



Facultad de Ciencias de la Salud

Especialidad en Ortodoncia

Tema:

**Relación de la eminencia articular y el ángulo condilar axial según su patrón vertical:
estudio en tomografía CONE BEAM en población ecuatoriana.**

Tesis para la obtención del Título de:

“Especialista En Ortodoncia”

Presentado por:

Julissa Paola Pinzón Morocho

Tutora:

Dra. Johanna Fiallos

Quito, marzo 2026

Resumen

La articulación temporomandibular (ATM) desempeña un papel fundamental en las funciones orofaciales. La anatomía ósea (eminencia) y la posición del cóndilo (ángulo axial) no son estáticas; se adaptan al patrón facial. Estudiar esto permite saber si una patología articular se debe a la forma del hueso o a cómo el paciente cierra la boca según su crecimiento ya sea hipo o hiperdivergente. **Objetivo:** evaluar la relación entre la inclinación de la eminencia articular (IEA) y el ángulo condilar axial, bajo las variables de patrón facial, clase esquelética y sexo ya que, es crucial entender la dinámica individualizada de cada paciente porque las dimensiones óseas y la densidad de la eminencia varían entre hombres y mujeres. Las mujeres suelen presentar eminencias más bajas y ángulos condilares distintos, lo que explica por qué estadísticamente sufren más de problemas articulares. **Metodología:** Se realizó un estudio observacional, transversal y analítico mediante tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT). Se evaluaron 120 pacientes, presentó una edad media de $32,43 \pm 11,68$ años, con un rango de 18 a 50 años de edad (65 mujeres y 55 hombres), dentro de las variables articulares se incluyeron la inclinación de la eminencia articular, el ángulo condilar axial, la distancia axial, la longitud condilar y los espacios articulares anterior, superior y posterior, considerando el lado derecho e izquierdo (240 ATM). Los sujetos fueron clasificados según patrón vertical facial, clase esquelética y sexo. El análisis estadístico se realizó mediante pruebas no paramétricas (Kruskal–Wallis, Mann–Whitney U, Wilcoxon y correlación de Spearman), con un nivel de significancia de $p < 0,05$. **Resultados:** Se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre el patrón vertical facial en la inclinación de la eminencia articular izquierda, la longitud condilar derecha y los espacios articulares superior y posterior. Según la clase esquelética, se observaron diferencias significativas en el ángulo condilar axial, la longitud

condilar y los espacios articulares superior e izquierdo. En relación con el sexo, los hombres presentaron valores mayores en la distancia axial, longitud condilar y espacios articulares superior y posterior. La correlación entre la inclinación de la eminencia articular y el ángulo condilar axial fue significativa únicamente en el grupo normodivergente. **Conclusión:** Las variables articulares evaluadas presentan variaciones significativas en función del patrón vertical facial, la clase esquelética y el sexo. La relación entre la eminencia articular y el ángulo condilar axial es limitada y dependiente del patrón facial, lo que resalta la importancia de una evaluación tomográfica individualizada en la planificación clínica.

Palabras claves: ATM, ángulo condilar axial, eminencia articular, CBCT, patrón vertical, cóndilo.

DECLARACIÓN DE ACEPTACIÓN DE NORMA ÉTICA Y DERECHO

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.

Julissa Paola Pinzón Morocho

C.I: 2100360193

Dedicatoria

A Dios por ser mi motor mi guía espiritual cada instante y darme las fuerzas para seguir adelante.

A mi familia, a mis padres, hermana, hermano y Wlady por ser mi apoyo incondicional durante este proceso, mis logros son para ustedes.

A mis amigas y amigos que estuvieron en todo momento alentándome a continuar este camino que hoy se puede ver reflejado en un sueño hecho realidad.

A cada uno de mis docentes, por ser un ejemplo a seguir y siempre brindarme orientación valiosa durante este proceso.

Índice

Resumen.....	9
Abstract.....	11
Introducción.....	13
Marco Teórico.....	15
Metodología.....	24
Resultados.....	32
Discusión.....	45
Conclusiones	50
Referencias.....	52

Índice de Figuras

Figura 1. <i>La inclinación de la eminencia articular se presenta como la línea techo-fosa y eminencia-cima (método 2).....</i>	18
Figura 2. <i>Ángulo del eje axial con respecto al plano mediosagital (PMS)</i>	21
Figura 3. <i>Orientación Tomográfica con especialista calificado.....</i>	26
Figura 4. <i>Módulo de orientación tomográfica en reconstrucción en 3D del plano FH y PMS.....</i>	27
Figura 5. <i>Reconstrucción 3 D: Plano Frankfort y Plano Sagital medio.....</i>	27
Figura 6. <i>Vista sagital para determinación de la clase esqueletal.....</i>	28
Figura 7. <i>Ángulo condilar axial y distancia axial en corte axial.....</i>	30
Figura 8. <i>Reconstrucción 3D de la altura del condilo.....</i>	30

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Comparación de las medidas articulares y morfométricas de la ATM (° y mm) según el patrón vertical.....</i>	32
Tabla 2. <i>Comparación de las medidas morfométricas de la eminencia articular y el cóndilo (° y mm) según su patrón vertical.....</i>	35
Tabla 3. <i>Comparación de las medidas articulares y morfométricas de la ATM (° y mm) según la clase esquelética.....</i>	34
Tabla 4. <i>Comparación de las medidas articulares y morfométricas de la ATM (° y mm) según la clase esquelética.....</i>	36
Tabla 5. <i>Comparación de las medidas morfométricas de la eminencia articular y el cóndilo (° y mm) según la clase esquelética.....</i>	40
Tabla 6. <i>Comparación de las medidas articulares y morfométricas de la ATM (° y mm) según el sexo</i>	42
Tabla 7. <i>Correlación entre la inclinación de la eminencia articular y el ángulo condilar axial según el patrón vertical facial.....</i>	44

“Relación de la eminencia articular y el ángulo condilar axial según su patrón vertical: estudio en tomografía CONE BEAM en población ecuatoriana”

Julissa Paola Pinzón Morocho

julipin_0.12@hotmail.com

Resumen

La articulación temporomandibular (ATM) desempeña un papel fundamental en las funciones orofaciales. La anatomía ósea (eminencia) y la posición del cóndilo (ángulo axial) no son estáticas; se adaptan al patrón facial. Estudiar esto permite saber si una patología articular se debe a la forma del hueso o a cómo el paciente cierra la boca según su crecimiento ya sea hipo o hiperdivergente. **Objetivo:** evaluar la relación entre la inclinación de la eminencia articular (IEA) y el ángulo condilar axial, bajo las variables de patrón facial, clase esquelética y sexo ya que, es crucial entender la dinámica individualizada de cada paciente porque las dimensiones óseas y la densidad de la eminencia varían entre hombres y mujeres. Las mujeres suelen presentar eminencias más bajas y ángulos condilares distintos, lo que explica por qué estadísticamente sufren más de problemas articulares. **Metodología:** Se realizó un estudio observacional, transversal y analítico mediante tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT). Se evaluaron 120 pacientes, presentó una edad media de $32,43 \pm 11,68$ años, con un rango de 18 a 50 años de edad (65 mujeres y 55 hombres), dentro de las variables articulares se incluyeron la inclinación de la eminencia articular, el ángulo condilar axial, la distancia axial, la longitud condilar y los espacios articulares anterior, superior y posterior, considerando el lado derecho e izquierdo (240 ATM). Los sujetos fueron clasificados según patrón vertical facial, clase esquelética y sexo. El análisis estadístico se realizó mediante pruebas no paramétricas

(Kruskal–Wallis, Mann–Whitney U, Wilcoxon y correlación de Spearman), con un nivel de significancia de $p < 0,05$. **Resultados:** Se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre el patrón vertical facial en la inclinación de la eminencia articular izquierda, la longitud condilar derecha y los espacios articulares superior y posterior. Según la clase esquelética, se observaron diferencias significativas en el ángulo condilar axial, la longitud condilar y los espacios articulares superior e izquierdo. En relación con el sexo, los hombres presentaron valores mayores en la distancia axial, longitud condilar y espacios articulares superior y posterior. La correlación entre la inclinación de la eminencia articular y el ángulo condilar axial fue significativa únicamente en el grupo normodivergente. **Conclusión:** Las variables articulares evaluadas presentan variaciones significativas en función del patrón vertical facial, la clase esquelética y el sexo. La relación entre la eminencia articular y el ángulo condilar axial es limitada y dependiente del patrón facial, lo que resalta la importancia de una evaluación tomográfica individualizada en la planificación clínica.

Palabras claves: ATM, ángulo condilar axial, eminencia articular, CBCT, patrón vertical, cóndilo.

Abstract

The temporomandibular joint (TMJ) plays a fundamental role in orofacial functions. The bony anatomy (articular eminence) and the condylar position (axial angle) are not static; they adapt to the facial pattern. Studying this allows us to determine whether a joint pathology is due to the shape of the bone or to how the patient closes their mouth according to their growth pattern, whether hypo- or hyperdivergent. **Objective:** To evaluate the relationship between the inclination of the articular eminence (IEA) and the axial condylar angle, under the variables of facial pattern, skeletal class, and sex, since understanding the individualized dynamics of each patient is crucial because bone dimensions and the density of the articular eminence vary between men and women. Women tend to have lower articular eminences and different condylar angles, which explains why they statistically suffer more from joint problems. **Methodology:** An observational, cross-sectional, and analytical study was conducted using cone-beam computed tomography (CBCT). One hundred and twenty patients were evaluated, with a mean age of 32.43 ± 11.68 years, ranging from 18 to 50 years of age (65 women and 55 men). The articular variables included the inclination of the articular eminence, the axial condylar angle, the axial distance, the condylar length, and the anterior, superior, and posterior joint spaces, considering both the right and left sides (240 TMJs). Subjects were classified according to vertical facial pattern, skeletal class, and sex. Statistical analysis was performed using non-parametric tests (Kruskal–Wallis, Mann–Whitney U, Wilcoxon, and Spearman correlation), with a significance level of $p < 0.05$. **Results:** Statistically significant differences were identified between vertical facial pattern in the inclination of the left articular eminence, right condylar length, and superior and posterior joint spaces. According to skeletal class, significant differences were observed in the axial condylar angle, condylar length, and superior and left joint spaces. Regarding sex,

males presented higher values in axial distance, condylar length, and superior and posterior joint spaces. The correlation between articular eminence inclination and axial condylar angle was significant only in the normodivergent group. **Conclusion:** The evaluated articular variables show significant variations depending on facial vertical pattern, skeletal class, and sex. The relationship between articular eminence and axial condylar angle is limited and dependent on facial pattern, highlighting the importance of individualized tomographic evaluation in clinical planning.

Keywords: Temporomandibular joint (TMJ), condylar axial angle, articular eminence, CBCT, vertical pattern, condyle.

Introducción

La articulación temporomandibular (ATM) desempeña un papel fundamental en las funciones orofaciales. En ortodoncia, el estudio de la morfología y orientación de sus componentes óseos ha adquirido especial relevancia, debido a su influencia en la estabilidad del tratamiento y en la adaptación funcional del sistema estomatognático (Sa, et al., 2017, p. 1) (Sümbüllü, et al., 2012, p.1)

La eminencia articular es una prominencia ósea convexa, localizada por delante de la fosa glenoidea, en el hueso temporal; por la calidad de su hueso que es denso y grueso permite fuerzas intensas al instante de llevar la mandíbula hacia delante (Okeson, 2013, p. 4). La inclinación de la eminencia articular se la mide en grado, con una norma de 30° a 60°, cuando los valores están menos de este rango esta inclinación se hace plana, mientras que por encima de la norma se habla de empinados (Katsavrias, 2022, p. 258).

