S-Gn), anteroinferior facial height (AIFH) and the height of the mandibular ramus (Ar-Go) were measured. To estimate the sagittal values, the angle SNA, SNB, ANB and the length of the mandibular body (Go-Gn) were assessed. Descriptive statistical analysis was applied (mean and standard deviation). The Student's T, Mann-Whitney U, ANOVA and Friedman tests were used for the bivariate analyses. **Results:** In the comparison between times, statistically significant values of long-term skeletal values were found in Orthotropics therapy for all the parameters, except for SNA; and in the CG in Ar-Go-Me, AFAI, Ar-Go, ANB and Go-Gn. **Conclusions:** Statistically significant differences were found between Orthotropics and CG at T0, T1 and T2 in the parameters AFAI, Ar-Go, ANB and Go-Gn; with higher values in the CG.

KEYWORDS: MALOCCLUSION, CEPHALOMETRY, ACTIVATOR APPLIANCES, MYOFUNCTIONAL THERAPY, FACIAL MUSCLES.

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento vertical es considerado uno de los aspectos del desarrollo dentofacial más difíciles de manejar por los ortodoncistas ya que los pacientes presentan una maloclusión compleja y multifactorial.¹ Los pacientes retrognáticos hiperdivergentes son conocidos por diferentes términos, pero inicialmente eran diagnosticados con displasia vertical.² Estos pacientes presentan problemas a nivel estético y funcional; y dentro de sus principales características clínicas se encuentra el aumento de la altura del tercio facial inferior, mandíbula retrusiva, paladar estrecho, mordida abierta anterior, incompetencia labial, exposición excesiva de la encía y de los dientes superiores.^{1,3} Además, estos pacientes en comparación a los normo e hipodivergentes, cuentan con músculos masticatorios más pequeños y fuerzas de mordida más débiles.^{4,5}

En ortodoncia es un aspecto controversial la efectividad de los aparatos funcionales o activadores en el crecimiento mandibular.⁶ Estos aparatos son considerados dispositivos removibles y/o fijos ortopédicos que están estructurados para producir un cambio en la posición de la mandíbula, ya sea en sentido vertical o sagital, lo cual conlleva a un crecimiento mayor en el cartílago condilar para inducir un alargamiento de la mandíbula.⁷⁻¹¹ La evidencia científica ha demostrado que no en todos los casos con la terapia funcional se consiguen respuestas favorables de crecimiento.⁶ Algunos autores¹²⁻¹⁶ reportaron aumentos en la longitud de la mandíbula y otros¹⁷⁻²⁰ evidenciaron cambios en la cantidad de crecimiento condilar. Por otra parte, existen otros estudios²¹⁻²³ donde se afirma que estos aparatos no

pueden modificar la longitud de la mandíbula, por lo que la corrección de la maloclusión se debería a variaciones dentoalveolares y una mínima cantidad de efectos esqueléticos.^{8,24,25}

Hoy en día, los aparatos ortopédicos se aplican en conjunto con ejercicios diarios para mejorar la postura orofacial; como por ejemplo, la terapia Orthotropics. Este protocolo de tratamiento está enfocado en la guía correcta del crecimiento que promueve el buen desarrollo de las estructuras orofaciales.²⁶ Esta filosofía implica el uso de ejercicios diseñados para mejorar la postura orofacial. Fue diseñada e implementada por Simon Wong,²⁵ pero esencialmente es una versión modificada de la técnica “Orthotropic Biobloc” de John Mew.²⁶

Se puede observar que en la actualidad aún existe un debate sobre los efectos esqueléticos a largo plazo luego de seguir un tratamiento con dispositivos funcionales; sin embargo, estos se siguen realizando cotidianamente en pacientes. Además, la literatura carece de evidencia científica sobre los efectos luego de seguir una terapia postural como Orthotropics. Por consiguiente, el propósito de la presente investigación fue evaluar a largo plazo los valores esqueléticos verticales y sagitales cefalométricos en pacientes tratados con la terapia Orthotropics. Asimismo, se procedió a comparar estos resultados con un grupo control para observar las principales diferencias.

II. OBJETIVOS

II.1. Objetivo general

Evaluar a largo plazo los valores esqueléticos verticales y sagitales cefalométricos en pacientes tratados con la terapia Orthotropics.

II.2. Objetivos específicos

1. Comparar los valores esqueléticos verticales y sagitales entre la terapia Orthotropics y Grupo Control (GC) en Medida basal (T0), Corto plazo (T1) y Largo plazo (T2).
2. Comparar los valores esqueléticos en la terapia Orthotropics en T0, T1 y T2.
3. Comparar los valores esqueléticos en el GC en T0, T1 y T2.

III.MARCO TEÓRICO

En el año 2015, Koretsi y col.²⁷ realizaron una revisión sistemática y metaanálisis, donde evaluaron los efectos del tratamiento con aparatos funcionales removibles (AFR) en pacientes tratados versus no tratados con maloclusión de Clase II, mediante radiografías cefalométricas laterales. Para ello, se realizó una búsqueda electrónica ilimitada en 18 bases de datos y búsquedas manuales hasta octubre de 2013. Se incluyeron un total de 17 estudios, la mayoría de ellos provenientes de clínicas universitarias que informaron efectos a corto plazo. El tratamiento se asoció con una reducción mínima del ángulo SNA, un aumento mínimo del ángulo SNB y una mínima disminución del ángulo ANB en comparación con pacientes de Clase II no tratados. Los AFR causaron cambios significativos dentoalveolares y en tejidos blandos. Los cambios esqueléticos fueron mayores con el aparato Twin Block. Concluyeron que la evidencia a corto plazo indica que los AFR son efectivos para mejorar la maloclusión de Clase II; sin embargo, sus efectos son principalmente dentoalveolares más que esqueléticos. Asimismo, la evidencia existente fue inadecuada para evaluar la efectividad a largo plazo de las AFR.²⁷

Kang y col.²⁸, el 2018, analizaron los efectos esqueléticos y dentoalveolares del activador modificado de la Universidad Estatal de Luisiana (MLSUA) en el tratamiento de Clase II. Se comparó un grupo de 46 participantes con maloclusión de Clase II tratados con MLSUA seguido de aparatos fijos con un grupo control. Se tomaron radiografías cefalométricas en T1 (registros iniciales), T2 (finalización del tratamiento MLSUA) y T3 (antes del retiro de aparatos fijos). Las comparaciones

estadísticas se realizaron con pruebas t y análisis de varianza (ANOVA). Se encontró que el crecimiento mandibular suplementario (Co-Gn) fue estadísticamente significativo en el grupo MLSUA (2.6 mm) y se asoció con una mejora del overjet (OJ), la sobremordida (OB) y la relación molar. El crecimiento mandibular a corto plazo fue mayor en los grupos puberales que en los prepuberales (2.4 mm, $p < 0.05$). Los ángulos de los planos mandibular, palatino y oclusal mostraron cambios insignificantes independientemente del tipo facial. Concluyeron que el tratamiento MLSUA corrigió la maloclusión Clase II acelerando el crecimiento mandibular en el corto plazo con una compensación dentoalveolar mínima, y la corrección se mantuvo antes del retiro de aparatos fijos.²⁸

Cacciatore y col.²⁹, en el año 2019, realizaron una revisión sistemática y metaanálisis donde evaluaron los efectos esqueléticos y de tejidos blandos medidos en cefalometrías laterales producidos por aparatos funcionales en sujetos de Clase II tratados versus no tratados a largo plazo. Para ello se realizó una búsqueda electrónica ilimitada en 24 bases de datos y búsquedas manuales. Se incluyeron ocho estudios no aleatorios publicados en 12 artículos. Se concluye que los aparatos funcionales produjeron una mejora significativa de la relación máxilomandibular en casi todos los momentos y pueden ser eficaces para corregir la relación esquelética de Clase II a largo plazo; sin embargo, la calidad de la evidencia fue muy baja y la importancia clínica fue limitada.²⁹

III.1. Etiología del patrón de crecimiento hiperdivergente y características morfológicas

