



Facultad De Ciencias De La Salud

Especialidad de Ortodoncia

Tema:

Evaluación del ángulo interincisal y su relación con las características morfológicas y posicionales de la articulación temporomandibular en pacientes adultos clase II esquelética: estudio retrospectivo mediante CBCT en población ecuatoriana

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

Presentado por:

Magdy Zabrina Fuenmayor Prieto

Tutor:

Dr. Stalin Tamami

Quito, septiembre 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 de los 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.

Fuenmayor Prieto Magdy Zabrina

0933029456

Dedicatoria

A **Dios**, por guiarme y darme la fortaleza para alcanzar esta meta.

A mi hijo **Luciano**, por ser mi mayor inspiración y el motivo de cada esfuerzo.

A mis **padres**, por ser mi ejemplo, mi apoyo y motivo de superación.

A mi hermana **Chely**, por su amor incondicional y por sostenerme e impulsarme cuando más lo necesité.

A **Dervis, la señora Adela y Sebas**, por acompañarme y ser parte fundamental de este camino.

Con todo mi amor y gratitud, este logro es también de ustedes.

Índice

Declaración De Aceptación De Norma Ética Y Derechos	2
Dedicatoria.....	3
Índice.....	4
Índice De Tablas	6
Índice De Figuras.....	7
Resumen.....	8
Abstract	9
Introducción	11
Marco Referencial.....	13
Metodología	20
Análisis estadístico.....	37
Resultados	38
Morfología condilar	38
Cóndilo mandibular.....	38
Fosa Glenoidea.....	40
Eminencia articular	41
Posición condilar	41
Comparaciones post hoc.....	43
Correlación con el ángulo interincisal.....	44
Comparación bilateral derecha e izquierda	45
Ranking de evidencia estadística de las variables principales	46

Discusión.....	47
Conclusión	52
Recomendaciones	53
Referencias.....	55

Índice De Tablas

Tabla 1 Lista de abreviaciones utilizados en el estudio y su significado.....	36
Tabla 2 Características demográficas y cefalométricas por grupos	38
Tabla 3 Dimensiones condilares en sentido sagital	39
Tabla 4 Dimensiones condilares en sentido coronal.....	40
Tabla 5 Dimensiones de fosa glenoidea.....	40
Tabla 6 Dimensiones e inclinación de la eminencia articular.....	41
Tabla 7 Comparación de las variables de la posición condilar	42
Tabla 8 Análisis de Pullinger.....	43
Tabla 9 Comparaciones por pares que permanecieron significativas después de Bonferroni	44
Tabla 10 Correlaciones significativas con el ángulo interincisal.....	45
Tabla 11 Diferencias bilaterales significativas	46

Índice De Figuras

Figura 1. Muestra los puntos Nasion (N), punto (A) y punto (B) y el ángulo ANB.	20
Figura 2. Muestra el análisis de VERT a partir de las cinco variables cefalométricas de Ricketts.	24
Figura 3. Muestra los ejes longitudinales de incisivo superior e inferior y el ángulo interincisal.	24
Figura 4. Muestra eje longitudinal de incisivo superior y el plano Silla-Nasion (S-N).....	25
Figura 5. Ángulo bilateral del cóndilo.	26
Figura 6. Ángulo horizontal del cóndilo.	27
Figura 7. Ángulo vertical del cóndilo.	29
Figura 8. Ángulo coronoides.....	29
Figura 9. Medidas de los espacios articulares anterior, superior y posterior.	30
Figura 10. Ancho de la fosa glenoide.	32
Figura 11. Altura de la fosa glenoide.....	32
Figura 12. Ancho de la cabeza condilar.....	33
Figura 13. Longitud del cóndilo.....	34
Figura 14. Inclinação de la eminencia articular.....	34
Figura 15. Altura de la eminencia articular.	35
Figura 16. Ranking de evidencia estadística de las variables principales.....	47

**EVALUACIÓN DEL ÁNGULO INTERINCISAL Y SU RELACIÓN CON LAS
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y POSICIONALES DE LA ARTICULACIÓN
TEMPOROMANDIBULAR EN PACIENTES ADULTOS CLASE II ESQUELETAL:
ESTUDIO RETROSPECTIVO MEDIANTE CBCT EN POBLACIÓN ECUATORIANA.**

Magdy Zabrina Fuenmayor Prieto

Magdyfuenmayor@gmail.com

Universidad Hemisferios

Resumen

La morfología y posición condilar están influenciadas por diversos factores; sin embargo, el papel del ángulo interincisal en la articulación temporomandibular (ATM) aún no está claramente establecido. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la relación entre el ángulo interincisal y las características morfológicas y posicionales de la ATM en pacientes adultos con maloclusión Clase II esquelética y patrón facial hiperdivergente, mediante el análisis de CBCT. De un universo de 500 estudios, se seleccionaron 75 CBCT correspondientes a 150 ATM, distribuidos en tres grupos según el ángulo interincisal: cerrado ($<124^\circ$), normal ($130^\circ \pm 6^\circ$) y abierto ($>136^\circ$). Se analizaron las dimensiones y orientación condilar, espacios articulares, posición del cóndilo, fosa glenoidea y eminencia articular. Se estableció un nivel de significancia de $p < 0,05$. El grupo ángulo abierto presentó mayores valores de ancho y longitud condilar respecto al grupo normal ($p=0,009$), así como mayor diámetro mediolateral condilar ($p=0,047$) y mayores dimensiones de la fosa glenoidea ($p=0,033$; $p=0,006$). El ángulo vertical condilar

disminuyó progresivamente entre los grupos cerrado, normal y abierto ($12,96^\circ$, $9,08^\circ$ y $6,82^\circ$, respectivamente; $p<0,001$). Asimismo, el espacio articular superior fue menor en el grupo ángulo abierto ($p<0,001$). El ángulo interincisal presentó una correlación negativa moderada con el ángulo vertical condilar ($\rho=-0,462$; $p<0,001$) y correlaciones positivas débiles con la altura de la fosa glenoidea ($\rho=0,318$; $p=0,005$) y el diámetro mediolateral condilar ($\rho=0,243$; $p=0,036$). Las variaciones del ángulo interincisal se asociaron con cambios específicos en la morfología y posición de la ATM. El ángulo vertical condilar presentó la asociación más consistente, con una disminución progresiva conforme aumentó el ángulo interincisal. Asimismo, los pacientes con ángulo interincisal abierto presentaron mayores dimensiones condilares y de la fosa glenoidea, además de modificaciones en los espacios articulares. Estos hallazgos resaltan la necesidad de considerar la relación incisiva en la evaluación integral de la ATM; por lo tanto, se debe preservar o restablecer un ángulo interincisal adecuado durante el tratamiento de ortodoncia.

Palabras clave: ÁNGULO INTERINCISAL; ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR; CÓNDILO MANDIBULAR; FOSA GLENOIDEA; CBCT; CLASE II ESQUELÉTICA.

Abstract

Condylar morphology and position are influenced by various factors; however, the role of the interincisal angle in the temporomandibular joint (TMJ) has not yet been clearly established. This study aimed to evaluate the relationship between the interincisal angle and the morphological and positional characteristics of the TMJ in adult patients with skeletal Class II malocclusion and a hyperdivergent facial pattern using cone-beam computed tomography (CBCT). From a total of 500 studies, 75 CBCT scans corresponding to 150 TMJs were selected

and distributed into three groups according to the interincisal angle: closed ($<124^\circ$), normal ($130^\circ \pm 6^\circ$), and open ($>136^\circ$). Condylar dimensions and orientation, joint spaces, condylar position, glenoid fossa, and articular eminence were analyzed. The significance level was set at $p < 0.05$. The open-angle group showed greater condylar width and length compared with the normal group ($p = 0.009$), as well as a greater mediolateral condylar diameter ($p = 0.047$) and larger glenoid fossa dimensions ($p = 0.033$; $p = 0.006$). The vertical condylar angle progressively decreased across the closed, normal, and open groups (12.96° , 9.08° , and 6.82° , respectively; $p < 0.001$). Likewise, the superior joint space was smaller in the open-angle group ($p < 0.001$). The interincisal angle showed a moderate negative correlation with the vertical condylar angle ($\rho = -0.462$; $p < 0.001$) and weak positive correlations with glenoid fossa height ($\rho = 0.318$; $p = 0.005$) and mediolateral condylar diameter ($\rho = 0.243$; $p = 0.036$). Variations in the interincisal angle were associated with specific changes in TMJ morphology and position. The vertical condylar angle showed the most consistent association, progressively decreasing as the interincisal angle increased. In addition, patients with an open interincisal angle exhibited greater condylar and glenoid fossa dimensions, as well as changes in joint spaces. These findings highlight the importance of considering the incisal relationship in the comprehensive evaluation of the TMJ; therefore, an adequate interincisal angle should be preserved or restored during orthodontic treatment.

Keywords: INTERINCISAL ANGLE; TEMPOROMANDIBULAR JOINT; MANDIBULAR CONDYLE; GLENOID FOSSA; CBCT; SKELETAL CLASS II.

Introducción

La relación entre la forma, la función de la articulación temporomandibular (ATM) y la oclusión dental ha sido ampliamente discutida en la literatura científica y continúa siendo un tema controvertido dentro de la odontología y la ortodoncia contemporánea. Aunque diversos estudios han reportado una asociación significativa entre los factores oclusales y la morfología de la ATM, otros no han logrado establecer dicha correlación de manera concluyente, lo que refleja la complejidad biomecánica y adaptativa de esta articulación (Rodrigues et al., 2009, p.192).

El cóndilo mandibular constituye un componente óseo fundamental de la ATM, ya que se articula directamente con la fosa glenoidea del hueso temporal y participa activamente en los movimientos mandibulares. Sin embargo, su evaluación clínica y radiográfica resulta compleja debido a su baja densidad ósea, morfología variable y estrecha relación con el disco articular y la fosa glenoidea, lo que limita la detección precisa de cambios morfológicos mediante métodos diagnósticos convencionales (Tiwari & Dangore-Khasbage, 2023, p.3).

En este contexto, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) se ha consolidado como una herramienta diagnóstica esencial para la evaluación tridimensional de la ATM, al proporcionar mediciones lineales precisas y confiables que permiten analizar detalladamente la morfología condilar y su relación con la fosa glenoidea, con una menor dosis de radiación en comparación con la tomografía computarizada médica convencional (Shi et al., 2024, p.2).

La carga funcional aplicada a la ATM representa un factor determinante en su adaptación estructural y puede variar según la morfología dentofacial, los patrones de crecimiento

esquelético y las características oclusales. En este sentido, se ha sugerido que tanto el cóndilo mandibular como la fosa glenoidea presentan variaciones morfológicas como resultado de procesos de remodelación ósea adaptativa (Oliveira et al., 2024, p.2; Rivero-Millán et al., 2021, p.e1217). Estas variaciones pueden manifestarse en cambios en la inclinación, el ancho y la longitud condilar y de fosa glenoidea así como en la posición condilar dentro de su fosa (Hasebe et al., 2019, p.307).

El papel específico del ángulo interincisal, como indicador de la relación oclusal anterior y del equilibrio funcional del sistema estomatognático, en la morfología y posición de la ATM aún no se encuentra claramente establecido (Lin et al., 2020, p.2). Se reconoce que un ángulo interincisal normal favorece un equilibrio adecuado de la actividad muscular y una distribución eficiente de las cargas oclusales sobre la ATM. En contraste, las variaciones del ángulo interincisal pueden alterar este equilibrio funcional, modificar los vectores de fuerza oclusal y estimular cambios adaptativos en la morfología y la posición de la ATM (Hu et al., 2024, p.1).

Por lo anterior, se planteó la necesidad de investigar de manera sistemática la relación entre el ángulo interincisal y las características morfológicas y posicionales de la ATM, incluyendo la morfología condilar, la posición del cóndilo y la morfología de la fosa glenoidea en pacientes con Clase II esquelética, mediante un estudio retrospectivo basado en imágenes de CBCT, que permitiera aportar evidencia objetiva y cuantificable. Esto contribuirá a una mejor interpretación clínica de este parámetro oclusal en la evaluación de la ATM y en la toma de decisiones terapéuticas.