El ángulo condilar axial influye en cómo el cóndilo se orienta y rota en el plano horizontal visto en corte axial, afectando la estabilidad articular y el espacio articular medial. Se estableció como la medida angular formada entre el eje mayor del cóndilo mandibular y una línea trazada en dirección perpendicular al plano medio sagital (Kim, et al, 2013, p. 211).

El patrón esquelético facial vertical facial clasificado comúnmente en hiperdivergente, normodivergente e hipodivergente se ha reconocido como un factor determinante en el crecimiento craneofacial y en la función de la ATM, lo que ha despertado un creciente interés científico por analizar su relación con la morfología articular desde una perspectiva clínica y diagnóstica (Knigge, et al., 2021, pp. 430-441).

La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) es un auxiliar de diagnóstico por la elevada calidad de imagen, lo que facilita la visualización de las estructuras anatómicas desde diferentes perspectivas, la reconstrucción tridimensional de la articulación temporomandibular y la eliminación de superposiciones óseas, posibilitando así una evaluación más precisa y detallada (Marín, et al., 2021, p. 96) (Sa, et al., 2017, p. 2).

Estudios han evaluado la inclinación de la eminencia articular con distintos patrones esqueléticos verticales; por otro lado, investigaciones han analizado el ángulo condilar axial como un indicador de la orientación del cóndilo mandibular, relacionándolo con asimetrías faciales, maloclusiones esqueléticas y adaptaciones morfofuncionales de la ATM (Park, et al., 2014, p. 67) (Marín, et al., 2021, p. 96). Sin embargo, la mayoría de los trabajos existentes abordan estas variables de manera aislada, y asociándolas a diferentes dimensiones del crecimiento facial vertical (Chou, et al., 2023, p. 1032).

En este contexto el objetivo: evaluar la relación entre la inclinación de la eminencia articular (IEA) y el ángulo condilar axial, bajo las variables de patrón facial, clase esquelética y sexo ya que, es crucial entender la dinámica individualizada de cada paciente porque las dimensiones óseas y la densidad de la eminencia varían entre hombres y mujeres.

Marco Referencial

La articulación temporomandibular (ATM) forma parte del sistema estomatognático y desempeña un papel fundamental en funciones esenciales como la masticación, la fonación y la deglución. Desde el punto de vista ortodóncico, la ATM mantiene una estrecha relación con la oclusión dental y con el crecimiento craneofacial, lo que la convierte en una estructura clave para el diagnóstico y la planificación del tratamiento (Nasevilla, et al., 2024, pp. 41-66).

La articulación temporomandibular se forma a partir de dos condensaciones mesenquimales independientes que aparecen durante el desarrollo fetal (Fuentes y Ottone, 2021, pp. 1-92). La primera, correspondiente al blastema condilar, interviene en la diferenciación del cóndilo mandibular, el disco articular, la cápsula fibrosa y la inserción del músculo pterigoideo lateral; la segunda, denominada blastema temporal, da origen a los componentes articulares superiores, incluyendo la fosa mandibular y la eminencia articular del hueso temporal (Fuentes y Ottone, 2021, pp. 1-92). La mandíbula se desarrolla en estrecha relación con el cartílago de Meckel, una estructura transitoria derivada del primer arco faríngeo que se extiende desde la sínfisis mandibular en la región anterior hasta la zona del oído medio en su porción posterior (Helmy, et al., 1989, p. 1049).

La articulación temporomandibular (ATM) conecta el cráneo con la mandíbula mediante dos articulaciones independientes que forman un complejo funcional; se compone del cóndilo de la mandíbula y la cavidad glenoidea del hueso temporal, separados por un disco articular y lubricados por líquido sinovial (Nasevilla, et al., 2024, pp. 41-66). Es una de las articulaciones más complejas del cuerpo, siendo una diartrosis sinovial bilateral que actúa de manera

coordinada, permitiendo movimientos complejos de rotación y traslación mandibular, desarrollándose durante el crecimiento acompañado de los músculos (Okeson, 2013, p. 62).

La articulación temporomandibular, la columna cervical y la postura craneal están funcionalmente vinculadas, por lo que alteraciones en cualquiera de estas estructuras pueden desencadenar trastornos temporomandibulares. Estas disfunciones se manifiestan principalmente mediante dolor articular y muscular, limitación y desviación de los movimientos mandibulares, ruidos articulares, disminución de la fuerza de mordida y síntomas cervicales o cefaleas asociadas (Tuncer, 2020, pp. 285-302).

Tiene dos compartimentos, (Fuentes y Ottone, 2021, pp. 1-92) una superior dada por el menisco al relacionarse con la cavidad glenoidea y la eminencia articular temporal; y otra inferior interactuando directamente con el cóndilo mandibular; integrando funcionalmente la mandíbula con el cráneo. La superficie articular craneal se encuentra en el hueso temporal, delimitada en su parte posterior por el hueso timpánico y por la parte anterior por la raíz del proceso cigomático con una altura de 6,5 mm la cual se aplanan con los años (Fuentes y Ottone, 2021, pp. 1-92). El techo de la cavidad glenoidea tiene un espesor aproximado de 0,8 mm de acuerdo al estudio realizado en CBCT según (Matsumoto, et al., 2006, p. 357-365).

La eminencia articular y el cóndilo mandibular se encuentran cubiertos por cartílago fibroso, y entre estos dos huesos se sitúa el disco o menisco articular, una estructura fibrosa y bicóncava formada por dos bandas (anterior y posterior) conectadas por una superficie intermedia más delgada, dividiendo así un espacio sinovial superior e inferior (Okeson, 2013, p. 5) (Yalcin & Ararat, 2019, p. 2621).

(Sa, et al., 2017, p. 1) Describe la eminencia articular (EA) como el tubérculo del hueso temporal, delimitándose la cavidad glenoidea en su parte anterior por su vertiente posterior; en sentido anteroposterior es convexa. La convexidad de esta eminencia varía considerablemente, pero es importante porque la inclinación de su superficie determina el grado de desplazamiento vertical durante la protrusión mandibular, conocido como guía condílea (Al-Hadad, et al., 2020, p. 2). Está formada por hueso denso y grueso adecuado para soportar las cargas, por ser ésta la parte activa de la ATM y del sistema masticatorio (Kranjčić, et al., 2012, pp. 1147-1152).

Dado que la eminencia articular en los seres humanos se desarrolla casi por completo después del nacimiento, su forma y estructura cambian significativamente durante el crecimiento, siendo su estructura interna la más susceptible a los efectos del estrés (Sa, et al., 2017, pp. 1-8).

La inclinación de la EA ha sido definida como: el ángulo formado por la pared o vertiente posterior de la eminencia articular y el plano horizontal Frankfurt u otro plano horizontal; el camino del cóndilo está determinado por la pendiente posterior de la EA, que dirige a la mandíbula en sus movimientos (Kranjčić, et al., 2012, pp. 1147-1152) (Gauthami, et al., 2025, pp.170-174).

Según Katsavrias, (2022, p.258) y Hinton (1981, pp.439-455) la inclinación de la EA presenta rangos normales que varían entre 30° a 60° , se menciona, que estos grados pueden ser modificados de acuerdo a las poblaciones estudiadas, el sexo, la edad, patrones esqueléticos, patrón de crecimiento facial vertical, oclusión y carga funcional a la que está sometida la articulación, siendo menor en patrón de crecimiento horizontal, y aumenta cuando el crecimiento es vertical. A la edad de dos años la inclinación de la eminencia articular alcanza una tasa de

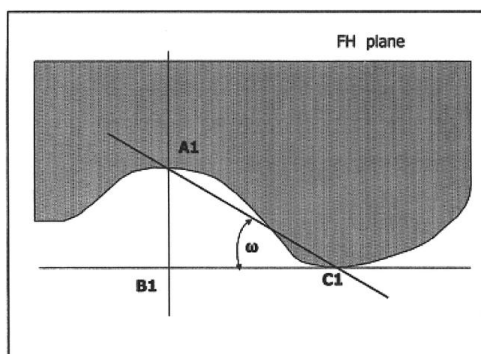
crecimiento del 40% mientras se desarrolla la dentición decidua, después continúa creciendo, en menor ritmo, de tal manera que a los 10 años ha completado el 70%, a los 20 años el 94,5% y llegando alcanzar su crecimiento en un 100% a los 30 años (Katsavrias, 2022, p. 258).

Se ha evidenciado que la inclinación de la eminencia articular (IEA) desempeña un papel determinante en el registro intermaxilar utilizado en terapias con aparatología funcional, debido a que condiciona la trayectoria de desplazamiento del cóndilo y, en consecuencia, los movimientos mandibulares (Gauthami, et al., 2025, pp.170-174). La rotación del disco es más evidente en las articulaciones que poseen una eminencia articular con una inclinación pronunciada, en contraste con aquellas que tienen una eminencia menos inclinada.

Katsavrias, (2022, p. 258) citó dos métodos para medir la inclinación de la eminencia articular: el primero consiste en medir el ángulo entre la línea de mejor ajuste en la pendiente de la eminencia articular y el plano FH; el segundo método se basa en medir el ángulo entre el plano FH y una línea que conecta el techo de la fosa con el punto más alto y la parte más inferior de la eminencia articular.

Figura 1

La inclinación de la eminencia articular se presenta como la línea techo-fosa y eminencia-cima (método 2).



Fuente: (Katsavrias, 2022, p. 259)

El cóndilo mandibular es quien realiza los principales movimientos dentro de la cavidad glenoidea siendo rotación y traslación; de la misma manera posee dos partes una cabeza y un cuello. La cabeza presenta una configuración convexa, especialmente marcada en el plano anteroposterior, y es la porción que establece contacto articular con el hueso temporal. El cuello sirve de unión entre la cabeza condilar y la rama de la mandíbula, disponiéndose su eje longitudinal en dirección perpendicular a esta última (Marín, et al., 2021, p. 96).

Presenta un polo medial y otro lateral de contorno agudo, además de una cresta transversal que separa la superficie articular en dos regiones diferenciadas: una porción anterior, de mayor extensión, considerada la verdadera superficie funcional y recubierta por fibrocartílago con un espesor aproximado de 2 mm; y una porción posterior, de menor tamaño, revestida por tejido fibroso carente de vascularización (Canut, 2005, pp. 69-93).

La orientación condilar es de gran importancia por su adaptación estructural; permitiendo describir la dirección del cóndilo dentro de la fosa glenoidea y ha sido utilizado como parámetro en estudios que analizan asimetrías faciales, discrepancias esqueléticas, posición de los cóndilos y adaptaciones dentro de la ATM (Chou, et al., 2023, pp. 1031-1041).

