



Facultad de Ciencias de la Salud

Especialidad en Ortodoncia

Tema:

Evaluación de las diferencias de tamaño y volumen del cóndilo mandibular, en tomografías computarizadas de haz cónico, de pacientes clase I, II y III.

Tesis para la obtención del Título de

“Especialista en Ortodoncia”

Presentada por:

Diana Carolina Guevara Castro

Tutor:

Dr. Alex Ganan

Quito, agosto del 2025

Resumen

En ortodoncia, la forma y el volumen del cóndilo mandibular desempeña un importante papel en el pronóstico y estabilidad de los tratamientos ortodónticos y ortognáticos. El objetivo de este estudio fue valorar las diferencias de tamaño y volumen del cóndilo mandibular, en tomografías computarizadas de haz cónico, de pacientes clase I, II y III. La metodología de estudio fue de tipo cuantitativo, transversal y comparativo, se analizaron 150 cóndilos de 75 tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT) entre las clases esqueléticas I, II y III, con patrones faciales hipodivergente, normodivergente e hiperdivergente, se evaluó el ancho medio lateral, la longitud anteroposterior, la altura y el volumen del cóndilo derecho e izquierdo. Los resultados manifestaron un volumen condilar significativamente menor en los sujetos de clase II, en comparación con los de clase I y clase III ($p < 0,05$). Se apreciaron diferencias significativas del volumen condilar en el grupo clase III ($p = 0.03$) con valores más altos en el grupo hipodivergente. El grupo clase III mostró un ancho ($p < 0,05$) y altura ($p < .001$), mayor que el grupo clase II. Las conclusiones demostraron que existen diferencias significativas en las dimensiones morfológicas del cóndilo mandibular de las diferentes anomalías dentofaciales.

Palabras clave: Articulación temporomandibular, Tomografía CBCT, Cóndilo mandibular, Morfología condilar, Volumen condilar, Diagnóstico Ortodoncia.

Declaración de aceptación de norma ética y derechos

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

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

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

Diana Carolina Guevara Castro

C.I. 1721986618

Dedicatoria

A Dios, por permitirme cumplir este sueño y anhelo de mi corazón, en su perfecto tiempo, por ser mi refugio y mi lugar seguro, por cumplir sus promesas, todo para Él.

A mi amado esposo Francisco, gracias por tu amor, por estar a mi lado, por apoyarme en este camino, por creer y confiar en mí, por alentarme cuando lo necesité, por estar junto a nuestros hijos en este tiempo.

A mis amados hijos Nicolás y Ariana, por su paciencia, por su amor incondicional, por soportar mis ausencias, todo lo que hago es para ustedes.

A mis queridos padres, gracias por creer en mí, por instruirme en el camino de la dedicación y responsabilidad, por alentarme a perseguir este sueño, gracias por su sabiduría y amor.

A mis queridos hermanos por estar a mi lado, por brindarme su apoyo incondicional y por estar para mí, cuando lo necesité.

Tabla de contenido

Dedicatoria.....	4
Tabla de contenido.....	5
Índice de Tablas.....	6
Índice de figuras.....	7
Resumen.....	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Marco Teórico.....	12
Metodología.....	17
Análisis Estadístico.....	20
Resultados.....	21
Discusión.....	28
Conclusiones.....	30
Referencias.....	31

Índice de Tablas

Tabla 1. Comparación dimensión Córdilo Derecho.....	21
Tabla 2. Comparación dimensión cóndilo izquierdo	22
Tabla 3. Prueba ANOVA volumen condilar derecho	23
Tabla 4. Prueba ANOVA volumen condilar izquierdo.....	24
Tabla 5. Prueba Tukey Córdilo Derecho.....	25
Tabla 6. Prueba Tukey Córdilo Izquierdo.....	26
Tabla 7. Prueba ANOVA promedio por género cóndilo derecho.....	27
Tabla 8. Prueba ANOVA promedio por género cóndilo izquierdo	27

Índice de figuras

Figura 1. <i>Representación comparación cóndilo derecho</i>	21
Figura 2. <i>Representación comparación cóndilo izquierdo</i>	22
Figura 3. <i>Promedio volumen cóndilo derecho</i>	25
Figura 4. <i>Promedio volumen cóndilo izquierdo</i>	26

Evaluación de las diferencias de tamaño y volumen del cóndilo mandibular, en tomografías computarizadas de haz cónico, de pacientes clase I, II y III.

Diana Carolina Guevara Castro

dcguevarac@estudiantes.uhemisferios.edu.ec

Resumen

En ortodoncia, la forma y el volumen del cóndilo mandibular desempeña un importante papel en el pronóstico y estabilidad de los tratamientos ortodónticos y ortognáticos. El objetivo de este estudio fue valorar las diferencias de tamaño y volumen del cóndilo mandibular, en tomografías computarizadas de haz cónico, de pacientes clase I, II y III. La metodología de estudio fue de tipo cuantitativo, transversal y comparativo, se analizaron 150 cóndilos de 75 tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT) entre las clases esqueléticas I, II y III, con patrones faciales hipodivergente, normodivergente e hiperdivergente, se evaluó el ancho medio lateral, la longitud anteroposterior, la altura y el volumen del cóndilo derecho e izquierdo. Los resultados manifestaron un volumen condilar significativamente menor en los sujetos de clase II, en comparación con los de clase I y clase III ($p < 0,05$). Se apreciaron diferencias significativas del volumen condilar en el grupo clase III ($p = 0.03$) con valores más altos en el grupo hipodivergente. El grupo clase III mostró un ancho ($p < 0,05$) y altura ($p < .001$), mayor que el grupo clase II. Las conclusiones demostraron que existen diferencias significativas en las dimensiones morfológicas del cóndilo mandibular de las diferentes anomalías dentofaciales.