En concordancia con lo expuesto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la relación entre el ángulo interincisal y las características morfológicas y posicionales de la ATM

en pacientes adultos con maloclusión Clase II esquelética y patrón facial hiperdivergente, mediante el análisis de CBCT.

Marco Referencial

La articulación temporomandibular (ATM) es una de las articulaciones más complejas del organismo humano, debido a la diversidad de movimientos que permite y a la interacción funcional de sus componentes óseos y blandos. Permite movimientos de bisagra en un plano, por lo que puede considerarse una articulación ginglimoide; sin embargo, también posibilita movimientos de deslizamiento, lo que la clasifica como una articulación artrodial. Por esta razón, desde el punto de vista técnico se la ha descrito como una articulación ginglimoartrodial. La ATM está constituida por el cóndilo mandibular y la fosa mandibular del hueso temporal, separados por el disco articular, el cual evita el contacto directo entre las superficies óseas (Ahmed et al., 2021, p.2).

El cóndilo mandibular constituye la porción de la mandíbula que se articula con el cráneo y representa el eje alrededor del cual se producen los movimientos mandibulares. Desde una vista anterior, presenta dos proyecciones denominadas polos medial y lateral, siendo el polo medial generalmente más prominente. La longitud mediolateral total del cóndilo oscila entre 18 y 23 mm, mientras que su dimensión anteroposterior varía entre 8 y 10 mm (Hasebe et al., 2019, p.208).

En este complejo sistema biomecánico, los componentes blandos de la ATM desempeñan un papel modulador esencial, particularmente el disco articular, el cual contribuye a la estabilidad articular y a la adecuada distribución de las cargas funcionales. El disco articular es

una estructura fibrocartilaginosa biconcava interpuesta entre el cóndilo mandibular y el hueso temporal, dividida en banda anterior, zona intermedia y banda posterior. Anteriormente, se encuentra unido al vientre superior del músculo pterigoideo lateral, mientras que posteriormente se inserta en el tejido retrodiscal, altamente vascularizado e innervado. En condiciones fisiológicas, el disco mantiene una posición precisa entre las superficies articulares durante todo el movimiento mandibular; cuando se encuentra en su posición normal, la zona intermedia se sitúa entre la eminencia articular y el cóndilo mandibular, y la banda posterior se localiza sobre la cabeza del cóndilo, permitiendo un funcionamiento articular armónico (Kadekuzhi et al., 2024, p.1).

Desde el punto de vista funcional, la ATM es una estructura altamente dinámica, capaz de remodelarse de manera continua. Al igual que en otras articulaciones sinoviales, la carga mecánica desempeña un papel determinante en el crecimiento, desarrollo y mantenimiento de sus tejidos, incluido el cartílago condilar (Iwasa & Tanaka, 2022, p.1). En este contexto, las maloclusiones generan interacciones oclusales alteradas que condicionan una distribución desigual de las cargas funcionales sobre la articulación (Rustia et al., 2022, p.397). Cuando dichas cargas superan la capacidad adaptativa de la ATM, pueden inducir procesos de remodelación disfuncional que afectan la forma, posición y estructura del cóndilo mandibular (Dygas et al., 2022, p.2).

Este comportamiento adaptativo de la ATM debe comprenderse también desde una perspectiva del desarrollo craneofacial. Durante la formación mandibular, la fosa glenoidea se desarrolla previamente al cóndilo mandibular, el cual se adapta progresivamente a la morfología de dicha fosa. Dado que ambos componentes se encuentran íntimamente relacionados durante el

crecimiento y desarrollo, una evaluación integral de la ATM debe considerar no solo la morfología del cóndilo mandibular, sino también la de la fosa glenoidea y la relación espacial entre ambas estructuras (Mehta et al., 2023, p.256).

Asimismo, la ATM mantiene una estrecha relación funcional con la cavidad oral, los dientes y los músculos masticatorios, los cuales regulan la posición y función articular y participan activamente en los movimientos mandibulares y en la redistribución de las tensiones generadas durante funciones como la masticación, la deglución y el habla. En este sentido, se ha descrito que el volumen y el tamaño de la ATM pueden estar relacionados con las dimensiones finales del arco mandibular y con la relación entre los arcos maxilar y mandibular, lo que resalta la importancia de evaluar el volumen y la morfología condilar (Ejima et al., 2013, p.2).

Desde esta perspectiva funcional y morfológica, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) constituye una herramienta fundamental en la práctica ortodóncica contemporánea. Desde su introducción en 1998, su uso se ha incrementado de manera sostenida, respaldado por un creciente cuerpo de evidencia científica en ortodoncia. La CBCT ha contribuido de forma significativa en tres ámbitos principales: el diagnóstico ortodóncico, la planificación del tratamiento ortodóncico y quirúrgico-ortodóncico, y la evaluación de los resultados terapéuticos. Su capacidad para proporcionar imágenes tridimensionales del complejo craneofacial, con visualización multiplanar y adecuada resolución, permite un análisis anatómico más preciso en comparación con las técnicas bidimensionales convencionales (Garib et al., 2014, p.137).

Además, la CBCT se caracteriza por una alta exactitud y precisión diagnóstica, adecuada sensibilidad y especificidad, y la ausencia de distorsión o amplificación de imagen, lo que la

posiciona como un recurso clave para el análisis estructural en ortodoncia (Garib et al., 2014, p.138). Mediante el uso de reconstrucciones tridimensionales y superposiciones basadas en CBCT, es posible realizar análisis tanto cuantitativos como cualitativos de los cambios posicionales y morfológicos condilares (Shi et al., 2024, p.2).

En este contexto, la interpretación de dichos hallazgos imagenológicos requiere un marco clínico y oclusal bien definido. Desde una perspectiva esquelética, las discrepancias sagitales y el patrón facial vertical representan variables determinantes en la biomecánica articular y en la respuesta adaptativa de la articulación temporomandibular (Al-Hadad et al., 2022, p.2).

Las maloclusiones esqueléticas sagitales constituyen una alteración frecuente y reflejan discrepancias en la relación anteroposterior entre el maxilar y la mandíbula, clasificándose en Clases I, II y III. Estas discrepancias no solo impactan la estética facial, sino que también influyen en la función masticatoria y en la biomecánica de la articulación temporomandibular (ATM), favoreciendo procesos de adaptación funcional y cambios posicionales a nivel condilar (Rivero-Millán et al., 2021, p.e1217).

De forma independiente al componente sagital, el patrón facial vertical ha demostrado ejercer una influencia significativa sobre la posición y la morfología condilar. En individuos con patrón hiperdivergente, la fosa mandibular tiende a localizarse en una posición más superior y anterior, mientras que en sujetos hipodivergentes se observa una localización más inferior y posterior. Estas variaciones se asocian a modificaciones morfológicas del cóndilo, incluyendo cambios en su inclinación vertical, ancho y longitud (Hasebe et al., 2019, p.307).

Asimismo, la posición condilar presenta diferencias características entre las clases esqueléticas, observándose cóndilos más anteriores en la Clase II, más posteriores en la Clase I y más superiores en la Clase III. Los individuos con Clase III muestran un incremento del ancho, la altura y el volumen condilares, acompañado de una reducción del espacio articular superior; en contraste, los pacientes con Clase II presentan una disminución del espacio anterior (Rivero-Millán et al., 2021, p.e1218).

El Dr. Edward Angle estableció una clasificación basada en la relación anteroposterior entre el primer molar permanente superior e inferior. Esta clasificación se fundamenta en la posición de la cúspide mesiobucal del primer molar superior con respecto al surco bucal del primer molar inferior y comprende tres tipos: Clase I, conocida como neutrooclusión; Clase II, denominada distoclusión; y Clase III, conocida como mesiooclusión (Hershfeld, 1979, 171-b).

La maloclusión de Clase II constituye uno de los problemas más complejos y frecuentes en ortodoncia. Se caracteriza clínicamente por un perfil facial convexo, que puede ser consecuencia de una retrusión mandibular, una protrusión maxilar o la combinación de ambas alteraciones esqueléticas. Se estima que aproximadamente uno de cada tres individuos presenta algún grado de maloclusión de Clase II, lo que resalta su relevancia clínica y epidemiológica. Desde el punto de vista oclusal, la relación interarcada de Clase II se clasifica en dos divisiones, las cuales se distinguen por presentar características dentales, esqueléticas y faciales específicas, influyendo de manera directa en el diagnóstico, el plan de tratamiento y el pronóstico ortodóncico (Xu et al., 2024, p.2).

La clase II división 1 se manifiesta cuando los incisivos maxilares presentan protrusión, acompañada de un resalte horizontal excesivo y, con frecuencia, de una sobremordida profunda. En estos pacientes, la arcada maxilar suele ser estrecha en la región canina, con una forma en V, y más amplia a nivel molar. Desde el punto de vista facial, es común observar un labio superior corto y dificultad para lograr un cierre labial competente (Uzuner et al., 2019, p.249).

Por su parte, la clase II división 2 se caracteriza por la inclinación palatina de los incisivos centrales superiores, los cuales pueden encontrarse superpuestos por los incisivos laterales. Esta división se asocia a una sobremordida profunda y a una arcada maxilar amplia. A nivel facial, el sello labial superior suele ser normal y el surco mentoniano es profundo. A diferencia de la división 1, la división 2 suele presentar una mandíbula de tamaño normal (Uzuner et al., 2019, p.249).

Dentro de los factores oclusales relevantes, el ángulo interincisal se define como el ángulo formado entre los ejes largos de las coronas clínicas de los incisivos superiores e inferiores, y constituye un parámetro de fácil obtención en la práctica clínica. La maloclusión Clase II división 1 de Angle se caracteriza por un ángulo interincisal reducido, mientras que la Clase II división 2 de Angle presenta un ángulo interincisal aumentado. Se ha reportado que los individuos con Clase II división 1 exhiben un espacio articular anterior más amplio en comparación con aquellos con Clase II división 2; esta última muestra una mayor tendencia a la rotación interna del cóndilo (Gorucu-Coskuner & Ciger, 2017, p.e418).

En esta misma línea, Hu et al. (2024) evaluaron la relación entre los ángulos interincisales y la morfología, posición y estructura trabecular de la articulación

temporomandibular y demostraron que las variaciones en el ángulo interincisal se asocian a diferencias significativas en la anatomía articular. Los autores observaron que el grupo con ángulo interincisal aumentado presentó cóndilos de morfología ovalada, de mayor tamaño y elongación, así como fosas glenoideas más profundas. En contraste, los individuos con ángulo interincisal reducido mostraron cóndilos ovalados aplanados y de menor tamaño, acompañados de fosas glenoideas más anchas y superficiales. En cuanto a la posición condilar, tanto los grupos con ángulos interincisales pequeños como grandes evidenciaron rotaciones condilares en los planos axial y coronal. A partir de estos hallazgos, los autores concluyeron que el ángulo interincisal ejerce una influencia directa sobre la morfología, la posición y la estructura trabecular de la ATM. En este sentido, la restauración de un ángulo interincisal dentro de parámetros normales adquiere relevancia no solo desde el punto de vista oclusal y estético, sino también como un factor potencialmente determinante en la salud y adaptación funcional de la articulación temporomandibular.

En conjunto, la evidencia científica sugiere que la morfología y la posición condilar están determinadas por la interacción entre factores esqueléticos, dentales y funcionales. En pacientes con maloclusiones esqueléticas, el patrón sagital y el patrón facial vertical influyen de manera significativa en la posición del cóndilo dentro de la fosa glenoidea, así como en sus características morfológicas. En particular, en los pacientes con Clase II esquelética, las variaciones dentales representadas por el ángulo interincisal podrían constituir un factor relevante en la adaptación condilar. En este sentido, el uso de la CBCT permite una evaluación tridimensional precisa de estas relaciones, justificando su aplicación en el estudio de la relación

entre el ángulo interincisal y la morfología y posición condilar en pacientes con Clase II esquelética con patrón de crecimiento hiperdivergente.