El cóndilo mandibular, representa el principal elemento móvil de la ATM y desempeña un papel esencial en la adaptación funcional de la articulación. La forma, dimensiones y disposición espacial del cóndilo pueden modificarse en función del patrón de crecimiento craneofacial y de las cargas funcionales que actúan sobre el sistema estomatognático (Paknahad y Shahidi, 2017, pp. 740-751). Diversas investigaciones han documentado cambios en la forma y posición del cóndilo asociados a diferentes maloclusiones y patrones esqueléticos, lo que refuerza la idea de

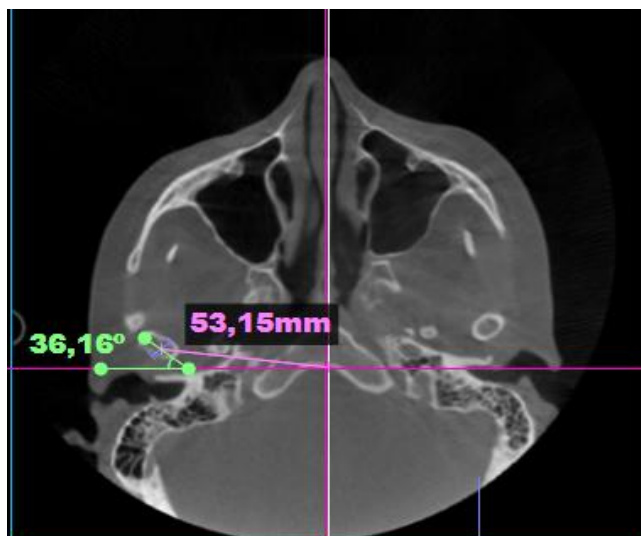
una estrecha relación entre crecimiento facial vertical y morfología articular (Almpani, et al., pp.764- 780).

El ángulo condilar axial, conocido también como ángulo horizontal del cóndilo, se refiere a la dirección espacial que presenta el eje longitudinal del cóndilo mandibular en relación con un plano de referencia observado en un corte axial. Investigaciones realizadas mediante tomografía computarizada de haz cónico han informado que, en adultos, los valores con referencia al plano medio sagital tienen promedio situarse aproximadamente entre 15° y 33° . Además, algunos estudios indican que la magnitud de este ángulo puede modificarse en individuos que presentan trastornos temporomandibulares o procesos degenerativos articulares, lo que sugiere que su análisis puede contribuir a comprender mejor la morfología y la orientación del cóndilo mandibular (Alfaleh, 2021, pp. 1154-1159; Pamukcu, et al., 2022, p. 727).

De acuerdo al estudio (Andhare, et al., 2019, p. 2191) el valor del ángulo condilar axial en normodivergente es $61,57^{\circ} \pm 9,05^{\circ}$, hipodivergente $68,39^{\circ} \pm 4,02^{\circ}$ y de hiperdivergente $56,23^{\circ} \pm 7,94^{\circ}$. Se han reportado en investigaciones que al medir el ancho condilar en el corte axial mediante tomografía computarizada de haz cónico, hubo diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes con distintos patrones de crecimiento facial vertical; esto va depender de los diferentes puntos de referencia y planos de orientación que se escoja en el estudio, como se observa el ángulo en individuos asintomáticos es de $25,64^{\circ}$, según (Alfaleh, 2021, pp. 1154-1159).

Figura 2

Ángulo del eje axial con respecto al plano mediosagital (PMS)



El crecimiento craneofacial es un proceso complejo que inicia en la vida intrauterina y continúa hasta la madurez, influido por factores genéticos, mecánicos y hormonales. Este desarrollo se relaciona con la aparición de distintos patrones faciales verticales, los cuales reflejan variaciones en la rotación mandibular, la altura facial y las relaciones esqueléticas, aspectos relevantes para el diagnóstico y la planificación del tratamiento ortodóntico (Yáñez y Bacuilima, 2021, pp. 189-190).

Se expresa en el plano vertical, clasificándose según el ángulo del plano mandibular (MPA) con el plano S-Na, en hipodivergente, cuando es menor a 32° y se asocia a un crecimiento más horizontal, rotación mandibular hacia adelante, menor altura facial inferior y tendencia a sobremordida profunda; normodivergente, cuando se sitúa a 32° , reflejando un crecimiento equilibrado con proporciones faciales promedio; e hiperdivergente, cuando es mayor a 32° , caracterizado por un crecimiento predominantemente vertical, rotación mandibular hacia abajo y

atrás, mayor altura facial inferior y tendencia a mordida abierta anterior, menor fuerza masticatoria y posibles alteraciones funcionales y estéticas (Zamora, 2010, p.163).

En individuos con patrón hiperdivergente suele observarse un aumento de la altura facial inferior acompañado de una rotación mandibular posterior, mientras que en los sujetos hipodivergentes es más frecuente una rotación mandibular anterior y una menor altura facial inferior (Björk, 1969, pp. 585-599).

La evaluación de la relación esquelética entre el maxilar y la mandíbula constituye un aspecto fundamental en el diagnóstico ortodóncico, ya que facilita la identificación de discrepancias anteroposteriores vinculadas a diversas maloclusiones. El análisis cefalométrico de Steiner emplea los ángulos con valores promedio cercanos a 82° para SNA, 80° para SNB y 2° para ANB, para determinar la posición de los maxilares y establecer la relación maxilomandibular en Clase I, II o III, información que resulta útil para orientar la planificación del tratamiento. No obstante, la interpretación del ángulo ANB puede verse influida por factores anatómicos, como la ubicación del nasion o la rotación de la mandíbula, por lo que se aconseja analizarlo junto con otros indicadores cefalométricos (Steiner, 1953, pp. 729-755).

La Tomografía Computarizada CONE BEAM (CBCT) se caracteriza por tener varias líneas de detectores y se basan en la geometría de tercera generación, aunque en este caso, en lugar de un rayo colimado en forma de abanico, el rayo es colimado en forma de cono (Ramírez, et al, 2008, pp. 54-72). En ortodoncia se usa la imagen 3D para realizar evaluaciones cuantitativas craneofaciales más precisas (Maki, et al., pp. 95-101). Podemos ser más exactos en nuestro diagnóstico; está recomendada para valorar: dientes impactados, mediciones en tabla ósea para con la finalidad de evitar fenestraciones en los movimientos ortodóncicos, ATM, vías

respiratorias superiores, y evaluar el crecimiento y desarrollo maxilofacial (Salas, 2011, pp 1-59).

La evaluación simultánea de la inclinación de la eminencia articular y del ángulo condilar axial mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) permite analizar la relación entre estas estructuras desde una perspectiva tridimensional. Considerando que el patrón esquelético vertical influye en la dirección del crecimiento mandibular y en la distribución de las cargas dentro de la articulación temporomandibular, es razonable plantear que estas características también pueden condicionar la orientación del cóndilo y la morfología de la eminencia articular (Björk, 1969, pp. 585-599; Paknahad y Shahidi, 2017, pp. 740-751).

Metodología

El estudio fue de tipo analítico, comparativo, observacional y transversal, siendo observacional porque un único evaluador se encargó de medir las variables definidas, analítico por la aplicación de estadísticas inferenciales, y transversal al recopilarse los datos en un solo periodo de tiempo. La muestra se seleccionó de manera no probabilística por conveniencia según (Chou, et al., 2022, p. 1033). El objetivo de la investigación fue evaluar la relación entre la inclinación de la eminencia articular (IEA) y el ángulo condilar axial, bajo las variables de patrón facial, clase esquelética y sexo.

El universo de la muestra fue 300 tomografías disponibles en el banco de imágenes de la Universidad de Los Hemisferios, el cual cuenta con la respectiva carta de donación del Posgrado de Ortodoncia para su utilización con fines investigativos. Se seleccionó de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión una muestra final de 120 tomografías Cone Beam (CBCT) de cabeza completa, correspondientes al período 2022–2025; con un total de 240 articulaciones temporomandibulares (ATM) que se valoró en este estudio. Las imágenes fueron obtenidas con un tomógrafo Planmeca ProMax 3D Mid, empleando parámetros de 120 kV, 6,3 mA, tiempo de exposición de 18 segundos, campo de visión (FOV) de 20 x 17 cm y tamaño de vóxel de 0,400 mm; posteriormente, los estudios fueron almacenados en formato DICOM para su análisis.

Este estudio se sometió a un Comité de Bioética donde fue aprobado con el formulario CEUHE25-115 para su protocolo, previo al análisis de las tomografías para la investigación, no presentó riesgo para los sujetos participantes en la investigación, no requirió de consentimiento informado, no se usó datos personales, datos sensibles, y se utilizaron datos abiertos siguiendo únicamente los criterios de inclusión, serán tomografías en anonimato.

Los criterios de inclusión y exclusión correspondieron a la metodología establecida de (Park, et al., 2015, p. 67) y (Chou, et al., 2022, p. 1033). Se consideraron como criterios de inclusión las tomografías computarizadas Cone Beam de cabeza completa correspondientes a pacientes de sexo femenino y masculino, con edades comprendidas entre 18 y 50 años, que presentaran diferentes patrones esqueléticos y diverso patrón de crecimiento, garantizando así condiciones adecuadas para la evaluación de las estructuras craneofaciales.

De la misma manera se establecieron como criterios de exclusión los pacientes con síndromes o enfermedades sistémicas, así como aquellos con enfermedades craneofaciales, antecedentes de cirugías previas o deformidades esqueléticas congénitas como labio leporino y paladar hendido, además de antecedentes de trauma; también se excluyeron tomografías Cone Beam con distorsiones, baja calidad o deficiente resolución, y pacientes que se encontraran en tratamiento de ortodoncia o que hubieran recibido ortodoncia previa, con el fin de evitar factores que pudieran alterar la morfología y las mediciones craneofaciales.

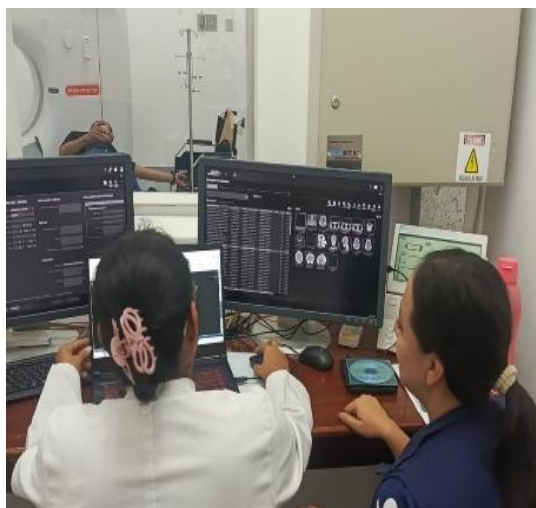
Las variables dependientes se incluyó ángulo de la inclinación de la eminencia articular, ángulo condilar axial, altura de los cóndilos. Como variables independientes se consideraron el sexo, clase esquelética y patrón de crecimiento vertical. Se evaluó las imágenes de las ATM derecha e izquierda de cada una de las tomografías obteniendo los datos de las variables planteadas, mediante análisis tridimensionales y cefalométricos.

El análisis de las tomografías se realizó mediante el software NEMOSTUDIO versión 23.1 (NEMOTEC®, 2023). La orientación correcta de las imágenes tomográficas fue efectuada con el apoyo de una licenciada en radiología como se observa en la figura 3. Previamente, se llevó a cabo una prueba piloto con quince tomografías, con el fin de verificar la viabilidad del

estudio. Posteriormente, una semana después, se ejecutó una prueba de control utilizando las mismas tomografías seleccionadas, bajo los mismos criterios de análisis, para reducir posibles signos de error y se valoró de acuerdo al método de Dahlberg con un error aceptable de 2° .