Palabras clave: Articulación temporomandibular, Tomografía CBCT, Cóndilo mandibular, Morfología condilar, Volumen condilar, Diagnóstico Ortodoncia.

Abstract

In orthodontics, the shape and volume of the mandibular condyle plays an important role in the prognosis and stability of orthodontic and orthognathic treatments. The objective of this study was to assess the shape and volume of the mandibular condyle imaging using cone beam computed tomography (CBCT) scans in class I, II, and III patients. The study methodology is quantitative, cross-sectional, and comparative. 150 condyles from 75 cone beam computed tomography (CBCT) scans were analyzed between skeletal classes I, II, and III, with hypodivergent, normodivergent, and hyperdivergent facial patterns. The mediolateral width, anteroposterior length, height, and volume of the right and left condyles were evaluated. The results showed a significantly smaller condylar volume in class II subjects compared to class I and class III ($p < 0.05$). Significant differences in condylar volume were observed in the Class III group ($p = 0.03$), with higher values in the hypodivergent group. The Class III group showed greater width ($p < 0.05$) and height ($p < 0.001$) than the Class II group. The findings demonstrated significant differences in the morphological dimensions of the mandibular condyle across different dentofacial anomalies.

Keywords: Temporomandibular joint, CBCT, Mandibular condyle, Condylar morphology, Condylar volume, Orthodontic diagnosis.

Introducción

El complejo articular que une el hueso mandibular con el hueso temporal del cráneo, es una estructura compleja que permite movimientos esenciales para realizar las funciones vitales de masticación y fonación. Este complejo está formado por el cóndilo mandibular, disco articular, cápsula articular y cavidad glenoidea. La correcta función de este componente dependerá de la interacción entre los huesos, ligamentos y músculos. (Aparicio et al., 2023)

Las áreas articulares del cóndilo mandibular y la fosa glenoidea, que conforman la articulación temporomandibular (ATM), están compuestas de tejido conjuntivo fibroso denso que la hacen capaz de soportar fuerzas del movimiento y le proveen una capacidad de auto reparación. (Okenson, 2019)

Los ortodoncistas y rehabilitadores orales han considerado que la forma y el volumen del cóndilo mandibular desempeña un importante papel en el pronóstico y estabilidad de los tratamientos ortodónticos, protésicos y quirúrgicos. Por este motivo los diagnosticadores consideran diversos estudios para observar la forma y la posición del cóndilo dentro de su fosa articular, previo a la realización de los tratamientos odontológicos. (Noh, et al., 2021)

Mediante la tomografía volumétrica computarizada de haz cónico, (CBCT) podemos observar los diferentes cambios morfológicos y cambios de posición de los componentes de la articulación temporomandibular, con mejor precisión debido a que el CBCT no produce alteración de estructuras anatómicas. (Arango & Barrientos, 2024)

En la literatura se evidencia el estudio de los cambios morfológicos de los componentes de la ATM en las diferentes anomalías dentofaciales, frecuentemente el cóndilo se presenta de forma convexa, no obstante, en pacientes clase II presentan un cóndilo más pequeño y estrecho. En las alteraciones dentofaciales clase I, II y III, se observan asimetrías condilares, sin embargo,

la clase III es el grupo con mayor prevalencia. (Quiaoling et al., 2018) Los pacientes con un patrón hiperdivergente suelen presentar un mayor volumen condilar que aquellos con un patrón hipodivergente. (Park, 2015) (Chae, 2020)

Las diferencias en la morfología de la articulación temporomandibular en relación con la interacción entre las características cefalométricas sagitales y verticales han sido escasamente exploradas mediante imágenes en 3D. (Noh, et al., 2021) Por este motivo, este estudio nos lleva a plantearnos el evaluar las diferencias de tamaño y volumen condilar, en tomografías computarizadas de haz cónico de pacientes clase I, II y III.

Marco Teórico

La articulación temporomandibular (ATM), se considera una de las estructuras más complejas e importantes del ser humano, es relevante porque permite las funciones vitales de masticación, deglución y habla. Dicha articulación está compuesta por el cóndilo mandibular, disco articular, cavidad glenoidea y la eminencia articular. (Varshan & Prathap, 2022)

Diversos autores han descrito al cóndilo en vista mediolateral con una forma bicóncava, con una longitud de 15 a 20mm, en vista sagital con una forma convexa, aplanada, triangular, con una dimensión de 6 a 10 mm; en la parte superior, central y anterior del espacio articular se observa el disco articular. En una vista axial se aprecian los polos medial y lateral del cóndilo en forma puntiaguda, siendo generalmente el medial el más prominente. (Rodríguez, 2009)

La forma y el tamaño de la base craneal puede establecer la morfología del cóndilo mandibular, las fuerzas recibidas por el cóndilo y la fosa articular dependerán de las características morfológicas individuales de la base craneal. (Noh, et al., 2021) Investigaciones previas han demostrado que la morfología facial está relacionada con el volumen del cóndilo mandibular, pues este afecta directamente al cuello, la rama y el cuerpo mandibular, por este motivo está directamente asociado con la asimetría facial. (Ravelo et al., 2022)

La morfología y la posición de la articulación temporomandibular se ve influenciada por varios factores como la edad, el sexo, la tendencia de crecimiento, trastornos funcionales y patologías propias de la ATM. (Dygas, et al., 2022) Alteraciones en el tono muscular y los trastornos en la relación entre arcos dentarios provocan repartición desigual de las cargas masticatorias resultando en una remodelación de las superficies articulares. (Lin, 2019)