Metodología

Se planteó un estudio cuantitativo, de tipo observacional, ya que no se realizó intervención sobre las variables estudiadas. Esta investigación correspondió a un diseño analítico, descriptivo y comparativo, orientado a analizar y contrastar las características de las variables a evaluar entre los diferentes grupos de estudio, en un único momento del tiempo, por lo que se clasifica como un estudio de corte transversal.

Las tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT) se obtuvieron del banco de imágenes de la Universidad Hemisferios, ubicada en la ciudad de Quito, Ecuador, recopiladas durante el período comprendido entre 2021 y 2026. Las imágenes fueron adquiridas mediante un equipo Planmeca ProMax 3D bajo parámetros técnicos estandarizados para la obtención de imágenes de cabeza completa: campo de visión (FOV) de $20,0 \times 17,4$ cm, corriente de 6 mA, tamaño de vóxel isotrópico de 0,400 mm, voltaje de 120 kV y tiempo de exposición de 9,036 segundos.

Todas las imágenes contaron con autorización institucional para su utilización con fines de investigación y se encuentran debidamente anonimizadas e identificadas mediante un código numérico. La información disponible se limitó exclusivamente a la edad y el género de los sujetos, garantizando en todo momento la confidencialidad de los datos. La recolección de la muestra se llevó a cabo durante el año 2026.

El universo del estudio estuvo conformado por 500 CBCT. Luego de la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 75 CBCT que, considerando la evaluación bilateral, representaron 150 ATM y conformaron la muestra final para los análisis correspondientes.

Los pacientes se dividieron en 3 grupos según el ángulo interincisal (U1-L1) y el ángulo entre el eje del incisivo superior y el plano Silla-Nasion (U1 SN). Cada grupo tuvo una muestra de 25 CBCT con una evaluación total de 50 ATM. El grupo de ángulo en norma estuvo constituido por CBCT que poseían ángulos interincisales en norma $130^{\circ} \pm 6$, el grupo de ángulo cerrado se definió como aquel cuyas CBCT tuvieron un ángulo interincisal con valores menores de 124° y el grupo de ángulo abierto se encontró constituido por CBCT que presentaron ángulos interincisales mayores de 136° , siguiendo lo establecido en la metodología de Hu et al. (2024).

Se seleccionaron las CBCT tomando en cuenta los siguientes criterios de inclusión:

- CBCT de cabeza completa y de calidad diagnóstica adecuada, sin artefactos ni distorsiones que interfieran con la correcta evaluación de la región de estudio.
- Campo de visión (FOV) de $20,0 \times 17,4$ cm
- CBCT de pacientes con edades comprendidas de 18 a 55 años
- Clase II esquelética
- Biotipo Dolicocefal
- Dentición completa con o sin tercer molar
- Sin aparatología ortodóntica

Dentro de los criterios de exclusión se encontraron:

- Evidentes asimetrías faciales
- Mordidas abiertas
- Ausencias dentales
- Deformidad condilar
- Intervenciones quirúrgicas que alteren la anatomía maxilar y mandibular
- Tratamientos ortodónticos previos o en curso
- CBCT que presentara artefactos, ya sea por movimiento durante el procedimiento o por exceso de metálicos, impidiendo así mediciones correctas.

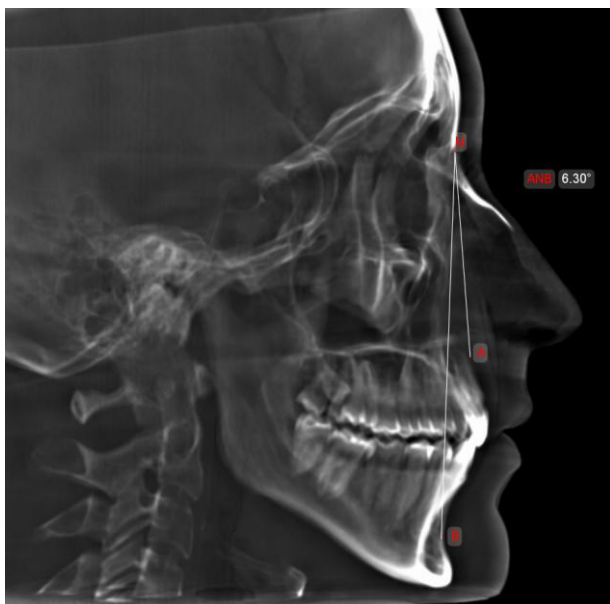
Cada una de las tomografías se analizó por el investigador principal, previa capacitación y entrenamiento por parte de un radiólogo experto. Inicialmente, el profesional especializado realizó los cortes e interpretaciones digitales; posteriormente, la investigadora repitió el procedimiento con las mismas tomografías. Transcurridos cinco días el investigador replicó el análisis en el 25% de las imágenes totales 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, p.125).

Se utilizó el software Romexis Viewer (Planmeca, Finlandia; versión 6.4.7.99, 14/06/24), mediante su herramienta de módulo 2D se obtuvo la radiografía lateral de cráneo derivada de la CBCT, la cual fue exportada al software NemoStudio (Nemotec) para la determinación de la clase esquelética, biotipo facial, ángulo interincisal y ángulo 1-SN. Por otra parte, mediante la herramienta de Reconstrucción Multiplanar (MPR) de Romexis Viewer se efectuaron las mediciones lineales y angulares necesarias para evaluar la posición y la morfología de la ATM.

Para la determinación de la clase esquelética, el investigador principal determinó la clase esquelética utilizando el análisis de Steiner para establecer los planos ANB del ángulo (punto A: punto de referencia ubicado en la región más anterior de la concavidad anterior del maxilar; Punto Nasion (N): punto de referencia en el punto más anterior de la sutura frontonasal; punto B: punto de referencia ubicado en la región más anterior de la concavidad anterior de la mandíbula) (Figura 1). Se consideraron las CBCT de los pacientes clase II a aquellos sujetos con un ángulo mayor de 5° (Zamora, 2010, p.161).

Figura 1

Muestra los puntos Nasion (N), punto (A) y punto (B) y el ángulo ANB.

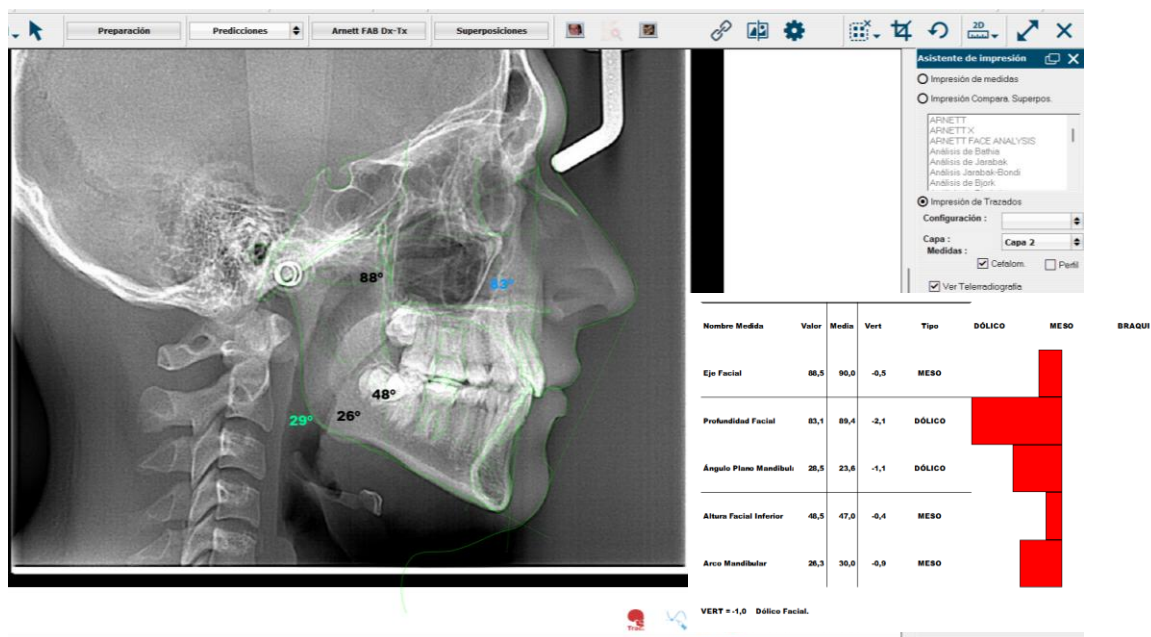


El biotipo facial se evaluó mediante el análisis de Vert de Ricketts, el cual integra cinco variables cefalométricas relacionadas con la dirección de crecimiento (ángulo eje facial, ángulo del plano mandibular, ángulo de la convexidad facial, altura facial inferior y arco mandibular) (Figura 2). A partir del promedio de las desviaciones respecto a los valores normativos se obtuvo

el índice Vert, lo que nos permitió seleccionar como pacientes dolicofaciales aquellos que mostraron valores mayores de -0.5 (Zamora, 2010, p.111).

Figura 2

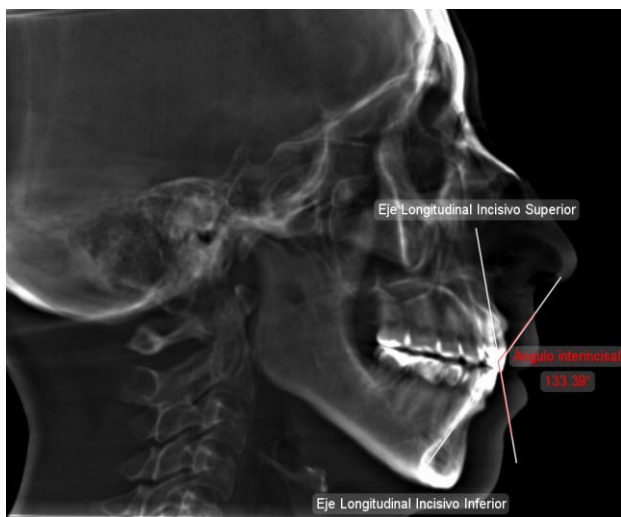
Muestra el análisis de VERT a partir de las cinco variables cefalométricas de Ricketts.



El ángulo interincisal se determinó a partir del ángulo formado por los dos ejes longitudinales de los incisivos superior e inferior (Figura 3). Su norma es de $130^{\circ} \pm 6^{\circ}$, por lo tanto, se consideraron dentro del grupo ángulo normal aquellos que tengan ángulos de $130^{\circ} \pm 6^{\circ}$, grupo ángulo disminuido (cerrado) aquellos que tengan ángulos menores de 124° y grupo ángulo aumentado (abierto) aquellos que tengan ángulos mayores de 136° (Zamora, 2010, p.120).

Figura 3

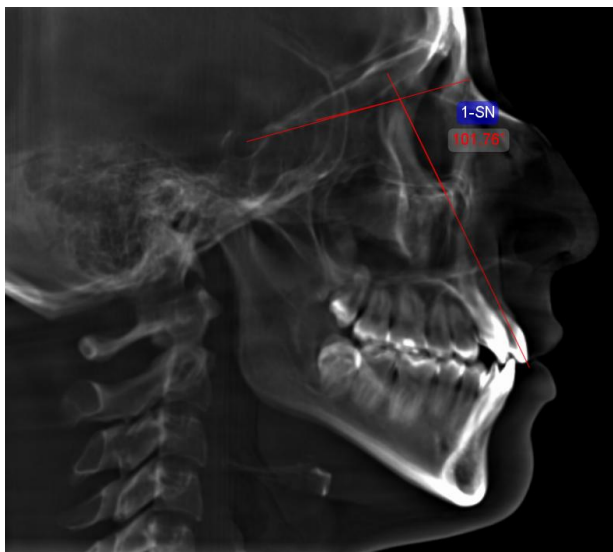
Muestra los ejes longitudinales de incisivo superior e inferior y el ángulo interincisal.