Proffit³⁰ precisó que las presiones en reposo de la lengua y los labios parecen ser los principales factores primarios en el equilibrio dental y que las necesidades respiratorias influyen en la postura de la cabeza, lengua y la mandíbula, alterando de esta manera el equilibrio. La succión digital es uno de los hábitos comunes que altera este el equilibrio bucal en la dentición decidua y mixta. Los hábitos orales pueden alterar la posición de la lengua y los labios; y generar una fuerza que influye directamente sobre la dentición, encontrándose así incisivos superiores proinclinados, incisivos inferiores retroinclinados, aumento del overjet, disminución del overbite, mordida cruzada posterior y paladar estrecho.³¹

Los niños con relación esquelética de Clase II muestran una tendencia ligeramente mayor hacia la hiperdivergencia que los de Clase I. Estos pacientes tienen una mayor altura facial anteroinferior. La mayoría de los estudios también han informado mandíbulas retrognáticas y ángulos del plano mandibular más pronunciados entre sujetos hiperdivergentes. La longitud maxilar y ángulo SNA tienden a ser menores, lo que indicaría una posición más posterior en sujetos hiperdivergentes.¹ Asimismo, tienen sínfisis mandibulares más altas, más delgadas y maxilares anteriores más delgados que los sujetos normales e hipodivergentes.³² Para finalizar, estos sujetos tienen hueso cortical más delgado, tanto en el maxilar como en la mandíbula.³³

III.2. Función muscular en la maloclusión de Clase II, división 1

En la mayoría de las maloclusiones de Clase II-1, al principio se presenta una actividad muscular anormal. Para la terapia de este tipo de maloclusión se requiere un cambio en la función muscular y uno de los objetivos del tratamiento es la expansión maxilar.³⁴ En la etiología hereditaria de maloclusión de Clase II, los dientes reflejan una relación anteroposterior anormal mandibular, y con ello la presencia de un overjet aumentado.³⁴ Para el establecimiento de un entorno favorable para la actividad muscular anormal no es un requisito indispensable la existencia de hábitos como succión digital o deglución atípica.³⁴ Si existe una mala relación estructural, la función muscular se adapta lo mejor que puede a este patrón de acuerdo con las necesidades de la masticación, la deglución, la respiración y el habla.³⁴ La morfología y la relación de la mandíbula son anormales y la actividad muscular solo se acentúa hacia un patrón existente.³⁴ El tratamiento de ortodoncia de las maloclusiones de Clase II-1 debe enfocarse primero hacia la creación de una relación ósea basal normal que permita que los músculos funcionen correctamente.³⁴ El establecer una relación anteroposterior mandibular normal, mediante la eliminación del overjet incrementado y la sobremordida que fomentan la función muscular adaptativa, permite conseguir una actividad muscular normal.³⁴ Gracias a ello, ya no se ejerce una presión excesiva del músculo bucal sobre los segmentos posteriores.³⁴ La expansión de los segmentos bucales y el aumento del ancho intercanino maxilar se producen de forma autónoma o pueden lograrse mediante aparatos de ortodoncia.³⁴ De acuerdo con la valoración inicial del carácter

tridimensional del problema muscular, este tipo de expansión es esencial y bastante estable después del retiro de toda la aparatología.³⁴

III.3. Orthotropics

Orthotropics proviene de las palabras griegas *Orthos* (recto o correcto) y *Tropos* (crecimiento) y fue desarrollada en 1966 para guiar el crecimiento de los maxilares.³⁵ "Facial Orthotropics" hace referencia a la guía del crecimiento de la cara. Se conoce que los maxilares de nuestros antepasados humanos, casi siempre crecieron correctamente hasta que cuando hubo un cambio de estilo de vida hace unos 10 000 años, donde se comenzó a tener una dieta con alimentos blandos.³⁵ Con ello, también se empezó a vivir en el interior, a cocinar con utensilios, a tener la nariz tapada por las alergias, a cambiar los métodos de alimentación en los infantes, a introducir alimentos blandos para el destete y a reducir el tiempo de lactancia.³⁵ Es ahí donde se empezó a evidenciar que la comida blanda debilitaba los músculos de nuestra mandíbula, la vida en interiores fomentaba las alergias, mientras que el destete temprano creaba hábitos anormales en la lengua.³⁵ Aquellos que realizan terapias con Orthotropics creen que la maloclusión es un problema biológico que debe tratarse de forma natural, no mediante mecánica ni cirugía.³⁵ En esta terapia se utilizan aparatos de expansión removibles para dejar espacio para todos los dientes y la lengua antes de la utilización de aparatos ortopédicos que enseñan a las personas a realizar cambios, lo cual corrige el problema. Los mejores resultados con Orthotropics se evidencian en niños menores de 9 años; sin embargo, este tratamiento es posible ser realizado a cualquier edad.³

IV. METODOLOGÍA

IV.1. Diseño del estudio

Este estudio fue de tipo observacional, descriptivo y retrospectivo.

IV.2. Población

La unidad de análisis estuvo conformada por un sujeto. La población del grupo Orthotropics estuvo constituida por sujetos con radiografías cefalométricas de la base de datos del Departamento de Ortodoncia de la Universidad de Alberta Canadá desde el 2011 hasta el 2023. La población del GC estuvo constituida por sujetos con radiografías cefalométricas de la base de datos de la colección “Burlington Growth” de la American Association of Orthodontists Foundation (AAOF) Craneofacial Growth Legacy Collection. Estos registros radiográficos son desde 1952 y de acceso libre en su página web a investigadores.

IV.3. Muestra y criterios de selección

Los tamaños de muestra para Orthotropics y GC se calcularon a partir de la estimación para dos muestras independientes con el software estadístico Stata® versión 17.0 en base a los datos obtenido en un estudio previo.³⁶ (**ANEXO 1**) Se utilizó para ello la diferencia estadísticamente significativa en SNB de 1.4° (Desviación estándar DE: 1.4) en el grupo de intervención y -0.2° (DE: 1.6) para el GC, una potencia del 80% y un valor alfa de 0,05. El tamaño muestral del presente estudio estuvo conformado por 50 sujetos (Orthotropics= 30 y GC=20)

evaluados en 3 tiempos: Medida basal (T0), Corto plazo (T1) y Largo plazo (T2). Se utilizaron 50 radiografías cefalométricas por cada tiempo de evaluación, haciendo un total de 150 radiografías. Se realizó un muestreo aleatorio simple. No fue posible contar con una muestra pareada entre Orthotropics y GC porque no se contó con más registros radiográficos que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión.

En el grupo Orthotropics, se incluyeron pacientes en dentición mixta, con relación esquelética de Clase II, debido a que estos pacientes presentan alteraciones esqueléticas verticales y sagitales. Se excluyeron a aquellos pacientes con historia de tratamiento ortopédico previo. El GC estuvo conformado por 20 pacientes que no hubieran sido tratados ortopédicamente, con relación esquelética de Clase II, crecimiento craneofacial normal y regular. Se seleccionaron todas aquellas radiografías cefalométricas con buen contraste, brillo y nitidez. Se eliminaron las radiografías cefalométricas sin reglas de calibración, con distorsiones por movimiento en el paladar blando, con artefactos, sin buena visualización de las estructuras anatómicas.

IV.4. Definición operacional de variables (ANEXO 2)

1. Valores esqueléticos cefalométricos verticales: Variable cuyo indicador son las radiografías cefalométricas de tipo cuantitativa y escala de medición de razón. Dentro de las cuales se tienen las siguientes dimensiones:

- 1.1.N-S-GoMe: Medición en grados del ángulo formado entre una línea que conecta N con S y el plano mandibular (Go-Me). Indica el ángulo del plano mandibular.
 - 1.2. Ar-Go-Me: Medición en grados del ángulo formado entre Ar, Go y Me. Indica el ángulo gonial.
 - 1.3. N-S-Gn: Medición en grados del ángulo formado entre N, S y Gn. Indica el Eje Y.
 - 1.4. AFAI: Medición en milímetros de la distancia lineal desde ENA hasta Me. Indica la altura facial anteroinferior.
 - 1.5. Ar-Go: Medición en milímetros de la distancia lineal de Ar a Go. Indica la altura de la rama mandibular.
2. Valores esqueléticos cefalométricos sagitales: Variable cuyo indicador son las radiografías cefalométricas de tipo cuantitativa y escala de medición de razón. Dentro de las cuales se tienen las siguientes dimensiones:
 - 2.1. SNA: Medición en grados del ángulo formado entre S, N y Punto A, Indica la posición anteroposterior maxilar.
 - 2.2. SNB: Medición en grados del ángulo formado entre S, N y Punto B. Indica la posición anteroposterior mandibular.
 - 2.3. ANB: Medición en grados del ángulo formado entre Punto A, N y Punto B. Indica la posición anteroposterior máxilomandibular.
 - 2.4. Go-Gn: Medición en milímetros de la distancia lineal de Go a Gn. Indica la longitud del cuerpo mandibular.

