



Facultad de Ciencias de la Salud.

Especialidad de Ortodoncia.

Tema:

Análisis del espacio disponible para la distalización del segundo molar superior en pacientes clase II con diferentes patrones faciales, un estudio en CBCT en población adulta ecuatoriana.

Trabajo De Titulación Para La Obtención Del Título De Especialista En Ortodoncia.

Presentada por:

Od. Heiry Victoria Rodríguez España

Tutor:

Dra. Marjory Vaca Zapata.

Quito, septiembre de 2026.

Declaración De Aceptación De Norma Ética Y Derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

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

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

Rodríguez España Heiry Victoria

1758959173

Dedicatoria

A **Dios**, por ser mi guía y fortaleza en cada etapa de este camino, por sostenerme en los momentos difíciles y permitirme alcanzar una meta más en su tiempo perfecto.

A **mis padres**, por ser el origen de mis valores, por su amor incondicional, sus enseñanzas y por haber sembrado en mí la convicción de que, con esfuerzo, constancia y dedicación, los sueños pueden convertirse en realidad.

A **mi esposo**, por ser mi compañero en este recorrido, por comprender las ausencias, los días difíciles y las horas dedicadas a alcanzar esta meta. Gracias por apoyarme, impulsarme y permanecer a mi lado en cada etapa de este reto.

A **mis hijos, Luciano y Paula**, mi motivación más profunda y mi mayor orgullo. A ustedes les dedico especialmente este logro, con la esperanza de que algún día puedan mirar este camino y comprender que los sueños requieren sacrificio, disciplina y valentía, pero que siempre vale la pena luchar por ellos. Que mi experiencia les recuerde que aprender, crecer y superarse es un camino que nunca termina.

A **mis hermanos, sobrinos, familia y amigos**, quienes han formado parte de mi historia y han celebrado conmigo cada paso. Deseo que este logro trascienda más allá de un título y se convierta en un mensaje para ustedes: siempre podemos proponernos nuevas metas, comenzar nuevos caminos y llegar más lejos de lo que alguna vez imaginamos.

Y a **mi equipo de trabajo**, que estuvo presente mientras dividía mis días entre las responsabilidades profesionales y académicas. Gracias por su compromiso, comprensión y por aportar, desde cada espacio, para que pudiera continuar avanzando.

Índice

Declaración De Aceptación De Norma Ética Y Derechos.....	2
Dedicatoria.....	3
Índice.....	4
Índice De Tablas	5
Índice de Figuras.....	6
Resumen	7
Abstract	8
Introducción.....	9
Marco Referencial.....	11
Metodología.....	18
Resultados.....	27
Discusión	46
Conclusión.....	51
Referencias	53

Índice De Tablas

Tabla 1 Distribución de pacientes según biotipo facial y características.....	28
Tabla 2 Descriptivos básicos de las distancias según tipo y características.....	31
Tabla 3 Resultados del modelo logístico.....	40
Tabla 4 Resultados del modelo continuo para el logaritmo de la distancia.	43

Índice de Figuras

Figura 1 Análisis cefalométrico en programa Romexis viewer para detección de clase esquelética y biotipo facial.	22
Figura 2 Análisis de Vert realizado en el Software NemoStudio para determinación de los biotipos faciales.	23
Figura 3 Calibración de la imagen y verificación de la presencia de todas las piezas dentarias...	24
Figura 4 Ubicación el plano axial de la línea oclusal posterior que representará el eje de distalización a lo largo del arco dental.	24
Figura 5 Ubicación en el plano sagital de las líneas 0 (unión amelo-cementaria), y a partir de esta en sentido apical se trazan a 3 mm y a 6 mm para determinar las distancias de distalización.	25
Figura 6 Medición del espacio disponible para distalización a 3 mm y 6 mm y el grosor de la tabla ósea.	26
Figura 7 Distribución de distancias según tipo y medida.....	32
Figura 8 Distancia promedio e intervalo de confianza (IC) del 95 % según tipo, medida y lateralidad	35

ANÁLISIS DEL ESPACIO DISPONIBLE PARA LA DISTALIZACIÓN DEL SEGUNDO MOLAR SUPERIOR EN PACIENTES CLASE II CON DIFERENTES PATRONES FACIALES, UN ESTUDIO EN CBCT EN POBLACIÓN ADULTA ECUATORIANA.

Heiry Victoria Rodríguez España.

heiryespana@gmail.com

Universidad Hemisferios

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo analizar y comparar, mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), el espacio disponible en la tuberosidad maxilar para la distalización del segundo molar superior en pacientes Clase II con diferentes biotipos faciales. Se realizó un estudio analítico, observacional, cuantitativo, descriptivo, comparativo y transversal, en el que se evaluaron 125 CBCT de pacientes entre 18 y 55 años, distribuidos en 40 braquifaciales, 40 dolico faciales y 45 mesofaciales. El espacio disponible para la distalización se determinó bilateralmente mediante mediciones realizadas a 3 y 6 mm en sentido apical desde la unión cemento-esmalte del segundo molar superior hasta el límite posterior de la tuberosidad del maxilar, siguiendo el eje de distalización, considerando además variables como edad, sexo, lateralidad y presencia del tercer molar. Debido a la distribución de los datos y a la presencia de valores iguales a cero correspondientes a tomografías sin espacio disponible, se emplearon pruebas no paramétricas y modelos estadísticos para evaluar las diferencias y asociaciones entre las variables. Los resultados mostraron descriptivamente mayores distancias en los pacientes dolico faciales y menores valores en los mesofaciales; sin embargo, el biotipo facial no presentó una asociación global estadísticamente significativa con el espacio disponible ($p = 0,0813$). A 3

mm no se encontraron diferencias significativas entre los biotipos en el lado derecho ($p = 0,2155$) ni izquierdo ($p = 0,9375$), mientras que a 6 mm se observaron diferencias globales significativas en ambos lados ($p = 0,0454$ y $p = 0,0410$, respectivamente), en este caso lado izquierdo tiende a acumular los valores máximos absolutos. Se concluye que la disponibilidad de espacio para la distalización presenta una importante variabilidad individual y no está determinada exclusivamente por el biotipo facial. La región situada a 3 mm de la unión cemento-esmalte constituye el nivel anatómico más restrictivo y, por tanto, representa un referente clínico relevante para establecer el límite del movimiento distal. En consecuencia, la valoración tridimensional mediante CBCT permite identificar las particularidades anatómicas de cada hemiarcada y contribuye a una planificación individualizada de la distalización, disminuyendo el riesgo de sobrepasar los límites óseos disponibles.

Palabras clave: DISTALIZACIÓN MOLAR, TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO, BIOTIPO FACIAL, TUBEROSIDAD MAXILAR, MALOCCLUSIÓN CLASE II, SEGUNDO MOLAR SUPERIOR.

Abstract

The aim of this study was to analyze and compare, using cone-beam computed tomography (CBCT), the available space in the maxillary tuberosity for distalization of the maxillary second molar in Class II patients with different facial biotypes. An analytical, observational, quantitative, descriptive, comparative, and cross-sectional study was conducted using 125 CBCT scans from patients aged 18 to 55 years, distributed into 40 brachyfacial, 40 dolichofacial, and 45 mesofacial subjects. The available space for distalization was assessed bilaterally through measurements performed at 3 and 6 mm apical to the cemento-enamel junction of the maxillary second molar up to the posterior limit of the maxillary tuberosity, following the

distalization axis. Age, sex, laterality, and presence of the third molar were also considered. Due to the data distribution and the presence of zero values corresponding to CBCT scans with no available distalization space, non-parametric tests and statistical models were used to evaluate differences and associations among the variables. Descriptively, dolichofacial patients showed greater available distances, whereas mesofacial patients exhibited lower values; however, facial biotype was not significantly associated with the overall available space ($p = 0.0813$). At 3 mm, no significant differences among facial biotypes were found on either the right ($p = 0.2155$) or left side ($p = 0.9375$), whereas at 6 mm, significant overall differences were observed on both sides ($p = 0.0454$ and $p = 0.0410$, respectively), with the left side tending to show the highest absolute values. It was concluded that the available space for distalization shows considerable individual variability and is not determined exclusively by facial biotype. The region located 3 mm apical to the cemento-enamel junction represents the most anatomically restrictive level and, therefore, constitutes a clinically relevant reference for establishing the limit of distal movement. Consequently, three-dimensional CBCT assessment allows the anatomical characteristics of each hemiarch to be identified and contributes to individualized distalization planning, reducing the risk of exceeding the available bony boundaries.

Key words: MOLAR DISTALIZATION, CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY, FACIAL BIOTYPE, MAXILLARY TUBEROSITY, CLASS II MALOCCLUSION, MAXILLARY SECOND MOLAR.

Introducción

La resolución de las desarmonías sagitales en pacientes diagnosticados con maloclusión Clase II, son las más comunes y constituye uno de los retos más frecuentes dentro del campo de la ortodoncia. Estas maloclusiones esqueléticas pueden comprometer la estética facial, la función

masticatoria y el bienestar psicológico del paciente (AlWorafi et al., 2024, p. 2). En todo tratamiento ortodóntico, la etapa inicial consiste en la alineación y nivelación de los dientes, lo cual requiere la creación de espacio dentro del arco dentario. Dependiendo de la magnitud del apiñamiento dental o del Índice de Nance, este espacio puede obtenerse mediante tres alternativas terapéuticas principales: el desgaste interproximal (stripping), la extracción de piezas dentales y la distalización dentaria (Mateu et al., 2019, p.1).

La distalización dentaria consiste en el desplazamiento de los molares hacia la región posterior del hueso alveolar; sin embargo, dicho movimiento solo es posible dentro de los límites que ofrece la envoltura ósea disponible para el adecuado alojamiento de las raíces dentarias (Hui et al., 2022, p. 598). En este contexto, la cantidad de distalización alcanzable está limitada por el volumen óseo presente en la trayectoria del desplazamiento radicular, y su éxito se relaciona estrechamente con la topografía de la tuberosidad del maxilar (López et al., 2024, p. 240).

Es fundamental reconocer que el movimiento ortodóntico no es ilimitado, ya que debe circunscribirse a los márgenes biológicos de la tuberosidad. Una planificación que no considere estas restricciones puede provocar alteraciones biológicas indeseables, entre ellas reabsorción radicular, pérdida de soporte óseo, dehiscencias y aumento de la movilidad dentaria.

Investigaciones previas han demostrado que existe variabilidad en el espacio retromolar disponible para la distalización, lo cual resalta la importancia de una evaluación individualizada (Hui et al., 2022, p. 598).

En la planificación del tratamiento ortodóntico resulta necesario analizar diversas características del paciente, entre ellas el biotipo facial, los patrones de crecimiento y las relaciones dentarias tanto intraarcadas como interarcadas (Chite-Quispe & Sanchez, 2023, p. 376). Por esta razón agrupar a los pacientes de acuerdo con las variaciones en las proporciones

faciales, principalmente en los planos vertical y transversal es esencial para realizar un diagnóstico preciso y un adecuado tratamiento (Parise et al., 2020, p. 11).

En este sentido, aunque la radiografía panorámica y la cefalometría lateral siguen siendo auxiliares diagnósticos valiosos, la irrupción de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) ha transformado la precisión en el diagnóstico dentomaxilofacial (Lozano et al., 2025, p. 445).

Los hallazgos tomográficos pueden ayudar a decidir la posibilidad de distalización del segundo molar superior al espacio de la tuberosidad, para la resolución ortodóntica de pacientes clase II. Bajo esta premisa tecnológica y clínica, el presente estudio tiene como objetivo investigar y comparar, mediante el análisis de imágenes tomográficas computarizadas de haz cónico, la disponibilidad de espacio en la tuberosidad maxilar para la distalización del segundo molar superior en pacientes clase II en edades comprendidas entre 18 y 55 años con diferentes biotipos faciales con el propósito de aportar evidencia sobre la variabilidad anatómica de esta región y contribuir a una planificación individualizada del movimiento distal.