Adicionalmente se evaluó el ángulo 1-SN formado por el eje longitudinal del incisivo superior y el plano Silla-Nasion (Figura 4) cuya norma es 103° , se consideraron incisivos proinclinados aquellos que tengan valores mayores de 103° e incisivos retroinclinados aquellos que tengan valores menores de 103° . Esta medida fue incluida en nuestro estudio para evaluar la posición de los incisivos superiores e identificar posibles compensaciones que pudieran influir en los valores del ángulo interincisal (Zamora, 2010, p.165).

Figura 4

Muestra eje longitudinal de incisivo superior y el plano Silla-Nasion (S-N).



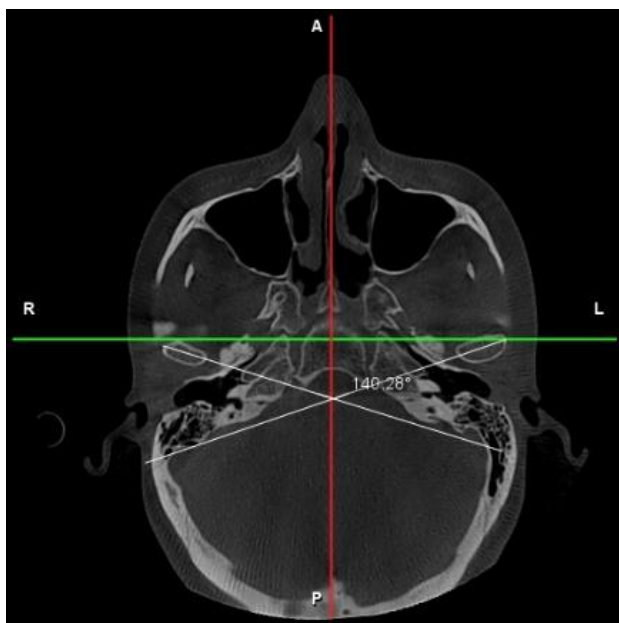
Luego de la conformación de cada grupo según el ángulo interincisal en norma, abierto y cerrado se procedió a la realización de las medidas que determinaron la posición y morfología de la ATM.

Como primer paso, se realizó una estandarización en la posición del volumen. Coronalmente, se tomó como referencia el eje axial y las suturas frontocigomáticas. Sagitalmente, el eje axial, como el plano de Frankfort (Po-Or). En el corte axial, el eje sagital que pasará por espina nasal anterior (ENA) y espina nasal posterior (ENP). Con esto, se estandarizó la posición de la cabeza del paciente antes de realizar las medidas. En el software se utilizaron el módulo 2D y el módulo 3D con los campos de trabajo “Explorador” y “ATM” de la siguiente manera para cada medida:

El ángulo bilateral condilar se evaluó a partir de la captura de un corte axial de ambos cóndilos (donde se observe la mayor superficie condilar) manteniendo el eje sagital como guía de la línea media. En el módulo 2D del software se proyectaron líneas a través del eje longitudinal de ambos cóndilos, haciendo que se crucen entre ellas. Con la herramienta de medición angular se realizó la medida entre el eje longitudinal de cada cóndilo (Figura 5).

Figura 5

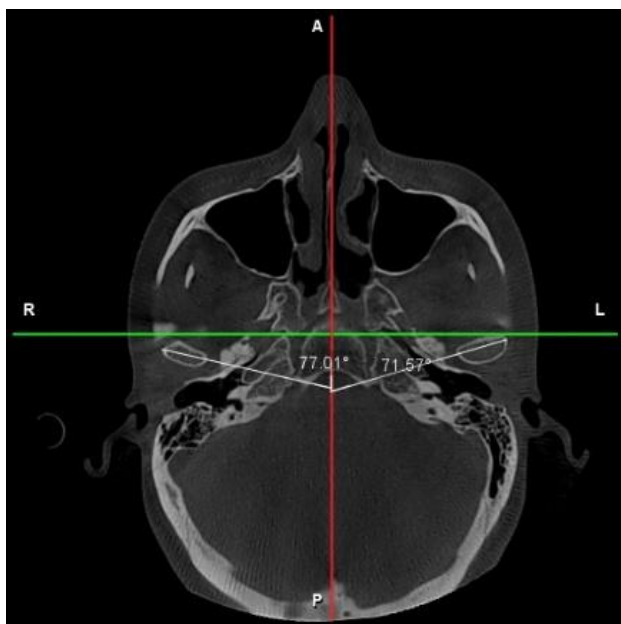
Ángulo bilateral del cóndilo.



Para el ángulo horizontal del cóndilo se realizó una captura de un corte axial de ambos cóndilos (donde se observe la mayor superficie condilar) manteniendo el eje sagital como guía (línea media). En el módulo 2D del software se proyectaron líneas a través del eje longitudinal de ambos cóndilos hacia la línea media (eje sagital). Con la herramienta de medición angular se realizó la medida entre el eje longitudinal de cada cóndilo y la línea media; siendo los valores normales aquellos que se encuentran entre 60–80° (Figura 6).

Figura 6

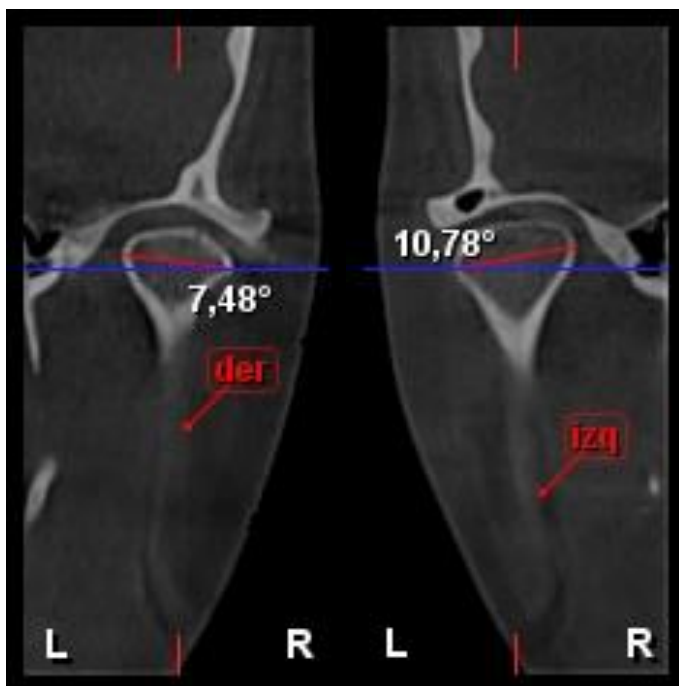
Ángulo horizontal del cóndilo.



En el campo de trabajo ATM se determinó el ángulo vertical del cóndilo, luego de revisar en el corte axial que el eje coronal esté bien posicionado en el cóndilo, se ubicó el eje axial en referencia al plano de Frankfort que coincida con la parte más lateral (prominente) del cóndilo. Con la herramienta de medida angular se realizó la medida desde el eje axial a la línea formada por la unión del punto más lateral y medial (Figura 7).

Figura 7

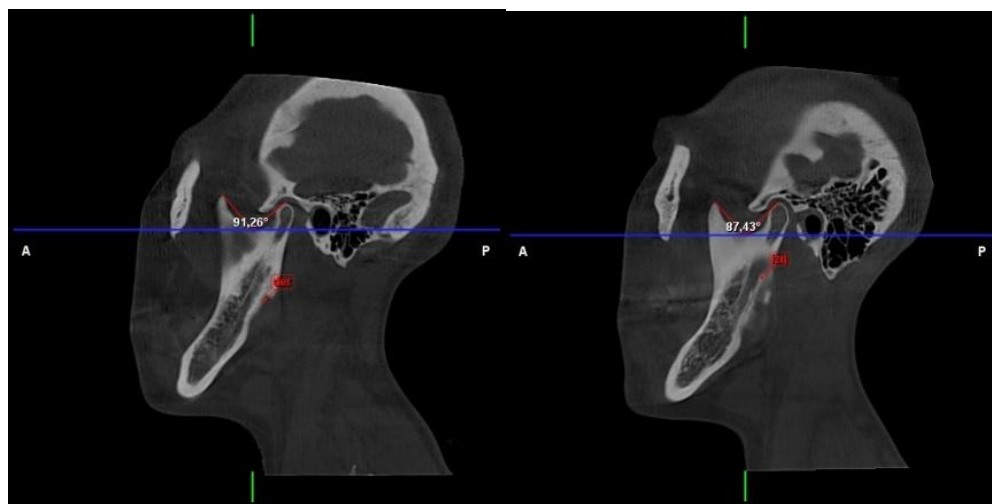
Ángulo vertical del cóndilo.



El ángulo coronoides se determinó en el campo de trabajo “Explorador” ubicando los ejes sobre el cóndilo del lado a realizar la medida en axial. El eje sagital se sincronizó de tal manera que se pudo observar la apófisis coronoides tanto en axial como en coronal de ser necesario. En el corte sagital se ubicó el eje axial en lo más profundo de la escotadura sigmoidea, la medida se realizó desde la parte más superior de la apófisis coronoides, punto más profundo de la escotadura, punto más superior del cóndilo (Figura 8).

Figura 8

Ángulo coronoides.



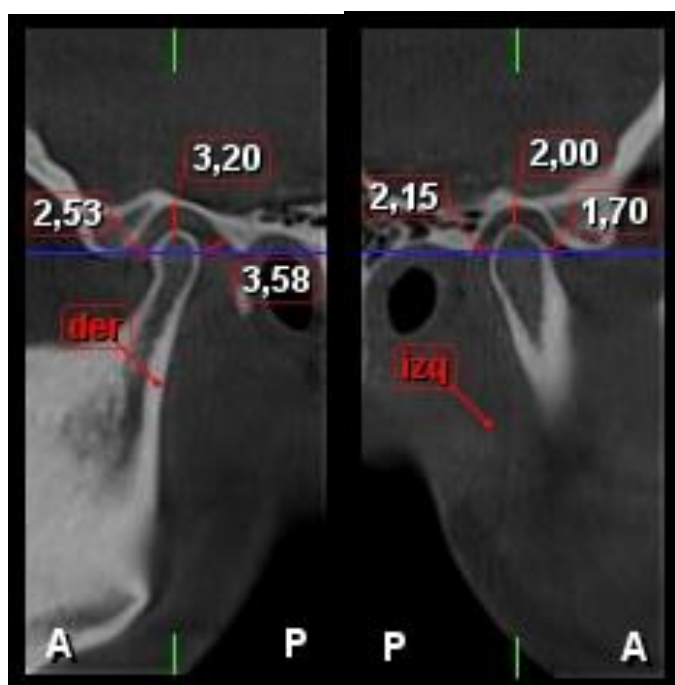
En el módulo ATM se determinaron los espacios articulares. En el corte sagital; se utilizó como referencia el eje axial, el cual se hizo coincidir con la parte más prominente anterior del cóndilo, a esa altura se realizaron las medidas anterior y posterior, la medida superior desde el punto más superior del cóndilo hasta la cavidad glenoidea. Los puntos de referencia anatómicos propuestos por (Ikeda, 2014, p.7) se utilizaron para medir el espacio articular anterior la distancia entre el punto más anterior de la superficie condilar y la pared posterior del tubérculo articular (AJS), el espacio articular superior, la distancia entre el punto superior de la superficie condilar y el punto más superior de la fosa articular (SJS) y el espacio articular posterior, la distancia entre el punto posterior de la superficie condilar y la pared posterior de la fosa articular (PJS) en dirección sagital (Figura 9). Los valores normales son para AJS: 1.3 mm DS:0.2 mm; SJS: 2.5 mm DS:0.5 mm; PJS: 2.1 mm DS:0.3 mm.

Para evaluar la ubicación del cóndilo en la fosa se consideró el Índice anteroposterior (API), metodología propuesta previamente (Pullinger & Hollender, 1986, p.2), para definir la

posición del cóndilo en la fosa temporal utilizando la fórmula: $API = (PJS - AJS) / (PJS + AJS) \times 100$. Con una relación inferior al -12%, el cóndilo se consideró en posición posterior. Con una relación superior al +12%, el cóndilo se consideró en posición anterior. Con una relación inferior al $\pm 12\%$, la posición condilar se consideró concéntrica.