Figura 3

Orientación Tomográfica con especialista calificado

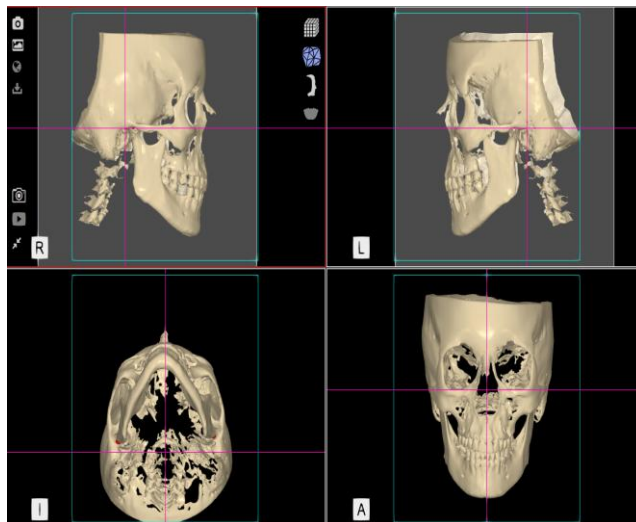


Las mediciones fueron realizadas por un único operador, previamente estandarizado en la interpretación de imágenes, bajo la supervisión de la radióloga, con el objetivo de minimizar errores intraobservador; todas las mediciones se realizaron a cabo en el mismo programa.

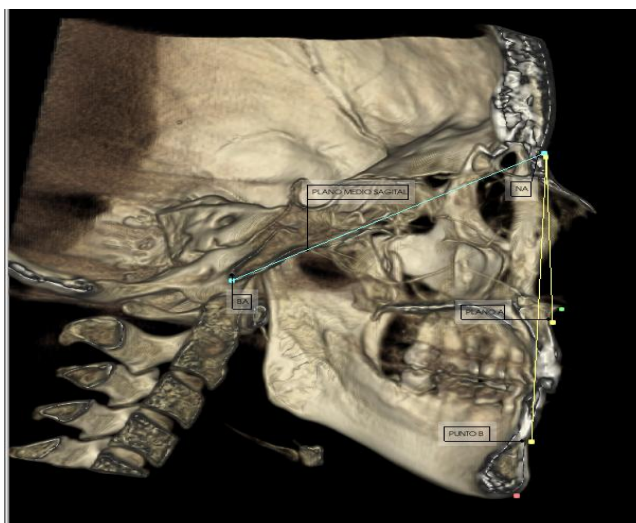
La orientación de las tomografías se realizó en el módulo de orientación/VOI del programa NEMOSTUDIO, en reconstrucción en reconstrucción tridimensional. Para ello, se efectuaron rotaciones de la imagen 3D y se aplicaron filtros de estandarización con el propósito de alinear el plano horizontal (plano de Frankfort) y el plano sagital medio (PSM), definido por los puntos Basion y Nasion como indica la figura 4 y 5, con el fin de homogeneizar las mediciones entre los pacientes y (Chou, et al., 2022, p. 1033).

Figura 4

Módulo de orientación tomográfica en reconstrucción en 3D del plano FH y PMS

**Figura 5**

Reconstrucción 3 D: Plano Frankfort y Plano Sagital medio

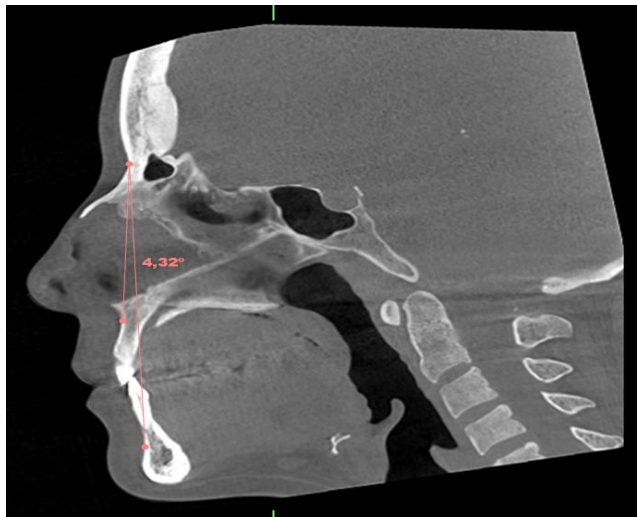


Para establecer la clase esquelética en el plano sagital se trazó las mediciones desde Nasion a punto A y de Nasion a punto B, la diferencia de estos ángulos el ANB determinó la clase esquelética (Zamora, 2010, p.161): Clase I (2°), Clase II ($>2^\circ$), Clase III ($<2^\circ$) lo que

permitió correlacionar el maxilar con la mandíbula en sentido antero posterior como se observa en la figura 6.

Figura 6

Vista sagital para determinación de la clase esquelética



En el mismo programa se generaron radiografías bidimensionales a partir de los datos tridimensionales, con el fin de obtener las mediciones del ángulo del plano mandibular para la determinación del patrón de crecimiento facial vertical. De acuerdo a la cefalometría de Steiner fueron determinados los valores, los pacientes fueron clasificados como hiperdivergentes ($> 32^\circ$), hipodivergentes ($< 32^\circ$) y normodivergentes (32°), conforme a los criterios establecidos por (Zamora, 2010, p.163).

Para obtener el ángulo de la inclinación de la eminencia articular se lo realizó según el método 2 del estudio de (Katsavrias, 2002, p. 259), consistiendo en obtener un punto A y un punto B siguiendo la pendiente de la eminencia articular respecto al plano de Frankfort.

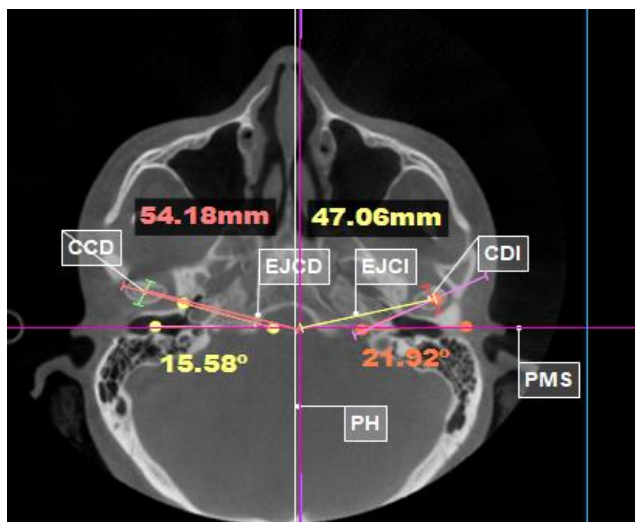
Para medir los espacios articulares: anterior, medio y posterior; se adquirió las imágenes en la vista sagital y coronal de las articulaciones desde el plano medio sagital (Ba-Na) atravesando el punto más alto de la cavidad glenoidea, respectivamente, siendo esta nuestra referencia anatómica de donde continuamos para tener las mediciones de los tres espacios articulares, seguido trazamos una perpendicular hasta el cóndilo mandibular en su parte más superior central para obtener la medición del espacio articular medio (MJS). Realizamos una tangente desde el punto principal que es la parte más profunda de la fosa glenoidea hasta la parte más anterior del cóndilo y así mismo en la parte posterior; la medición es desde el punto tangencial perpendicular al techo de la cavidad glenoidea (AJS), igualmente se procedió la medición del espacio articular posterior (PJS) (Chou, et al., 2022, p. 1033).

Para la posición y cuerpo de los cóndilos se realizó según mencionó (Chou, et al., 2022, p. 1033) en reconstrucciones axiales y sagitales. En el corte sagital se ubicó la ATM paralelo al plano medio sagital, para realizar las mediciones en el corte axial, donde obtuvimos los valores de los diámetros anteroposterior y medio lateral de los cóndilos derecho e izquierdo individualmente de acuerdo a su vista máxima; lo que nos permitió encontrar el centro real de los cóndilos derecho e izquierdo (CCI y CCD). En la intersección de estas dos líneas; del centro trazamos una línea 3D en la intersección de los planos FH, PMS y el coronal para obtener otra medida respecto a la distancia del centro condilar al cráneo por cada lado, para finalizar obtuvimos el valor del ángulo condilar axial con respecto a PH en referencia al PMS inicial como en la figura 7 (Alfaleh, 2021, p. 1155).

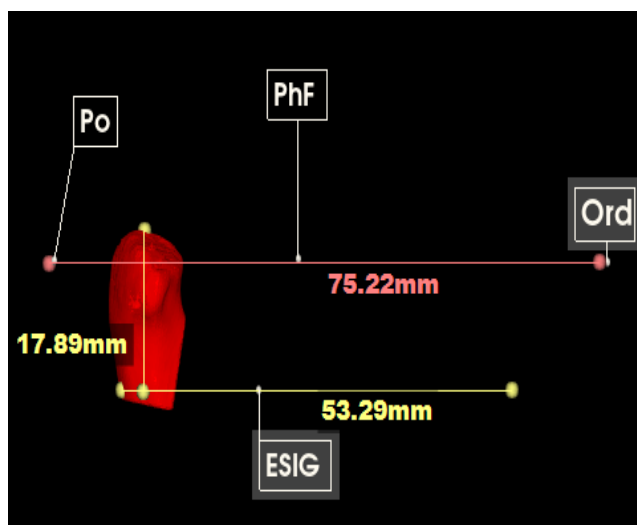
Las mediciones de la altura del cuello condilar se realizaron con una paralela al plano Frankfort (PH) que atraviesa la parte más profunda de la escotadura sigmoidea (ESIG) hasta el punto condilar como se observa en la figura 8 (Yu, et al., 2022, p. 4).

Figura 7

Ángulo condilar axial y distancia axial en corte axial

**Figura 8**

Reconstrucción 3D de la altura del cóndilo



Los individuos se dividieron en tres grupos iguales de acuerdo al patrón vertical, clase esquelética y sexo. Seguido se efectuó la medición simétrica de acuerdo a (Chou et al., 2022, p. 1036) y según (Park et al., 2015, p. 68). Todos los datos recopilados fueron formulados en tablas

específicas desarrolladas en Excel, seguidamente, el análisis estadístico se realizó mediante pruebas no paramétricas (Kruskal–Wallis, Mann–Whitney U, Wilcoxon y correlación de Spearman), con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Resultados

Se realizaron las mediciones de 240 ATM, con un total de 1680 mediciones en cortes sagital y axial, correspondiente a 120 pacientes. Se realizaron divisiones de 3 grupos de acuerdo al patrón vertical facial, la clase esquelética, y según el sexo.