La ortodoncia basa su criterio fundamental en conseguir una armonía estética facial, dental y esquelética. La clasificación de Angle permite establecer un diagnóstico ortodóntico y

planificación del tratamiento, ésta busca determinar la relación maxilomandibular, la clasificación se divide en: Clase I, II y III. En la clase I, existe una relación armónica entre el maxilar superior y la mandíbula, generalmente el cóndilo mandibular se ubica en relación céntrica en la cavidad glenoidea, la morfología condilar se observa simétrica y convexa. La clase II se presenta con una retrusión mandibular, generalmente los cóndilos se aprecian más pequeños y angostos, la inclinación axial del cóndilo podría observarse aplanada. En la clase III, se aprecia una posición más adelantada de la mandíbula respecto al maxilar superior, autores confirman que los cóndilos se perciben más grandes y un con un volumen mayor, en esta clase se puede observar mayor cantidad de asimetrías en comparación con las otras clases. (Ma et al., 2018)

La causa principal de las enfermedades degenerativas de la ATM está asociada a la sobrecarga mecánica que se produce en la misma, el avance de esta enfermedad puede provocar cambios morfológicos en el cóndilo mandibular incluyendo osteofitos, aplanamientos, erosión, esclerosis y quistes. (Min, 2024)

En odontología, la radiografía dental es un método de diagnóstico utilizado en la práctica diaria para evaluar el complejo bucal y maxilofacial, este método bidimensional(2D) tiene sus limitaciones al no permitir observar ciertas estructuras anatómicas complejas de manera tridimensional(3D) o ciertas patologías asociadas. En la década de los noventa la tomografía médica era el método de elección para diagnosticar en 3D y ofrecer un plan de tratamiento maxilofacial, a finales de esta década se introdujo en la práctica dental la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), esta presenta varias ventajas como una visualización ósea más detallada, menores dosis de radiación y a un costo accesible. (Jacobs et al., 2018)

La tomografía de haz cónico es una herramienta de diagnóstico utilizada para valorar cambios morfológicos óseos del componente articular maxilomandibular y la posición del

cóndilo mandibular en boca cerrada. Una de las principales limitaciones de la tomografía Cone Beam radica en que solo permite la visualización de estructuras calcificadas como estructuras óseas y tejido dental, en cuanto a tejidos blandos solo podrán observarse cuando se encuentren rodeados de tejidos con densidades significativamente distintas. Por este motivo se recomienda el uso de resonancia magnética si es necesario observar el disco articular, cápsula o ligamentos. (Briner, 2014)

El equipo de tomografía axial computarizada (TC), captura una serie de cortes en el plano axial a través de rayos X en abanico o espiral, mientras un equipo CBCT emplea un haz cónico y un detector de panel de estado sólido que rota 180° a 360° alrededor del paciente de esta forma captura el volumen anatómico dental o maxilofacial deseado. A través de esta única rotación se puede obtener varias imágenes planificadas (180 a 1024 imágenes en 2D), produciendo una reducción significativa en la radiación absorbida de 6 a 15 veces en comparación con los cortes acumulados que causa la TC. El tiempo de escaneo dependerá del fabricante, este varía entre 5 a 40 segundos. El rango operativo del CBCT generalmente es de 1-15 mA a 90-120 kVp similar al rango utilizado en una radiografía panorámica, mientras que en la CT es de 120-150 mA y 220 kVp siendo considerablemente más alto. A través del algoritmo Feldkamp las imágenes se transmiten en la computadora en los tres planos del espacio coronal, axial y sagital. Los archivos están en formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) permitiendo la facilidad y compatibilidad con otros softwares. Existen varios softwares que permiten la utilización de varias herramientas para diagnosticar y planificar tratamientos, sin embargo, los equipos de CBCT contienen un software con las herramientas adecuadas para imágenes 3D. Una de las principales ventajas de las CBCT es la viabilidad para crear nuevas imágenes que se

utilizan comúnmente, por ejemplo, imágenes panorámicas, cefálicas o multiplanares de la ATM. (White & Pharoah, 2014).

La tomografía Cone Beam permite varios modos de visualización adicionales a los ya mencionados: el corte oblicuo, que permite crear imágenes bidimensionales a través del corte transversal de imágenes axiales, se las llama imágenes multiplanares (MPR), el corte curvo, permite una vista panorámica; la vista transversal, es utilizada para observar varias imágenes transversales subsecuentes con un determinado grosor; suma de rayos, permite observar las imágenes MPR, genera imágenes panorámicas y cefálicas, visualización del volumen esta función nos permite seleccionar dentro de un conjunto de datos ciertos voxels para representar un volumen, se lo utiliza para diagnosticar la ATM, fracturas mandibulares, planificación de cirugía ortognática. (Saccucci et al., 2012)

La técnica de proyección de intensidad máximas (MIP) es una de las herramientas más comunes y útiles pues permite observar estructuras óseas, impactación de dientes, dientes supernumerarios, evaluar la ATM y fracturas craneofaciales. (Venkatesh & Elluru, 2017)

Los tomógrafos empleados para uso de CBCT, proveen voxels similares en las tres proporciones del espacio, estos son llamados voxels isotrópicos, éstos permiten una alta resolución submilimétrica de 0.4mm hasta 0.9mm, ideal para utilización en diagnóstico ortodóntico y maxilo facial. (Venkatesh & Elluru, 2017)