Figura 9

Medidas de los espacios articulares anterior, superior y posterior.

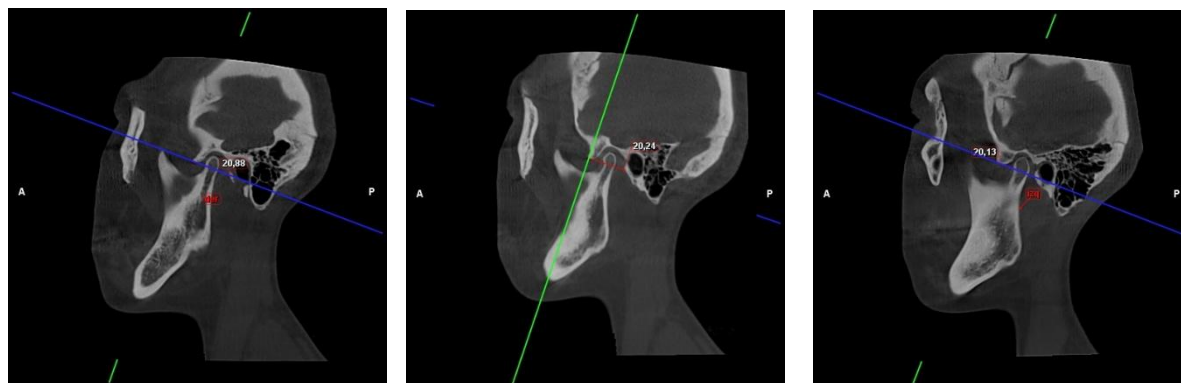


El ancho de la fosa glenoide se determinó en el campo de trabajo “Explorador” corte sagital, se sincronizó el eje axial de manera que pase por el punto más inferior de la eminencia articular y la parte más inferior de el conducto auditivo. La medida se realizó desde el punto más

inferior de la eminencia articular hasta la pared posterior de la cavidad glenoidea por donde cruza el eje axial (Figura 10).

Figura 10

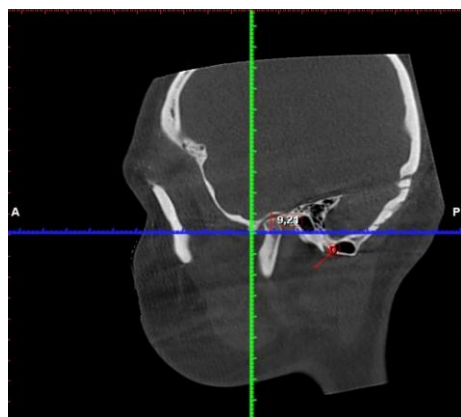
Ancho de la fosa glenoide.



La altura de la fosa glenoide se determinó en el campo de trabajo “Explorador” corte sagital, se sincronizó el eje axial de manera que pase por el punto más inferior de la eminencia articular y la parte más inferior del conducto auditivo. La medida se realizó desde el punto más superior de la eminencia articular hasta el eje axial (Figura 11).

Figura 11

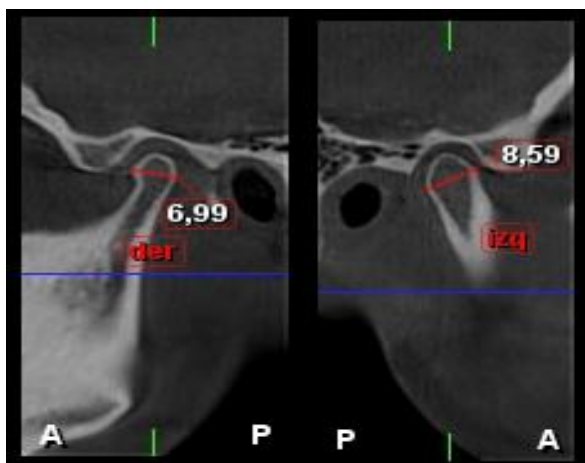
Altura de la fosa glenoide.



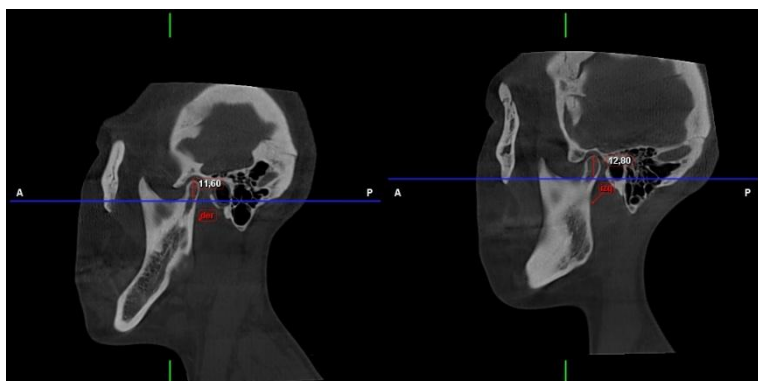
Los puntos de referencia anatómicos propuestos por (Hasebe et al., 2019) se utilizaron para medir el ancho condilar. En el campo de trabajo “ATM” se determinó el ancho de la cabeza condilar, en el corte sagital, se realizó una medida lineal desde la parte más anterior del cóndilo a la más posterior (Figura 12).

Figura 12

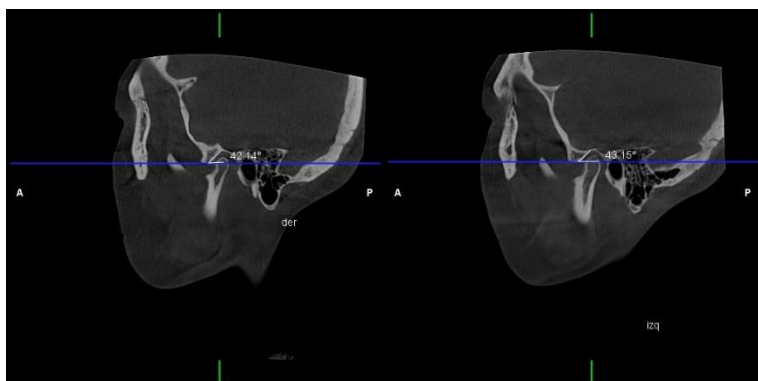
Ancho de la cabeza condilar.



En el campo de trabajo “Explorador” se ubicó el cóndilo en sagital y la parte mas profunda de la escotadura sigmoidea haciendo que el eje axial pase por éste punto. Se realizó la medida lineal desde el punto más superior de la cabeza condilar al eje axial para determinar la longitud del condilo según lo propuesto por (Hasebe et al., 2019, p.308) (Figura 13).

Figura 13*Longitud del cóndilo.*

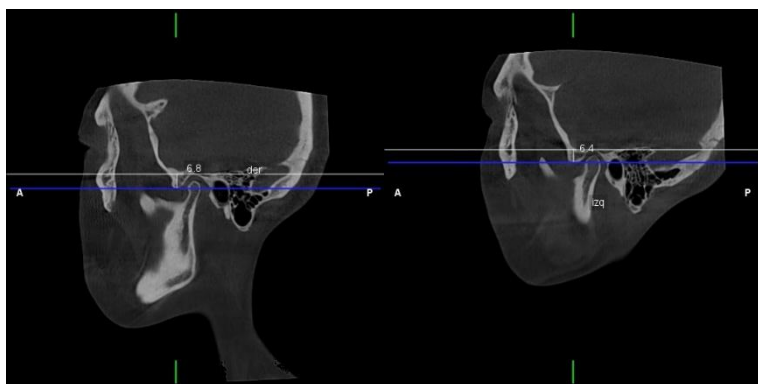
La inclinación de la eminencia articular se determinó en el campo de trabajo “Explorador” ubicando el cóndilo en sagital y utilizando el eje axial como referencia que pase por el punto más inferior de la eminencia articular. Se utilizó la herramienta de medida angular haciendo una línea que pase por el eje axial y otra por la pared anterior de la cavidad glenoidea creando un ángulo (Figura 14).

Figura 14*Inclinación de la eminencia articular.*

En el campo de trabajo “Explorador” se ubicó el cóndilo en sagital y utilizando el eje axial como referencia pasando por el punto más inferior de la eminencia articular; se realizó una captura de ambos lados. En el módulo 2D se creó una línea horizontal que pase por el punto más superior de la cavidad glenoidea y se realizó la medida de esta línea hasta el eje axial para de esta manera determinar la altura de la eminencia articular (Figura 15).

Figura 15

Altura de la eminencia articular.



A continuación, se presenta la lista de abreviaciones correspondientes a las diferentes medidas evaluadas en el estudio, junto con su respectivo significado, con el propósito de facilitar su comprensión e interpretación por parte del lector (Tabla 1).

Tabla 1

Lista de abreviaciones utilizadas en el estudio y su significado.

Abreviatura	Significado
ANG_MANDIBULAR	Ángulo mandibular
ANB	Ángulo ANB
ANG_INTERINCISAL	Ángulo interincisal
U1_SN	Ángulo del incisivo superior respecto al plano SN
BCA	Ángulo condilar bilateral
HCA	Ángulo horizontal del cóndilo
CVA	Ángulo vertical del cóndilo
AJS	Espacio articular anterior
SJS	Espacio articular superior
PJS	Espacio articular posterior
PULLINGER	Índice de posición condilar de Pullinger
CCA	Ángulo del cóndilo y coronoides
COND_ANCHO	Ancho de la cabeza condilar
COND_LONG	Longitud del cóndilo
AEI	Inclinación de la eminencia articular
AEH	Altura de la eminencia articular
GFW	Ancho de la fosa glenoidea
APD	Diámetro anteroposterior del cóndilo
MLD	Diámetro mediolateral del cóndilo
APD/MLD	Relación entre los diámetros anteroposterior y mediolateral del cóndilo

Fuente: Elaboración Propia, 2026.

Análisis estadístico

Las variables numéricas se resumieron mediante media y desviación estándar. La normalidad se evaluó con la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene. Cuando los supuestos fueron razonables, se utilizó un ANOVA de una vía; en caso contrario, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis.

Cuando la comparación global fue significativa, se realizaron comparaciones por pares. Se utilizó la prueba t de Welch para variables analizadas mediante ANOVA y la prueba U de Mann-Whitney para variables no paramétricas. Los valores p se ajustaron mediante Bonferroni.

Las asociaciones entre el ángulo interincisal y las variables continuas se evaluaron mediante correlaciones de Pearson y Spearman. Las categorías de Pullinger se compararon mediante chi-cuadrado. Las diferencias entre lados derecho e izquierdo se analizaron con la prueba t pareada o Wilcoxon, según la distribución de las diferencias. Se consideró significativo un valor $p < 0,05$. El procesamiento se realizó en Python utilizando las librerías pandas, NumPy, SciPy, statsmodels y Matplotlib.

Resultados

Los tres grupos de estudio presentaron una distribución equilibrada. No hubo diferencias significativas en edad, sexo y ángulo MP-FH. Los datos de cada grupo exhibieron una distribución normal. El ángulo interincisal mostró un aumento marcado entre cerrado, normal y abierto ($p < 0,001$). También se observó una disminución progresiva de U1-SN desde el grupo cerrado hacia el abierto ($p < 0,001$), esperable por la propia conformación de los grupos (Tabla 2).

Tabla 2

Características demográficas y cefalométricas por grupos

Variable	Cerrado	Normal	Abierto	Prueba	p
Edad (años)	28,08 ± 7,26	26,80 ± 8,16	30,16 ± 6,32	Kruskal-Wallis	0,066
Ángulo mandibular (°)	35,67 ± 4,20	34,80 ± 3,96	36,67 ± 4,62	ANOVA	0,309
ANB (°)	10,86 ± 2,77	8,86 ± 1,73	9,99 ± 2,14	ANOVA	0,010
Ángulo interincisal (°)	110,15 ± 9,90	128,73 ± 3,00	142,50 ± 3,39	Kruskal-Wallis	<0,001
U1-SN (°)	107,00 ± 7,94	98,12 ± 5,53	86,00 ± 5,68	ANOVA	<0,001

Valores expresados como media ± desviación estándar. Fuente: Elaboración propia, 2026.