Tabla 1

Comparación de las medidas articulares y morfométricas de la ATM (° y mm) según el patrón vertical

Variables		HPO-DIV	N-NOM	HPR-DV	Prob.
		Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	p
Inclinación eminencia articular (°)	D	28,49 ±5,14	28,48 ±4,73	30,61 ±5,25	0,2084
Inclinación eminencia articular (°)	I	28,01 ±4,59	32,42 ±3,15	31,63 ±6,06	0,0042
Ángulo condilar axial (°)	D	25,06 ±8,28	28,53 ±9,71	29,95 ±8,90	0,0743
Ángulo condilar axial (°)	I	24,02 ±6,60	28,86 ±8,20	28,45 ±7,80	0,0519
Distancia axial (mm)	D	54,16 ±7,21	55,05 ±5,79	52,37 ±3,44	0,3159
Distancia axial (mm)	I	52,80 ±3,99	55,99 ±6,80	52,36 ±3,83	0,0948
Longitud condilar (mm)	D	15,28 ±1,67	17,69 ±3,17	14,81 ±3,14	0,0077
Longitud condilar (mm)	I	15,58 ±1,95	15,87 ±3,52	14,85 ±3,19	0,3706
Espacio articular anterior (mm)	D	2,17 ±0,50	1,60 ±0,30	2,33 ±1,64	0,0065
Espacio articular anterior (mm)	I	2,26 ±0,75	2,17 ±0,72	2,15 ±0,60	0,9736
Espacio articular superior (mm)	D	3,61 ±0,69	2,77 ±1,09	2,67 ±0,79	0,0001
Espacio articular superior (mm)	I	3,45 ±1,00	2,95 ±1,22	2,75 ±0,97	0,0169

Espacio articular posterior (mm)	D	2,23 ±0,52	2,03 ±0,89	1,86 ±0,57	0,0048
Espacio articular posterior (mm)	I	2,46 ±0,87	2,35 ±0,85	2,07 ±1,03	0,0210

Nota. Los valores se expresan como media ± desviación estándar. HPO-DIV = hipodivergente; N-NOM = normodivergente; HPR-DV = hiperdivergente; D = lado derecho; I = lado izquierdo. El valor de p se obtuvo mediante la prueba de Kruskal–Wallis. Se consideró significancia estadística cuando $p < 0,05$.

Los valores de las variables articulares evaluadas mostraron variaciones en función del patrón de crecimiento facial vertical y del lado analizado, con diferencias estadísticamente significativas en determinadas mediciones. La inclinación de la eminencia articular presentó valores ligeramente mayores en el grupo hiperdivergente, tanto en el lado derecho ($30,61 \pm 5,25^\circ$) como en el izquierdo ($31,63 \pm 6,06^\circ$), en comparación con los grupos hipodivergente y normodivergente. No se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos para el lado derecho ($p = 0,2084$); sin embargo, en el lado izquierdo se observaron diferencias significativas ($p = 0,0042$), destacándose el grupo normodivergente con la mayor media ($32,42 \pm 3,15^\circ$).

El ángulo condilar axial mostró un incremento progresivo desde el patrón hipodivergente hacia el hiperdivergente en ambos lados. En el lado derecho, los valores oscilaron entre $25,06 \pm 8,28^\circ$ en el grupo hipodivergente y $29,95 \pm 8,90^\circ$ en el hiperdivergente, mientras que en el lado izquierdo variaron de $24,02 \pm 6,60^\circ$ a $28,45 \pm 7,80^\circ$. No obstante, estas diferencias no alcanzaron significancia estadística ($p = 0,0743$ y $p = 0,0519$, respectivamente). En cuanto a la distancia axial presentó valores comparables entre los tres patrones verticales, sin diferencias estadísticamente significativas tanto en el lado derecho ($p = 0,3159$) como en el izquierdo ($p =$

0,0948). Las mayores medias se observaron en el grupo normodivergente ($55,05 \pm 5,79$ mm en el lado derecho y $55,99 \pm 6,80$ mm en el izquierdo).

Con respecto a la longitud condilar, se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en el lado derecho ($p = 0,0077$), donde el grupo normodivergente presentó la mayor media ($17,69 \pm 3,17$ mm), seguido del grupo hipodivergente ($15,28 \pm 1,67$ mm) y el hiperdivergente ($14,81 \pm 3,14$ mm). En el lado izquierdo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p = 0,3706$). Así mismo, los espacios articulares, el espacio articular anterior derecho mostró diferencias significativas entre los patrones verticales ($p = 0,0065$), con mayores valores en el grupo hiperdivergente ($2,33 \pm 1,64$ mm). En el lado izquierdo no se observaron diferencias significativas ($p = 0,9736$).

El espacio articular superior presentó diferencias estadísticamente significativas en ambos lados, tanto derecho ($p = 0,0001$) como izquierdo ($p = 0,0169$), con mayores valores en el grupo hipodivergente ($3,61 \pm 0,69$ mm derecho; $3,45 \pm 1,00$ mm izquierdo) y una disminución progresiva hacia el patrón hiperdivergente. También, el espacio articular posterior mostró diferencias significativas entre los patrones verticales en el lado derecho ($p = 0,0048$) y en el izquierdo ($p = 0,0210$), observándose valores más elevados en el grupo hipodivergente y una reducción gradual conforme aumentó la divergencia vertical, patrón que se repitió de forma consistente en ambos lados.

Tabla 2

Comparación de las medidas morfométricas de la eminencia articular y el cóndilo (° y mm) según su patrón vertical.

Variable	HPO-DIV (p)	N-NOM (p)	HPR-DV (p)
Inclinación eminencia articular (°)	0,248	0,0001	0,011
Ángulo condilar axial (°)	0,062	0,717	0,439
Distancia axial (mm)	0,247	0,091	0,937
Longitud condilar (mm)	0,038	0,004	0,936

Nota. Los valores de p corresponden a la comparación entre el lado derecho e izquierdo dentro de cada patrón vertical facial mediante la prueba de Wilcoxon. Se consideró significancia estadística cuando $p < 0,05$.

El análisis de las mediciones bilaterales de las variables articulares dentro de cada patrón vertical facial evidenció comportamientos diferenciales entre los lados derecho e izquierdo, con significancia estadística variable según la condición evaluada.

En el grupo hipodivergente, la inclinación de la eminencia articular no mostró diferencias estadísticamente significativas entre ambos lados ($p = 0,248$). De igual manera, el ángulo condilar axial no presentó diferencias bilaterales significativas ($p = 0,062$), al igual que la distancia axial ($p = 0,247$). No obstante, la longitud condilar sí evidenció una diferencia estadísticamente significativa entre lados ($p = 0,038$).

En el grupo normodivergente, la inclinación de la eminencia articular presentó una diferencia bilateral altamente significativa ($p = 0,0001$). En contraste, el ángulo condilar axial condilar-PH-PMS no mostró diferencias significativas entre lados ($p = 0,717$), ni la distancia

axial ($p = 0,091$). La longitud condilar evidenció diferencias bilaterales estadísticamente significativas ($p = 0,004$).

Por su parte, en el grupo hiperdivergente, la inclinación de la eminencia articular mostró diferencias significativas entre el lado derecho e izquierdo ($p = 0,011$). Sin embargo, no se identificaron diferencias bilaterales significativas en el ángulo condilar axial ($p = 0,439$), en la distancia axial ($p = 0,937$) ni en la longitud condilar ($p = 0,936$).

Tabla 3

Comparación de las medidas articulares y morfométricas de la ATM (° y mm) según la clase esquelética.

		Clase I	Clase II	Clase III	Prob.
Variables		Media ±DE	Media ± DE	Media ± DE	p
Inclinación eminencia articular (°)	D	31,01 ±7,71	29,75 ±3,50	29,14 ±5,55	0,9707
Inclinación eminencia articular (°)	I	35,19 ±8,91	30,28±3,44	29,31 ±4,85	0,2161
Ángulo condilar axial (°)	D	23,99 ±9,43	31,80±6,86	25,72 ±10,44	<0,0001
Ángulo condilar axial (°)	I	26,19 ±8,04	29,53±8,02	24,19 ±5,56	0,0048
Distancia axial (mm)	D	54,72 ±5,21	52,68±5,16	52,73 ±3,84	0,1032
Distancia axial (mm)	I	55,02 ±6,10	51,71±3,62	53,88 ±3,91	0,0142
Longitud condilar (mm)	D	17,47 ±2,78	14,46±2,77	15,32 ±2,92	0,0002
Longitud condilar (mm)	I	16,76 ±2,52	14,29±3,01	15,69 ±2,83	0,0022
Espacio articular anterior (mm)	D	1,93 ±0,42	2,28±1,77	2,25 ±0,66	0,1197
Espacio articular anterior (mm)	I	2,38 ±0,63	1,95±0,53	2,51 ±0,72	<0,0001
Espacio articular superior (mm)	D	3,54 ±0,71	2,59±0,84	3,00 ±0,87	<0,0001

Espacio articular superior (mm)	I	3,60 ±0,76	2,55±1,03	3,19 ±0,94	<0,0001
Espacio articular posterior (mm)	D	2,09 ±0,71	1,96±0,71	1,84 ±0,21	0,5503
Espacio articular posterior (mm)	I	2,29 ±0,67	2,28±1,20	1,94 ±0,55	0,1913

Nota. Los valores se expresan como media ± desviación estándar. Las diferencias entre clases esquelética (Clase I, II y III) se evaluaron mediante la prueba de Kruskal–Wallis. D = lado derecho; I = lado izquierdo. Se consideró significancia estadística cuando $p < 0,05$.

Al comparar las variables articulares entre las clases esquelética, se observaron diferencias selectivas en determinados parámetros, con amplitudes variables entre los valores mínimos y máximos registrados en cada medición. En la inclinación de la eminencia articular, el valor promedio más bajo en el lado derecho correspondió a la Clase III ($29,14^\circ \pm 5,55$), mientras que el valor más alto se registró en la Clase I ($31,01^\circ \pm 7,71$). En el lado izquierdo, el menor valor se observó en la Clase III ($29,31^\circ \pm 4,85$) y el mayor en la Clase I ($35,19^\circ \pm 8,91$). No se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre las clases para esta variable en ninguno de los lados.

Respecto al ángulo condilar axial, el valor mínimo en el lado derecho se presentó en la Clase I ($23,99^\circ \pm 9,43$), mientras que el máximo correspondió a la Clase II ($31,80^\circ \pm 6,86$), observándose una diferencia estadísticamente significativa entre las clases. En el lado izquierdo, el menor valor se registró en la Clase III ($24,19^\circ \pm 5,56$) y el mayor en la Clase II ($29,53^\circ \pm 8,02$), con diferencias significativas entre los grupos. En cuanto a la distancia axial, el valor más bajo en el lado derecho se observó en la Clase II ($52,68 \pm 5,16$ mm) y el más alto en la Clase I ($54,72 \pm 5,21$ mm), sin diferencias estadísticamente significativas. En el lado izquierdo, el valor mínimo correspondió a la Clase II ($51,71 \pm 3,62$ mm) y el máximo a la Clase I ($55,02 \pm 6,10$ mm), evidenciándose diferencias significativas entre las clases.

La longitud condilar mostró diferencias claras entre clases. En el lado derecho, el valor más bajo se presentó en la Clase II ($14,46 \pm 2,77$ mm) y el más alto en la Clase I ($17,47 \pm 2,78$ mm), con diferencia estadísticamente significativa. De manera similar, en el lado izquierdo el menor valor correspondió a la Clase II ($14,29 \pm 3,01$ mm) y el mayor a la Clase I ($16,76 \pm 2,52$ mm), también con diferencia significativa.