Marco Referencial

La antropometría es una disciplina científica dedicada al análisis de las dimensiones corporales humanas y de las proporciones entre sus diferentes segmentos, con el objetivo de comprender las variaciones físicas del ser humano y las diferencias existentes entre los distintos grupos poblacionales. Su desarrollo se remonta al periodo del Renacimiento, etapa en la cual se establecieron sus bases metodológicas bajo la influencia de los principios del neoclasicismo. Dentro de este campo, la antropometría facial se centra específicamente en el estudio métrico de la cabeza y la cara. En las últimas décadas, esta disciplina ha recobrado relevancia en el ámbito médico, especialmente a partir de su aplicación en la evaluación de

pacientes con alteraciones craneofaciales congénitas o adquiridas, mediante el uso sistemático de mediciones de la superficie facial (Affur & Bessone, 2023, p. 2).

El concepto de biotipo facial fue introducido por Ricketts, quien lo describió como el conjunto de características morfológicas y funcionales responsables de determinar la dirección del crecimiento y el comportamiento facial (Sánchez & Yañez, 2015, p. 6). Estas características tienen una base hereditaria, aunque pueden verse modificadas por factores ambientales, y reflejan el predominio relativo de las dimensiones verticales u horizontales del rostro. Con base en las proporciones esqueléticas, se distinguen tres biotipos faciales principales: El biotipo dolicofacial se caracteriza por un predominio de las dimensiones verticales, con una cara alargada, arcadas dentarias estrechas y una tendencia a un crecimiento vertical. El biotipo mesofacial presenta proporciones equilibradas entre los planos vertical y transversal, con un patrón de crecimiento armónico dirigido hacia abajo y adelante. Por su parte, el biotipo braquifacial se asocia a un predominio del crecimiento horizontal, con mandíbulas robustas, caras anchas, arcadas bien desarrolladas y un mayor componente muscular, acompañado de rasgos faciales como mentón prominente y surco mentolabial marcado (Herrero, 2024, p. 14).

El biotipo facial influye en múltiples aspectos del complejo craneofacial, incluyendo la armonía facial, la musculatura orofacial, la oclusión, la posición dentaria, así como en la estética y la función del sistema estomatognático (Chite-Quispe & Sánchez, 2023, p. 377).

Se ha descrito que la identificación del biotipo facial constituye en la actualidad un elemento fundamental en el diagnóstico ortodóncico, ya que orienta la selección de las distintas mecánicas de tratamiento y explica las respuestas variables que pueden presentarse en pacientes con maloclusiones similares, pero con patrones de crecimiento diferentes. De acuerdo con la

dirección del crecimiento facial y el grado de compensación dentoalveolar, los biotipos braquifacial y dolicofacial manifiestan particularidades estructurales distintas a nivel dentoalveolar. En consecuencia, el biotipo facial debe ser coherente con los objetivos estéticos del tratamiento, lo que hace imprescindible la realización de un análisis diagnóstico preciso, tanto cualitativo como cuantitativo, apoyado en métodos auxiliares adecuados para una correcta planificación terapéutica (Barahona & Benavides, 2006, p. 27).

El biotipo facial puede identificarse a través de distintos procedimientos diagnósticos, que incluyen la evaluación clínica, el análisis fotográfico y los estudios cefalométricos. Para este fin, se han establecido diversos parámetros cefalométricos, entre los que destacan el análisis VERT de Ricketts, el índice de Björk-Jarabak y la divergencia de las bases óseas propuesta por Downs-Steiner (Chite-Quispe & Sánchez, 2023, p. 377). El índice VERT de Ricketts es uno de los métodos cefalométricos más utilizados para la determinación del biotipo facial. Este análisis integra cinco parámetros cefalométricos: eje facial, profundidad facial, ángulo del plano mandibular, altura facial inferior y arco mandibular. La combinación de estas mediciones permite evaluar el patrón de crecimiento craneofacial y clasificar a los individuos en biotipos braquifacial, mesofacial o dolicofacial. El valor obtenido refleja la tendencia de crecimiento facial y constituye una herramienta útil para el diagnóstico ortodóncico y la planificación terapéutica, ya que diferentes patrones faciales pueden presentar variaciones anatómicas y biomecánicas relevantes para el tratamiento (Benedicto et al., 2016, p. 119). Entre las variables clínicas según el biotipo facial se incluyen el tipo de tejido gingival, la impactación canina, así como las maloclusiones en los planos sagital y vertical (Chite-Quispe & Sánchez, 2023, p. 378).

La maloclusión se reconoce como una de las enfermedades bucales de mayor frecuencia de acuerdo con diversos estudios epidemiológicos. Se estima que su prevalencia en la población

general oscila entre el 50 % y el 80 %. Esta condición no solo compromete el adecuado funcionamiento del sistema estomatognático y maxilofacial, sino que también influye negativamente en la armonía estética facial, lo que puede generar repercusiones de carácter social y psicológico en los pacientes (Zhou et al., 2023, p. 238). La identificación y clasificación de la maloclusión resulta fundamental para la correcta planificación del tratamiento ortodóncico, ya que influye directamente en aspectos funcionales, estéticos y en la eficacia de las técnicas de higiene bucal del paciente (Saghiri et al., 2021, p. 185).

Las maloclusiones pueden manifestarse en los planos sagital, transversal y vertical, pudiendo ser determinada a través de la cefalometría de Steiner que relaciona en sentido anteroposterior el maxilar superior (punto A) y la mandíbula (punto B) con respecto a la base del cráneo (punto Nasion). En el plano sagital, la relación esquelética intermaxilar se determina mediante el ángulo ANB, el cual permite clasificarla en tres tipos. La clase I esquelética se caracteriza por valores del ANB entre 0° y 4° , lo que indica una relación armónica entre el maxilar y la mandíbula. La clase II esquelética se presenta cuando el ANB supera los 4° , reflejando una discrepancia anteroposterior originada por protrusión maxilar, retrognatismo mandibular o ambas. Por el contrario, la clase III esquelética se identifica cuando el ANB es menor de 0° , evidenciando una alteración intermaxilar asociada a prognatismo mandibular, retrusión maxilar o la combinación de ambas (Cenzato et al., 2021, p.1).

La clase II también conocida como distoclusión ocurre cuando la cúspide mesiovestibular de los molares superiores se presenta por delante del surco vestibular del primer molar inferior y los incisivos superiores vestibularizados (Casasa et al., 2018, p. 51). La maloclusión clase II se subdivide en dos variantes: División 1 y División 2 (Saghiri et al., 2021, p. 185). Los protocolos de tratamiento ortodóncico para la maloclusión clase II, dependen todos al grado de maduración

esquelética, al desarrollo dentario y a la severidad de la maloclusión (Salazar, 2024, p.

1). Debido a su elevada frecuencia, la maloclusión clase II ha sido ampliamente abordada en la literatura, dando lugar al desarrollo de diversas modalidades terapéuticas, entre las que se incluyen los aparatos funcionales, el camuflaje ortodóncico y la cirugía ortognática (Özden & Oguz, 2025, p. 775).

La distalización de los molares constituye uno de los procedimientos ortodóncicos más relevantes en el abordaje y corrección de las maloclusiones esqueléticas de clase II. Durante la corrección de la maloclusión, la fuerza ortodóntica puede influir en la remodelación del hueso alveolar, por lo tanto, su anatomía es determinante en el tratamiento de ortodoncia, ya que rige la dirección del tratamiento a través de la coordinación de la reabsorción y de la aposición. Cuando el desplazamiento dental se mantiene dentro de los límites del hueso alveolar, el movimiento ocurre de manera armónica; sin embargo, en procedimientos como la distalización molar, el movimiento puede exceder estos límites anatómicos, aumentando el riesgo de efectos adversos (Al-Worafi et al., 2024, p. 2).

La separación existente entre la raíz distal del segundo molar y la cortical interna de la envoltura ósea representa de manera directa el espacio disponible que permite el desplazamiento dental a lo largo del eje de distalización antes de que la raíz entre en contacto con la resistencia cortical (Hui et al., 2022, p. 604).

Este espacio puede variar según la presencia o ausencia del tercer molar, por lo que su evaluación resulta fundamental, ya que influye en la cantidad de tejido óseo disponible y puede favorecer la neumatización del seno maxilar, condicionando así el potencial de distalización de los molares superiores (López et al., 2024, p. 243).

La presencia del tercer molar superior podría favorecer el desarrollo de la tuberosidad maxilar y contribuir a conservar una mayor disponibilidad ósea posterior. Por esta razón, se ha planteado que su extracción próxima al inicio de la distalización podría resultar favorable, ya que permitiría preservar previamente este espacio debido al fenómeno acelerador regional, lo que facilita el movimiento dentario por el aumento transitorio de la actividad metabólica ósea asociado al proceso de cicatrización. No obstante, debe considerarse el riesgo de fractura de la tuberosidad durante la extracción, especialmente en pacientes mayores de 30 años (Moon et al., 2025, p. 361).

La tuberosidad maxilar (TM) es una estructura anatómica bilateral ubicada en el borde distal e inferior de la superficie infratemporal del maxilar superior. En esta región se encuentran habitualmente los alvéolos correspondientes a los terceros molares. Sus límites anatómicos están definidos posteriormente por la fisura pterigomaxilar y superiormente por el piso del seno maxilar. Esta disposición anatómica favorece un adecuado abordaje biomecánico para la distalización molar, ya que permite la retracción ortodóncica en bloque de la dentición superior. Dicho procedimiento puede realizarse de manera bilateral o unilateral, como en los casos de maloclusión clase II con subdivisión, obteniéndose resultados favorables siempre que se sigan los protocolos clínicos establecidos (López et al., 2024, p. 240). El espacio disponible en la región retromolar del maxilar en pacientes con maloclusión clase II se incrementa a medida que se avanza en sentido apical; por esta razón, su evaluación debe realizarse en un nivel límite cercano al plano oclusal (Hui et al., 2022, p. 604).

Las técnicas radiográficas bidimensionales empleadas tradicionalmente en ortodoncia presentan limitaciones relevantes, principalmente por la superposición de estructuras anatómicas, lo que dificulta la correcta apreciación de las relaciones dentarias y óseas. Esta restricción puede

afectar la precisión diagnóstica y la planificación del tratamiento, especialmente cuando es necesario delimitar con exactitud los márgenes anatómicos para la aplicación de mecánicas ortodóncicas. En contraste, las técnicas de imagen tridimensional, como la tomografía computarizada, permiten una visualización más detallada al reducir la distorsión y la superposición estructural, facilitando una planificación terapéutica más precisa y predecible. (Mohammed et al., 2020, p. 62).

La tomografía computarizada, ha revolucionado los métodos de diagnóstico en odontología ya que proporciona una alta precisión dimensional de las estructuras faciales y un método confiable (Ribeiro et al., 2010, p. 112). La utilización de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) para la evaluación tridimensional del hueso alveolar a nivel molar y de la región de la tuberosidad maxilar permite una visualización detallada y confiable de la anatomía (Hui et al., 2022, p. 599). Este análisis proporciona información precisa sobre las características estructurales que condicionan la distalización molar, contribuyendo de manera significativa tanto al diagnóstico ortodóncico como a la planificación del tratamiento (López et al., 2024, p. 240). En este contexto, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) constituye una herramienta diagnóstica tridimensional de utilidad para la evaluación de diversas condiciones en ortodoncia. No obstante, pese a sus ventajas, presenta ciertas limitaciones relacionadas con la aparición de artefactos en las imágenes, el contraste limitado de los tejidos blandos y la necesidad de experiencia para su adecuada interpretación. Por ello, el conocimiento de estas limitaciones resulta fundamental para establecer una indicación apropiada de la CBCT en la práctica ortodóncica (Polizzi et al., 2024, p. 2).

El desplazamiento dentario en ortodoncia se produce como resultado del proceso de remodelación del hueso alveolar y de la cresta ósea. En pacientes sistémicamente sanos y con un

periodonto íntegro, junto con una adecuada aplicación y control de las fuerzas ortodóncicas, no deberían generarse alteraciones óseas (Zhingri & Palmas, 2025, p. 144). El éxito de la distalización depende del conocimiento de la topografía de la región, ya que excederla traerá como consecuencia complicaciones periodontales como fenestraciones, reabsorción radicular inducida por ortodoncia y movilidad dentaria, por lo que tomar en cuenta los límites de la región alveolar posterior es un factor crucial en la planificación del tratamiento de la distalización molar (Hui et al., 2022, p. 598).