Morfología condilar

Cóndilo mandibular

Las dimensiones condilares en el plano sagital variaron entre los grupos. El grupo abierto presentó los valores más altos tanto en ancho como en longitud condilar, mientras que el grupo normal mostró los valores más bajos. La diferencia fue significativa para el ancho condilar ($p = 0,019$) y para la longitud condilar ($p = 0,004$) (Tabla 3). Las comparaciones posteriores mostraron que la diferencia se concentró principalmente entre los grupos normal y abierto. En

términos morfológicos, estos resultados sugieren que los pacientes con un ángulo interincisal abierto presentan cóndilos de mayor tamaño en sentido sagital en comparación con los grupos de ángulo interincisal en norma y cerrado.

Tabla 3

Dimensiones condilares en sentido sagital

Variable	Cerrado	Normal	Abierto	Prueba	P
Ancho condilar promedio (mm)	8,66 ± 1,65	8,13 ± 0,95	9,25 ± 1,32	Kruskal-Wallis	0,019
Longitud condilar promedio (mm)	14,42 ± 2,02	13,45 ± 2,18	15,89 ± 3,21	ANOVA	0,004

Fuente: Elaboración Propia, 2026.

El diámetro anteroposterior del cóndilo en sentido coronal no mostró diferencias significativas entre los grupos ($p=0,082$). En cambio, el diámetro mediolateral en sentido coronal fue mayor en el grupo abierto y menor en el grupo normal ($p=0,025$), con una diferencia significativa entre estos dos grupos después del ajuste.

La relación APD/MLD permaneció prácticamente estable ($p=0,674$), lo que indica que, aunque el cóndilo puede ser más ancho en sentido mediolateral, su proporción general entre ambos diámetros no cambia de manera relevante (Tabla 4).

Tabla 4*Dimensiones condilares en sentido coronal*

Variable	Cerrado	Normal	Abierto	Prueba	P
Diámetro anteroposterior	5,03 ± 1,08	4,80 ± 0,62	5,46 ± 1,31	ANOVA	0,082
Diámetro mediolateral	11,90 ± 1,79	11,84 ± 1,75	13,07 ± 1,72	ANOVA	0,025
Relación APD/MLD	0,43 ± 0,10	0,42 ± 0,08	0,43 ± 0,12	Kruskal-Wallis	0,674

Fuente: Elaboración Propia, 2026.

Fosa Glenoidea

Los resultados evidenciaron diferencias en las dimensiones sagitales de la fosa glenoidea entre los grupos de estudio. El ancho de la fosa fue mayor en el grupo abierto que en el normal ($p=0,048$), mientras que la altura de la fosa fue mayor en el grupo abierto que en el cerrado ($p=0,014$) (Tabla 5).

Tabla 5*Dimensiones de fosa glenoidea*

Variable	Cerrado	Normal	Abierto	Prueba	P
Ancho de la fosa glenoidea promedio (mm)	20,26 ± 1,74	19,62 ± 1,32	20,61 ± 0,92	Kruskal-Wallis	0,048
Altura de la fosa glenoidea promedio (mm)	8,06 ± 1,25	8,37 ± 1,55	9,20 ± 1,21	Kruskal-Wallis	0,014

GFW: ancho de la fosa glenoidea; GFH: altura de la fosa glenoidea. Fuente: Elaboración propia, 2026.

Eminencia articular

En contraste, la altura y la inclinación de la eminencia articular no mostraron diferencias significativas. Estos resultados indican que el patrón interincisal se relaciona con algunas dimensiones de la fosa glenoidea, pero no con una modificación generalizada de toda la anatomía de la eminencia articular (Tabla 6).

Tabla 6

Dimensiones e inclinación de la eminencia articular

Variable	Cerrado	Normal	Abierto	Prueba	P
Altura de la eminencia articular promedio (mm)	5,44 ± 1,33	5,76 ± 1,56	5,76 ± 1,30	ANOVA	0,652
Inclinación de la eminencia articular promedio (°)	37,36 ± 7,43	41,15 ± 9,99	39,85 ± 8,93	Kruskal-Wallis	0,272

AEH y AEI: altura e inclinación de la eminencia articular. Fuente: Elaboración propia, 2026.

Posición condilar

Entre las variables de posición, el ángulo vertical condilar fue el hallazgo más consistente: disminuyó de 12,96° en el grupo cerrado a 6,82° en el grupo abierto ($p < 0,001$), lo que sugiere rotación condilar en la fosa glenoide con respecto al plano axial. El espacio articular superior también fue diferente entre grupos ($p = 0,001$), con un valor menor en el grupo abierto respecto del normal. El espacio articular posterior presentó una diferencia ($p = 0,022$), localizada principalmente entre cerrado y normal. Por el contrario, el espacio anterior, el ángulo horizontal, el ángulo condilar bilateral y el ángulo cóndilo-coronoides no mostraron cambios significativos (Tabla 7).

Tabla 7*Comparación de las variables de la posición condilar*

Variable	Cerrado	Normal	Abierto	Prueba	P
Ángulo horizontal condilar promedio (°)	56,50 ± 11,87	61,90 ± 12,00	61,57 ± 9,14	ANOVA	0,162
Ángulo condilar bilateral (°)	113,87 ± 23,05	124,51 ± 24,30	121,26 ± 16,33	Kruskal-Wallis	0,204
Ángulo vertical condilar promedio (°)	12,96 ± 5,93	9,08 ± 2,44	6,82 ± 4,21	Kruskal-Wallis	<0,001
Espacio articular anterior promedio (mm)	2,15 ± 0,55	2,09 ± 0,49	2,13 ± 0,65	ANOVA	0,947
Espacio articular superior promedio (mm)	1,73 ± 0,62	2,04 ± 0,52	1,50 ± 0,33	Kruskal-Wallis	0,001
Espacio articular posterior promedio (mm)	2,14 ± 0,90	2,68 ± 0,84	2,25 ± 0,61	Kruskal-Wallis	0,022
Ángulo cóndilo coronoides promedio (°)	104,30 ± 7,51	102,39 ± 8,11	99,93 ± 9,02	ANOVA	0,177

Fuente: Elaboración propia, 2026.

El valor numérico de Pullinger no mostró diferencias estadísticamente significativas en el lado derecho ni en el promedio bilateral ($p = 0,090$). En el lado izquierdo sí se observó una diferencia global significativa ($p = 0,036$), donde las CBCT del grupo ángulo en norma presentaron cóndilos significativamente más anteriores ($13,60 \pm 18,78\%$), mientras que las del grupo ángulo cerrado presentaron una posición más posterior ($-3,33 \pm 25,66\%$). La diferencia estadísticamente significativa se concentró específicamente al comparar el grupo ángulo en norma con el grupo ángulo cerrado.

Por su parte, para el lado derecho, los sujetos del grupo ángulo en norma presentaron cóndilos con una tendencia más anterior ($7,80 \pm 26,13\%$), mientras que los del grupo ángulo

cerrado mostraron una posición con tendencia más posterior ($-2,33 \pm 25,94\%$) y los del grupo ángulo abierto una posición más centrada ($0,58 \pm 32,97\%$). Sin embargo, a diferencia del lado izquierdo, en el lado derecho estas variaciones no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,438$) (Tabla 8).

Tabla 8

Análisis de Pullinger

Variable	Cerrado	Normal	Abierto	Prueba	P
Pullinger derecho (%)	$-2,33 \pm 25,94$	$7,80 \pm 26,13$	$0,58 \pm 32,97$	ANOVA	0,438
Pullinger izquierdo (%)	$-3,33 \pm 25,66$	$13,60 \pm 18,78$	$6,60 \pm 23,29$	ANOVA	0,036
Pullinger promedio (%)	$-2,83 \pm 23,17$	$10,70 \pm 19,98$	$3,59 \pm 26,16$	Kruskal-Wallis	0,090

Valores positivos indican tendencia anterior y valores negativos, tendencia posterior.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

Comparaciones post hoc

Las comparaciones por pares permitieron identificar dónde se encontraban las diferencias globales. El contraste más repetido fue entre los grupos ángulo en norma y ángulo abierto, especialmente para el ancho, la longitud y el diámetro mediolateral del cóndilo, así como para el espacio articular superior y el ancho de la fosa glenoidea. El ángulo vertical condilar fue la única variable que diferenció significativamente a los tres grupos entre sí, lo que confirma su comportamiento progresivo. La altura de la fosa glenoidea separó principalmente a los grupos ángulo cerrado y ángulo abierto, mientras que Pullinger izquierdo mostró una diferencia puntual entre ángulo cerrado y ángulo en norma (Tabla 9).

Tabla 9

Comparaciones por pares que permanecieron significativas después de Bonferroni

Variable	Grupo 1	Grupo 2	Prueba	p ajustado
Ancho condilar promedio (mm)	Normal	Abierto	Mann-Whitney U	0,009
Longitud condilar promedio (mm)	Normal	Abierto	Welch t-test	0,009
Diámetro mediolateral promedio (mm)	Normal	Abierto	Welch t-test	0,047
Ángulo vertical condilar promedio (°)	Cerrado	Normal	Mann-Whitney U	0,040
Ángulo vertical condilar promedio (°)	Cerrado	Abierto	Mann-Whitney U	<0,001
Ángulo vertical condilar promedio (°)	Normal	Abierto	Mann-Whitney U	0,021
Espacio articular superior promedio (mm)	Normal	Abierto	Mann-Whitney U	<0,001
Espacio articular posterior promedio (mm)	Cerrado	Normal	Mann-Whitney U	0,050
Ancho de la fosa glenoidea promedio (mm)	Normal	Abierto	Mann-Whitney U	0,033
Altura de la fosa glenoidea promedio (mm)	Cerrado	Abierto	Mann-Whitney U	0,006
Pullinger izquierdo (%)	Cerrado	Normal	Welch t-test	0,032

Se muestran únicamente las comparaciones significativas después de la corrección por múltiples pruebas. Fuente: Elaboración propia, 2026.

Correlación con el ángulo interincisal

El ángulo vertical condilar promedio presentó una correlación negativa de magnitud moderada con el ángulo interincisal ($\rho = -0,462$; $p < 0,001$). Esto indica que, conforme aumenta el ángulo interincisal, el ángulo vertical del cóndilo tiende a disminuir.

Por otra parte, la altura promedio de la fosa glenoidea mostró una correlación positiva débil con el ángulo interincisal ($\rho = 0,318$; $p = 0,005$). De manera similar, el diámetro mediolateral promedio presentó una correlación positiva débil ($\rho = 0,243$; $p = 0,036$) (Tabla 10).

En términos sencillos, los pacientes con ángulos interincisales mayores tendieron a presentar una fosa glenoidea ligeramente más alta y un mayor diámetro mediolateral del cóndilo.

Tabla 10

Correlaciones significativas con el ángulo interincisal

Variable	N	Spearman ρ	P
Ángulo vertical condilar promedio (°)	75	-0,462	<0,001
Altura de la fosa glenoidea promedio (mm)	75	0,318	0,005
Diámetro mediolateral promedio (mm)	75	0,243	0,036

Un coeficiente positivo indica que ambas variables tienden a aumentar conjuntamente, mientras que un coeficiente negativo indica que una variable tiende a disminuir conforme aumenta la otra.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

Comparación bilateral derecha e izquierda

El análisis derecha-izquierda identificó algunas asimetrías puntuales, pero no un patrón uniforme en todos los grupos. En el grupo cerrado se observaron diferencias en la altura de la eminencia y en el diámetro anteroposterior; en el grupo normal, en el ángulo horizontal condilar y en la altura de la fosa; y en el grupo abierto, en el diámetro mediolateral y en la altura de la fosa. Como las diferencias cambian de variable y de dirección según el grupo, no existe evidencia de un predominio sistemático de un lado. Por lo tanto, resulta razonable mantener el promedio de ambos lados como análisis principal (Tabla 11).