En relación con el espacio articular anterior, el valor más bajo en el lado derecho se observó en la Clase I ($1,93 \pm 0,42$ mm) y el más alto en la Clase II ($2,28 \pm 1,77$ mm), sin diferencias estadísticamente significativas. En el lado izquierdo, el valor mínimo correspondió a la Clase II ($1,95 \pm 0,53$ mm) y el máximo a la Clase III ($2,51 \pm 0,72$ mm), con diferencias estadísticamente significativas. Finalmente, el espacio articular superior presentó las diferencias más consistentes. En el lado derecho, el valor más bajo se registró en la Clase II ($2,59 \pm 0,84$ mm) y el más alto en la Clase I ($3,54 \pm 0,71$ mm), con diferencias estadísticamente significativas. Este mismo patrón se repitió en el lado izquierdo, donde el menor valor correspondió a la Clase II ($2,55 \pm 1,03$ mm) y el mayor a la Clase I ($3,60 \pm 0,76$ mm), también con significancia estadística.

Tabla 4

Comparación de las medidas morfométricas de la eminencia articular y el cóndilo (° y mm) según la clase esquelética

Variable	Clase I (p)	Clase II (p)	Clase III (p)
Inclinación eminencia articular (°)	< 0,001	0,048	0,206
Ángulo condilar axial (°)	0,082	0,014	0,837
Distancia axial (mm)	0,527	0,058	0,156
Longitud condilar (mm)	0,092	0,434	0,082

Nota. Los valores de p corresponden a la comparación entre lados derecho e izquierdo dentro de cada clase esquelética mediante la prueba de Wilcoxon. Se consideró significancia estadística cuando $p < 0,05$.

Al analizar las diferencias bilaterales (lado derecho vs izquierdo) de las variables articulares dentro de cada clase esquelética, se observaron patrones diferenciados según el parámetro evaluado y la clase esquelética. En la inclinación de la eminencia articular, se evidenciaron diferencias bilaterales estadísticamente significativas en la Clase I ($p < 0,001$) y en la Clase II ($p = 0,048$), lo que indica una asimetría significativa entre ambos lados en estos grupos. En contraste, la Clase III no mostró diferencias significativas entre lados ($p = 0,206$), sugiriendo una mayor simetría bilateral de la eminencia articular en este grupo. Respecto al ángulo condilar axial, únicamente la Clase II presentó diferencias bilaterales estadísticamente significativas ($p = 0,014$). En las clases I ($p = 0,082$) y III ($p = 0,837$), no se identificaron diferencias significativas entre ambos lados, lo que indica una orientación condilar axial relativamente simétrica en estos grupos.

En relación con la distancia axial, no se observaron diferencias bilaterales estadísticamente significativas en ninguna de las clases esqueléticas evaluadas (Clase I: $p = 0,527$; Clase II: $p = 0,058$; Clase III: $p = 0,156$), lo que sugiere una distribución bilateral homogénea de esta dimensión independientemente de la clase esquelética. De manera similar, la longitud condilar no presentó diferencias bilaterales estadísticamente significativas en ninguna de las clases (Clase I: $p = 0,092$; Clase II: $p = 0,434$; Clase III: $p = 0,082$), indicando una simetría condilar longitudinal consistente entre ambos lados en los distintos patrones oclusales.

Tabla 5

Comparación de las medidas articulares y morfométricas de la ATM ($^{\circ}$ y mm) según el sexo

		Hombres	Mujeres	Prob.
		Media \pm DE	Media \pm DE	p
Inclinación eminencia articular ($^{\circ}$)	D	29,52 \pm 6,08 A	30,15 \pm 4,28	0,4952
Inclinación eminencia articular ($^{\circ}$)	I	31,38 \pm 5,77 B	30,67 \pm 5,58	0,1042
Ángulo condilar axial ($^{\circ}$)	D	26,30 \pm 8,39	30,74 \pm 9,18	0,0077
Ángulo condilar axial ($^{\circ}$)	I	27,46 \pm 7,92	27,61 \pm 7,76	0,8807
Distancia axial (mm)	D	54,90 \pm 5,91	51,61 \pm 3,28	0,0018
Distancia axial (mm)	I	54,98 \pm 5,12	51,29 \pm 3,18	<0,0001
Longitud condilar (mm)	D	15,95 \pm 3,30	14,74 \pm 2,69	0,0142
Longitud condilar (mm)	I	15,82 \pm 3,16	14,57 \pm 2,82	0,0360
Espacio articular anterior (mm)	D	2,06 \pm 0,60	2,31 \pm 1,77	0,8640
Espacio articular anterior (mm)	I	2,30 \pm 0,72	2,08 \pm 0,58	0,0516
Espacio articular superior (mm)	D	3,17 \pm 0,87	2,65 \pm 0,86	0,0012

Espacio articular superior (mm)	I	3,26±0,98	2,64±1,03	0,0004
Espacio articular posterior (mm)	D	2,11±0,65	1,83±0,59	0,0174
Espacio articular posterior (mm)	I	2,32±0,73	2,10±1,15	0,0060

Nota. Los valores se expresan como media \pm desviación estándar. Las comparaciones entre hombres y mujeres se realizaron mediante la prueba de Mann–Whitney U. D = lado derecho; I = lado izquierdo. Se consideró significancia estadística cuando $p < 0,05$.

Al comparar las variables articulares entre hombres y mujeres, se observaron diferencias selectivas que variaron según el parámetro evaluado y el lado analizado.

En la inclinación de la eminencia articular, los valores oscilaron entre $29,52^\circ \pm 6,08$ en hombres (lado derecho) y $31,38^\circ \pm 5,77$ en hombres (lado izquierdo), sin diferencias estadísticamente significativas respecto a las mujeres en ninguno de los lados ($p > 0,05$), lo que indica una inclinación articular comparable entre sexos.

En contraste, el ángulo condilar axial mostró una diferencia significativa en el lado derecho, donde el valor inferior correspondió a los hombres ($26,30^\circ \pm 8,39$) y el superior a las mujeres ($30,74^\circ \pm 9,18$), con significancia estadística ($p = 0,0077$). En el lado izquierdo, los valores fueron similares entre ambos sexos, sin diferencias significativas.

Respecto a la distancia axial, se observaron diferencias estadísticamente significativas en ambos lados. Los valores superiores correspondieron a los hombres, tanto en el lado derecho ($54,90 \pm 5,91$ mm) como en el izquierdo ($54,98 \pm 5,12$ mm), mientras que las mujeres presentaron los valores inferiores ($51,61 \pm 3,28$ mm y $51,29 \pm 3,18$ mm, respectivamente), con alta significancia estadística ($p \leq 0,001$).

La longitud condilar también evidenció diferencias significativas entre sexos. Los valores superiores se observaron en hombres, tanto en el lado derecho ($15,95 \pm 3,30$ mm) como en el izquierdo ($15,82 \pm 3,16$ mm), mientras que las mujeres presentaron los valores inferiores ($14,74 \pm 2,69$ mm y $14,57 \pm 2,82$ mm, respectivamente), con diferencias estadísticamente significativas en ambos lados ($p < 0,05$).

En relación con los espacios articulares, el espacio articular superior mostró diferencias significativas en ambos lados, con valores superiores en hombres ($3,17 \pm 0,87$ mm derecho y $3,26 \pm 0,98$ mm izquierdo) y valores inferiores en mujeres ($2,65 \pm 0,86$ mm y $2,64 \pm 1,03$ mm, respectivamente), con alta significancia estadística ($p \leq 0,001$). De manera similar, el espacio articular posterior presentó valores superiores en hombres ($2,11 \pm 0,65$ mm derecho y $2,32 \pm 0,73$ mm izquierdo) frente a valores inferiores en mujeres ($1,83 \pm 0,59$ mm y $2,10 \pm 1,15$ mm), con diferencias estadísticamente significativas en ambos lados ($p < 0,05$).

Finalmente, el espacio articular anterior mostró valores comprendidos entre $2,06 \pm 0,60$ mm y $2,31 \pm 1,77$ mm, sin diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en ninguno de los lados ($p > 0,05$).

Tabla 6

Comparación de las medidas morfométricas de la eminencia articular y el cóndilo (° y mm) según el sexo

Variable	Hombres (p)	Mujeres (p)
Inclinación eminencia articular (°)	0,001	0,148
Ángulo condilar axial (°)	0,092	0,007

Distancia axial (mm)	0,973	0,610
Longitud condilar (mm)	0,642	0,386

Nota. Los valores de p corresponden a la comparación entre el lado derecho e izquierdo dentro de cada sexo mediante la prueba de Wilcoxon. Se consideró significancia estadística cuando $p < 0,05$.

El análisis de las comparaciones bilaterales (derecha vs izquierda) dentro de cada sexo evidenció comportamientos diferenciados según la variable evaluada. En los hombres, la inclinación de la eminencia articular mostró una diferencia estadísticamente significativa entre ambos lados ($p = 0,001$), lo que indica la presencia de asimetría bilateral para este parámetro. En contraste, el ángulo condilar axial presentó diferencias significativas ($p = 0,092$), sugiriendo una orientación condilar axial relativamente simétrica en este grupo. De igual manera, la distancia axial ($p = 0,973$) y la longitud condilar ($p = 0,642$) no evidenciaron diferencias bilaterales significativas, reflejando una distribución espacial y dimensional comparable entre ambos lados. En las mujeres, se observó un patrón inverso la inclinación de la eminencia articular no presentó diferencias bilaterales significativas ($p = 0,148$), indicando una mayor simetría en este parámetro. Sin embargo, el ángulo condilar axial mostró una diferencia estadísticamente significativa entre ambos lados ($p = 0,007$), lo que evidencia una asimetría en la orientación condilar dentro de este grupo. Al igual que en los hombres, la distancia axial ($p = 0,610$) y la longitud condilar ($p = 0,386$) no mostraron diferencias bilaterales significativas.

Tabla 7

Correlación entre la inclinación de la eminencia articular y el ángulo condilar axial según el patrón vertical facial

Patrón vertical	n	ρ de Spearman (IEA-ACA)	p-valor
Hipodivergente	26	0,078	0,704
Normodivergente	16	0,50	0,048
Hiperdivergente	79	-0,02	p = 0,84

Nota. ρ = coeficiente de correlación de Spearman. Los valores de p indican el nivel de significancia estadística de la correlación. Se consideró significancia estadística cuando $p < 0,05$.

El análisis de correlación de Spearman entre la inclinación de la eminencia articular (IEA) y el ángulo condilar axial (ACA) mostró comportamientos diferenciados según el patrón vertical facial. En el grupo hipodivergente ($n = 26$), se observó una correlación positiva muy débil ($\rho = 0,078$), sin significancia estadística ($p = 0,704$), lo que indica ausencia de relación monótonica entre ambas variables en este patrón facial.

En el grupo normodivergente ($n = 16$), la correlación fue de magnitud moderada ($\rho = 0,50$) y alcanzó significancia estadística ($p = 0,048$), evidenciando una relación positiva significativa entre la inclinación de la eminencia articular y el ángulo condilar axial. Este resultado sugiere que, dentro de este patrón vertical, el incremento de la inclinación de la eminencia articular se asocia con un aumento del ángulo condilar axial.

Por el contrario, en el grupo hiperdivergente ($n = 79$), se identificó una correlación prácticamente nula y negativa ($\rho = -0,02$), sin significancia estadística ($p = 0,84$), lo que indica que no existe una relación apreciable entre ambas variables en este patrón facial.

Discusión

Los resultados del presente estudio confirman que las variables morfológicas y espaciales del complejo cóndilo-fosa no son homogéneas, sino que presentan variaciones significativas en función del patrón vertical facial, la clase esquelética y el sexo, lo que refuerza el carácter adaptativo de la articulación temporomandibular frente a las demandas funcionales y biomecánicas del sistema estomatognático.