La fenestración es un defecto del hueso alveolar caracterizado por una abertura en la cortical ósea, originada por procesos fisiológicos o patológicos. Cuando se presenta en la región apical de la raíz dental, se denomina fenestración apical. La coexistencia de una fenestración mucosa puede ocasionar la exposición del ápice radicular al entorno oral. A diferencia de la dehiscencia, la fenestración no implica necesariamente la pérdida del hueso marginal, aunque ambas pueden comprometer el ápice radicular. Las fenestraciones apicales se han relacionado con diversos factores predisponentes, entre los que se incluyen antecedentes de traumatismos, enfermedad periodontal, patología endodóntica, inclinación vestibular de las raíces, trauma oclusal, tratamiento ortodóncico y escaso espesor del hueso alveolar subyacente (Wong et al., 2021, p. 25).

Metodología

Se plantea un estudio del tipo analítico debido a que evalúa y examina la relación entre variables, específicamente el espacio posterior maxilar y los biotipos faciales, a partir del análisis de mediciones obtenidas en estudios tomográficos; observacional ya que no se realiza ningún tipo de intervención o manipulación de las variables, limitándose a la observación y análisis de imágenes tomográficas previamente obtenidas; cuantitativo basada en la medición en milímetros

del espacio disponible para distalización del segundo molar superior en corrección de maloclusiones dentarias en pacientes clase II a través de tomografías computarizadas; descriptivo dado que se caracteriza y detalla la problemática de los pacientes clase II, la distalización como procedimiento para obtención de la clase I, el espacio posterior de la tuberosidad del maxilar y sus variaciones según los diferentes biotipos faciales en la población estudiada; comparativo ya que se contrastan los valores obtenidos entre los distintos grupos de biotipos faciales para identificar posibles diferencias significativas y transversal puesto que la recolección de datos se realiza en un único momento temporal, sin seguimiento longitudinal de los pacientes.

Las tomografías computarizadas fueron obtenidas del Banco de Tomografía de la Universidad de los Hemisferios de la ciudad de Quito-Ecuador. Utilizando un equipo Planmeca ProMax 3D, bajo los siguientes parámetros técnicos: FOV (campo de visión) 20.0 x 17.4 cm, 6 mA, tamaño de voxel isotrópico de 0.400 mm, kilo voltaje de 120 kV y tiempo de exposición de 9.036 segundos, bajo protocolos y parámetros técnicos estandarizados para la obtención de una imagen de cabeza completa.

La población de estudio estuvo constituida por 300 tomografías computarizadas de haz cónico, las cuales cuentan con una carta de donación y fueron anonimizadas por el investigador, identificadas con un código alfanumérico, recopiladas durante el periodo comprendido entre los años 2021 a 2026. La recolección de la muestra del presente estudio se llevó a cabo durante el año 2026, después de aplicar rigurosamente los criterios de inclusión y exclusión fueron de 125 CBCT, divididas en 45 tomografías mesofacial, 40 dolicofacial y 40 braquifacial, las CBCT fueron descargadas y almacenadas de manera segura en un dispositivo de almacenamiento externo, garantizando la integridad y confidencialidad de la información. Se estudiaron las

regiones retromolares en la tuberosidad del maxilar, siguiendo metodología empleada por el autor Victoria Lee Zhi Hui 2022.

Las tomografías fueron seleccionadas teniendo en cuenta como criterios de inclusión:

- Tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT) de cabeza completa y de calidad diagnóstica adecuada, sin artefactos ni distorsiones que interfieran con la correcta evaluación de la región de estudio.
- Tomografías que en su diagnóstico tridimensional presente clase II esquelética.
- Sin ausencias dentales.
- Que no hayan recibido tratamiento de ortodoncia y ortopedia previo al estudio.
- Ambos sexos.
- Diferentes biotipos faciales distribuidos de manera equitativa entre los 3 grupos.
- Edad de 18 a 55 años.
- Campo de visión (FOV) 20.0 x 17.4 cm.

Se excluyeron tomografías de pacientes:

- Con alteraciones dentarias, de crecimiento y desarrollo que afectaran el sistema estomatognático, con síndromes craneofaciales como síndromes de Crouzon, Pierre Robin, o fisuras labiopalatinas, etc.
- Con intervenciones quirúrgicas que alteren la anatomía maxilar o mandibular.
- Tomografías con antecedentes de tratamientos ortodóncicos previos o en curso.
- Imágenes con piezas retenidas o impactadas que impidan las mediciones.
- Presencia de artefactos metálicos o mala resolución que no permita una adecuada evaluación tridimensional.

Cada tomografía fue analizada por el investigador principal, previa capacitación, entrenamiento y estandarización por parte de un radiólogo-ortodoncista experto Dra. Yolanda Guerra, con el objetivo de garantizar el adecuado procesamiento, interpretación y estandarización de las tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT). La capacitación incluyó la correcta orientación de las imágenes en los planos espaciales, la determinación de las clases esqueléticas mediante el sistema informático Romexis Viewer, así como la corroboración de la identificación de los biotipos faciales con el análisis de Vert a través del software NemoStudio, un software inteligente de imagenología que interpreta calcula y ofrece posibilidades de diagnóstico.

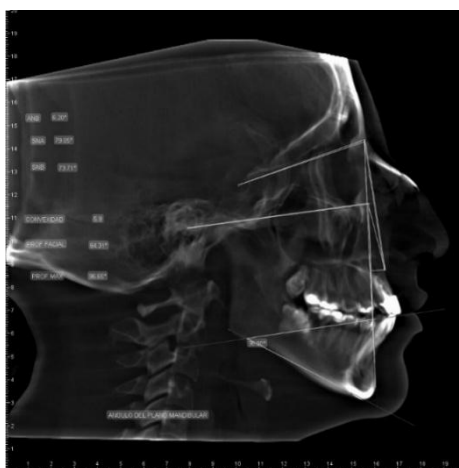
Se realizó un proceso de calibración intraobservador e interobservador utilizando la herramienta de reconstrucción multiplanar (MPR) del software. Inicialmente, el profesional especializado realizó los cortes e interpretaciones digitales; posteriormente, se repitió el procedimiento con las mismas tomografías. Transcurridos cinco días, el investigador replicó el análisis sobre el 25% del total de las tomografías con el fin de evaluar la consistencia intraobservador. El coeficiente de correlación intraclase fue utilizado para determinar el nivel de concordancia, considerándose adecuado un valor igual o superior a 0.8, siguiendo las recomendaciones metodológicas para estudios de confiabilidad en mediciones radiográficas (Botero, 2019).

Las tomografías seleccionadas para este estudio consistieron en clase II esquelética utilizando el análisis cefalométrico de Steiner tomando como puntos de referencias ANB mayor a 2° , y análisis cefalométrico de Ricketts trazando los puntos de convexidad mayor a 0° , profundidad facial aplicando como norma 89° - 95° y profundidad maxilar norma 87° - 93° , de igual manera las tomografías se clasificaron por biotipo facial en dolicofacial, braquifacial y

mesofacial según el ángulo del plano mandibular de Ricketts, plano de Frankfort (Porion-Orbital) y plano mandibular (Gonion-Mento) este ángulo mide la inclinación de la mandíbula respecto a la base del cráneo teniendo como norma 18.5° - 27.5° (Zamora, 2010), las mediciones fueron realizadas en el software Romexi Viewer. (Figura 1).

Figura 1

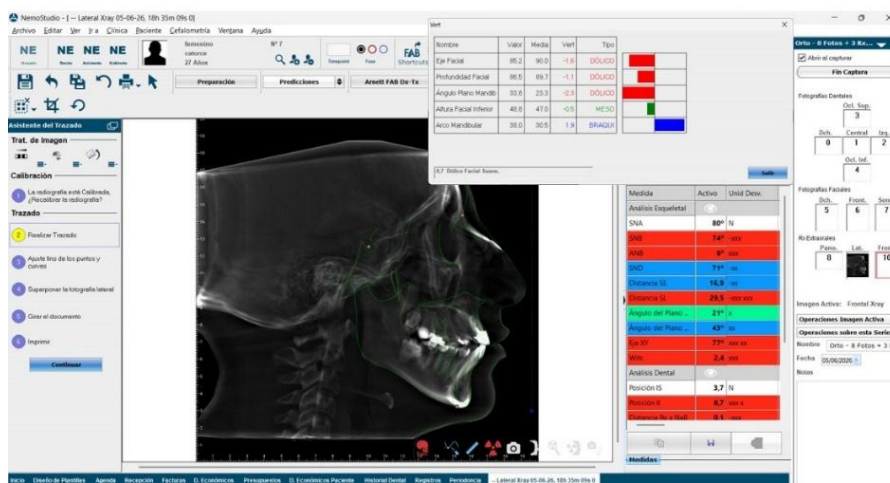
Análisis cefalométrico en programa Romexis viewer para detección de clase esquelética y biotipo facial.



Se extrajeron las radiografías cefálicas de la CBCT, para realizar el Análisis de Vert en el Software NemoStudio y corroborar los biotipos faciales (Figura 2). En este se evaluó los cinco parámetros que componen dicho índice: eje facial, profundidad facial, ángulo del plano mandibular, altura facial inferior y arco mandibular. El valor de Vert se calculó mediante la integración de estos cinco parámetros, obteniendo la desviación de cada uno respecto a la norma. Los resultados positivos (+0.5) indican una tendencia braquifacial, mientras que los negativos (-0.5) corresponden a un patrón dolicofacial; los valores cercanos a cero (-0.49 a +0.49) son característicos de individuos mesofaciales.

Figura 2

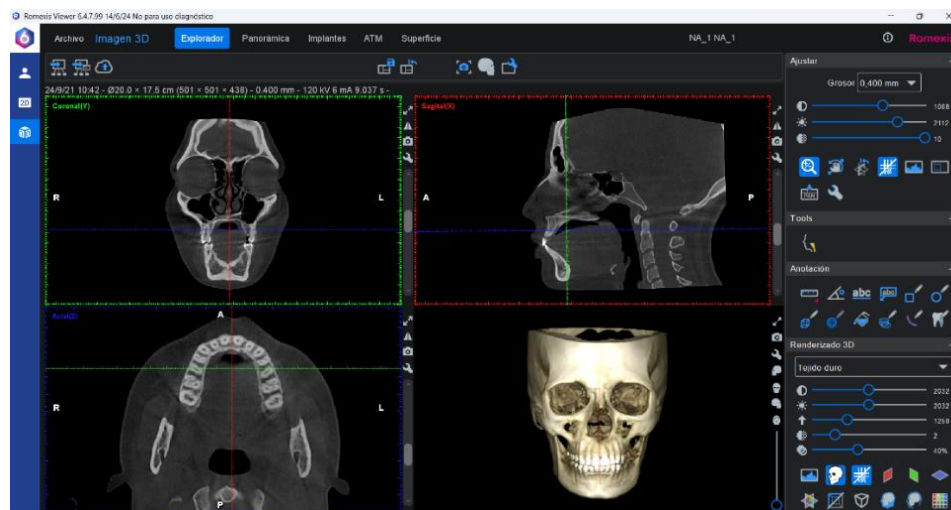
Análisis de Vert realizado en el Software NemoStudio para determinación de los biotipos faciales.



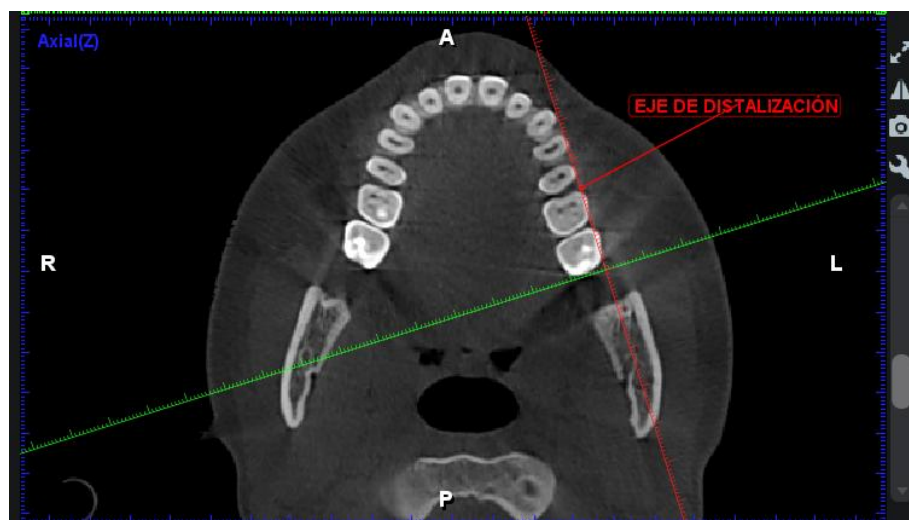
Se procedió a abrir la imagen tomográfica 3D en el Romexis Viewer, en primer lugar, se revisó que no falten piezas dentarias en el maxilar superior (Figura 3) y se calibró la imagen en el plano axial, ubicando la línea sagital paralela que conecta las caras vestibulares de los primeros y segundos molares a nivel oclusal (línea oclusal posterior), esto representará el eje de distalización a lo largo del arco dental (Figura 4).