Pese a las múltiples ventajas la CBCT también presenta limitaciones reflejadas en imprecisiones provocadas por artefactos, estos suelen generarse por objetos extraños ubicados en maxilar o mandíbula, tales como coronas metálicas, prótesis fijas, implantes dentales o material de osteosíntesis. La emisión de rayos x puede desviarse de su dirección inicial cuando contacta la

superficie metálica y alcanzar el detector desde una ubicación incorrecta, produciendo una retroproyección de datos imperfecta llamada “dispersión de rayos”, esta se manifiesta como intensas rayas que alteran los valores de gris en los tejidos cercanos. (Matta, 2023)

El uso de radiación ionizante implica un nivel de riesgo, aun si la exposición es mínima, puede generar efectos estocásticos probabilísticos siendo éste directamente proporcional a la dosis recibida y su severidad independiente de la dosis. La justificación de la dosis de radiación que se va a utilizar no depende de la técnica que se desee emplear, pende más bien de la estricta necesidad de utilización y que esta dosis represente un beneficio para el paciente. (Horner, K. et al. 2020) El empleo de las CBCT, deberá ser justificado estrictamente cuando las radiografías convencionales no brinden un diagnóstico puntual o cuando contribuya a mejorar las opciones de tratamiento, por este motivo varios autores no consideran a esta herramienta como un medio de diagnóstico de rutina. (De Grauwe et al., 2019)

Metodología

El presente estudio es de tipo cuantitativo, transversal y comparativo, ya que se analizaron tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT) correspondientes a pacientes clasificados en Clase I, II y III esquelética, con el objetivo de evaluar las diferencias morfológicas del cóndilo mandibular entre los distintos grupos.

En el presente estudio se utilizaron 75 tomografías volumétrica computarizada de haz cónico correspondientes a 150 cóndilos mandibulares, de pacientes hombres y mujeres con un rango de edad de 18 años a 50 años, extraídas del banco de datos de la Universidad Hemisferios, de la ciudad de Quito, Ecuador; los CBTC se realizaron entre septiembre del 2023 hasta abril del 2025. Las imágenes 3D se obtuvieron de una unidad Planmeca ProMax 3D, serie TFMP 10360, tamaño de imagen $\varnothing 20.0 \times 17.6$ cm, tamaño de vóxel $400\mu\text{m}$, 120kV, 6mA. Las imágenes fueron trasladadas en formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*).

La muestra se tomó bajo criterios de inclusión de tomografía de cabeza completa, campo de visión 16x16, todos los puntos cefalométricos visibles, máxima intercuspidad, posición habitual de la cabeza, cóndilos sin esclerosis, osteofitos o quistes.

Como criterios de exclusión se descartaron tomografías donde se observó material de osteosíntesis en el macizo facial, fracturas mandibulares o condilares, tomografías con artefactos.

Se realizaron mediciones lineales y angulares para determinar el ángulo ANB, y establecer la clase esquelética. Se dividió en tres grupos, cada grupo con 25 tomografías.

El Grupo 1, (n: 25) clase I (ANB -6° a 6°), Grupo 2, (n: 25) clase II (mayor a 6°) y el Grupo 3, (n:25) clase III (menor a -3°), para determinar la clase esquelética. De igual manera se estableció el patrón esquelético, se dividió en 3 grupos. El Grupo hipodivergente (n:11) (SN-MP

<30°), Grupo normodivergente (n:36) (SN-MP 30° a 38°) y el Grupo hiperdivergente (n:28) (SN-MP >38°).

El proceso de calibración en el manejo e interpretación de imágenes CBCT se realizó bajo la supervisión del Dr., Esteban Espinoza, MSC. Radiólogo, en el centro de diagnóstico e imagen maxilofacial “Explora”, bajo el siguiente protocolo:

- Ingresar al programa “3D Slicer”.
- Cargar el archivo DICOM de cada CBCT.
- Crear una renderización de volúmenes en 2D y trazar el ángulo del plano mandibular (SN-MP) desde el punto N hacia el punto silla (S) a un punto equidistante y a de Gnation (Gn) a mentón (Mn).
 - Ubicar el posicionador de planos y calibrar los ejes en los tres planos del espacio axial, coronal y sagital.
 - En el corte sagital realizar una medición angular desde el punto A hacia el punto Nasion (N) y hacia el punto B.
 - En el corte axial ubicar el cóndilo derecho, realizar una medición lineal desde el punto más medial del cóndilo (Cd-med) hasta el punto más externo (Cd-lat).
 - En el corte sagital ubicar el punto más anterior (Cd-ant) hasta el punto más posterior (Cd-post), realizar una medición lineal desde el punto más superior (Cd-sup) hasta la línea que pasa por el punto más inferior de la escotadura sigmoidea (Sig-inf) y es paralela al plano de Franckfort (FH), realizar una medición lineal desde el punto más anterior del cóndilo (Cd-ant) hasta el punto más posterior del cóndilo (Cd-post).
 - En el corte sagital realizar una medición volumétrica ubicando el cursor desde el sector anterosuperior hasta el postero inferior, verificar la coincidencia de los

puntos en el corte axial y coronal. Realizar las mismas mediciones en el cóndilo izquierdo.

El ancho del cóndilo se determinó en la vista del corte coronal, se realizó una medición lineal desde el polo interno al polo externo en el cóndilo derecho e izquierdo, en el corte sagital se realizó la medición de la longitud desde al punto anterior del cóndilo hasta en más posterior, para obtener la altura en el corte sagital se determinó el punto más superior del cóndilo hasta el límite inferior el plano que atraviesa por el punto más inferior de la escotadura sigmoidea paralelo al plano de Franckfort. (Noh, et al., 2021)

Análisis Estadístico

Los datos fueron ingresados en tablas de Excel para luego ser entregados a un estadista y los mismo fueron procesados mediante el software estadístico SPSS versión 25. Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de dos vías para determinar si existían diferencias significativas entre las distintas clases esqueléticas. En los casos donde se identificaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), se utilizó la prueba post hoc de Tukey para realizar comparaciones entre los grupos.