3. Grupo de estudio: Variable que expresa si la población muestral fue sometida o no a la terapia Orthotropics para su identificación. Su indicador es el historial del paciente, de tipo cualitativa y escala de medición nominal dicotómica. Dentro de las cuales se tienen las categorías: Orthotropics, GC.
4. Tiempo del registro radiográfico: Variable que expresa el tiempo en el cual fueron tomadas las radiografías cefalométricas, el cual nos permite clasificarlos. Su indicador son las radiografías cefalométricas, de tipo cualitativa y escala de medición ordinal. Dentro de las cuales se tienen las categorías: Medida basal (T0), Corto plazo (T1) y Largo plazo (T2).

IV.5. Procedimientos y técnicas

1. Autorización y coordinaciones

Se redactó una solicitud al Dr. Manuel Lagravère Vich para poder trabajar con la base de datos de radiografías cefalométricas del Departamento de Ortodoncia de la Universidad de Alberta de Canadá. Se envió también un escrito dirigido a un especialista en radiología oral para recibir soporte en la capacitación y calibración en radiografías cefalométricas.

2. Proceso de calibración y capacitación

Se realizó primero la capacitación teórica del investigador en el uso del software RadiAnt™ Dicom Viewer 2022.1.1 con un especialista en radiología oral con más de 10 años de experiencia. Se prosiguió con la parte práctica, la cual consistió en

la ubicación de 9 puntos cefalométricos en las radiografías: Punto A (A), Articular (Ar), Punto B (B), Espina Nasal Anterior (ENA), Gnation (Gn), Gonion (Go), Mentón (Me), Nasion (N) y Sella (S) (**ANEXO 3**). Con estos puntos fue posible conseguir las medidas angulares y lineales de los valores esqueléticos verticales y sagitales del presente estudio. Asimismo, se ejecutaron calibraciones inter e intraobservador en tres tiempos con una semana de intervalo para reducir los índices de error durante la medición y obtener resultados confiables. Se realizó una correlación inter e intraexaminador, el cual reflejó un CCI aceptable (0.9 “Muy Buena”) para poder realizar la investigación.

3. Protocolo de la terapia Orthotropics

La base de datos del presente estudio fue proveniente de la Universidad de Alberta de Canadá de pacientes sometidos a la terapia Orthotropics. Los pacientes fueron tratados bajo un mismo operador clínico, en dos fases. La primera fase de tratamiento se basó en el uso de dispositivos de expansión removible maxilar y mandibular. Para ello, se usaron como puntos de anclaje de estos dispositivos a los segundos molares deciduos, y la primera molar permanente, en casos donde los segundos molares deciduos estuvieran cerca de exfoliar. Se indicó el empleo de los expansores al menos 18 horas al día. El tornillo de expansión del dispositivo superior fue activado 0.9 mm por 360° de rotación y en el caso del tornillo del dispositivo inferior 0.35 mm por 360° de rotación. Los padres fueron instruidos para activar el tornillo los tornillos de expansión 45° cada noche antes de acostarse, lo cual permitió conseguir una expansión de 0.9 mm en 8 días en el

maxilar superior y de 0.35 mm en 8 días en el maxilar inferior. El clínico también realizó activación de los brazos anteriores de los aparatos de expansión para poder inclinar y proclinar los incisivos y así poder crear una mordida abierta liberada. Esta transición de mordida abierta natural en la dentición mixta temprana (6-9 años de edad) es señalada por Wang y Buschang como signo característico y necesario para permitir la rotación mandibular normal hacia adelante.^{37, 38} La primera fase fue complementada con la guía GOPex (ejercicios de buena postura oral), la cual consta de una serie de ejercicios diarios basados en el cumplimiento propuestos por el Dr. Simon Wong y la Dra. Sandra Kahn. Estos ejercicios fueron diseñados para corregir la postura orofacial y controlar la tonicidad de la musculatura oral y orofaríngea. Asimismo, son capaces de entrenar a los niños para que sólo respiren por la nariz en reposo, mastiquen correctamente con los labios juntos antes de tragar, traguen con la lengua apoyada en el paladar y los dientes juntos; y mantengan la boca completamente cerrada en reposo.³⁹

La segunda fase de la terapia consistió en el uso del aparato removible Mew Biobloc, diseñado para posicionar la mandíbula hacia adelante, así como para mejorar la postura oral al inducir al paciente a mantener la boca cerrada con los labios sellados y mantener la lengua apoyada en el paladar. Los brazos de dicho aparato indujeron a que los pacientes mantengan los dientes en contacto de manera “voluntaria” porque resulta incómodo cuando los dientes se separan del aparato. Este dispositivo también se indicó usarlo por 18 horas al día. Se tomaron los

registros finales cuando se obtuvo una oclusión estable y posterior a ello, los pacientes entraron en la fase de retención.³⁶

Las indicaciones para seguir esta terapia fueron niños en dentición mixta con maloclusión (preadolescentes antes de su pico de crecimiento puberal) con consentimiento informado de la práctica. Se consideró cualquier tipo de maloclusión según Angle debido a que esta terapia indica que toda maloclusión se basa en un desarrollo facial vertical excesivo. El estado puberal en las niñas y niños fue evaluado a través del método de maduración ósea de las vértebras cervicales (CVM), siendo determinante encontrarse en el estadio 1 o 2. La terapia Orthotropics no estuvo indicada a aquellos pacientes que hubieran tenido tratamiento ortopédico previo o alcanzado su pico de crecimiento.

Los registros radiográficos fueron tomados en tres tiempos Medida basal (T0), Corto plazo (T1) y Largo plazo (T2). Las medias de los tiempos entre T0-T1 fue de 3.85 años, entre T1-T2 fue de 2.23 años, haciendo un total entre T0-T2 de 6.08 años.

4. Análisis cefalométrico e instrumento de recolección de datos

Con la debida autorización, se procedió a elegir las radiografías según los criterios de selección, se codificaron y luego se procedió a grabar la información en una memoria externa. Se recabó la información en una ficha de recolección de datos (**ANEXO 4**), en el que se registraron el código del paciente, los valores esqueléticos verticales y sagitales, edad, grupos de estudio, tiempos del registro

radiográfico. Las radiografías cefalométricas analizadas de los sujetos fueron tomadas en tres tiempos: T0, T1 y T2. La estandarización de las radiografías cefalométricas de la terapia Orthotropics fue a través de la medida de la regla de calibración de cada radiografía y en el caso del GC se utilizaron las medidas escalares de la colección de imágenes del sitio web de la AAOF.

Los equipos que fueron empleados para el registro radiográfico fueron: Planmeca Proline XC (Voltaje: 60-80 kv T: 0.2-23 segundos) y Miray Hyperion X5 (Voltaje: 60-85 kv T: 0.9 segundos). Todas las imágenes fueron visualizadas en un ordenador con pantalla full HD con la finalidad de evitar cualquier tipo de sesgo durante la visualización. Las medidas cefalométricas fueron calculadas con el software RadiAnt™ Dicom Viewer 2022.1.1. Para ello fue necesario la ubicación de los de referencia y conocer la definición de las medidas cefalométricas para obtener el valor de cada una de ellas. **(ANEXO 5)** Se analizaron y midieron un total de 5 radiografías diarias, 5 veces a la semana. Haciendo un total de 25 radiografías semanales. Por tanto, las 150 radiografías fueron finalizadas en 6 semanas.

5. Consideraciones éticas

Esta investigación fue realizada luego de recibir la aprobación del Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia # 456-40-22. Se mantuvo la confidencialidad de la información radiográfica de los pacientes a través de una codificación para mantener el anonimato.