Figura 3

Calibración de la imagen y verificación de la presencia de todas las piezas dentarias

**Figura 4**

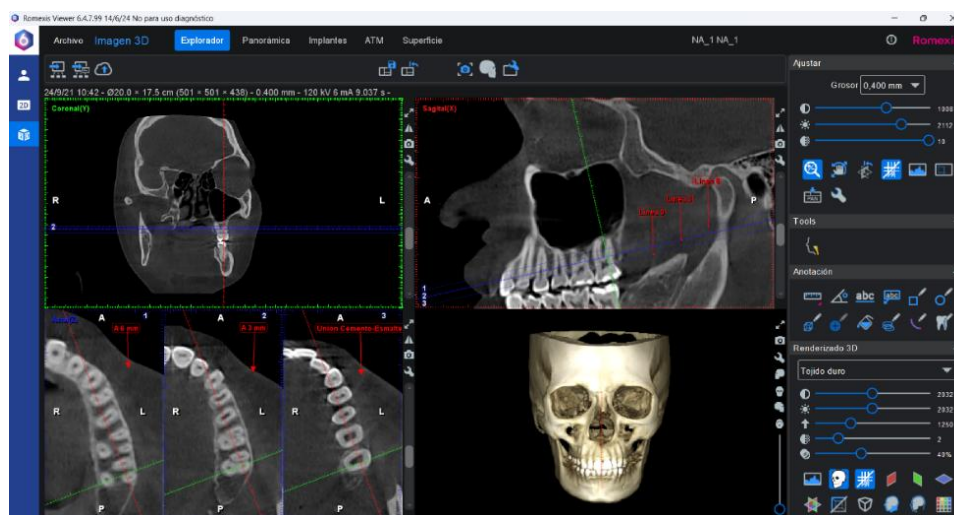
Ubicación el plano axial de la línea oclusal posterior que representará el eje de distalización a lo largo del arco dental.



Todas las imágenes se tomaron del lado derecho e izquierdo, En el corte sagital, se ubica la línea axial como línea 0, un plano axial que pasa por el punto más distal de la unión cemento esmalte del segundo molar superior y es paralelo al eje de distalización, luego se realizan 2 líneas axiales secundarias a 3 mm que se dispondrán hacia apical representando la medida desde la unión cemento esmalte del segundo molar a 3 mm y a 6 mm (Figura 5; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Figura 5

Ubicación en el plano sagital de las líneas 0 (unión amelo-cementaria), y a partir de esta en sentido apical se trazan a 3 mm y a 6 mm para determinar las distancias de distalización.

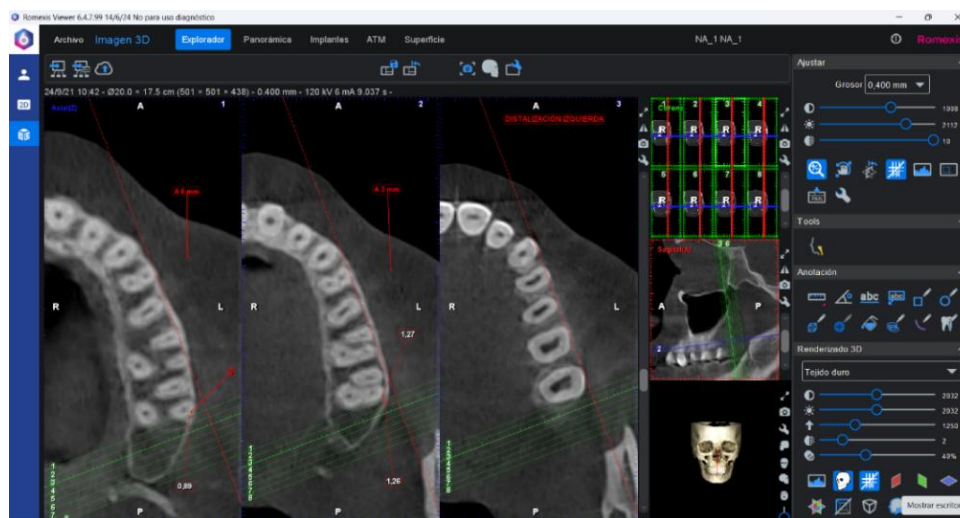


Las mediciones de la distancia disponible para la distalización se realizaron en el corte axial, paralela a la línea oclusal posterior a 3 mm y a 6 mm, desde la porción más disto-vestibular de la raíz distal del segundo molar superior hasta la corteza interna de la cortical de la tuberosidad. En el corte coronal se realizan líneas secundarias coroneles a 1.5 mm desde la porción más distal del segundo molar, en este paso se mide el grosor de la cortical donde termina

el límite de la distalización según la medida calculada (Figura 6). Se toman capturas de imágenes del corte axial con dichas mediciones.

Figura 6

Medición del espacio disponible para distalización a 3 mm y 6 mm y el grosor de la tabla ósea.



Los valores obtenidos en milímetros determinaron la disponibilidad del espacio para la distalización del segundo molar de cada tomografía, se registraron en una base de datos de Microsoft Excel, con la siguiente información, número de registro, sexo y edad, según el biotipo facial se registra la medida del espacio disponible para distalización del segundo molar derecho e izquierdo, de igual manera el grosor de la tabla ósea en el límite de la distalización y presencia del tercer molar. Estos datos fueron depurados y sometidos al análisis mediante programas estadísticos con el uso de pruebas no paramétricas: test de Friedman para contrastar los grupos emparejados; y, test de Wilcoxon con corrección de Bonferroni para contrastes entre pares de variables emparejadas. Se evalúa su efecto en la distancia por un modelo Tobit con optimización del criterio de información de Akaike (AIC) para detectar las variables o sus

interacciones. Para el procesamiento de datos se utiliza el software libre R v4.6.0 disponible a la fecha.

Se analizan la naturaleza de las variables, para identificar diferencias y asociaciones estadísticamente significativas. Se realiza el promedio por tomografía del espacio disponible para la distalización del segundo molar y a su vez de acuerdo con los grupos según el biotipo se realiza el promedio total que servirá para la comparativa. Igualmente se divide como variable independiente con la finalidad de comparar el espacio disponible en las tomografías estudiadas teniendo en cuenta el nivel anatómico de medición, edad, sexo, lateralidad y la presencia o no del tercer molar superior.

Resultados

Los valores de las distancias disponibles se calcularon con una base de datos de 125 pacientes, de los cuales se determina: la distancia medida a 3 y 6 mm en sentido apical a partir de la unión cemento-esmalte, biotipo facial (braquifacial, dolicofacial, mesofacial), edad en años (de 18 a 55), sexo (masculino y femenino), y la presencia o no del tercer molar (derecho-izquierdo). Cabe notar que la variable no cumple los requisitos para el uso de pruebas paramétricas, por lo que se hace uso de pruebas no paramétricas: test de Friedman para contrastar los cuatro grupos emparejados; y test de Wilcoxon con corrección de Bonferroni para contrastes entre pares de variables emparejadas.

Al tratarse de evaluar el efecto de cinco factores (dos cuantitativos: edad y distancia y 3 cualitativos: presencia o ausencia de tercer molar, lateralidad y sexo) en una variable cuantitativa con presencia de muchos ceros correspondiente a tomografías sin espacio para distalización: 10.3% en las distancias a 3mm lado derecho, 11.2% a 3mm lado izquierdo, 13.6% a 6mm lado derecho y 11.2% a 6mm lado izquierdo, se opta por evaluar su efecto en la distancia por un

modelo Tobit con optimización AIC (criterio de información de Akaike) para detectar las variables o sus interacciones. Para el procesamiento de datos se utiliza el software libre R v4.6.0 disponible a la fecha.

Inicialmente se percibe cierta equidistribución en pacientes según el biotipo facial; resaltando ligera cantidad adicional en pacientes mesofaciales. Se observa además que predominan pacientes femeninos (61.6%) respecto de masculinos (38.4%); los femeninos se distribuyen en braquifacial (26%), dolicofacial (31.2%) y mesofacial (42.9%). Mientras que los masculinos se distribuyen en 41.7%, 33.3% y 25% respectivamente.

En cuanto a la edad, 64% son de 18 a 30 años, 28% de 31 a 43; y 8% de 44 a 55 años. Predominando en el grupo de 18 a 30 años, pacientes mesofaciales (37.5%), en el grupo de 31 a 43 años hay menos pacientes con biotipo braquifacial (31.4%) y en el grupo de 44 a 55 años predominan los dolicofacial (50%). Adicionalmente, 63.2% no presenta terceros molares.

Tabla 1

Distribución de pacientes según biotipo facial y características

Tipo	Sexo		Edad			Tercer Molar				
	FEMENINO	MASCULINO	18-30	31-43	44-55	NO	SI	SOLO 18	SOLO 28	Total
BRAQUIFACIAL	20	20	27	11	2	24	13	2	1	40
DOLICOFACIAL	24	16	23	12	5	22	13	2	3	40
MESOFACIAL	33	12	30	12	3	33	6	1	5	45
Total	77	48	80	35	10	79	32	5	9	125

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se desagregan las distancias por las características de los pacientes según su biotipo facial.

- El biotipo dolicofacial presenta los valores más altos de distancia en la muestra:
 - Mayores promedios y máximos: medias más altas en casi todas las mediciones, alcanzando su punto máximo a 6mm Izquierda con una media de 4.2 mm (S.D. = 2.4 mm).
 - Se registra el valor de distancia individual más alto de todo el estudio: 11.3 mm (dolicofacial, a 6mm izquierda, dentro de mujeres, edad 31-43 y con presencia de tercer molar).
- Los mesofaciales registran las distancias medias más bajas en general (por ejemplo, media de 2.4 mm a 3 mm en comparación con los 3 mm de los dolicofaciales).
- En braquifaciales hombres presentan distancias promedio notablemente mayores que las mujeres, por ejemplo, a 3 mm la media de los hombres es de 3.5 mm frente a 2.2 mm en las mujeres.
- En dolicofaciales las mujeres presentan distancias promedio ligeramente superiores a los hombres en casi todas las medidas (ej. a 6 mm la media femenina es de 4.3 mm frente a 4 mm en los masculinos).
- El grupo de 44-55 años la muestra es pequeña, más se observa que los sujetos mesofaciales tienen medias inusualmente altas en comparación con los jóvenes de su mismo biotipo (ej. media de 5 mm a 6 mm frente a 3 mm del grupo de 18-30 años).
- El grupo de 18-30 años presenta un comportamiento homogéneo y estable, con desviaciones estándar controladas en los tres biotipos.

- En cuanto a la presencia del tercer molar, los que, si tienen, muestran mayores distancias respecto de los que no tienen. El caso más extremo ocurre en los dolicofaciales, en la medición a 6 mm, donde la media es 5.2 mm (S.D. = 2.3).

De esta manera, las tendencias de las distancias muestran:

- Incrementos relevantes a los 6 mm en comparación con los 3 mm.
- El lado izquierdo tiende a acumular los valores máximos absolutos.
- Asimetría en dolicofaciales con valores de hasta 11.3 mm.
- El biotipo dolicofacial junto con la clasificación de la presencia de terceros molares son los factores que registran mayores distancias.