Mediante una prueba de fiabilidad intraobservador, se seleccionaron de manera aleatoria quince tomografías, con intervalo de diez días de realizadas las primeras mediciones. Se realizó el cálculo de coeficiente de correlación intraclase (CCI) a través del programa estadístico SPSS 25, obteniendo un resultado de $>0.90\%$ de fiabilidad.

Resultados

En el presente estudio se observó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$), entre las dimensiones morfológicas del cóndilo mandibular de las tres clases esqueléticas.

Tabla 1.

Comparación dimensión Cóndilo Derecho

	CLASE I		CLASE II		CLASE III		Valor p
Longitud (mm)	7.51	±1.56	7.38	±1.32	7.42	±1.41	0.6
Ancho (mm)	15.48	±2.05	14.21	±2.53	16.01	±2.92	*0.03
Altura (mm)	16.24	±2.74	14.56	±2.57	18.75	±2.94	*4.5E-5

En la tabla 1, se puede apreciar las diferencias de las mediciones lineales en milímetros entre clases, en el cóndilo derecho se pudo determinar que existen diferencias significativas en el ancho, donde el resultado fue $p=0.03$ y en la altura donde el valor fue $p=4.5E-05$. La longitud no presenta diferencias significativas.

Figura 1.

Representación comparación cóndilo derecho

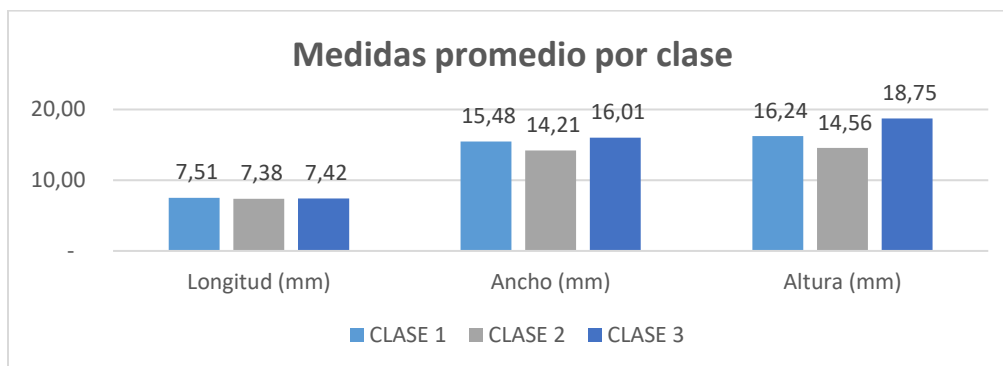


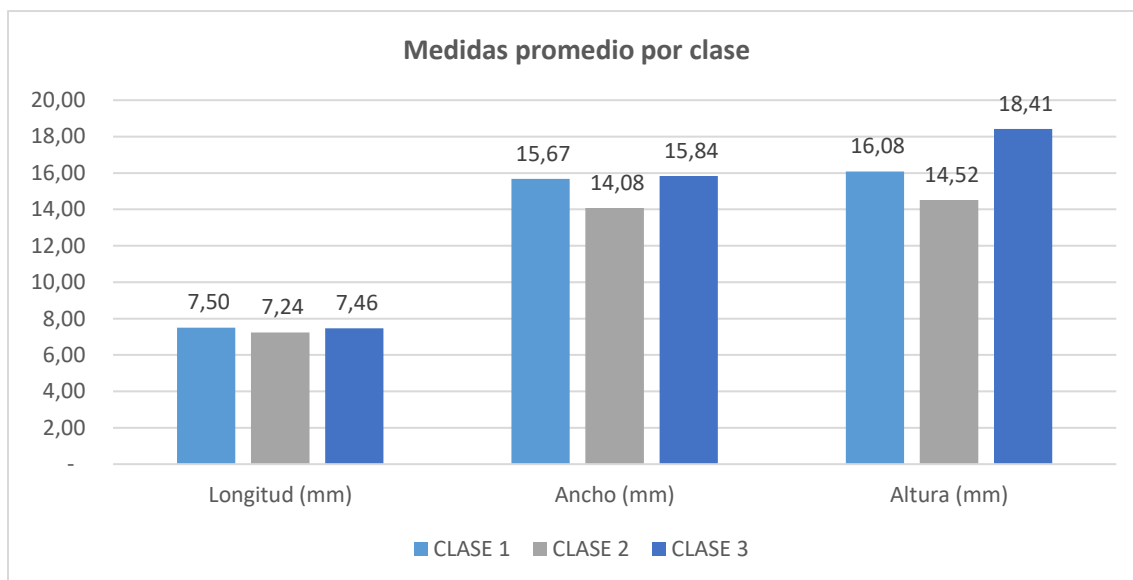
Tabla 2.

Comparación dimensión cóndilo izquierdo

	CLASE I	CLASE II	CLASE III	Valor p
Longitud (mm)	7.50 ±1.28	7.24 ±1.4	7.46 ±1.55	0.1
Ancho (mm)	15.67 ±1.84	14.08 ±2.56	15.84 ±2.77	0.10
Altura (mm)	16.08 ±3.63	14.52 ±2.69	18.41 ±3.35	*3.98E-03

En la tabla 2, se puede apreciar las diferencias de las mediciones lineales en milímetros del cóndilo izquierdo, entre las tres clases esqueléticas, se puede apreciar diferencias significativas en la altura del cóndilo ($p=3.98E-03$).