6. Plan de Análisis

Se aplicó el análisis estadístico descriptivo (media, desviación estándar). Para el análisis bivariado de comparación de valores entre los grupos de estudio se utilizó la prueba T de Student y U de Mann-Whitney. Para la comparación de valores entre T0, T1, T2 del grupo Orthotropics y entre T0, T1, T2 del GC, se utilizaron las pruebas ANOVA y Friedman. Asimismo, fue necesario aplicar la prueba post-hoc de Bonferroni para ANOVA y Wilcoxon con ajuste de Bonferroni para Friedman. La base de datos se realizó en el programa Microsoft Excel y se realizaron los análisis estadísticos con un nivel de confianza del 95 % y una significancia estadística de 0.05 (valor “p”) utilizando el software estadístico Stata® versión 17.0.

V. RESULTADOS

El presente estudio se basó en determinar a largo plazo los valores esqueléticos verticales y sagitales cefalométricos en pacientes tratados con la terapia Orthotropics. El tamaño muestral estuvo compuesto por 150 radiografías cefalométricas de 50 pacientes (30 del grupo Orthotropics y 20 del GC). Las imágenes cefalométricas fueron tomadas en 3 tiempos: Medida basal (T0), Corto plazo (T1), Largo plazo (T2).

La **TABLA N°1** detalla la distribución de edades de los sujetos tratados con la terapia Orthotropics y el GC en T0, T1 y T2. En Orthotropics, se observa una edad media y desviación estándar de 8.5 ± 1.5 años en T0, 12.5 ± 1.5 años en T1 y 14.7 ± 1.8 años en T2. En el caso del GC, se observa una edad media y desviación estándar de 8.1 ± 0.4 años en T0, 12.0 ± 0.0 años en T1 y 14.1 ± 0.4 años en T2.

La **TABLA N°2** muestra la comparación de los valores esqueléticos verticales y sagitales entre los grupos Orthotropics y GC en los tres tiempos de evaluación. Se observa que en ambos grupos de evaluación en T0, T1 y T2, el parámetro AFAI y Go-Gn muestran valores diferentes estadísticamente significativos ($p < 0.05$). En la medición de la AFAI, se obtuvieron valores mayores en el GC, encontrándose una media y desviación estándar (DE) de $62.9 \text{ mm} \pm 3.6$ (T0), $66.3 \text{ mm} \pm 4.2$ (T1) y $69.5 \text{ mm} \pm 5.1$ (T2); mientras que en Orthotropics se percibió una media de $56.2 \text{ mm} \pm 5.9$ (T0), $57.6 \text{ mm} \pm 5.2$ (T1) y $61.2 \text{ mm} \pm 5.5$ (T2). Por otra parte, en el

parámetro Go-Gn, también se obtuvieron valores mayores en el GC, encontrándose una media de 66.9 mm \pm 3.7 (T0), 72.3 mm \pm 5.4 (T1) y 77.2 mm \pm 4.9 (T2); por otra parte, en Orthotropics se halló una media de 59.6 mm \pm 5.6 (T0), 65.3 mm \pm 5.6 (T1) y 68.8 mm \pm 5.5 (T2). En el parámetro Ar-Go se encontraron valores estadísticamente significativos ($p < 0.05$) en T0 y T1. En la cual se observó en Orthotropics una media de 36.0 mm \pm 3.1 (T0), 41.4 mm \pm 4.4 (T1) y en el GC una media de 38.9 mm \pm 4.0 (T0), 43.8 mm \pm 3.5 (T1). La medida ANB solo evidencia valores diferentes estadísticamente en T0, hallando una media de 6.6° \pm 1.1 en el GC y 6.1° \pm 1.3 en Orthotropics.

En la **TABLA N°3**, el grupo de intervención Orthotropics muestra valores estadísticamente significativos ($p < 0.05$) entre T0-T1-T2 en todos los parámetros de medición, a excepción del SNA. Se observaron diferencias en los valores entre pares de momentos. En el ángulo del plano mandibular (N-S-GoMe) se encontró una media y desviación estándar de 36.6° \pm 4.0 en T0 y 33.8° \pm 4.1 en T2. En el eje Y (N-S-Gn) se observaron valores de 68.0° \pm 3.3 en T0 y 66.6° \pm 3.1 en T2. En la medición del SNA, se encontró valores de 81.9° \pm 3.4 en T0 y 82.2° \pm 3.0 en T2. Y en el parámetro SNB se evidenció 75.7° \pm 3.2 en T0 y 78.8° \pm 2.5 en T2. Por otra parte, en el GC se observaron valores estadísticamente significativos ($p < 0.05$) entre T0-T1-T2 en los parámetros Ar-Go-Me, AFAI, Ar-Go, ANB y Go-Gn. Se observaron diferencias en los valores entre pares de momentos. En el parámetro N-S-GoMe se encontró una media y desviación estándar de 35.9° \pm 4.7 en T0 y 35.2° \pm 4.3 en T2. En N-S-Gn se observaron valores de 66.9° \pm 2.6 en T0

y $67.2^\circ \pm 3.1$ en T2. En la medición del SNA, se encontró una media y desviación estándar de $83.4^\circ \pm 3.3$ en T0 y $82.1^\circ \pm 4.1$ en T2. Y en el parámetro SNB se evidenció $76.8^\circ \pm 3.1$ en T0 y $77.6^\circ \pm 3.6$ en T2.

TABLA N° 1. Distribución de edades de los sujetos tratados con la terapia Orthotropics y el GC en T0, T1 y T2.

Edad	General		Orthotropics		GC		p*
	Media \pmDE		Media \pmDE		Media \pmDE		
Muestra	50		30		20		NA
T0	8.4	± 1.2	8.5	± 1.5	8.1	± 0.4	0.261†
T1	12.3	± 1.2	12.5	± 1.5	12.0	± 0.0	0.103†
T2	14.5	± 1.5	14.7	± 1.8	14.1	± 0.4	0.011†
T1-T0	3.9	± 1.0	4.0	± 1.2	2.2	± 0.7	0.522†
T2-T1	2.2	± 0.6	3.9	± 0.4	2.1	± 0.4	0.718†

Nivel de significancia estadística ($p < 0.05$)

*Compara medidas entre Orthotropics y Grupo Control.

†Prueba U de Mann-Whitney.

NA: No aplica, T0: Medida basal, T1: Corto plazo, T2: Largo plazo

TABLA N° 2. Comparación de los valores esqueléticos verticales y sagitales entre la terapia Orthotropics y el GC en T0, T1 y T2.

Parámetro	T0			T1			T2		
	Orthotropics Media ±DE	GC Media ±DE	P*	Orthotropics Media ±DE	GC Media ±DE	P*	Orthotropics Media ±DE	GC Media ±DE	P*
Vertical									
N-S-GoMe (°)	36.6 ± 4.0	35.9 ± 4.7	0.583†	34.4 ± 3.5	34.8 ± 4.2	0.691†	33.8 ± 4.1	35.2 ± 4.3	0.236†
Ar-Go-Me (°)	130.3 ± 4.9	130.3 ± 5.4	0.954†	129.8 ± 5.6	128.9 ± 5.0	0.573†	128.1 ± 5.6	127.7 ± 4.8	0.789†
N-S-Gn (°)	68.0 ± 3.3	66.9 ± 2.6	0.235†	66.4 ± 2.7	66.9 ± 3.0	0.550†	66.6 ± 3.1	67.2 ± 3.1	0.484†
AFAI (mm)	56.2 ± 5.9	62.9 ± 3.6	<0.001‡	57.6 ± 5.2	66.3 ± 4.2	<0.001†	61.2 ± 5.5	69.5 ± 5.1	<0.001†
Ar-Go (mm)	36.0 ± 3.1	38.9 ± 4.0	0.007†	41.4 ± 4.4	43.8 ± 3.5	0.001†	43.3 ± 5.2	44.9 ± 4.6	0.286†
Sagital									
SNA (°)	81.9 ± 3.4	83.4 ± 3.3	0.128†	82.1 ± 3.5	82.0 ± 4.2	0.938†	82.2 ± 3.0	82.1 ± 4.1	0.966†
SNB (°)	75.7 ± 3.2	76.8 ± 3.1	0.261†	78.5 ± 2.7	77.3 ± 3.7	0.213†	78.8 ± 2.5	77.6 ± 3.6	0.169†
ANB (°)	6.1 ± 1.3	6.6 ± 1.1	0.039‡	3.6 ± 2.6	4.7 ± 1.5	0.105†	3.4 ± 2.3	4.5 ± 1.6	0.057†
Go-Gn (mm)	59.6 ± 5.6	66.9 ± 3.7	<0.001†	65.3 ± 5.6	72.3 ± 5.4	<0.001†	68.8 ± 5.5	77.2 ± 4.9	<0.001†

Nivel de significancia estadística (p<0.05)

*Compara medidas entre Orthotropics y Grupo Control

†Prueba T de Student, ‡Prueba U de Mann-Whitney

T0: Medida basal, T1: Corto plazo, T2: Largo plazo

TABLA N° 3. Comparación de los valores esqueléticos de la terapia Orthotropics en T0, T1, T2; y el GC en T0, T1, T2.