Tabla 2*Descriptivos básicos de las distancias según tipo y características.*

		Distancia 3mm					Distancia 3mm					Distancia 6mm				Distancia 6mm			
		Derecha					Izquierda					Derecha				Izquierda			
		Pacientes	Mín.	Máx.	Media	S.D.	Mín.	Máx.	Media	S.D.	Mín.	Máx.	Media	S.D.	Mín.	Máx.	Media	S.D.	
Total		125	0.0	7.3	2.7	1.7	0.0	10.0	3.1	2.0	0.0	9.6	3.0	2.2	0.0	11.3	3.4	2.3	
BRAQUIFACIAL	Total	40	0.0	7.3	2.8	1.6	0.0	6.4	3.0	1.9	0.0	6.2	2.6	1.9	0.0	6.5	3.0	2.0	
	Masculino	20	0.0	7.3	3.5	1.6	0.0	6.4	3.7	1.8	0.0	6.2	3.2	1.9	0.0	6.3	3.7	1.8	
	Femenino	20	0.0	5.2	2.2	1.4	0.0	4.9	2.2	1.7	0.0	4.9	2.0	1.7	0.0	6.5	2.4	2.0	
	Edad 18-30	27	1.3	5.6	3.1	1.3	0.0	6.4	3.4	1.9	0.0	6.2	2.8	1.8	0.0	6.3	3.2	2.1	
	Edad 31-43	11	0.0	7.3	2.3	2.1	0.0	5.7	2.2	2.0	0.0	6.1	2.1	2.1	0.0	6.5	2.8	1.8	
	Edad 44-55	2	0.0	4.2	2.1	3.0	0.9	2.2	1.5	0.9	0.9	2.7	1.8	1.3	1.7	3.4	2.5	1.3	
	3erMolarNO	24	0.0	5.2	2.3	1.3	0.0	5.0	2.3	1.7	0.0	6.2	2.4	2.0	0.0	6.5	2.7	1.9	
	3erMolar SI	13	2.0	7.3	3.8	1.6	1.3	6.4	4.2	1.6	1.3	6.1	3.2	1.4	0.0	6.3	3.8	2.0	
	SOLO el 18	2	0.0	5.3	2.7	3.8	0.0	2.0	1.0	1.4	0.0	5.1	2.5	3.6	0.0	4.0	2.0	2.8	
	SOLO el 28	1	2.4	2.4	2.4	0.0	5.7	5.7	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	2.5	2.5	0.0	
DOLICOFACIAL	Total	40	0.0	7.0	3.0	1.7	0.0	10.0	3.2	2.1	0.0	9.6	3.7	2.2	0.0	11.3	4.2	2.4	
	Masculino	16	0.0	6.0	2.9	1.6	0.0	6.8	3.4	1.8	1.3	9.6	3.6	2.0	0.0	7.6	4.0	2.2	
	Femenino	24	0.0	7.0	3.0	1.8	0.0	10.0	3.1	2.3	0.0	9.3	3.7	2.3	0.0	11.3	4.3	2.5	
	Edad 18-30	23	0.0	7.0	3.1	1.6	0.0	6.8	3.2	1.7	0.0	9.6	3.8	2.2	0.0	8.9	4.2	2.2	
	Edad 31-43	12	0.0	4.7	2.6	1.6	0.0	10.0	3.2	3.0	0.0	6.7	3.0	1.7	0.0	11.3	4.2	3.1	
	Edad 44-55	5	0.0	6.1	3.4	2.4	2.0	4.8	3.3	1.1	2.5	9.3	4.4	2.8	2.0	5.3	4.0	1.3	
	3erMolarNO	22	0.0	6.0	2.5	1.6	0.0	6.8	2.6	1.8	0.0	9.6	3.1	2.0	1.3	8.9	4.0	2.2	
	3erMolar SI	13	0.0	7.0	3.6	1.6	2.2	10.0	4.6	1.9	1.8	7.4	4.3	1.8	2.7	11.3	5.2	2.3	
	SOLO el 18	2	4.1	6.1	5.1	1.4	1.2	2.5	1.9	0.9	4.6	9.3	7.0	3.4	3.2	3.4	3.3	0.2	
	SOLO el 28	3	1.7	2.6	2.0	0.6	0.0	4.1	2.6	2.2	1.3	6.1	3.1	2.6	0.0	4.0	1.3	2.3	
MESOFACIAL	Total	45	0.0	6.2	2.4	1.6	0.0	6.9	3.0	1.9	0.0	9.1	2.8	2.5	0.0	8.9	3.0	2.3	
	Masculino	12	0.0	4.6	2.6	1.3	0.0	6.9	3.2	2.4	1.3	8.8	3.7	2.4	0.9	8.5	3.5	2.2	
	Femenino	33	0.0	6.2	2.3	1.7	0.0	6.9	3.0	1.8	0.0	9.1	2.5	2.4	0.0	8.9	2.9	2.3	
	Edad 18-30	30	0.0	6.2	2.2	1.5	0.0	6.9	2.8	2.0	0.0	9.1	2.7	2.4	0.0	8.9	3.0	2.5	
	Edad 31-43	12	0.0	5.3	2.6	1.9	1.6	6.7	2.9	1.6	0.0	7.0	2.8	2.7	0.0	5.1	2.6	1.5	

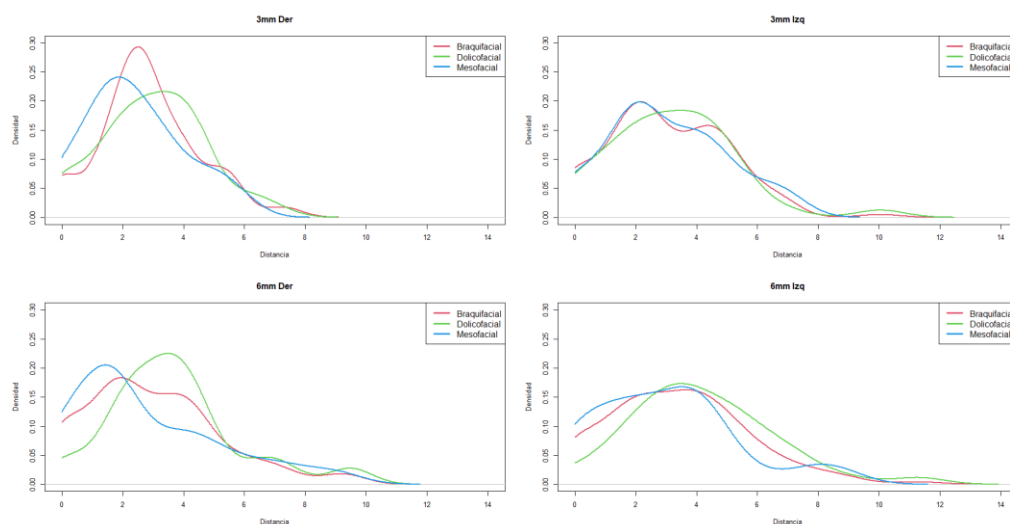
Edad 44-55	3	2.9	5.6	4.2	1.4	3.8	6.9	5.4	1.6	2.2	7.6	4.4	2.9	2.2	7.8	5.0	2.8
3erMolarNO	33	0.0	6.2	2.4	1.5	0.0	6.9	2.7	1.8	0.0	9.1	2.7	2.3	0.0	8.9	2.8	2.2
3erMolar SI	6	0.0	5.6	3.4	2.3	0.0	6.9	3.6	2.3	0.0	7.6	3.3	3.0	0.0	7.8	2.9	2.9
SOLO el 18	1	1.7	1.7	1.7	0.0	2.0	2.0	2.0	0.0	1.7	1.7	1.7	0.0	2.4	2.4	2.4	0.0
SOLO el 28	5	0.0	3.6	1.7	1.4	2.4	6.5	4.5	1.8	0.0	8.8	2.9	3.4	3.3	8.5	4.8	2.1

Fuente: Elaboración propia.

La búsqueda del efecto sobre la distancia de los factores evaluados se la hace en tres escenarios: se contrasta las cuatro mediciones emparejadas, distancia en sentido apical desde la unión cemento-esmalte a 3 mm y 6 mm tanto del lado izquierdo como derecho; para cada medición se contrasta el efecto del biotipo facial en la distancia; y para evaluar el efecto de otras características se plantea el uso de un modelo lineal en virtud de que los datos no cumplen requisitos de las pruebas estadísticas clásicas y las no paramétricas resultan insuficientes.

Figura 7

Distribución de distancias según tipo y medida.



Fuente: Elaboración propia.

A) La prueba estadística no paramétrica ideal para comparar 4 o más muestras emparejadas (también llamadas medidas repetidas o relacionadas) es el test de Friedman. Este es el equivalente no paramétrico del ANOVA (Análisis de varianza) de medidas repetidas y se utiliza cuando los datos no cumplen con el supuesto de normalidad. Además, una prueba post-hoc para comparar las muestras en parejas es el test de Wilcoxon con corrección de Bonferroni.

A continuación, se muestra los intervalos de confianza del 95% para las distancias promedio según tipo (braquifacial, dolicofacial y mesofacial) para cada una de las 4 distancias: Mediciones a 3 mm-derecha (Der), 3 mm-izquierda (Izq.), 6 mm-derecha y 6 mm-izquierda. Se muestra además los valores p de las pruebas de Friedman (que evalúa si existen diferencias globales significativas entre las 4 mediciones dentro de ese grupo); y, los p valores (en matriz) de contrastes por pares de Wilcoxon.

- Sin considerar el biotipo, se observa que las medias aumentan progresivamente desde 2.7 mm (3 mm-der) hasta 3.4 mm (6 mm-izq.). Así, las mediciones a 6mm tienden a ser más altas que las realizadas a 3 mm.
 - La prueba de Friedman arroja un p-valor = 0.022 ($p < 0.05$) que indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre las cuatro mediciones.
 - Los contrastes por pares de Wilcoxon muestran diferencias significativas ($p < 0.05$) a 3 mm-der vs. 6 mm-izq. ($p = 0.013$), es decir, la distancia en el lado izquierdo a 6 mm es significativamente mayor que en el lado derecho a 3 mm. También a 6 mm-der vs. 6 mm-izq. ($p = 0.048$) se observa diferencia significativa entre el lado derecho e izquierdo (siendo mayor el izquierdo).
 - Los demás pares no muestran diferencias estadísticas.

- Para braquifacial (Color Rojo), las medias oscilan entre 2.6 mm y 3.0 mm. Los intervalos de confianza son amplios y se solapan casi por completo entre sí.
 - La prueba de Friedman muestra un $p\text{-valor} = 0.174$ ($p > 0.05$), lo que indica no existencia de diferencias estadísticamente significativas entre ninguna de las mediciones para el biotipo Braquifacial.
 - La matriz de contrastes de Wilcoxon lo confirma con valores de p altos.
- Para dolicofacial (Color Verde), las medias presentan valores de distancia promedio más altos de todo el estudio (entre 3.2 mm y 3.7 mm).
 - La prueba de Friedman: El $p\text{-valor} = 0.006$ ($p < 0.01$) indica diferencias significativas a nivel global.
 - Los contrastes por pares de Wilcoxon muestran a distancias promedio medidas a 3 mm-der vs. 6 mm-izq. ($p = 0.052$) en el límite de la significación; a 3 mm-izq. vs. 6 mm-izq. ($p = 0.000$ o <0.001) se detecta diferencia significativa.
- Para mesofacial (Color Azul), las medias presentan distancias promedio más bajas del estudio (entre 2 mm y 2.4 mm); los intervalos de confianza son amplios, lo que sugiere bastante variabilidad individual.
 - La prueba de Friedman da un $p\text{-valor} = 0.467$ ($p > 0.05$) indicando que no existen diferencias estadísticamente significativas en las distancias para este biotipo.
 - Las comparaciones por pares de Wilcoxon arrojan valores de p altos, confirmando que las diferencias observadas son fruto del azar.

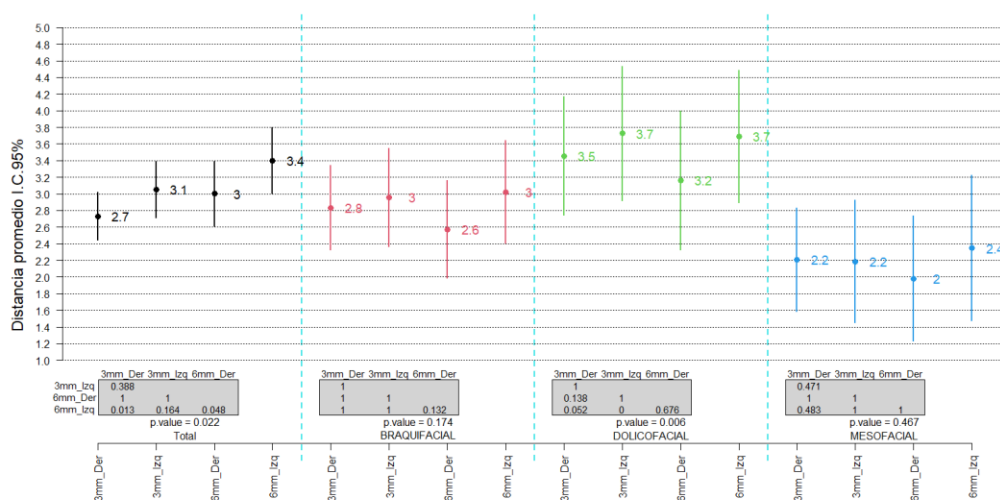
Así, en general el efecto del biotipo facial se da en las distancias, en particular en los dolicofaciales que registran las distancias más grandes, seguidos por los braquifaciales, y finalmente los mesofaciales con las distancias más cortas.