Figura 2.

Representación comparación cóndilo izquierdo

Se comparó el volumen condilar derecho entre las clases esqueléticas (Clase I, II y III), utilizando un total de 25 muestras por grupo. Los datos fueron analizados mediante una prueba de análisis de varianza (ANOVA). El resultado mostró una diferencia estadísticamente significativa entre las clases, con un valor de $p < 0.05$, lo que indica que existen variaciones importantes en el volumen condilar derecho.

Mediante una prueba ANOVA se compararon los promedios y desviaciones estándar del volumen condilar de tres tipos de patrones faciales (hiperdivergente, hipodivergente y normodivergente) en tres clases dentales (Clase 1, Clase 2 y Clase 3).

Tabla 3.

Prueba ANOVA volumen condilar derecho

GRUPO	Hiperdivergente (n=28)		Hipodivergente (n=11)		Normodivergente (n=36)		Valor p
Clase 1 (n=25)	1,709.9	±440.6	1,695.5	±275.67	2,140.2	±510.1	0.09
	(n=9)		(n=3)		(n=13)		
Clase 2 (n=25)	1,420.3	±620.71	1,927.1	-	1,636.7	±351.09	0.47
	(n=14)		(n=1)		(n=10)		
Clase 3 (n=25)	2,024.0	±423.95	2,706.4	±1107.82	2,036.0	±437.28	0.23
	(n=5)		(n=7)		(n=13)		
Valor p	0.10		0.34		*0.03		

Al realizar la comparación entre las clases esqueléticas ninguno de los valores de p obtenidos fue estadísticamente significativo ($p < 0,05$). Se evidenció una diferencia significativa en el grupo normodivergente entre las clases dentales ($p = 0.03$).

Tabla 4.

Prueba ANOVA volumen condilar izquierdo

GRUPO	Hiperdivergente (n=28)		Hipodivergente (n=11)		Normodivergente (n=36)		Valor p
Clase I (n=25)	1993.87	±464.66	1765.13	±561.68	1904.96	±497.21	0.77
	(n=9)		(n=3)		(n=13)		
Clase II (n=25)	1359.82	±352.60	2289.20	-	1491.01	±492.86	0.12
	(n=14)		(n=1)		(n=10)		
Clase III (n=25)	1811.58	±404.21	2761.41	±1013.09	1996.31	±445.47	0.03
	(n=5)		(n=7)		(n=13)		
Valor p	0.003		0.33		0.04		

En la tabla 4, se detectaron diferencias significativas en el grupo clase III ($p = 0.03$), con valores más altos en el grupo hipodivergente. Los grupos hiperdivergente ($p = 0.003$) y normodivergente ($p = 0.04$) mostraron diferencias significativas entre clases esqueléticas.

Se procedió a realizar la prueba de Tukey para comparar las clases, en los casos donde se evidenciaron diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tabla 5.

Prueba Tukey Cóndilo Derecho

Comparación	Estadística Q de Tukey	Valor p de Tukey	Inferencia de Tukey
Clase I - Clase II	3.41	0.04	* $p < 0.05$
Clase I - Clase III	2.44	0.20	insignificante
Clase II - Clase III	5.86	0.001	** $p < 0.01$

El volumen de condilar derecho del grupo clase I es 0.05 menor que el grupo clase II. El grupo clase I está 0.05 por encima del grupo clase III, no hay evidencia estadística para considerar alguna diferencia significativa. La media entre los grupos clase II y clase III refleja un valor p muy bajo (0.001), por lo que se determina que existe una diferencia muy significativa entre estas dos clases.

Figura 3.

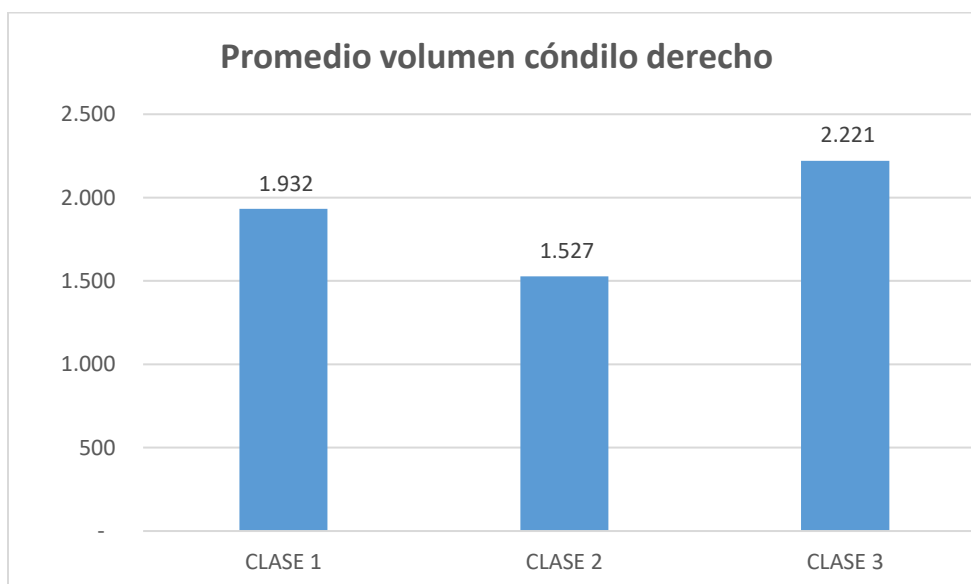
Promedio volumen cóndilo derecho

Tabla 6.