Parámetro	Orthotropics (n=30)			p*	GC (n=20)			p*
	T0 Media ±DE	T1 Media ±DE	T2 Media ±DE		T0 Media ±DE	T1 Media ±DE	T2 Media ±DE	
Vertical								
N-S-GoMe (°)	36.6 ± 4.0 ^{a,b}	34.4 ± 3.5 ^a	33.8 ± 4.1 ^b	<0.001†	35.9 ± 4.7	34.8 ± 4.2	35.2 ± 4.3	0.098†
Ar-Go-Me (°)	130.3 ± 4.9 ^a	129.8 ± 5.6 ^b	128.1 ± 5.6 ^{a,b}	<0.001†	130.3 ± 5.4 ^a	128.9 ± 5.0	127.7 ± 4.8 ^a	0.023†
N-S-Gn (°)	68.0 ± 3.3 ^{a,b}	66.4 ± 2.7 ^a	66.6 ± 3.1 ^b	<0.001†	66.9 ± 2.6	66.9 ± 3.0	67.2 ± 3.1	0.772†
AFAI (mm)	56.2 ± 5.9 ^{a,b}	57.6 ± 5.2 ^{a,c}	61.2 ± 5.5 ^{b,c}	<0.001†	62.9 ± 3.6 ^{a,b}	66.3 ± 4.2 ^{a,c}	69.5 ± 5.1 ^{b,c}	<0.001†
Ar-Go (mm)	36.0 ± 3.1 ^{a,b}	39.8 ± 4.3 ^{a,c}	43.3 ± 5.2 ^{b,c}	<0.001†	38.9 ± 4.0 ^{a,b}	43.9 ± 3.5 ^a	44.9 ± 4.6 ^b	<0.001†
Sagital								
SNA (°)	81.9 ± 3.4	82.1 ± 3.5	82.2 ± 3.0	0.713†	83.4 ± 3.3	82.0 ± 4.2	82.1 ± 4.1	0.122†
SNB (°)	75.7 ± 3.2 ^{a,b}	78.5 ± 2.7 ^a	78.8 ± 2.5 ^b	<0.001†	76.8 ± 3.1	77.3 ± 3.7	77.6 ± 3.6	0.264†
ANB (°)	6.1 ± 1.3 ^{A,B}	3.6 ± 2.6 ^A	3.4 ± 2.3 ^B	<0.001‡	6.6 ± 1.1 ^{a,b}	4.7 ± 1.5 ^a	4.5 ± 1.6 ^b	<0.001†
Go-Gn (mm)	59.6 ± 5.6 ^{a,b}	65.3 ± 5.6 ^{a,c}	68.8 ± 5.5 ^{b,c}	<0.001†	66.9 ± 3.7 ^{a,b}	72.3 ± 5.4 ^{a,c}	77.2 ± 4.9 ^{b,c}	<0.001†

Nivel de significancia estadística (p<0.05)

*Compara medidas entre todos los momentos de evaluación

†Prueba ANOVA de medidas repetidas, ‡Prueba signos rangos de Friedman

T0: Medida basal, T1: Corto plazo, T2: Largo plazo

Letras minúsculas iguales: diferencias entre momentos dentro del grupo intervenido (Post-hoc de bonferroni para ANOVA)

Letras mayúsculas iguales: diferencias entre momentos dentro del grupo intervenido (Wilcoxon con ajuste de bonferroni)

VI. DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como finalidad determinar los valores esqueléticos verticales y sagitales cefalométricos a largo plazo en pacientes tratados con la terapia Orthotropics. Los pacientes que se incluyeron en la investigación presentaron el diagnóstico de relación esquelética de Clase II en la medida basal y posteriormente se realizó una comparación de medidas en tres diferentes tiempos con un grupo control con características similares. Según los resultados obtenidos, el manejo de los pacientes con la terapia Orthotropics y el GC reflejaron efectos en la corrección de la relación esquelética Clase II.

VI.1. Efectos en el componente esquelético maxilar

Se evidenció en la terapia Orthotropics y GC que los valores de la posición anteroposterior del maxilar (SNA) no fueron estadísticamente significativos a corto y a largo plazo. Estos resultados se diferencian a los encontrados en estudios previos sobre aparatos activadores, donde se muestra una restricción del maxilar.^{18,40,41} Estas diferencias podrían estar relacionadas a la biomecánica a nivel dentoalveolar de los aparatos activadores, ya que la inclinación palatina de los incisivos superiores conlleva a una remodelación del punto A.¹² Es de importancia mencionar que en el presente estudio utilizó en su segunda fase el aparato Mew Biobloc con activación en los brazos del aparato, los cuales impedían la palatinización de los incisivos superiores. Los resultados de la investigación se asemejan a los encontrados por Trenouth y col.⁴²; y Angelieri y col.⁴³ ya que

tampoco se encontraron cambios estadísticamente significativos a nivel del maxilar. Según Trenouth y col., su hallazgo se debería al modo de funcionamiento del aparato Biobloc, el cual lleva proyecciones linguales que contactan sólo con los tejidos blandos, dejando al paciente sin una posición cómoda; por ende, la mandíbula se mantiene hacia adelante mediante una postura refleja y esto pareciera evitar el efecto retractivo sobre el maxilar.⁴¹

VI.2. Efectos en el componente esquelético mandibular

Los efectos ortopédicos conseguidos con esta terapia se encontraron esencialmente a nivel mandibular. Se observó en el grupo Orthotropics un aumento estadísticamente significativo en la posición anteroposterior de la mandíbula (SNB) en la comparación entre los tres tiempos; sin embargo, esto no sucedió en el GC. Estos resultados se asemejan a los encontrados por Trenouth y col.⁴¹, quienes hallaron un aumento del ángulo SNB a largo plazo (51 meses) de 4.3° en la intervención con Biobloc y de 1° en el GC. En el caso de Angelieri y col.⁴³ encontraron un aumento a corto plazo (20 meses) de 2.3° en la terapia con Frankel-2 y en el GC 0.5°, aunque a largo plazo (85 meses) hubo un aumento de solo 1.7° en la terapia y una disminución de 0.9° en el GC. En cuanto a los resultados a corto plazo, Bayal y Uysal⁴⁴ evidenciaron un aumento estadísticamente significativo de 2.07° (16 meses) en el tratamiento con Twin Block y de 0.45° en el GC en el mismo tiempo. Los resultados encontrados en el presente estudio pueden atribuirse a que los aparatos funcionales tienden a la reubicación anterior de la fosa glenoidea y ello promueve potencialmente la reposición de la mandíbula.^{40, 41}

VI.3. Efectos en el componente esquelético máxilomandibular

En la relación anteroposterior máxilomandibular (ANB), se obtuvo una disminución a largo plazo de 2.7° y 2.1° en Orthotropics y GC, respectivamente. Esta disminución angular conllevó a la corrección de la relación esquelética Clase II a Clase I en ambos grupos. Cabe resaltar que la reducción en el ángulo ANB se debió esencialmente al aumento del ángulo SNB, ya que los valores encontrados en el SNA incrementaron. Kang y col.³⁷, Cozza y col.⁴⁰ y Marsan⁴¹, también encontraron reducciones en el ANB, luego de seguir una terapia con aparatos activadores, aunque estos pacientes tuvieron un seguimiento no mayor a 40 meses. Estos últimos estudios indican que la remodelación y reubicación anterior de la fosa glenoidea pueden haber contribuido a la corrección de la relación esquelética de Clase II.^{42,43} Por otra parte, Angelieri y col.⁴² indicarían que la mejora de la relación máxilomandibular se debería principalmente por el aumento de la longitud mandibular.