Las diferencias en las mediciones (3 mm vs. 6 mm o derecha vs. izquierda) no ocurren de manera generalizada en todos los individuos; se denota esta diferencia al total o en dolicofacial.

En los grupos donde sí hay significancia (total y dolicofacial), la medición de 6mm_Izq tiende a destacar por tener valores promedio consistentemente más altos y generar diferencias al compararse con el resto.

Figura 8

Distancia promedio e intervalo de confianza (IC) del 95 % según tipo, medida y lateralidad



Fuente: Elaboración propia.

- B) Para contrastar los vectores promedio según medición, hay que considerar que no se cumple el supuesto de normalidad multivariante, por lo que el análisis multivariado de varianza (MANOVA) clásico no resulta apropiado. Por esta razón, se realizó un análisis multivariado de varianza permutacional (PERMANOVA), que es mucho más robusto frente a violaciones del supuesto de normalidad.

Los resultados muestran un coeficiente de determinación = 0.03345 que puede interpretarse como que el biotipo facial explica el 3.35% de la variabilidad conjunta de las cuatro distancias medidas; el 96.65% restante de la variabilidad se debe a diferencias individuales de los pacientes o a factores no controlados en este modelo. Es un porcentaje de explicación muy bajo.

El p-valor = 0.0813 al ser mayor a 0.05 indica que no hay diferencias estadísticamente significativas en el perfil global de distancias entre los tres biotipos. De esta manera, el biotipo facial del paciente no genera un impacto estadísticamente significativo en la morfología o distribución de estas distancias a un nivel de confianza del 95%.

Sin embargo, en la figura anterior se observó que los dolicofaciales tenían medias visualmente más altas (aprox. 3.5 - 3.7 mm) en comparación con los mesofaciales (aprox. 2.0 - 2.4 mm), el análisis multivariado PERMANOVA apoya la conclusión de que la no inclusión del biotipo facial, la variabilidad individual (el 96.65% de residuo) "difumina" esas diferencias; así, si bien existe un p-valor = 0.08, no se denota suficiente fuerza estadística como para asegurar que los tres biotipos pertenecen a poblaciones multivariadas completamente distintas en cuanto a estas distancias.

Para evaluar diferencias dadas por el biotipo facial en cada medición; y, dado que no se cumple la normalidad, el equivalente no paramétrico del ANOVA para cada variable es la prueba de Kruskal-Wallis. Así, para cada una de las distancias, se aplica un tratamiento de dos pasos para contrastar los tres biotipos faciales: Prueba de Kruskal-Wallis y la prueba de comparaciones Múltiples de Dunn con Corrección de Bonferroni; se utiliza como análisis 'post-hoc' únicamente cuando la prueba de Kruskal-Wallis resulta significativa.

Los principales resultados muestran que en general las mediciones a 3 mm no muestran diferencias entre biotipos, mientras que las mediciones a 6 mm muestran diferencias globales significativas, aunque estas diferencias se diluyen ligeramente al aplicar el ajuste más conservador en las comparaciones por pares.

- 3 mm (Sin diferencias significativas)
 - A 3 mm-derecha la prueba de Kruskal-Wallis indica que no existen diferencias globales significativas entre los biotipos ($p = 0.2155$). Las comparaciones por pares confirman que ningún par difiere significativamente (todos los p -valor > 0.05).
 - A 3 mm-izquierda es la variable más homogénea de todas, Kruskal-Wallis muestra una ausencia de diferencias ($p = 0.9375$) y todas las comparaciones de Dunn arrojan un p -valor = 1.0000.
- A 6 mm (Diferencias globales significativas y tendencias específicas)
 - A 6 mm-derecha Kruskal-Wallis es significativa ($p = 0.04543$, menor a 0.05), lo que indica que la distancia a 6 mm del lado derecho varía según el biotipo facial. Inicialmente las diferencias se encuentran entre braquifacial vs. dolicofacial ($p = 0.038$) y dolicofacial vs. mesofacial ($p = 0.024$). Más, al aplicar el ajuste de Bonferroni (que es muy estricto), estas comparaciones pierden significancia estricta quedando como tendencias marginales: dolicofaciales – mesofaciales o se queda cerca del límite (p -valor = 0.0745) y braquifaciales - dolicofaciales en p -valor = 0.1145.
 - A 6mm_izquierda la prueba de Kruskal-Wallis es significativa ($p = 0.0410$, menor a 0.05), confirmando diferencias globales entre biotipos; y, los p -valores iniciales

señalan diferencias entre braquifacial vs. dolicofacial ($p = 0.043$) y dolicofacial vs. mesofacial ($p = 0.019$); más al aplicar Bonferroni, el par dolicofacial - mesofacial roza la significancia estadística con un $p\text{-valor} = 0.0576$ (una tendencia sumamente fuerte a que el grupo dolicofacial tenga rangos/valores distintos, consistentemente mayores, que el mesofacial).

C) Finalmente, para evaluar el aporte de variables cuantitativas (mediciones a 3 mm, 6 mm y edad), categóricas (biotipo facial, sexo, presencia de tercer molar, lateralidad), sus términos cuadráticos o interacciones a la distancia, se plantea usar un modelo de **Dos Partes** (Hurdle u otros) y no estrategias clásicas en virtud de que las pruebas clásicas (t-Student, ANOVA, Kruskal-Wallis, etc.) están diseñadas para comparar grupos bajo escenarios simples; y, en este estudio resultan insuficientes por:

- Las pruebas paramétricas y no paramétricas solo permiten evaluar una variable predictora categórica a la vez. No permiten incluir variables cuantitativas (covariables), términos cuadráticos ni interacciones complejas de manera simultánea en una sola ecuación.
- La variable distancia presenta alto porcentaje de valores cero, correspondientes a tomografías sin espacio disponibles para distalización, esto destruye los supuestos de normalidad y homocedasticidad necesarios para realizar un ANOVA o una t-Student confiable, invalidando sus p-valores. A más de que una transformación tipo box-cox se dificulta.
- Aunque el test de Kruskal-Wallis es robusto frente a la no-normalidad, no permite controlar por múltiples variables simultáneamente (confusión), ni modelar relaciones curvilíneas (términos al cuadrado) o interacciones entre variables cuantitativas y categóricas.

Así, el modelo de dos pares descompone el fenómeno de la distancia en dos procesos biológicos y matemáticos independientes, en que se busca no un efecto predictivo sino evaluar el aporte de las covariables a la presencia de distancia:

- **Regresión Logística:** Evalúa la probabilidad de que exista espacio de distalización (distancia > 0) frente a la ausencia de espacio (distancia = 0), es decir, una regresión logística binaria con predictores, sus interacciones y términos cuadráticos:

Sea $p = Prob(Distancia > 0)$, luego el modelo queda definido por

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_{Biotipo} * Biotipo + \beta_{Edad} * Edad + \beta_{Sexo} Sexo + \dots \beta_{Edad*Sexo} Edad * Sexo \dots$$

- **Regresión Continua:** Se trabaja con los valores de distancia estrictamente positiva (distancia > 0), modelando la magnitud física de la distancia mediante un modelo log-normal. En esta etapa se evalúa directamente cómo las variables cuantitativas (y sus formas cuadráticas) e interacciones. Esto coadyuba a comprender cómo se modula la distancia.

$$\log(Distancia) = \beta_0 + \beta_{Biotipo} * Biotipo + \beta_{Edad} * Edad + \beta_{Sexo} Sexo + \dots \beta_{Edad*Sexo} Edad * Sexo \dots$$

Cabe notar que en los dos casos se plantea inicialmente un modelo completo (con todas las variables, sus cuadráticos y las interacciones) pero se implementa el criterio de Akaike (AIC) para seleccionar las variables que generan efecto significativo sobre la distancia. El resultado es:

Modelo Logístico: El modelo muestra un buen desempeño estadístico al reducir sustancialmente la deviancia respecto al modelo nulo (358.88 a 325.50) y presentar el menor AIC (345.5) entre los modelos evaluados. Además, identificó asociaciones clínicamente posibles

entre la presencia de espacio de distalización y variables como la edad, la lateralidad y la interacción entre ambas, sugiriendo que la probabilidad de espacio no evoluciona de manera uniforme a lo largo de la vida ni entre los dos lados de la arcada.

El modelo es utilizable porque no sólo describe adecuadamente los datos observados, sino que permite estimar la probabilidad de presentar espacio de distalización en función de características del paciente. Asimismo, incorpora efectos no lineales e interacciones que reflejan mejor la complejidad biológica del fenómeno estudiado. Aunque algunas variables no fueron significativas de forma aislada, se mantuvieron para respetar la estructura jerárquica del modelo y porque forman parte de interacciones potencialmente relevantes, mejorando así la interpretación clínica y la estabilidad de las estimaciones.

Tabla 3

Resultados del modelo logístico.

Coficiente	Estimación	Error estándar	Valor z	Valor p	
(Intercepto)	7.881	2.397	3.288	0.001	**
Biotipo	-0.622	0.598	-1.041	0.298	
Lateralidad (Lat)	1.487	0.690	2.156	0.031	*
Sexo	-0.541	0.536	-1.009	0.313	
Edad	-0.377	0.151	-2.505	0.012	*
Medida	0.109	0.125	0.866	0.386	
I(Edad^2)	0.006	0.002	2.366	0.018	*
Tipo: Medida	0.234	0.129	1.820	0.069	.
Lat: Edad	-0.051	0.023	-2.255	0.024	*
Sexo: Medida	0.229	0.121	1.889	0.059	.

Fuente: Elaboración propia.

La variable respuesta es espacio que se categoriza en “no existe espacio de distalización” y “existe espacio de distalización”; por tanto, el modelo estima la probabilidad de observar

espacio; es decir, la existencia de espacios detectables bajo determinadas condiciones de observación. Así, este modelo busca evaluar cómo las características del paciente aportan a la probabilidad de presentar espacio de distalización.

Los principales resultados hacen referencia a la probabilidad de existencia de espacio, mostrándose asociación significativa con la lateralidad, la edad y la interacción entre ambas. Además, la edad presentó un comportamiento no lineal, indicando que el riesgo de espacio de distalización cambia a lo largo de la vida.

- Lateralidad: es significativa ($\beta = 1.487$; $p=0.031$). La codificación derecha = 1 e izquierda = -1, destaca diferencia importante entre lados, en tal sentido la probabilidad de observar espacio de distalización no es simétrica entre lados y puede estar influida por otros factores.
- Edad: presenta efecto lineal negativo ($\beta = -0.377$; $p=0.012$) y efecto cuadrático positivo ($\beta = 0.0055$; $p=0.018$). Así, la probabilidad de espacio de distalización disminuye inicialmente con la edad y posteriormente aumenta. El punto de mínima probabilidad se ubica alrededor de los 34 años.
- Interacción Edad - Lateralidad: es significativa ($\beta = -0.051$; $p=0.024$), lo que indica que los cambios relacionados con la edad difieren entre el lado derecho y el izquierdo, es decir, la evolución de los espacios parece ocurrir de forma asimétrica.
- Biotipo facial: como elemento principal no es significativo ($p=0.298$), es decir, por sí solo, el patrón facial braquifacial, mesofacial o dolicofacial no parece modificar significativamente la probabilidad de espacio de distalización. Sin embargo, la interacción biotipo - medida mostró evidencia marginal ($p=0.069$), sugiriendo que la influencia de la distancia de observación puede diferir según el biotipo facial.

- Sexo: No se observan diferencias significativas entre hombres y mujeres ($p=0.313$), más la interacción sexo - medida fue marginalmente significativa ($p=0.059$), indicando que la relación entre distancia de observación y detección de espacio de distalización podría variar entre sexos.
- Nivel de medición: Esta variable no mostró un efecto significativo ($p=0.386$), pero interactuando con otras características del paciente se percibe como influyente en la presencia de distancia.