Tabla 11*Diferencias bilaterales significativas*

Grupo	Variable	Derecho	Izquierdo	D-I	P
Cerrado	Altura de la eminencia	5,71	5,17	0,54	<0,001
Cerrado	Diámetro anteroposterior	5,23	4,82	0,41	0,034
Normal	Ángulo horizontal condilar	66,20	57,60	8,60	0,003
Normal	Altura de la fosa	8,20	8,54	-0,34	0,037
Abierto	Diámetro mediolateral	12,55	13,59	-1,04	0,021
Abierto	Altura de la fosa	9,42	8,97	0,45	0,040

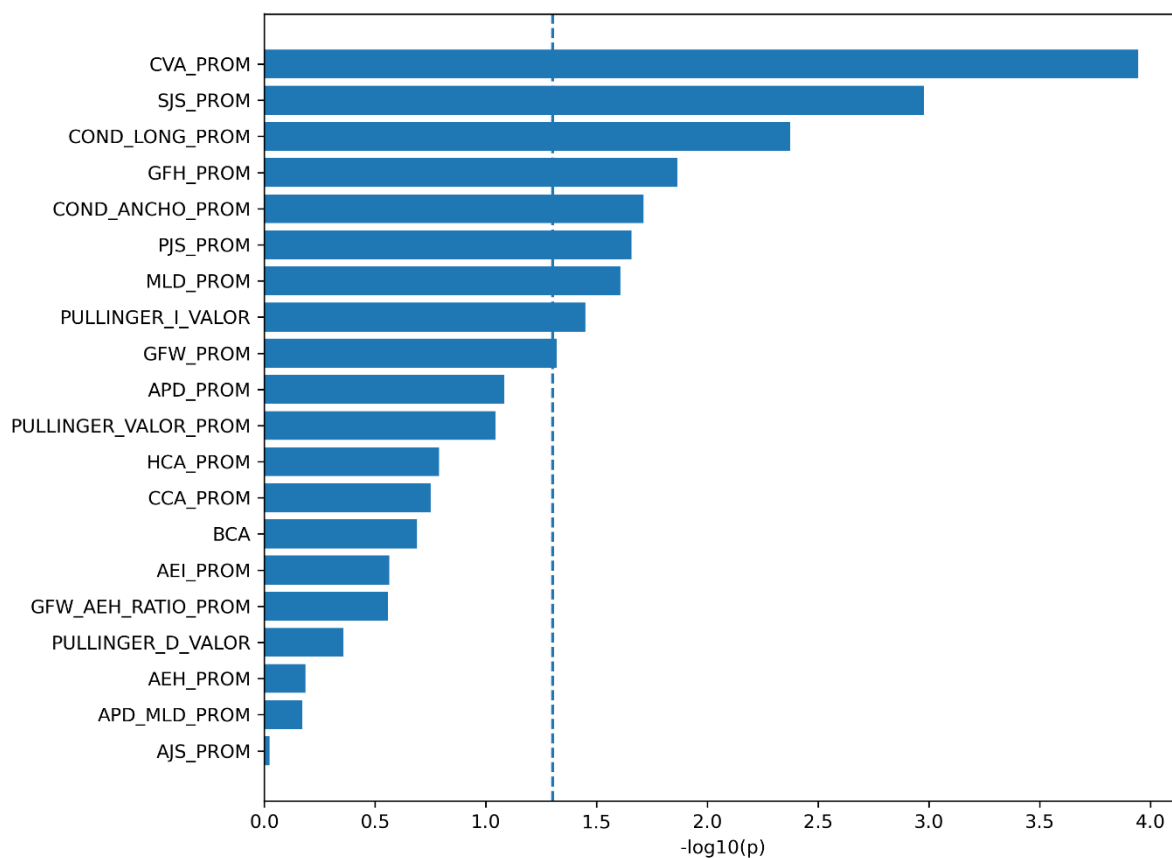
Análisis exploratorio pareado. Fuente: Elaboración propia, 2026.

Ranking de evidencia estadística de las variables principales

El resumen gráfico sitúa al ángulo vertical condilar como la variable con evidencia más consistente, seguido por el espacio articular superior y algunas dimensiones condilares y de la fosa glenoidea. Las variables con menor respaldo estadístico se concentran en medidas que no mostraron diferencias estables o presentaron efectos pequeños. Esta jerarquización permite distinguir los hallazgos centrales de los resultados secundarios: la orientación vertical del cóndilo constituye el resultado principal, mientras que MLD, GFH, GFW y los espacios articulares aportan información complementaria (Figura 16).

Figura 16

Ranking de evidencia estadística de las variables principales



Discusión

En individuos con maloclusión esquelética Clase II, los cóndilos generalmente presentan dimensiones anteroposteriores y mediolaterales menores en comparación con aquellos con relación Clase I o III, lo que sugiere procesos de remodelación adaptativa desencadenados por las fuerzas oclusales alteradas y la posición mandibular característica de este tipo de maloclusión (Kallur & Varghese, 2025, p.4).

Al analizar el ancho condilar en sentido sagital en relación con el ángulo interincisal, se observó que los pacientes con ángulo en norma presentaron dimensiones que coinciden

cercanamente con los valores reportados por Hasebe et al. (2019) de pacientes clase II con patrón hiperdivergente ($8,15 \pm 1,35$ mm). Sin embargo, los grupos con ángulo cerrado y, en mayor medida, con ángulo abierto exhibieron un ancho condilar sustancialmente mayor. En relación con la altura condilar, los valores observados en la muestra fueron inferiores a los parámetros normativos esperados, lo cual es coherente con la conformación de los grupos evaluados. No obstante, se registraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos, siendo el grupo con ángulo abierto el que presentó la mayor proximidad a los valores de referencia descritos por (Hasebe et al., 2019, p.309).

Al comparar las dimensiones, en el plano coronal (Lin et al., 2020) reportaron que los pacientes con maloclusión esquelética Clase II y patrón hiperdivergente registraron diámetros mediolaterales y anteroposteriores significativamente menores respecto a los demás grupos. En la muestra evaluada, aunque el diámetro anteroposterior no mostró diferencias estadísticamente significativas, el diámetro mediolateral evidenció una tendencia distinta, registrando las mayores dimensiones en el grupo con ángulo abierto en comparación con los grupos normal y cerrado, mostrando una diferencia estadísticamente significativa. Estos hallazgos sugieren que las variaciones en la inclinación incisiva y la guía anterior podrían condicionar patrones de carga biomecánica que estimulan un mayor desarrollo o remodelación de la cabeza condilar.

La biomecánica señala que las variaciones en el tamaño y la forma del cóndilo modifican la distribución de las tensiones intraarticulares, induciendo una remodelación adaptativa en la fosa glenoidea (Virlan et al., 2021, p.1). En consonancia con este principio, los hallazgos de la presente investigación revelaron que el grupo con ángulo abierto presentó cóndilos de mayor dimensión acompañados de una fosa glenoidea significativamente más ancha y profunda, a

diferencia de las dimensiones más reducidas observadas en los grupos normal y cerrado, lo que coincide con Hu et al. (2024). Esta estrecha correspondencia anatómica respalda la interdependencia funcional entre el cóndilo y la cavidad glenoidea, donde un mayor desarrollo o volumen de la cabeza condilar en patrones de ángulo abierto exige una adaptación estructural proporcional de la fosa para preservar la estabilidad de la articulación temporomandibular (İlgüy et al., 2014, p.1).

Con respecto a la eminencia articular Hu et al. (2024) observaron que la inclinación de la eminencia articular (AEI) tendía a aumentar a medida que se incrementaba el ángulo interincisal, registrando valores mayores tanto en el grupo de ángulo cerrado como en el de ángulo abierto en comparación con el grupo normal, siendo la inclinación significativamente más pronunciada en los pacientes con ángulo abierto ($p < 0,05$). En contraste con dichas observaciones, en el presente trabajo no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los patrones de ángulo cerrado, normal y abierto para la inclinación de la eminencia ($p = 0,272$), ni para su altura ($p = 0,652$). Estos resultados sugieren que, en la muestra evaluada, las variaciones del ángulo interincisal no condicionan de manera directa la inclinación ni la morfología global de la eminencia articular. En este sentido, (Katsavrias, 2002, p.259; Sülün et al., 2001, p.98) han señalado asociaciones entre una eminencia más pronunciada y determinadas características oclusales; sin embargo, estos hallazgos no permiten establecer que la inclinación de la eminencia dependa exclusivamente de la configuración oclusal. Asimismo, los valores descritos en adultos se encuentran dentro de un rango amplio de variabilidad (30° – 60°), lo que respalda la posibilidad de que, en una población adulta con características esqueléticas homogéneas, el ángulo

interincisal por sí solo no explique las diferencias en la inclinación o altura de la eminencia articular.

La evaluación de la posición condilar en relación con el ángulo interincisal reveló modificaciones tridimensionales relevantes en la orientación del cóndilo dentro de la fosa glenoidea. El hallazgo más consistente en esta investigación fue la variación del ángulo vertical condilar, que mostró una reducción progresiva desde el grupo cerrado ($12,96^\circ$) hasta el grupo abierto ($6,82^\circ$), con diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p < 0,001$) y una correlación negativa moderada con el ángulo interincisal. Este comportamiento podría reflejar una modificación progresiva en la orientación del cóndilo con respecto al plano axial a medida que aumenta el ángulo interincisal, lo que podría contribuir a las variaciones observadas en la distribución de los espacios articulares.

En contraste con los hallazgos de la presente investigación, Hu et al. (2024) observaron que tanto el grupo cerrado como el grupo abierto presentaron ángulos verticales condilares menores respecto al grupo normal, siendo esta reducción más marcada en el grupo abierto. Los autores interpretaron este comportamiento como evidencia de rotación condilar dentro de la fosa glenoidea, acompañada de modificaciones en la posición condilar en los planos axial y coronal. Aunque ambos estudios evidencian una relación entre el ángulo interincisal y la orientación condilar, el patrón observado difiere: mientras que en el presente estudio la variación fue progresiva desde el grupo cerrado hacia el normal y el abierto, Hu et al. (2024) identificaron valores inferiores en ambos extremos del ángulo interincisal respecto al grupo normal. Esta discrepancia podría estar relacionada con las características de las poblaciones estudiadas y, particularmente, con el hecho de que la muestra de esta investigación estuvo conformada

exclusivamente por pacientes con Clase II esquelética y patrón facial hiperdivergente. Por tanto, los resultados sugieren que la relación entre el ángulo interincisal y la orientación condilar no necesariamente sigue un comportamiento uniforme, sino que podría estar modulada por las características esqueléticas y morfológicas de la población evaluada.

Con respecto al espacio articular superior se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p=0,001$), con un valor menor en el grupo abierto respecto al grupo normal. Asimismo, el espacio articular posterior presentó diferencias significativas ($p=0,022$), principalmente entre los grupos cerrado y normal. En concordancia, (Al-Hadad et al., 2022, p.3) encontraron diferencias en la distribución de los espacios articulares en pacientes clase II con distintos patrones verticales, observando en el grupo hiperdivergente una posición condilar superior y anterior estadísticamente significativa de $1,33 \pm 0,72$ y $4,85 \pm 1,99$ mm, respectivamente. En el presente estudio, si bien todos los pacientes presentaron un patrón hiperdivergente y la clasificación se realizó según el ángulo interincisal, la presencia de diferencias significativas en los espacios superior y posterior sugiere que, incluso dentro de un mismo patrón vertical, las características de la relación incisiva podrían asociarse con variaciones en la distribución del espacio articular y, por tanto, en la relación espacial entre el cóndilo y la fosa mandibular.

Sin embargo, estos resultados difieren de los reportados por Hu et al. (2024), quienes no encontraron diferencias estadísticamente significativas en los espacios articulares anterior, superior y posterior entre los grupos, concluyendo que no existían diferencias en la posición sagital del cóndilo dentro de la fosa glenoidea. Esta discrepancia podría explicarse por las diferencias en las características de las muestras y, particularmente, por el patrón esquelético de

los pacientes incluidos. Mientras Hu et al. (2024) analizaron la relación entre el ángulo interincisal en pacientes clase II normodivergentes, el presente estudio evaluó exclusivamente pacientes clase II hiperdivergentes. Por tanto, los resultados sugieren que la influencia de la relación incisiva sobre la distribución del espacio articular podría estar condicionada por las características verticales del patrón esquelético.