Las diferencias en los valores en comparación con otras investigaciones podría deberse al mecanismo de acción de la terapia utilizada, tiempo de seguimiento y edades de intervención. Asimismo es importante mencionar que, según la literatura, la terapia miofuncional oral es capaz de lograr una mejora en la función de los músculos orales y suprimir hábitos orales, como por ejemplo la succión digital, onicofagia, interposición lingual, respiración bucal, etc. Estos hábitos son considerados como factor etiológico de los trastornos temporomandibulares (TTM) ya que producen un desequilibrio funcional del sistema estomatognático.

Y algunos problemas relacionados con los TTM pueden ser favorecidos en los niños con el uso de aparatos funcionales de ortodoncia.⁴⁵

La longitud del cuerpo mandibular (Go-Gn) aumentó a largo plazo en promedio 9.2 mm en la terapia Orthotropics y en el GC fue 10.3 mm. En el caso de la altura de la rama mandibular (Ar-Go) aumentó en 7.3 mm y 6.0 mm en Orthotropics y GC, respectivamente. Considerando que la diferencia promedio en tiempo desde T0 a T2 fue de 6.08 años, las tasas de crecimiento para la longitud del cuerpo mandibular (Go-Gn) por año en Orthotropics fue 1.51 mm y para el GC fue 1.69 mm. Azo en promedio 9.2 mm en la terapia Orthotropics; aunque, en el GC fue 10.3 mm. Estas diferencias en ambos grupos pueden deberse a que los valores en la comparación entre grupos de estudio fueron estadísticamente diferentes entre Orthotropics y GC en el tiempo basal (T0). En cuanto al crecimiento por año de la rama mandibular (Ar-Go) en Orthotropics fue 1.20 mm y para el GC fue 0.98 mm. Por otra parte, Gomes y Lima⁴⁶ encontraron en un GC una tasa de crecimiento de 2.16 mm por año para Go-Gn y 3.16 mm por año para Ar-Go. Estas diferencias pueden explicarse porque su estudio fue realizado en el pico de crecimiento con un periodo de observación entre 5-24 meses, mientras que la presente investigación tuvo un promedio de observación de 6.08 años entre la evaluación inicial y final. Con respecto al crecimiento del cuerpo mandibular, este es de gran importancia ya que contribuye en gran medida al aumento total mandibular lo cual favorece al desplazamiento del gonion y con ello se obtiene mejoría estética del perfil del paciente.⁴⁷ Autores como McNamara y col.⁴⁸, Toth y col.¹⁶, Jakobsson

y Paulin⁴⁹, De Almeida y col.⁵⁰ reportaron un alargamiento suplementario de la longitud mandibular después de varios meses de uso de activadores funcionales. En el presente estudio al encontrar valores muy similares de la longitud de la rama mandibular (Go-Gn) entre Orthotropics y GC, incluso mayores en el GC, no es posible determinar un efecto ortopédico de la terapia y podría sustentarse como parte del crecimiento normal de los sujetos.

VI.4. Efectos en el componente esquelético vertical

Respecto a los valores esqueléticos cefalométricos verticales utilizados en el presente estudio, se obtuvo una disminución a largo plazo del ángulo del plano mandibular (N-S-GoMe) de -2.8° y -0.7° en Orthotropics y GC, respectivamente. Estos resultados se asemejan a los encontrados por Trenouth y col.⁴² quienes encontraron una disminución de esta medida; sin embargo, el valor encontrado fue solo de -0.4° en el tratamiento con el aparato Biobloc. Por otra parte, De Almeida y col.¹³ encontraron un aumento de esta medida en 0.2° , en 17 meses, luego del uso del aparato Frankel-2. Cabe mencionar que, para lograr un control eficaz en el crecimiento vertical, es necesario encontrar disminución en las medidas angulares verticales. Por lo cual, tanto Orthotropics (-2.2°) como GC (-2.6°) mostraron reducciones en el ángulo gonial (Ar-Go-Me) entre T0-T2. Estos resultados difieren a los encontrados por Kang y col.⁴² ya que ellos encontraron un aumento en el ángulo gonial luego del tratamiento con aparatos activadores. Asimismo, afirman que el aumento en la altura de la rama y la apertura del ángulo gonial sugieren un cambio morfológico de la mandíbula causado por el crecimiento del cóndilo

posterior y superior durante el tratamiento.³⁷ Finalmente, en el eje Y (N-S-Gn) entre T0-T2 se evidenció una reducción de -1.4° en Orthotropics y un aumento de $+0.3^\circ$ en el GC.

Con relación a la terapia miofuncional orofacial (TMO) es importante mencionar lo encontrado por Hommen y col. quienes realizaron una revisión sistemática. Estos autores mencionan que existe una escasez de estudios consistentes y evidencia científica que respalden el uso de la TMO en combinación con el tratamiento de ortodoncia para lograr mejores resultados en la corrección de los trastornos dentofaciales en individuos con anomalías orofaciales.⁵¹ Asimismo, Koletsi y col.⁵² en una revisión sistemática y metaanálisis concluyen que aunque parece ser un enfoque prometedor el manejo ortodóncico temprano y el tratamiento miofuncional en niños con dentición temporal y mixta, la calidad de la evidencia existente es cuestionable.

En relación al costo-beneficio de seguir un tratamiento de ortodocia en una o dos fases, existe aún falta de evidencia que demuestre que el tratamiento temprano conlleva un beneficio adicional al que se logra con el tratamiento iniciado de manera tardía.⁵⁴ El costo adicional y la carga para el paciente, los padres y el odontólogo pueden anular el tratamiento temprano.⁵⁴

Hoy en día, son más los padres de familia que se muestran interesados en la prevención e intercepción de problemas de salud oral hacia sus menores hijos. Como una de las principales fortalezas del estudio se tiene que el desarrollo de

investigaciones a largo plazo nos permite identificar si los resultados obtenidos tras una terapia, poco estudiada en la literatura, se mantienen estables en un periodo más amplio de tiempo. Del mismo modo, el incluir un grupo control con características similares a la muestra, permite la comparación de los resultados con el grupo de intervención, lo cual permite determinar en qué parámetros se muestran diferencias y similitudes. Otra fortaleza importante a destacar del estudio es el proceso de calibración de los parámetros de medición, ya que se obtuvo un CCI de 0.9, el cual indica ser “Muy bueno” para las investigaciones. Sin lugar a dudas, la obtención de mayor evidencia científica permite al clínico a tener una mejor justificación para el sometimiento a tratamientos ortopédicos miofuncionales en pacientes en crecimiento.

Al ser un estudio a largo plazo, esta investigación tuvo como limitaciones el cumplimiento en la toma radiográfica de los pacientes, ya que se dependía exclusivamente de que los pacientes asistieran o no a sus citas programadas. Por otro lado, se sabe que hace aproximadamente 3 años se atravesaba una situación de pandemia debido a la COVID-19, lo cual hizo que el acceso a las atenciones de salud sean más limitadas y que los registros radiográficos no fueran tomados en tiempos exactos en todos los casos. Otra limitación fue la adquisición de las historias clínicas completas de los pacientes para poder realizar comparaciones según el sexo del individuo. Finalmente, el uso de imágenes radiográficas en 2 dimensiones limita la evaluación, ya que las superposiciones de las estructuras pueden dificultar la identificación de los puntos de referencia. Las radiografías cefalométricas tienen

limitaciones intrínsecas que pueden generar imágenes distorsionadas, ampliadas en algunas áreas y reducidas en otras. ⁵³

VII. CONCLUSIONES

1. En T0, T1 y T2 se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre Orthotropics y GC en los parámetros AFAI, Ar-Go, ANB y Go-Gn; siendo cifras mayores en el GC.
2. En Orthotropics, entre T0-T1-T2 se muestran diferencias estadísticamente significativas en todos los parámetros, a excepción del SNA. Encontrándose un aumento de T0-T2 en los valores AFAI, Ar-Go, SNA, SNB, Go-Gn y una disminución en N-S-GoMe, Ar-Go-Me, N-S-Gn y ANB.
3. En el GC, entre T0-T1-T2 se encontraron diferencias estadísticamente significativas en Ar-Go-Me, AFAI, Ar-Go, ANB y Go-Gn. Hallándose un aumento de T0-T2 en los valores N-S-Gn, AFAI, Ar-Go, SNB, Go-Gn y una disminución en N-S-GoMe, Ar-Go-Me, SNA, ANB.