Por lo tanto, la probabilidad de existencia del espacio de distalización está determinada principalmente por la edad y la lateralidad, notándose evidencia en evolución no lineal de la distancia a lo largo de la vida; además de diferencias relevantes entre los lados. El biotipo facial y el sexo no parecen actuar como factores independientes, aunque podrían modificar la forma en que la distancia se manifiesta bajo distintas condiciones de observación.

Modelo Continuo: En este caso se ensayan varios modelos (completos y optimizados por AIC, cada uno con y sin intercepto, a más de ensayar modelar distancia o $\log(\text{distancia})$ para evaluar el efecto en la distancia de las covariables; así, la distancia es la variable respuesta; y, como covariables se toma: Sexo: 1 = hombre, -1 = mujer, Edad en años, Tipo facial: Braquifacial = -1, Mesofacial = 0, Dolico facial = 1; Molar: 1 = presencia de relación molar, -1 = ausencia. Lat: lateralidad; 1 = derecha, -1 = izquierda; Medida: punto o nivel de medición (3 mm y 6 mm).

Los modelos sin intercepto presentaron coeficientes de determinación (R^2) cercanos a 0.82; sin embargo, estos valores no son comparables con los modelos con intercepto. El error estándar residual fue prácticamente idéntico en los cuatro modelos (≈ 1.68), indicando una capacidad predictiva muy similar.

Hay que notar que la variable distancia es considerada positiva, es decir, se considera que siempre existirá una distancia; además, la asimetría de la variable se ajusta con la transformación a logaritmo. Así el modelo seleccionado como mejor, según sus características es el modelo que transforma la distancia por logaritmo e incluye intercepto; a más de que se ha optimizado por AIC; a más de que mantiene prácticamente el mismo error residual que los otros modelos, utilizando menos parámetros; es más sencillo, más interpretable y presenta menor riesgo de sobreajuste.

Tabla 4

Resultados del modelo continuo para el logaritmo de la distancia.

Coefficiente	Estimación	Error Estándar	Valor t	Valor p	
(Intercepto)	0.8942	0.120	7.479	0.000	***
Tipo	0.0343	0.033	1.045	0.296	
Tercer Molar	-0.0831	0.099	-0.840	0.401	
Lateralidad (Lat)	-0.0507	0.025	-2.001	0.046	*
Sexo	0.2827	0.094	2.992	0.003	**
Edad	0.0055	0.003	1.723	0.086	.
Medida	0.0246	0.017	1.454	0.147	
Tipo: Sexo	-0.0608	0.033	-1.842	0.066	.
Tercer Molar: Sexo	-0.0479	0.028	-1.708	0.088	.
Tercer Molar: Edad	0.0091	0.003	2.729	0.007	**
Sexo: Edad	-0.0085	0.003	-2.660	0.008	**

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que la variable de interés es la distancia positiva. Aunque el modelo fue ajustado sobre el logaritmo de la distancia, en tal sentido los coeficientes de la tabla anterior representan cambios relativos en la distancia. En este contexto, β (beta) corresponde al coeficiente estimado para cada covariable y su transformación exponencial $\exp(\beta)$ permite expresar dichos cambios en la escala original, la expresión $\exp(\beta)-1 \times 100$ permite estimar el cambio porcentual asociado a cada covariable:

Distancia $\sim \exp$ (Biotipo + Tercer Molar + Lat + Sexo + Edad + Distancia + Biotipo:
Sexo + Tercer Molar: Sexo + Tercer Molar: Edad + Sexo: Edad)

- Biotipo facial: $\beta=0.0343$

Cálculo: $\exp(0.0343)-1 = 0.0349 = 3.5\%$

Al pasar de un patrón más braquifacial a uno más dolicofacial, la distancia tendería a incrementarse aproximadamente 3.5%. No fue significativo ($p=0.296$).

- Presencia de tercer molar: $\beta=-0.0831$

Cálculo: $\exp(-0.0831)-1 = -0.0797 = -8.0\%$

La presencia del tercer molar se asocia con una disminución aproximada del 8% en la distancia. No fue significativo ($p=0.401$).

- Lateralidad: $\beta=-0.0507$

Cálculo: $\exp(-0.0507)-1 = -0.0494 = -4.9\%$

Existe una diferencia cercana al 5% entre lados. Fue significativo ($p=0.046$).

- Sexo: $\beta=0.2827$

Cálculo: $\exp(0.2827)-1 = 0.3268 = 32.7\%$

Los hombres presentan distancias aproximadamente 32.7% mayores que las mujeres. Fue altamente significativo ($p=0.0029$).

- Edad: $\beta=0.00546$

Cálculo: $\exp(0.00546)-1 = 0.00548 = 0.55\%$

Cada año adicional de edad se asocia con un incremento aproximado del 0.55% en la distancia. $p=0.086$.

- Nivel de Medición: $\beta=0.0246$

Cálculo: $\exp(0.0246)-1 = 0.0249 = 2.5\%$

Cambiar el nivel de medición aumenta aproximadamente 2.5% la distancia observada. No significativo ($p=0.147$).

Así, la interpretación se hace sobre el aporte de las variables a la distancia:

- Lateralidad ($\text{Lat} = -0.0507$; $p=0.046$): influye significativamente sobre la distancia. El cambio entre lado derecho e izquierdo se asocia aproximadamente con una variación relativa de 5% en la distancia. Esto sugiere que las distancias no son completamente simétricas.
- Sexo ($\beta=0.2827$; $p=0.0029$): es uno de los factores más importantes. Considerando únicamente el efecto principal, los hombres tienden a presentar distancias mayores que las mujeres. Sin embargo, este efecto cambia con la edad debido a la interacción Sexo-Edad.
- Edad ($\beta=0.0055$; $p=0.086$): Existe una tendencia a que la distancia aumente con la edad, pero este efecto no es constante y depende del sexo y de la presencia del tercer molar.
- Presencia del Tercer Molar-Edad ($\beta=0.0091$; $p=0.0066$): es uno de los resultados más relevantes. El efecto de la edad sobre la distancia es diferente en pacientes con y sin presencia del tercer molar. Esto indica que el crecimiento modifica la distancia de forma distinta según la presencia del tercer molar.

- Sexo-Edad ($\beta=-0.0085$; $p=0.0081$): La evolución de la distancia con la edad difiere entre hombres y mujeres. La edad no afecta por igual a ambos sexos.
- Biotipo-Sexo ($p=0.066$): se observa evidencia de que el efecto del patrón facial (braquifacial, mesofacial o dolicofacial) sobre la distancia depende del sexo del paciente.
- Presencia del Tercer Molar-Sexo ($p=0.088$): se nota evidencia moderada de que la relación entre la existencia del tercer molar y distancia de distalización es diferente en hombres y mujeres.

Discusión

En el presente estudio se evaluó mediante CBCT la posible relación entre el biotipo facial y el espacio disponible para la distalización de los molares superiores en tomografías clase II. Aunque descriptivamente se observaron diferencias entre los biotipos faciales, con mayores distancias en dolicofaciales y menores valores en los mesofaciales, el análisis multivariado no evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los tres biotipos ($p = 0,0813$), explicando el patrón facial únicamente el 3,35 % de la variabilidad conjunta de las distancias evaluadas.

Estos hallazgos difieren de los reportados por Hui et al. (2022), quienes evaluaron el espacio retromolar disponible para la distalización en tomografías con distintos patrones de crecimiento vertical. En el maxilar de tomografías clase II, los autores observaron una disminución progresiva del espacio disponible desde los biotipos braquifacial hacia los mesofaciales y dolicofaciales, siendo estos últimos los que presentaron menor disponibilidad anatómica para el movimiento de distalización molar. Sin embargo, en el análisis global los

resultados concuerdan con este estudio; afirmando que la influencia del patrón vertical sobre las características de la región retromolar no manifestó diferencias estadísticamente significativas.

En relación con el nivel anatómico de medición, los resultados de la presente investigación también coinciden con lo reportado por Hui et al. (2022), quienes identificaron que la región ubicada a 3 mm de la unión cemento-esmalte constituye una de las zonas más restrictivas para la distalización del segundo molar superior, observándose un incremento progresivo del espacio disponible hacia niveles más apicales. Este comportamiento observado sirvió como fundamento para establecer los niveles de medición utilizados en el presente estudio y fue corroborado por los resultados obtenidos, al evidenciarse un aumento de las distancias disponibles en las mediciones realizadas a 6 mm con respecto a las efectuadas a 3 mm. No obstante, al analizar cada nivel de manera independiente, las mediciones a 3 mm no mostraron diferencias significativas entre los biotipos, mientras que a 6 mm se identificaron diferencias globales significativas tanto en el lado derecho ($p = 0,0454$) como en el izquierdo ($p = 0,0410$). Estos resultados sugieren que, aunque el incremento del espacio disponible hacia apical coincide con el comportamiento anatómico descrito previamente, la magnitud de dicho espacio y su relación con el patrón facial presentan una mayor variabilidad individual.

En cuanto a la lateralidad, el presente estudio evidenció una asociación estadísticamente significativa entre el lado evaluado y la probabilidad de encontrar espacio disponible para la distalización ($p = 0,031$), lo que indica que la disponibilidad anatómica posterior no presentó un patrón necesariamente simétrico entre ambas hemiarcadas por lo que se hace necesario valorar individualmente cada lado del maxilar antes de planificar la distalización molar, evitando asumir una disponibilidad ósea bilateral equivalente.

Esta tendencia guarda relación con lo observado por Manojna et al. (2023), quienes, mediante CBCT, evaluaron por separado las dimensiones de la tuberosidad maxilar derecha e izquierda y encontraron un comportamiento diferencial según el lado estudiado. Las diferencias en el ancho entre pacientes clase I y clase II se manifestaron principalmente en el lado izquierdo, mientras que las correspondientes a la altura y longitud fueron predominantes en el lado derecho. Aunque estos autores no evaluaron la lateralidad como un factor independiente, sus resultados evidencian que las características morfométricas de la tuberosidad maxilar no necesariamente presentan el mismo comportamiento en ambas hemiarquadas. Estas variaciones entre hemiarquadas podrían estar relacionadas con características anatómicas y funcionales individuales; Manojna et al. (2023) plantean entre los posibles factores el lado de masticación, el tipo de maloclusión y las fuerzas masticatorias asociadas.

Respecto a la edad, los patrones observados de la investigación evidenciaron una asociación significativa con la disponibilidad de espacio para la distalización molar. Existe una tendencia a que la distancia aumente con la edad, pero este efecto no es constante y depende de otros factores como sexo y de la presencia del tercer molar. Esta afirmación coincide con lo expuesto por Manzanera et al (2017), quienes observaron que el incremento de la edad se asociaba con aumento en anchos y largos de la tuberosidad, un estudio donde analizaron las dimensiones de la tuberosidad maxilar mediante CBCT, en 39 pacientes. Sin embargo, por sí sola, esta relación de edad no mostró un comportamiento lineal en el presente estudio, debido a que tanto el componente lineal ($p = 0,012$) como el cuadrático ($p = 0,018$) resultaron estadísticamente significativos. Estos datos sugieren que la edad no condiciona el espacio posterior maxilar mediante una disminución progresiva y constante a medida que avanza la edad.

Al contrastar estos resultados con la literatura, Hui et al. (2022) incluyeron la edad entre los factores analizados para determinar las características anatómicas de la región retromolar mediante CBCT, demostrando que su influencia debe interpretarse con otras variables asociadas con la disponibilidad de espacio para la distalización. En conjunto, estos permiten considerar que la edad cronológica por sí sola podría no explicar completamente las variaciones del espacio posterior maxilar. El comportamiento no lineal encontrado en este estudio, junto con la influencia de otros factores anatómicos y dentarios descritos en estudios previos, refuerza la necesidad de realizar una valoración individual de la región posterior del maxilar mediante CBCT antes de establecer los límites disponibles para la distalización molar.

En lo referente con la presencia del tercer molar, en el análisis realizado se observaron descriptivamente mayores distancias disponibles para la distalización en las tomografías que presentaban terceros molares, particularmente en el grupo dolicofacial y en las mediciones realizadas a 6 mm. No obstante, al incluir esta variable en el modelo multivariado, su efecto independiente no alcanzó significación estadística ($p = 0,155$), por lo que estos resultados deben interpretarse como una tendencia y no como una asociación concluyente entre la presencia del tercer molar y una mayor disponibilidad de espacio posterior.