En relación con la inclinación de la eminencia articular, los valores obtenidos mostraron una tendencia a incrementarse conforme aumentó la divergencia vertical, especialmente en el lado izquierdo, donde se observaron diferencias estadísticamente significativas entre patrones ($p = 0,0042$). En el presente estudio, los valores promedio oscilaron entre $28,01^\circ \pm 4,59$ en hipodivergentes y $31,63^\circ \pm 6,06$ en hiperdivergentes. Estos resultados se encuentran dentro de los rangos reportados por Al-Hadad et al., (2020) quienes documentaron inclinaciones promedio de 30° a 35° en sujetos hiperdivergentes evaluados mediante CBCT, y por Gauthami et al., (2025) quienes informaron valores de $31,8^\circ \pm 4,6$ en patrones verticales altos. De manera similar, Zhang et al., (2025) señalaron que los individuos hiperdivergentes presentan eminencias articulares más inclinadas como parte de una reorganización tridimensional adaptativa, lo cual coincide con los hallazgos del presente estudio. Según el estudio de Ilgüy et al., (2014) la inclinación de la eminencia articular fue mayor en hombres con $49,66 \pm 6,88^\circ$ igual que el estudio realizado, adicional mencionaron que es mayor el ángulo en las edades de 30 a 39 años. En relación al estudio de Ortiz (2020) demostró mediante resonancia magnética que la inclinación en hombres era de $49,66^\circ$ cuando el disco se encontraba en su posición correcta y de $47,5^\circ$. Sa et al., (2017) por otra parte tomaron de referencia el plano palatal y añaden que con la edad la inclinación de la eminencia va aumentando y se notó la diferencia siendo mayor en hombres a

partir de los 60 años, aportando que esta inclinación se ve afectada por las enfermedades ósea en los cóndilos; concordando con Wu et al., (2012) quienes encontraron relación entre la inclinación con la edad siendo mayor en hombres asiáticos que en las mujeres. Zabarović et al., (2020) mencionó en su estudio que la inclinación de la eminencia articular en los hombres fue mayor.

Respecto al ángulo condilar axial, se evidenció un incremento progresivo desde el patrón hipodivergente hacia el hiperdivergente, con valores que alcanzaron $29,95^\circ \pm 8,90$ en el lado derecho y $28,45^\circ \pm 7,80$ en el lado izquierdo del grupo hiperdivergente, aunque sin diferencias estadísticamente significativas entre patrones. Estos valores son comparables a los reportados por Chen et al., (2023) quienes encontraron ángulos condilares promedio cercanos a 28° – 32° en adolescentes normo e hiperdivergentes, y por Zhang et al., (2025), quienes informaron medias de 30° – 33° en pacientes con patrones faciales verticales altos. En conjunto, estos datos sugieren que los valores observados en el presente estudio se sitúan dentro de rangos fisiológicos previamente descritos y reflejan adaptaciones funcionales más que alteraciones patológicas (Camacho & Álvarez et al., 2024). En los estudios de Andhare et al., (2019) y Gauthami et al., (2025) el ángulo condilar en vista sagital fue mayor en los hipodivergentes con $66,93^\circ$ en hombres, mientras que en nuestra investigación en axial fue de $28,45^\circ$ en mujeres el mayor valor en hiperdivergentes puede verse la diferencia por el ángulo que tomaron de referencia y por el corte en el cual realizaron las mediciones. Westesson et al., (1991) obtuvo en su estudio un promedio de $21,2^\circ$ en articulaciones normales menor a la presente investigación, ellos mencionaron que este ángulo aumentaba cuando existía desplazamiento de disco y enfermedad articular degenerativa.

En cuanto a la distancia axial, los resultados mostraron valores comparables entre los tres patrones verticales, sin diferencias estadísticamente significativas, con medias que oscilaron

entre 52,36 mm y 55,99 mm. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Sa et al., (2017), quienes señalaron que la distancia axial presenta menor sensibilidad frente a las variaciones del patrón vertical, manteniéndose dentro de rangos relativamente constantes, generalmente entre 52 y 56 mm, lo que coincide plenamente con los valores obtenidos en esta investigación. Según Andhare et al., (2019) tuvieron de resultados que los hiperdivergentes presentas mayor eje condilar en sagital similar a los resultados planteados que fue en corte axial.

La longitud condilar evidenció diferencias significativas según el patrón vertical, particularmente en el lado derecho ($p = 0,0077$), donde el grupo normodivergente presentó la mayor media ($17,69 \pm 3,17$ mm). Estos resultados se encuentran dentro de los rangos descritos por Yalcin & Ararat, (2019), quienes reportaron longitudes condilares promedio entre 15 y 18 mm, destacando que estas dimensiones pueden variar según factores como la edad, el sexo y la carga funcional. De la misma manera, Abubakr, et al., (2025) indicaron que, aunque la forma convexa del cóndilo es la más frecuente, sus dimensiones anteroposteriores y verticales pueden diferir significativamente entre patrones esqueléticos, lo que respalda las variaciones observadas en el presente estudio. Andhare et al., (2019) en sus estudios concluyeron que la altura condilar media fue significativamente mayor en pacientes indios hiperdivergentes, a diferencia nuestra que fueron los de menor valor. Los varoles reflejados por Lopez et al., (2021) obtuvieron 16.879 mm la longitud condilar, corroborando similitud con este estudio. Investigaciones tridimensionales realizadas por Yanfang Yu et al., (2022) han señalado que la morfología condilar puede variar significativamente entre diferentes relaciones esqueléticas, lo que refleja la adaptación funcional del complejo cóndilo-fosa a las características del patrón craneofacial.

En relación con los espacios articulares, se observó que el espacio articular superior y posterior fue mayor en el grupo hipodivergente y disminuyó progresivamente hacia el grupo

hiperdivergente, con diferencias estadísticamente significativas en ambos lados. En particular, el espacio superior alcanzó valores de $3,61 \pm 0,69$ mm en hipodivergentes y $2,67 \pm 0,79$ mm en hiperdivergentes. Estos resultados concuerdan con Al-Hadad et al., (2022) quienes reportaron espacios articulares superiores reducidos en sujetos hiperdivergentes, con valores promedio entre 2,5 y 2,8 mm, asociados a una posición condilar más superior y anterior. De igual forma, Sa, et al., (2017) describieron una disminución del espacio articular posterior en patrones faciales divergentes, lo que coincide con la tendencia observada en el presente estudio. Chen et al., (2023) en su estudio con adolescentes determinaron que las clases III presenta su cóndilo central determinando que los espacios articulares se encuentra iguales, a diferencia de nuestra investigación que una clase III tiene mayor amplitud en el espacio articular superior. De acuerdo al estudio de Marín et al., (2021) observó que en los pacientes hombres con un biotipo braquifacial presentaba sus espacios de mayor tamaño difiriendo con la investigación realizada. López et al., (2021) realizaron estudio en población mexicana en donde no encontraron diferencia en los espacios articulares entre hombres y mujeres concordando con nuestra investigación.

Al analizar las variables según la clase esquelética, se evidenciaron diferencias significativas principalmente en el ángulo condilar axial y en la longitud condilar, donde los sujetos Clase II mostraron valores más elevados del ángulo condilar ($31,80^\circ \pm 6,86$ en el lado derecho) y longitudes condilares menores en comparación con Clase I. Estos resultados son comparables a los reportados por Zhang et al., (2025), quienes señalaron que las discrepancias sagitales influyen en la orientación condilar y en la relación cóndilo-fosa, con modificaciones más evidentes en sujetos Clase II.

En cuanto al análisis por sexo, los hombres presentaron valores significativamente mayores en distancia axial, longitud condilar y espacios articulares superior y posterior, mientras que las mujeres mostraron ángulos condilares ligeramente mayores en el lado derecho. Estos hallazgos concuerdan con Yalcin & Ararat, (2019), quienes reportaron cóndilos más grandes y espacios articulares más amplios en hombres, con diferencias estadísticamente significativas, atribuidas a factores hormonales, de crecimiento y a mayores cargas masticatorias.

Finalmente, el análisis de correlación entre la inclinación de la eminencia articular y el ángulo condilar axial mostró una correlación moderada y significativa únicamente en el grupo normodivergente ($\rho = 0,50$; $p = 0,048$), mientras que en los grupos hipodivergente e hiperdivergente no se evidenció una relación significativa. Este hallazgo sugiere que, en condiciones de equilibrio esquelético, existe una mayor coherencia morfofuncional entre ambas variables, lo que coincide con lo propuesto por Gauthami et al., (2025), quienes indicaron que las relaciones articulares tienden a ser más estables en patrones normodivergentes, mientras que en patrones extremos predominan adaptaciones independientes de cada componente articular. De acuerdo a Al-Hadad et al., (2025) en su estudio mostró que los hiperdivergentes presentaban menos espacios articulares en anterior, superior y posterior, diferente a los resultados obtenidos, donde los hiperdivergentes presentaban únicamente el anterior con mayor tamaño.

Conclusiones

La morfología articular de la articulación temporomandibular varía significativamente en función del patrón vertical facial, evidenciándose diferencias estadísticamente significativas en la inclinación de la eminencia articular, la longitud condilar y los espacios articulares, principalmente entre los patrones hipodivergente, normodivergente e hiperdivergente. Estos hallazgos confirman que el patrón vertical influye de manera directa en la arquitectura anatómica del complejo cóndilo-fosa.

La inclinación de la eminencia articular mostró una relación significativa con el patrón vertical únicamente en el lado izquierdo siendo de $30,61^\circ$ en hiperdivergentes, donde se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, mientras que el lado derecho no presentó variaciones relevantes. De acuerdo a la clase esquelética fue menor inclinación en clase III con $29,14^\circ$; y según el sexo fueron no existió diferencia estadística significativa con un valor de 3138° . Esto sugiere la presencia de asimetrías funcionales o adaptativas que deben ser consideradas en la evaluación tomográfica individualizada.

El ángulo condilar axial fue mayor en los hiperdivergentes con $29,99^\circ$, así mismo con mayor ángulo en clase II esquelética con $31,8^\circ$ y de acuerdo al sexo fue mayor en mujeres con $30,74^\circ$.

La relación de la inclinación de la eminencia articular con el ángulo condilar axial de acuerdo a los valores obtenidos en el presente estudio no presentó diferencia significativa, concluyendo que la interacción entre ambas variables depende del equilibrio morfofuncional propio de cada patrón facial.

Las diferencias observadas según el sexo y la clase esquelética refuerzan el carácter multifactorial de la morfología articular, destacándose valores mayores de distancia axial, longitud condilar y espacios articulares en hombres, así como variaciones significativas del ángulo condilar axial y de los espacios articulares según la clase esquelética.

Se concluye que es de gran importancia considerar el patrón vertical, la clase esquelética y el sexo en la evaluación integral de la articulación temporomandibular mediante tomografía de haz cónico para tener un diagnóstico más preciso, y con la finalidad de proyectarnos para ver estabilidad funcional de los tratamientos que realicemos.

Existen limitaciones en nuestra investigación, por tal motivo se recomienda para próximos estudios ampliar la muestra, mejorar el rango de edad, incluir variables clínicas con trastornos temporomandibulares y realizarlo con otro plano de referencia como posición natural de la cabeza con fotografías extraorales para una correcta orientación craneofacial.