Prueba Tukey Cóndilo Izquierdo

Comparación	Estadística Q de Tukey	Valor p de Tukey	Inferencia de Tukey
Clase I - Clase II	4.18	0.01	* $p < 0.05$
Clase I - Clase III	2.25	0.25	insignificante
Clase II - Clase III	6.43	0.001	** $p < 0.01$

Existe una diferencia significativa en el volumen de cóndilo izquierdo entre el grupo clase I y clase II. Entre el grupo clase I y clase III no hay evidencia estadística para considerar alguna diferencia significativa. Se evidencia una diferencia muy significativa al comparar el grupo clase II y clase III.

Figura 4.

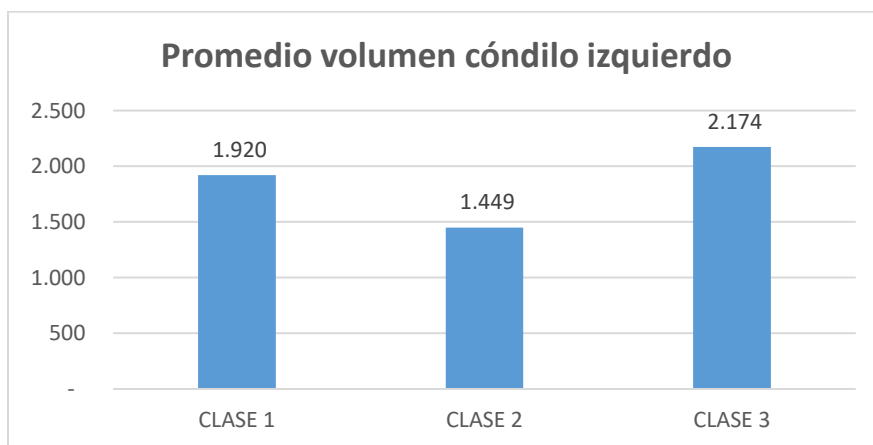
Promedio volumen cóndilo izquierdo

Tabla 7.

Prueba ANOVA promedio por género cóndilo derecho

Medida	Femenino (45)		Masculino (30)		Valor p
	Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar	
Volumen	1745.98	±560.23	2114.65	±720.36	*0.02
Ancho	14.50	±1.96	16.34	±3.06	*0.002
Longitud	7.35	±1.55	7.57	±1.20	0.5
Altura	15.56	±2.72	17.95	±3.42	*0.001

Se puede apreciar una diferencia significativa mayor en el volumen, ancho y altura del cóndilo derecho del sexo masculino en comparación con el femenino.

Tabla 8.

Prueba ANOVA promedio por género cóndilo izquierdo

Medida	Femenino (45)		Masculino (30)		Valor p
	Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar	
Volumen	1687.57	506.16	2088.03	727.63	*0.006
Ancho	14.79	2.03	15.79	3.06	0.09
Longitud	7.36	1.43	7.46	1.38	0.75
Altura	15.30	3.35	17.88	3.41	*0.002

Se puede apreciar una diferencia significativa mayor en el volumen y altura del cóndilo derecho del sexo masculino en comparación con el femenino.

Discusión

Existe una diferencia en la morfología del cóndilo de la ATM en las diferentes anomalías dentofaciales. Los hallazgos indicaron que el ancho y la altura condilar de los grupos clase III, son mayores al grupo clase II. Este hallazgo puede suponer que el crecimiento excesivo vertical de la rama mandibular en pacientes clase III se refleja en la altura y el ancho condilar.

Se hallaron diferencias significativas entre las medidas obtenidas en el grupo clase III, ya que muestra un volumen y un área mayor que en el grupo clase II, así también el grupo hipodivergente presenta un ancho condilar mayor que el grupo hiperdivergente coincidiendo con el estudio realizado por Noh et al. (2021).

Concordando con Arango et al. (2024) en su estudio en 180 cóndilos, donde se evidenciaron diferencias demostrativas en el ancho condilar y altura de eminencia articular siendo de mayor tamaño en los hombres que en las mujeres.

Saccucci et al. (2012), ratifican que la morfología mandibular puede influir en el patrón de divergencia facial y el volumen y la superficie del cóndilo, en menor grado, en la clasificación esquelética, especialmente en individuos con plano mandibular hipodivergente.

En el estudio realizado por Serindere et al. (2020) de 125 pacientes, se manifestaron diferencias entre el volumen, ancho y altura condilar, siendo mayor en los hombres que en las mujeres, estos resultados son consistentes con los hallazgos del presente estudio, en el cual se observó que el ancho lateromedial del cóndilo mandibular fue mayor en el grupo masculino.

El presente estudio afirma los hallazgos de Ravelo et al. (2022), estos autores determinan que la posición sagital del cóndilo mandibular está relacionada con el plano mandibular y la clase esquelética; los sujetos con clase II esquelética tienden a presentar un patrón hiperdivergente y los sujetos con clase III presentaron cóndilos de mayor diámetro que los sujetos con clase II.

Santander et al. (2020) afirma que el grupo con clase III presentó cóndilos de mayor longitud y volumen, en comparación con los sujetos del grupo clase II. En cuanto al patrón vertical, se observó que los pacientes con patrón hiperdivergente presentan cóndilos de menor tamaño que los sujetos con patrón hipodivergente, concordando con el presente estudio.