Esta tendencia coincide con los datos obtenidos de Moon et al. (2025), quienes, mediante CBCT, encontraron una mayor disponibilidad de espacio posterior maxilar asociada con la presencia del tercer molar. Los autores relacionaron este comportamiento con el desarrollo de la tuberosidad maxilar y plantearon que la permanencia del tercer molar hasta un momento próximo al inicio de la distalización podría contribuir a conservar una mayor disponibilidad anatómica posterior.

De manera similar, López et al. (2024) encontraron diferencias significativas en las características anatómicas de la tuberosidad maxilar según la presencia del tercer molar. La ausencia de este diente estuvo asociada con una reducción significativa de la anchura y altura de la tuberosidad, así como con modificaciones en su relación con el seno maxilar. Esto respalda la posible relación entre la presencia del tercer molar y el desarrollo anatómico de la región posterior del maxilar.

Al considerar el sexo, los resultados mostraron diferencias según el componente analizado. En el modelo logístico, el sexo no presentó una asociación estadísticamente significativa con la probabilidad de presentar espacio de distalización en los molares superiores ($p=0.313$). Si embargo en el análisis de los casos donde existía espacio disponible mediante el modelo continuo, el sexo mostró un efecto principal estadísticamente significativo sobre la magnitud de la distancia ($\beta = 0,2827$; $p = 0,0029$), observándose una tendencia hacia mayores distancias en los hombres. No obstante, este resultado debe interpretarse juntamente con la edad, debido a la interacción significativa entre ambas variables.

Este resultado coincide parcialmente con lo reportado por Manzanera et al. (2017) y Hui et al. (2022), quienes no identificaron una influencia significativa del sexo sobre las mediciones de la región retromolar en cuanto a la longitud. Los autores plantearon que, aunque se han descrito mayores valores de fuerza máxima de mordida en hombres, esta característica no representaría necesariamente la carga funcional habitual ejercida sobre las estructuras dentoalveolares, por lo que no se traduciría en diferencias anatómicas significativas entre ambos sexos. Sin embargo, Alsaegh et al (2025), al estudiar las dimensiones de la tuberosidad en 227 tomografías determinaron que la longitud media de la tuberosidad maxilar en los varones fue de

$5,09 \pm 1,47$ mm, mientras que en las mujeres fue de $4,33 \pm 1,41$ mm, mostrando una diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos.

Conclusión

El biotipo facial no mostró una asociación estadísticamente significativa con la disponibilidad global de espacio para la distalización de los molares superiores ($p = 0,0813$), aunque descriptivamente los dolicofaciales presentaron mayores distancias y los mesofaciales los menores valores. La región ubicada a 3 mm de la unión cemento-esmalte constituyó el nivel anatómico más restrictivo para el movimiento distal, mientras que hacia los 6 mm se observó una mayor disponibilidad de espacio. Por tanto, desde el punto de vista clínico, la magnitud de la distalización debe estar condicionada por la zona de menor disponibilidad ósea encontrada a lo largo del eje posterior, ya que esta representa el límite anatómico que podría restringir el desplazamiento del molar.

A pesar de que la presencia del tercer molar no mostró una asociación estadísticamente significativa como factor independiente de la disponibilidad de espacio, los datos obtenidos guardan concordancia con investigaciones tomográficas recientes, en las que se ha relacionado la presencia de esta pieza dentaria con el desarrollo de la tuberosidad maxilar y una mayor disponibilidad ósea en la región posterior.

Al Integrar, los resultados obtenidos, se muestra que el espacio disponible para la distalización de los molares superiores presenta una importante variabilidad individual y no parece estar determinado exclusivamente por el biotipo facial. Las diferencias encontradas según el nivel anatómico de medición, así como la influencia de variables como la lateralidad, la edad y el sexo, ponen de manifiesto la necesidad de valorar tridimensionalmente la región posterior del maxilar antes de establecer la magnitud del movimiento distal. Bajo esta perspectiva, la CBCT

constituye una herramienta diagnóstica confiable debido a su elevada precisión dimensional, permitiendo identificar las particularidades y limitaciones anatómicas de cada hemiarcada. Esta valoración tridimensional facilita la planificación individualizada del movimiento distal y contribuye a evitar desplazamientos que excedan el límite óseo disponible.

Se recomienda ampliar futuras investigaciones mediante muestras de mayor tamaño y con una distribución homogénea entre los diferentes patrones faciales, incorporando variables como la edad, lateralidad, presencia y posición del tercer molar, así como otras características anatómicas de la región posterior del maxilar. De igual manera, sería pertinente desarrollar estudios longitudinales que permitan relacionar el espacio disponible determinado mediante CBCT con la magnitud de distalización alcanzada clínicamente, a fin de establecer con mayor precisión la correspondencia entre los límites anatómicos identificados y el movimiento molar obtenido durante el tratamiento.

Referencias

- Affur, M., & Bessone, G. (2023). *Biotipo facial en relación a la forma del arco dentario superior de individuos de la ciudad de Corrientes: Un estudio transversal*. Revista Científica Odontológica, 11(2), e151. <https://doi.org/10.21142/2523-2754-1102-2023-151>
- AlWorafi, N., Liu, Y., Zheng, B., Alyafrusee, E., & Ali, M. (2024). *Impact of molar distalization using clear aligners on maxillary alveolar bone thickness and root resorption: A three-dimensional study*. BMC Oral Health, 24, 183. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-03987-3>
- Barahona, J., & Benavides, J. (2006). *Principales análisis cefalométricos utilizados para el diagnóstico ortodóntico*. Revista Científica Odontológica, 2(1), 11–27.
- Benedicto, E., Kairalla, S., Oliveira, G., Menezes, L., Rosário, H., & Paranhos, L. (2016). *Determination of vertical characteristics with different cephalometric measurements*. European Journal of Dentistry, 10(1), 116–120. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.175694>
- Casasa, A., Gurrola, B., & Casasa, A. (2018). *Distalization of molars in dental Class II malocclusion with sliding hook mechanics*. OACTIVA UC Cuenca, 3(3). <https://doi.org/10.31984/oactiva.v3i3.277>
- Cenzato, N., Nobili, A., & Maspero, C. (2021). *Prevalence of dental malocclusions in different geographical areas: Scoping review*. Dentistry Journal, 9(10), 117. <https://doi.org/10.3390/dj9100117>

- Chite-Quispe, L., & Sánchez-Tito, M. (2023). *Analysis of the association between facial biotype, overbite, and overjet in the permanent dentition*. Journal of Clinical and Experimental Dentistry, 15(5), e376–e381. <https://doi.org/10.4317/jced.60301>
- Herrero, Y. (2024). *Biotipo facial y clasificación esquelética maxilomandibular en pacientes angolanos con anomalías dentomaxilofaciales*. Medisur, 22(1).
<http://www.medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/5883>
- Hui, V., Xie, Y., Zhang, K., Chen, H., Han, W., Tian, Y., Yin, Y., & Han, X. (2022). *Anatomical limitations and factors influencing molar distalization*. The Angle Orthodontist, 92(5), 598–605. <https://doi.org/10.2319/092921-731.1>
- López, D., Acosta, D., & Morales, M. (2024). *Anatomical factors of the maxillary tuberosity that influence molar distalization*. The Korean Journal of Orthodontics, 54(4), 239–246.
<https://doi.org/10.4041/kjod24.017>
- Lozano, J., Zambrano, K., Correa, D., & Nájera, M. (2025). *Tomografía volumétrica (CBCT) en odontología moderna: Guía clínica para su aplicación en el diagnóstico y planificación multidisciplinaria*. RECIAMUC, 9(2), 441–449.
[https://doi.org/10.26820/reciamuc/9.\(2\).abril.2025.441-449](https://doi.org/10.26820/reciamuc/9.(2).abril.2025.441-449)
- Manojna, N., Sunil, G., Ramya, K., Ranganayakulu, I., & Raghu Ram, R. (2023). *Three-dimensional assessment and comparison of the maxillary tuberosity between skeletal and dental Class I and Class II adults in maxillary third molar agenesis using cone beam computed tomography: A descriptive cross-sectional human study*. Cureus, 15(7), e42232. <https://doi.org/10.7759/cureus.42232>

- Manzanera, E., Llorca, P., Manzanera, D., García-Sanz, V., Sada, V., & Paredes-Gallardo, V. (2018). *Anatomical study of the maxillary tuberosity using cone beam computed tomography*. *Oral Radiology*, 34(1), 56–65. <https://doi.org/10.1007/s11282-017-0284-x>
- Mateu, M., Vázquez, D., Ahmadi, M., García, M., & Coronel, J. (2019). *Resolución de Clase II mordida profunda con distalamiento molar mini-implanto asistida: Reporte de caso clínico*. *Revista de la Facultad de Odontología, Universidad de Buenos Aires*, 34(77), 7–12.
- Mohammed, A., Sravani, G., Vallappareddy, D., Rao, A., Qureshi, A., & Prasad, A. (2020). *Localization of impacted canines: A comparative study of computed tomography and orthopantomography*. *Journal of Medicine and Life*, 13(1), 56–63. <https://doi.org/10.25122/jml-2020-0001>
- Moon, S., Kim, H., Noh, H., Hong, M., & Park, H. (2025). *Differences in the posterior space available for molar distal movement according to the presence and position of the third molar: A cone-beam computed tomography study*. *The Korean Journal of Orthodontics*, 55(5), 355–364. <https://doi.org/10.4041/kjod25.017>
- Özden, S., & Oğuz, F. (2025). *Clinical preferences and practice patterns of orthodontists in Türkiye regarding maxillary molar distalization*. *Journal of Health Sciences and Medicine*, 8(5), 775–786. <https://doi.org/10.32322/jhsm.1727206>
- Parise, J., Villarreal-Ortega, B., Viteri-García, A., & Armas-Vega, A. (2020). *Frecuencia del biotipo facial en estudiantes de la carrera de Odontología de la Universidad UTE*. *Odontología Activa Revista Científica*, 5(1), 11–16. <https://doi.org/10.31984/oactiva.v5i1.414>

- Polizzi, A., Serra, S., & Leonardi, R. (2024). *Use of CBCT in orthodontics: A scoping review*. Journal of Clinical Medicine, 13(22), 6941. <https://doi.org/10.3390/jcm13226941>
- Ribeiro, G., Locks, A., Pereira, J., & Brunetto, M. (2010). *Análise da expansão rápida da maxila por meio da tomografia computadorizada Cone-Beam*. Dental Press Journal of Orthodontics, 15(6), 107–112. <https://doi.org/10.1590/S2176-94512010000600014>
- Saghiri, M., Eid, J., Tang, C., & Freag, P. (2021). *Factors influencing different types of malocclusion and arch form: A review*. Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery, 122(2), 185–191. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2020.07.002>
- Salazar, V. (2024). *Evaluación cefalométrica de la distalización de molares superiores con anclaje esquelético extraalveolar en pacientes con maloclusión Clase II-1* (Tesis de maestría). Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Sánchez-Tito, M., & Yañez-Chávez, E. (2015). *Asociación entre el biotipo facial y la sobremordida: Estudio piloto*. Revista Estomatológica Herediana, 25(1), 5–11. <https://doi.org/10.20453/reh.v25i1.2322>
- Wong, J., Lee, A., & Zhang, C. (2021). *Diagnosis and management of apical fenestrations associated with endodontic diseases: A literature review*. European Endodontic Journal, 6(1), 25–33. <https://doi.org/10.14744/eej.2020.51422>
- Zamora, C. (2010). *Compendio de cefalometría* (2.^a ed.). Caracas: AMOLCA.
- Zhingri-Astudillo, G., & Palmas, S. (2025). *Relación del tratamiento de ortodoncia con las fenestraciones y dehiscencias: Revisión de literatura*. Revista Arbitrada Interdisciplinaria de Ciencias de la Salud. Salud y Vida, 9(Esp. 1), 131–147. <https://doi.org/10.35381/s.v.v9i1.4542>

Zhou, Y., Wang, S., Xu, L., Si, J., & Chen, X. (2023). *Implications of occlusal plane in diagnosis and treatment of malocclusion*. Journal of Zhejiang University (Medical Sciences), 52(2), 237–242. <https://doi.org/10.3724/zdxbyxb-2022-0694>