Referencias

- Abubakr, N., Al-Talib, T., Bahar, N., Badani, A., Nelson, S., & Mago, J. (2025). Correlación entre la forma condilar y la maloclusión: análisis CBCT. *Diagnostics*, *15*(6), 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/diagnostics15060768>
- Alfaleh, W. (2021). Relationship between horizontal condylar angle and radiographically detectable morphological changes of the condyle in asymptomatic and symptomatic patients with TMD. *Saudi Dent J*, *33*(8), 1154-1159. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2021.02.003>
- Al-Hadad, S., ALyafrose, E., Abdulqader, A., Al-gumaei, W., AL-Mohana, R., & Ren, L. (2022). Evaluación posicional y morfológica tridimensional integral de la articulación temporomandibular en pacientes de clase II esquelética con retrognatismo mandibular en diferentes patrones esqueléticos verticales. *BMC Oral Health*, *22*(149), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02174-6>
- Almpani, k., Tran, H., Ferri, A., & Hu, M. (2023). *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, *13*(6), 764-780. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2023.10.004>
- Andhare, P., Datana, S., & S, A. (2019). Evaluación de la altura y la angulación del eje condilar en diferentes tipos faciales en una población india mixta: un estudio CBCT. *Ciencias Dentales EC*, *18*(9), 2187-2195. Obtenido de https://ecronicon.net/assets/ecde/pdf/ECDE-18-01158.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Björk, A. (1969). Prediction of mandibular growth rotation. *American Journal of Orthodontics*, *55*(6), 585–599. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0002-9416\(69\)90036-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0002-9416(69)90036-0)
- Camacho, F., Martínez, S., Rodríguez, J., Martínez, G., Á, G., Ramos, R., . . . Jiménez, M. (2024). Características del plano oclusal asociado con la inclinación de la eminencia

- articular unilateral y bilateral: un estudio transversal CBCT. . *Revista de Odontología* , 12 (10), 316. , 12(10), 1-14. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/dj12100316>
- Canut, J. (2005). *Ortodoncia Clínica y Terapéutica* (2da ed.). Barcelona: Masson.
- Chen, Y., Li, L., Li, Y., Luo, N., Dai, H., & Zhou, J. (2023). (2023). Comprehensive positional and morphological assessments of the temporomandibular joint in adolescents with skeletal Class III malocclusion: a retrospective CBCT study. *BMC Oral Health*, 23(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12903-023-02788-4>
- Chou, S., Wang, J., Chen, S., Pan, C., & Chen, C. (2022). Correlación entre la asimetría facial de la relación mandibular de clase III esquelética y la morfología de la articulación temporomandibular: Un estudio mediante tomografía computarizada. *Journal of Dental Sciences*(18), 1031-1041. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jds.2022.11.031> .
- Fuentes, R., & Ottone, N. (2021). *Anatomía de la articulación temporomandibular* (1ra ed.). La Plata: EDULP. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/129516>
- Gauthami, K., Ravi, M., Soans, C., Patla, M., & Krishnamurthy, S. (2025). Angulación del eje condilar y morfología de la eminencia articular en individuos con diferentes patrones esqueléticos faciales. *Revista India de Investigación Dental*, 36(2), 170-174. https://doi.org/10.4103/ijdr.ijdr_963_22
- Helmy, E., Bays, R., & Sharawy, M. (1989). Estudio histopatológico de discos perforados de la ATM humana, con énfasis en la respuesta de la membrana sinovial. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 47(10), 1048-1052. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0278-2391\(89\)90179-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0278-2391(89)90179-1)
- Hinton, J. (1981). Changes in articular eminence morphology with dental function. *Am J Phys Anthropol*, 54, 439-455.

- Ilgüy, D., Elgüy, M., & FiGekçioLlu, E. (2014). Articular Eminence Inclination, Height, and Condyle Morphology on Cone Beam Computed Tomography. *Sci World J*, 1-6.
<https://doi.org/10.1155/2014/761714>
- Katsavrias, E G. (2002). Cambios en la inclinación de la eminencia articular durante el periodo de crecimiento craneofacial. *Angle Orthod*, 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).
- Kim, H., Lee, W., Kook, Y., & KIM, Y. (2013). Comparación de la relación cóndilo-fosa entre Pacientes con maloclusión de clase III esquelética con y Sin asimetría: una retrospectiva tridimensional estudio de tomografía computarizada d. *Korean J Orthod*, 43(5), 209-217.
- Knigge, R. P., McNulty, K. P., Oh, H., Hardin AM, A. M., & Leary, E. V. (2021). Geometric morphometric analysis of growth patterns among facial types. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 160(3), 430-441. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2020.04.038>
- Kranjčić, J., Vojvodić, D., Žabarović, D., Vodanov, M., Komar, D., & Mehulić, K. (s.f.). Differences in articular-eminence inclination between medieval and contemporary human populations. *Achieves of Oral Biology*, 57(9), 1147 - 1152.
<https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2012.05.009>
- López, R., García, C., Sánchez, M., Oliva, W., Gutiérrez, C., & Cárdenas, J. (2021). Análisis morfológico del cóndilo mandibular por tomografía computarizada de haz cónico en relación al sexo en población mexicana. *Int. J. Morphol*, 39(5), 1420-1428. Obtenido de https://intjmorphol.com/wp-content/uploads/2021/10/art_26_395.pdf?utm_source=chatgpt.com

- Maki, K., Inou, N., Takanishi, A., & Miller, A. (2003). Computer assisted simulation in orthodontic diagnosis and the application of a new cone beam x-ray computed tomography. *Orthod Craniofac Res*, *1*, 95-101. <https://doi.org/>
<https://doi.org/10.1034/j.1600-0544.2003.241.x>
- Marín, M., Franco, Y., Puerta, G., & Gutierrez, B. (2021). Posición condíleasegún biotipo facial en tomografía de haz de cono. *CES Odont*, *34*(2), 93-106.
<https://doi.org/doi.org/10.21615/cesodon.5998>
- Matsumoto, K., Honda, K., Sawada, K., Tomita, T., Araki, M., & y Kakehashi, Y. (2006). The thickness of the roof of the glenoid fossa in the temporomandibular joint: Relationship to the MRI findings. *Dentomaxillofacial Radiology*, *35*(5), 357–364.
<https://doi.org/doi.org/10.1259/dmfr/30011413>
- Nasevilla, A., Anchali, L., Vallejo, L., & Collantes, J. (2024). Function and parafunction of the temporomandibular joint (TMJ). *Polo del Conocimiento*, *9*(8), 41-66.
<https://doi.org/https://doi.org/10.23857/pc.v9i8.7680>
- Okeson, J. (2013). *Tratamiento de oclusión y afecciones témporomandibulares* (7ma ed.). España: Elsevier.
- Ortiz, R. (2020). Temporomandibular Joint analysis in patients with Temporomandibular Dysfunction. *Jornal of American Healt*, *3*(1), 21-30. Obtenido de <https://www.jah-journal.com/index.php/jah/article/view/24/49>
- Paknahad, M., & Shahidi, P. (2017). Association between condylar position and vertical skeletal craniofacial morphology: A cone beam computed tomography study. *Int Orthod*, *15*(4), 740-751. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2017.09.007>

- Pamukcu, U., Tetik, H., Peker, I., Altunkaynak, B., & Zafers, Z. (2022). Does the horizontal condylar angle have a relationship to temporomandibular joint osteoarthritis and condylar position? A cone-beam computed tomography study. *Folia Morphol*, 81(3), 723-731. <https://doi.org/10.5603/FM.a2021.0075>
- Park, I. Y., Kim, J. H., & Park, Y. H. (2015). Three-dimensional cone-beam computed tomography based comparison of condylar position and morphology according to the vertical skeletal pattern. *Korean J Orthod*, 2(45), 66-73. <https://doi.org/10.4041/kjod.2015.45.2.66>
- Ramírez, J., Arboleda, C., & McCollough, C. (2008). TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA POR RAYOS X: FUNDAMENTOS Y ACTUALIDAD. *Revista Ingeniería Biomédica*, 2(4), 54-72. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-97622008000200008&lng=en
- Sa, S., Sousa, S. L., MELO, D., FREITAS, D., & CAMPOS, P. (2017). Relationship between articular eminence inclination and alterations of the mandibular condyle: a CBCT study. *Braz Oral Res*, 31-21.
- Salas Soto, M. A. (2011). *Relación entre la angulación de la guía incisiva y la angulación de la pared anterior de la cavidad glenoidea, relacionado con clase esquelética y biotipo; medido a través de tac 3D CONE BEAM.* [Tesis de grado, Universidad de Chile]. Repositorio institucional, Chile. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/133605>
- Steiner, C. (1953). Cecil C. Steiner. (1953). Cephalometrics for you and me. *American Journal of Orthodontics*, 39(10), 729-755.

- Sümbüllü, M., Caglayan, F., Akgul, H., & Yilmaz, A. (2012). Radiological examination of the articular eminence morphology using CONE BEAM CT. *Dentomaxillofacial Radiol*, *41*, 234-240.
- Tuncer, A. (2020). Kinesiología de la articulación temporomandibular. En *Kinesiología comparada del cuerpo humano* (págs. 285-302). <https://doi.org/doi.org/10.1016/B978-0-12-812162-7.00014-X>
- Westesson, P., Bifano, J., Tallents, R., & Hatala, M. (1991). Increased horizontal angle of the mandibular condyle in abnormal temporomandibular joints. A magnetic resonance imaging study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, *72*(3), 359-363. [https://doi.org/doi:10.1016/0030-4220\(91\)90233-3](https://doi.org/doi:10.1016/0030-4220(91)90233-3)
- Wu, C., Hsu, J., Shen, Y., Chen, J., Shen , W., & Fuh, L. (2012). Assessments of inclinations of the mandibular fossa by computed tomography in an Asian population. *Clin Oral Investig*, *15*(2), 443–450.
- Yalcin, E., & Ararat, E. (2019). Cone-Beam Computed Tomography Study of Mandibular Condylar Morphology. *The Journal of Craniofacial Surgery*, *30*(8), 2621-2624. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000005699>
- Yáñez, C., & Bacuilima, J. (2021). Crecimiento y desarrollo craneofacial: Mini-review de la teoría de servosistema. . *Revista Médica HJCA*, *13*(3), 187–192. <https://doi.org/10.14410/2021.13.3.rb.30>
- Yu, Y., Wang, S., Wu, M., Chen, X., & He, F. (2022). Signs and Symptoms of Temporomandibular Dysfunction and Radiographic Condylar Morphology in Patients with Idiopathic Condylar Resorption. *Journal of Clinical Medicine*, *11*(15), 1-2. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/jcm11154289>

Zabarović, D., Jerolimov, V., Carek, V., Vojvodić, D., Zabarović, K., & Buković, D. (2000). The effect of tooth loss on the TM-joint articular eminence inclination. *Coll Antropol*, 1(37-42).

Zamora, C., & Duarte, S. (2023). *Atlas de Cefalometría*. AMOLCA.

Zhang, K., Wang, G., Hu, H., Li, Z., & Li, X. (2025). Cone-beam computerized tomography study of the temporomandibular joint with different vertical bone facial types in adult females with class II bone. *Medicine (United States)*, 104(18), 42-54.