Conclusión

Las variaciones del ángulo interincisal se asociaron con cambios específicos en la morfología y en la relación espacial de la articulación temporomandibular en pacientes adultos con Clase II esquelética y patrón facial hiperdivergente. Esta asociación no fue uniforme para todas las variables evaluadas; sin embargo, se evidenció un patrón consistente en determinadas características condilares y articulares, lo que respalda la importancia de considerar la relación incisiva anterior dentro de una evaluación integral de la ATM.

Estos resultados amplían la comprensión de la interacción entre la oclusión anterior y la anatomía de la ATM, al evidenciar que incluso dentro de una población con características esqueléticas homogéneas pueden existir variaciones articulares asociadas a la expresión del ángulo interincisal. Por ello, la evaluación de la relación incisiva no debería limitarse a sus implicaciones dentoalveolares, sino integrarse dentro del diagnóstico tridimensional del paciente, particularmente cuando se planifican movimientos ortodóncicos.

Desde el punto de vista clínico, estos hallazgos respaldan la necesidad de una planificación individualizada que contemple simultáneamente la relación dentaria, el patrón esquelético y las características anatómicas de la ATM. El CBCT representa una herramienta de

gran valor en este contexto, al permitir caracterizar tridimensionalmente las estructuras óseas articulares y reconocer variaciones que podrían pasar inadvertidas mediante evaluaciones convencionales. Sin embargo, la presencia de una asociación no implica necesariamente una relación causal, por lo que estos resultados deben interpretarse dentro del contexto morfológico particular de los pacientes estudiados.

Finalmente, se considera necesario continuar investigando esta relación mediante muestras más amplias y poblaciones con diferentes patrones esqueléticos, así como mediante estudios longitudinales que permitan determinar la estabilidad de estas características y su comportamiento durante el tratamiento ortodóncico. La integración de variables morfológicas, posicionales y funcionales de la ATM podría contribuir a establecer con mayor precisión el papel que desempeña el ángulo interincisal dentro de la compleja interacción entre oclusión, estructura craneofacial y articulación temporomandibular.

Recomendaciones

A partir de las características del banco de imágenes evaluado, se recomienda para futuras investigaciones basadas en tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) ampliar el tamaño muestral e incorporar grupos de estudio con diversos patrones esqueléticos sagitales (Clase I y Clase III) y verticales (hipodivergentes y normodivergentes), lo que permitirá determinar mediante análisis tomográfico si las variaciones en las dimensiones condilares y en la orientación vertical son exclusivas de los pacientes Clase II dolicofaciales o representan un patrón de adaptación morfométrica generalizado en CBCT. Asimismo, se sugiere realizar estudios tomográficos comparativos en diferentes tiempos (CBCT iniciales y de control) para evaluar

mediante superposición tridimensional la estabilidad o remodelación de los espacios articulares y la posición del cóndilo tras la modificación del ángulo interincisal.

Referencias

- Ahmed, J., Sujir, N., Shenoy, N., Binnal, A., & Ongole, R. (2021). Morphological Assessment of TMJ Spaces, Mandibular Condyle, and Glenoid Fossa Using Cone Beam Computed Tomography (CBCT): A Retrospective Analysis. *The Indian Journal of Radiology & Imaging*, 31(1), 78–85. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1729488>
- Al-Hadad, S. A., ALyafrouse, E. S., Abdulqader, A. A., Al-Gumaei, W. S., Al-Mohana, R. A. A. M., & Ren, L. (2022). Comprehensive three-dimensional positional and morphological assessment of the temporomandibular joint in skeletal Class II patients with mandibular retrognathism in different vertical skeletal patterns. *BMC Oral Health*, 22(1), 149. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02174-6>
- Dygas, S., Szarmach, I., & Radej, I. (2022). Assessment of the Morphology and Degenerative Changes in the Temporomandibular Joint Using CBCT according to the Orthodontic Approach: A Scoping Review. *BioMed Research International*, 2022, 6863014. <https://doi.org/10.1155/2022/6863014>
- Ejima, K., Schulze, D., Stippig, A., Matsumoto, K., Rottke, D., & Honda, K. (2013). Relationship between the thickness of the roof of glenoid fossa, condyle morphology and remaining teeth in asymptomatic European patients based on cone beam CT data sets. *Dento Maxillo Facial Radiology*, 42(3), 90929410. <https://doi.org/10.1259/dmfr/90929410>
- Garib, D. G., Calil, L. R., Leal, C. R., & Janson, G. (2014). Is there a consensus for CBCT use in Orthodontics? *Dental Press Journal of Orthodontics*, 19(5), 136–149. <https://doi.org/10.1590/2176-9451.19.5.136-149.sar>

- Gorucu-Coskuner, H., & Ciger, S. (2017). Computed tomography assessment of temporomandibular joint position and dimensions in patients with class II division 1 and division 2 malocclusions. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(3), e417–e423. <https://doi.org/10.4317/jced.53524>
- Hasebe, A., Yamaguchi, T., Nakawaki, T., Hikita, Y., Katayama, K., & Maki, K. (2019). Comparison of condylar size among different anteroposterior and vertical skeletal patterns using cone-beam computed tomography. *The Angle Orthodontist*, 89(2), 306–311. <https://doi.org/10.2319/032518-229.1>
- Hershfeld, J. J. (1979). Edward H. Angle and the malocclusion of the teeth. *Bulletin of the History of Dentistry*, 27(2), 79–84.
- Hu, X., Chen, Z., Mo, M., Zhou, X., & Chen, L. (2024a). Relationship between interincisal angles and TMJ morphology/position and trabecular structure: a retrospective study. *BMC Oral Health*, 24(1), 1016. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04788-4>
- Hu, X., Chen, Z., Mo, M., Zhou, X., & Chen, L. (2024b). Relationship between interincisal angles and TMJ morphology/position and trabecular structure: a retrospective study. *BMC Oral Health*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04788-4>
- Ikeda, K. (2014). *TMJ 1st Orthodontics Concepts, Mechanics, and Stability* (T. K. Ltd, Ed.; Primera Ed).
- İlgüy, D., İlgüy, M., Fişekçioğlu, E., Dölekoğlu, S., & Ersan, N. (2014). Articular eminence inclination, height, and condyle morphology on cone beam computed tomography.

TheScientificWorldJournal, 2014, 761714. <https://doi.org/10.1155/2014/761714>

- Iwasa, A., & Tanaka, E. (2022). Signs, Symptoms, and Morphological Features of Idiopathic Condylar Resorption in Orthodontic Patients: A Survey-Based Study. *Journal of Clinical Medicine*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/jcm11061552>
- Kadekuzhi, S., Karuveetil, V., Prabha, R. D., Vallikat Velath, A., N K, S. V., Ghosh, P., & Suresh, S. (2024). Morphological changes in temporomandibular joint architecture in patients with temporomandibular disorders: systematic review protocol. *BMJ Open*, 14(9), e082396. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-082396>
- Kallur, A. R., & Varghese, R. M. (2025). Assessment of condylar and glenoid fossa dimension in various sagittal skeletal malocclusions. *Journal of Orthodontic Science*, 14, 16. https://doi.org/10.4103/jos.jos_105_24
- Katsavrias, E. G. (2002). Changes in Articular Eminence Inclination during the Craniofacial Growth Period. *Angle Orthodontist*, 72(3), 258–264. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2002\)072<0258:CIAEID>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2002)072<0258:CIAEID>2.0.CO;2)
- Lin, M., Xu, Y., Wu, H., Zhang, H., Wang, S., & Qi, K. (2020). Comparative cone-beam computed tomography evaluation of temporomandibular joint position and morphology in female patients with skeletal class II malocclusion. *The Journal of International Medical Research*, 48(2), 300060519892388. <https://doi.org/10.1177/0300060519892388>
- Mehta, S., Gandhi, V., Patel, A., Chen, P.-J., Lin, M.-H., Kuo, C.-L., Tadinada, A., & Yadav, S. (2023). Three-dimensional Assessment of Temporomandibular Joint Volume, and Condylar

and Glenoid-fossa Morphology: A Cone-beam Computed Tomography Study.

Contemporary Clinical Dentistry, 14(4), 256–264. https://doi.org/10.4103/ccd.ccd_254_23

Oliveira, D. F. L. M., Fernandes, E. E., Lopes, S. L. P. de C., Rode, S. de M., Oliveira, W. de, Ertty, E., Cardoso, M. de A., Tien-Li, A., & Meloti, F. (2024). Prevalence of condylar morphological changes in individuals with class II malocclusion. *Brazilian Oral Research*, 38, e060. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2024.vol38.0060>

Pullinger, A., & Hollender, L. (1986). Variation in condyle-fossa relationships according to different methods of evaluation in tomograms. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 62(6), 719–727. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(86\)90270-7](https://doi.org/10.1016/0030-4220(86)90270-7)

Rivero-Millán, P., Barrera-Mora, J.-M., Espinar-Escalona, E., González-Del Pino, C.-A., Martín-Salvador, D., & Llamas-Carreras, J.-M. (2021). Comparison of condylar position in normal occlusion, Class II Division 1, Class II Division 2 and Class III malocclusions using CBCT imaging. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 13(12), e1216–e1226. <https://doi.org/10.4317/jced.58970>

Rodrigues, A. F., Fraga, M. R., & Vitral, R. W. F. (2009). Computed tomography evaluation of the temporomandibular joint in Class I malocclusion patients: condylar symmetry and condyle-fossa relationship. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics : Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 136(2), 192–198. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.07.032>

- Rustia, S., Lam, J., Tahir, P., Kharafi, L. Al, Oberoi, S., & Ganguly, R. (2022). Three-dimensional morphologic changes in the temporomandibular joint in asymptomatic patients who undergo orthodontic treatment: A systematic review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 134(3), 397–406.
<https://doi.org/10.1016/j.oooo.2022.05.003>
- Shi, Q., Gu, Z., Lai, D., Dai, Q., & Yu, F. (2024). Three-dimensional evaluation of condylar morphology after orthodontic treatment in adult patients with Class II malocclusion by cone-beam computed tomography. *BMC Oral Health*, 24(1), 1–7.
<https://doi.org/10.1186/s12903-023-03728-y>
- Sülün, T., Cemgil, T., Duc, J. M. P., Rammelsberg, P., Jäger, L., & Gernet, W. (2001). Morphology of the mandibular fossa and inclination of the articular eminence in patients with internal derangement and in symptom-free volunteers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 92(1), 98–107.
<https://doi.org/10.1067/moe.2001.114621>
- Tiwari, A., & Dangore-Khasbage, S. (2023). 3D comparative evaluation and correlation of condylar morphology in bruxers and non-bruxers. *F1000Research*, 12, 1099.
<https://doi.org/10.12688/f1000research.133773.1>
- Uzuner, F. D., Aslan, B. I., & Dinçer, M. (2019). Dentoskeletal morphology in adults with Class I, Class II Division 1, or Class II Division 2 malocclusion with increased overbite. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics : Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board*

of Orthodontics, 156(2), 248-256.e2. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.03.006>

Vîrlan, M. J. R., Păun, D. L., Bordea, E. N., Pellegrini, A., Spînu, A. D., Ivaşcu, R. V.,
Nimigean, V., & Nimigean, V. R. (2021). Factors influencing the articular eminence of the
temporomandibular joint (Review). *Experimental and Therapeutic Medicine*, 22(4), 1084.
<https://doi.org/10.3892/etm.2021.10518>

Xu, F., Fang, Y., Sui, X., & Yao, Y. (2024). Comparison of Twin Block appliance and Herbst
appliance in the treatment of Class II malocclusion among children: a meta-analysis. *BMC
Oral Health*, 24(1), 278. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04027-w>

Zamora, C. E. (2010). *Compendio de Cefalometría* (Amolca, Ed.; 2da Edición).