VIII. RECOMENDACIONES

Como recomendación, se debería ampliar la línea de investigación de aparatos funcionales y terapia de postura orofacial evaluando a largo plazo los cambios a nivel del tejido blando. Del mismo modo, se sugiere el uso de tomografías computarizadas cone-beam para la obtención de imágenes en 3 dimensiones para evitar cualquier clase de distorsión. También sería beneficioso realizar estudios considerando los patrones de crecimiento vertical y observar cómo se comporta la terapia Orthotropics en pacientes durante el pico de crecimiento.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Buschang PH, Jacob H, Carrillo R. The morphological characteristics, growth, and etiology of the hyperdivergent phenotype. *Semin Orthod.* 2013;19(4):212–226.
2. Wylie WL, Johnson EL: Rapid evaluation of facial dysplasia in the vertical plane. *Angle Orthod.* 1952;22:165–82.
3. Bansal AK, Sharma M, Kumar P, Nehra K, Kumar S. Long face syndrome: a literature review. *Journal of Dental Health, Oral Disorders & Therapy.* 2015;2(6):210–13.
4. Profit W, Fields H: Occlusal forces in normal- and long- face children. *J Dent Res.* 1983;62:571–74.
5. Ingervall B, Minder C: Correlation between maximum bite force and facial morphology in children. *Angle Orthod.* 1997;67:415–22.
6. Marsico E, Gatto E, Burrascano M, Matarese G, Cordasco G. Effectiveness of orthodontic treatment with functional appliances on mandibular growth in the short term. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139(1):24–36.
7. Johnson LE. *Orthodontics: state of the art, essence of the science.* St Louis: C V. Mosby; 1986. p. 88–99.
8. Wieslander L, Lagerstrom L. The effect of activator treatment on Class II malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1979;75:20–6.
9. Moss ML, Salentijn L. The primary role of functional matrices in facial growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1969;55:566–77.

10. Frankel R. The treatment of Class II, Division 1 malocclusion with functional correctors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1969;55:265–75.
11. Mizoguchi I, Toriya N, Nakao Y. Growth of the mandible and biological characteristics of the mandibular condylar cartilage. *Jpn Dent Sci Rev* 2013;49:139–50.
12. Mills JR. The effect of functional appliances on the skeletal pattern. *J Orthod* 1991;18(4):267–75.
13. De Almeida MR, Henriques JF, de Almeida RR, Ursi W. Treatment effects produced by Fränkel appliance in patients with Class II, division 1 malocclusion. *Angle Orthod.* 2002;72:418–25.
14. Perillo L, Johnston LE, Ferro A. Permanence of skeletal changes after function regulator (FR-2) treatment of patients with retrusive Class II malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;109:132–9.
15. De Almeida MR, Henriques JF, Ursi W. Comparative study of the Fränkel (FR-2) and bionator appliances in the treatment of Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;121:458–66.
16. Toth LR, McNamara JA Jr. Treatment effects produced by the twin-block appliance and the Fr-2 appliance of Frankel compared with an untreated Class II sample. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116:597–609.
17. Baltromejus S, Ruf S, Pancherz H. Effective temporomandibular joint growth and chin position changes: activator versus Herbst treatment. A cephalometric roentgenographic study. *Eur J Orthod.* 2002;24:627–37.

18. Croft RS, Buschang PH, English JD, Meyer R. A cephalometric andtomographic evaluation of Herbst treatment in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116:435–43.
19. Pancherz H, Ruf S, Kohlhas P. Effective condylar growth and chinposition changes in Herbst treatment: a cephalometric roentgenographic long-term study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114:437–46.
20. Ruf S, Baltromejus S, Pancherz H. Effective condylar growth andchin position in activator treatment: a cephalometric roentgenographic study. *Angle Orthod.* 2001;71:4–11.
21. Creekmore TD, Radney LJ. Frankel appliance therapy: orthopedicor orthodontic? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1983;83:89–108.
22. Giannelly A, Bronson P, Martignoni M, Bernstein L. Mandibular growth, condylar position and Fränkel appliance therapy. *Angle Orthod* 1983;53:131–42.
23. Vargervik K, Harvold EP. Response to activator treatment in Class II malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1985;88:242-51.
24. Robertson NRE. An examination of treatment changes in children treated with the functional regulator of Frankel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1983;83:299–310.
25. Janson GR, Toruno JL, Martins DR, Henriques JF, de Freitas MR. Class II treatment effects of the Frankel appliance. *Eur J Orthod* 2003;25:301–9.
26. Muñoz MJ, Kahn S, Muñoz M, Matarredona L, Matarredona M. Orthotropics: un sueño hecho realidad. *Rev Esp Ortod* 2016;46:108–21.

27. Koretsi V, Zymperdikas VF, Papageorgiou SN, Papadopoulos MA. Treatment effects of removable functional appliances in patients with Class II malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod* 2015;37(4):418-34.
28. Kang Y, Franchi L, Manton DJ, Schneider PM. A cephalometric study of the skeletal and dento-alveolar effects of the modified Louisiana State University activator in Class II malocclusion. *Eur J Orthod* 2018;40(2):164–75.
29. Cacciatore G, Ugolini A, Sforza C, Gbinigie O, Plüddemann A. Long-term effects of functional appliances in treated versus untreated patients with Class II malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2019;14:e0221624.
30. Proffit WR. Equilibrium theory revisited: factors influencing position of the teeth. *Angle Orthod*. 1978;48(3):175-86.
31. Proffit WR, Fields HW, Larson BE, Sarver DM. *Contemporary Orthodontics*. 6th ed. Elsevier; 2019.
32. Beckmann SH, Kuitert RB, Prahl-Andersen B, Segner D, The RP, Tuinzing DB. Alveolar and skeletal dimensions associated with lower face height. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1998; 113:498-506.
33. Swasty D, Lee J, Huang JC, et al. Cross-sectional human mandibular morphology as assessed in vivo by conebeam computed tomography in patients with different vertical facial dimensions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011;139:e377-89.

34. Graber, TM. The “three M’s”: Muscles, malformation, and malocclusion. *Am J Orthod.* 1963;49(6):418–50.
35. Mew J. *The Cause and Cure of Malocclusion.* 2nd. ed. 2015. 465 p.
36. Kang Y, Franchi L, Manton DJ, Schneider PM. A cephalometric study of the skeletal and dento-alveolar effects of the modified Louisiana State University activator in Class II malocclusion. *Eur J Orthod* 2018;40(2):164–75.
37. Wang MK, Buschang PH, Behrents R. Mandibular Rotation and Remodeling Changes during Early Childhood. *Angle Orthod* 2009;79(2):271–5.
38. Buschang PH, Jacob HB. Mandibular rotation revisited: What makes it so important? *Semin Orthod* 2014;20(4):299–315.
39. Wong, SM, Kahn S. *GOPex Good Oral Posture Exercises;* 2016.
40. Cozza P, De Toffol L, Colagrossi S. Dentoskeletal effects and facial profile changes during activator therapy. *Eur J Orthod* 2004;26, 293–302.
41. Marsan, G. Effects of activator and high-pull headgear combination therapy: skeletal, dentoalveolar, and soft tissue profile changes. *Eur J Orthod* 2007; 29, 140–48.
42. Trenouth MJ, Mew JRC, Gibbs WW. A cephalometric evaluation of the Biobloc technique using matched normative data. *J Orofac Orthop.* 2001;62(6):466–75.
43. Angelieri F, Franchi L, Cevidanes LH, Scanavini MA, McNamara JA Jr. Long-term treatment effects of the FR-2 appliance: a prospective evaluation 7 years post-treatment. *Eur J Orthod.* 2014 Apr;36(2):192-9.

44. Baysal A, Uysal T. Soft tissue effects of Twin Block and Herbst appliances in patients with Class II division 1 mandibular retrognathia. *Eur J Orthod*. 2013 Feb;35(1):71-81.
45. Habumugisha J, Cheng B, Ma SY, et al. A non-randomized concurrent controlled trial of myofunctional treatment in the mixed dentition children with functional mouth breathing assessed by cephalometric radiographs and study models. *BMC Pediatr*. 2022;22(1):506.
46. Gomes AS, Lima EM. Mandibular growth during adolescence. *Angle Orthod*. 2006;76(5):786-90.
47. Baccaglione G, Rota E, Ferrari M, et al. Second Class Functional Treatment: Andreasen Activator vs Twin Block. *Int J Clin Pediatr Dent* 2020;13(2):144–9.
48. McNamara JA, Bookstein FL, Shaughnessy TG. Skeletal and dental changes following functional regulator therapy on Class II patients. *Am J Orthod* 1985;88, 91–110.
49. Jakobsson SO, Paulin G. The influence of activator treatment on skeletal growth in Angle Class II: 1 cases. A roentgenocephalometric study. *Eur J Orthod* 1990;12,174–84.
50. De Almeida MR, Henriques JFC, Rodrigues de Almeida R, Ursi W, McNamara Jr. Short-term treatment effects produced by the Herbst appliance in the mixed dentition. *Angle Orthod* 2005;75,540–7.

51. Homem MA, Vieira-Andrade RG, Falci SGM, Ramos-Jorge ML, Marques LS. Effectiveness of orofacial myofunctional therapy in orthodontic patients: A systematic review. *Dental Press J Orthod.* 2014 July- Aug;19(4):94-9.
52. Koletsi D, Makou M, Pandis N. Effect of orthodontic management and orofacial muscle training protocols on the correction of myofunctional and myoskeletal problems in developing dentition. A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res.* 2018 Nov;21(4):202-15.
53. Gribel B, Gribel M, Frazão D, McNamara J, Manzi F. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometry and 3D measurements on CBCT scans. *Angle Orthod.* 2011;81(1):26–35.
54. Mir C. One-phase or two-phase orthodontic treatment?. *Evid Based Dent.* 2016;17:107-8

X. ANEXOS

ANEXO 1 – Estimación del tamaño muestral para dos muestras independientes

```
Estimated sample sizes for a two-sample means test
Satterthwaite's t test assuming unequal variances
H0: m2 = m1 versus Ha: m2 != m1

Study parameters:

    alpha =    0.0500
    power =    0.8000
    delta =   -1.6000
     m1 =     1.4000
     m2 =    -0.2000
    sd1 =     1.4000
    sd2 =     1.6000

Estimated sample sizes:

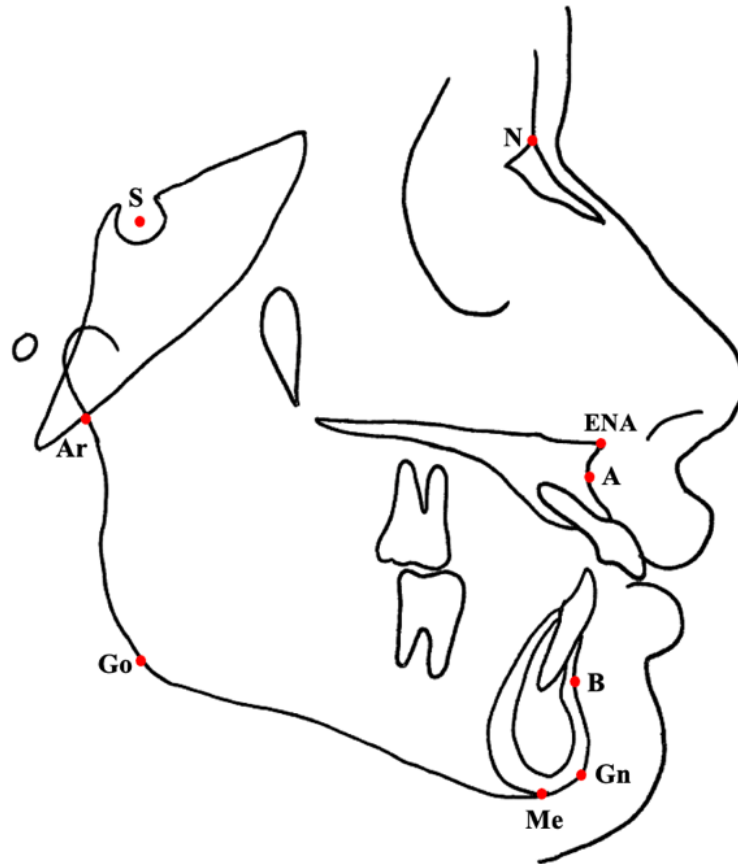
      N =      30
N per group =    15
```

ANEXO 2 – Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Tipo	Escala de medición	Valores o Categorías
Valores esqueléticos cefalométricos verticales	N-S-GoMe	Ángulo formado entre una línea que conecta S con N y Go con Me	Medición en grados del ángulo del plano mandibular	Radiografías cefalométricas	Cuantitativa	De Razón	grados
	Ar-Go-Me	Ángulo formado entre Ar, Go y Me	Medición en grados del ángulo gonial				grados
	N-S-Gn	Ángulo formado entre Na, S y Gn	Medición en grados del Eje Y				grados
	AFAI	Distancia lineal desde ENA hasta Me	Medición milimétrica de la altura facial anteroinferior				mm
	Ar-Go	Distancia lineal de Ar a Go	Medición milimétrica de la altura de la rama mandibular				mm
Valores esqueléticos cefalométricos sagitales	SNA	Ángulo formado entre S, N y Punto A	Medición en grados del ángulo SNA	Radiografías cefalométricas	Cuantitativa	De Razón	grados
	SNB	Ángulo formado entre S, N y Punto B	Medición en grados del ángulo SNB				grados
	ANB	Ángulo formado entre Punto A, N y Punto B.	Medición en grados del ángulo ANB				grados
	Go-Gn	Distancia lineal de Go a Gn	Medición milimétrica de la distancia del cuerpo mandibular				mm

Grupo de estudio	----	Variable que expresa si la población muestral fue sometida o no a la terapia Orthotropics.	Identificación si la población muestral fue sometida o no a la terapia Orthotropics.	Historial del paciente	Cualitativa Dicotómica	Nominal	Orthotropics GC
Tiempo del registro radiográfico	----	Tiempo en el cual fueron tomadas las radiografías cefalométricas	Clasificación del momento en el que fueron tomadas las radiografías cefalométricas	Radiografías cefalométricas	Cualitativa Politómica	Ordinal	Medida basal (T0)
	----						Corto plazo (T1)
	----						Largo plazo (T2)

ANEXO 3– Puntos de referencia cefalométricos



ANEXO 4 – Ficha de recolección de Datos

Caso Nro:

Código de paciente:

Fecha de nacimiento:

Fecha de rx:

Sexo:

Grupo de estudio:

Tiempo del registro:

Valores esqueléticos verticales	N-S-GoMe	<input type="text" value="°"/>	<input type="text" value="°"/>	<input type="text" value="°"/>
	Ar-Go-Me	<input type="text" value="°"/>	<input type="text" value="°"/>	<input type="text" value="°"/>
	N-S-Gn	<input type="text" value="°"/>	<input type="text" value="°"/>	<input type="text" value="°"/>
	AFAI	<input type="text" value="mm"/>	<input type="text" value="mm"/>	<input type="text" value="mm"/>
	Ar-Go	<input type="text" value="mm"/>	<input type="text" value="mm"/>	<input type="text" value="mm"/>

Valores esqueléticos sagitales	SNA	<input type="text" value="°"/>	<input type="text" value="°"/>	<input type="text" value="°"/>
	SNB	<input type="text" value="°"/>	<input type="text" value="°"/>	<input type="text" value="°"/>
	ANB	<input type="text" value="°"/>	<input type="text" value="°"/>	<input type="text" value="°"/>
	Go-Gn	<input type="text" value="mm"/>	<input type="text" value="mm"/>	<input type="text" value="mm"/>

ANEXO 5 – Definición de las medidas cefalométricas

Medidas	Definición
Vertical	
N-S-GoMe° (Ángulo del plano mandibular)	Ángulo formado por N a S y Go a Me
Ar-Go-Me° (Ángulo gonial)	Ángulo formado por Ar a Go a Me
N-S-Gn° (Eje Y)	Ángulo formado por N a S a Gn
AFAI, mm (Altura facial anteroinferior)	Distancia desde ENA a Me
Ar-Go, mm (Altura de la rama mandibular)	Distancia desde Ar a Go
Sagital	
SNA°	Ángulo formado por S a N a Punto A
SNB°	Ángulo formado por S a N a Punto B
ANB°	Ángulo formado por punto A a N a Punto B
Go-Gn, mm (Longitud del cuerpo mandibular)	Distancia desde Go a Gn