En la investigación realizada por Zhou et al. (2024), los sujetos con patrón hiperdivergente y clase II mostraron valores más bajos en la longitud, altura y diámetros del cóndilo, afirmando los resultados de este estudio.

En cuanto a las dimensiones condilares Al-Hadad et al. (2022) afirman que las dimensiones mediolaterales del grupo son más altas en comparación con los otros patrones faciales, corroborando la presente investigación.

Conclusiones

En el presente estudio se observaron diferencias significativas de las dimensiones morfológicas del cóndilo mandibular en las tres clases esqueléticas.

Se evidenciaron valores mayores en el ancho medio lateral del cóndilo mandibular del grupo clase III en comparación con el grupo clase II.

En los dos cóndilos, el grupo clase III presenta una altura mayor en comparación a los grupos clase I y clase II.

El grupo clase III con patrón facial hipodivergente refleja un volumen condilar mayor sobre los otros patrones faciales.

Al analizar el patrón facial hiperdivergente el volumen condilar del grupo clase II presenta un promedio menor en comparación con los otros patrones faciales.

Se puede apreciar una diferencia significativa con promedios mayores en el volumen y altura condilar del sexo masculino en comparación con el femenino.

Referencias

- Okeson, J. (2019). *Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion*. Kentucky: MOSBY.
- Noh, KJ., Baik, H., Han, S., Jang, W., & Choi, YJ. (2021) Differences in mandibular condyle and glenoid fossa morphology in relation to vertical and sagittal skeletal patterns: A cone-beam computed tomography study. *Korean J Orthod*, 51, 126-134. <https://doi.org/10.4041/kjod.2021.51.2.126>
- Serindere, G., Aktuna Belgin, C. y Serindere, M. (2020). Análisis volumétrico y morfológico del cóndilo y la fosa glenoidea en tomografía computarizada. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 277, 2581–2587. <https://doi.org/10.1007/s00405-020-06078-5>
- Ravelo, V., Olate, G., de Moraes, M., Guevara, HG, Parra, M., & Olate, S. (2022). Posición de la ATM en la deformidad dentofacial simétrica. *Journal of Clinical Medicine*, 11 (13), 3631. <https://doi.org/10.3390/jcm11133631>
- Ma, Q., Bimal, P., Mei, L., Olliver, S., Farella, M., & Li, H. (2018). Temporomandibular condylar morphology in diverse maxillary–mandibular skeletal patterns. *The Journal of the American Dental Association*, 149(7), 589–598. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2018.02.016>
- Min, CK., Kim, KA., Lee, KE. et al. (2024). A study on volumetric change of mandibular condyles with osteoarthritis using cone-beam computed tomography. *Sci Rep*, 14, 10232. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-60404-z>
- Rodrigues, A. F., Fraga, M. R., & Vitral, R. W. F. (2009). Computed tomography evaluation of the temporomandibular joint in Class II Division 1 and Class III malocclusion patients: Condylar symmetry and condyle-fossa relationship. *American Journal of*

- Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 136(2), 199–206.
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.07.033>
- Arango, M., Loaiza, A. F. & Barrientos, S. (2024). Diferencias morfológicas óseas y de posición del componente temporomandibular en tomografías computarizadas de pacientes con ADF clase I, II y III. Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10554/66415>.
- Chae, J. M., Park, J. H., Tai, K., Mizutani, K., Uzuka, S., Miyashita, W., & Seo, H. Y. (2020). Evaluation of condyle-fossa relationships in adolescents with various skeletal patterns using cone-beam computed tomography. *The Angle orthodontist*, 90(2), 224–232. <https://doi.org/10.2319/052919-369.1>
- 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 journal of orthodontics*, 45(2), 66–73.
<https://doi.org/10.4041/kjod.2015.45.2.66>
- Aparicio, D., Arrocha, M., Domínguez, L., Guerra, H., & Barria, A. (2023). Imagenología de la articulación temporomandibular y su aplicación para el diagnóstico de trastornos articulares. *Contacto Científico*, 3(1), 8–19. <https://doi.org/10.48204/2710-7825.4244>
- Jacobs, R., Salmon, B., & Codari, M. (2018). Tomografía computarizada de haz cónico en implantología dental: recomendaciones para su uso clínico. *BMC Oral Health* 18 , 88
<https://doi.org/10.1186/s12903-018-0523-5>
- Briner, A., (2014) Cone beam computed tomography in temporo-mandibular joint. *El Sevier* 25 (5), 843-849 DOI: 10.1016/S0716-8640(14)70115-4

- Saccucci, M., D'Attilio, M., & Rodolfo, D. (2012). Volumen y área condilar en adultos jóvenes de clase I, II y III. *Head Face Med* 8, 34 <https://doi.org/10.1186/1746-160X-8-34>
- White, S. C., & Pharoah, M. J. (2014). Oral radiology-E-Book: Principles and interpretation. *Elsevier Health Sciences*. págs. 199-212.
- Krisjane, Z., Urtane, I., Krumina, G., & Zepa, K. (2009). Three-dimensional evaluation of TMJ parameters in Class II and Class III patients. *Stomatologija*, 11(1), 32–36. <https://sbdmj.lsmuni.lt/091/091-05.pdf>
- Venkatesh, E., & Elluru, S. V. (2017). Cone beam computed tomography: basics and applications in dentistry. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 51(3 Suppl 1), S102–S121. <https://doi.org/10.17096/jiufd.00289>
- Horner, K., Barry, S., Dave, M., Dixon, C., Littlewood, A., Pang, CL., Sengupta, A., & Srinivasan, V. (2020). Diagnostic efficacy of cone beam computed tomography in paediatric dentistry: a systematic review. *Eur Arch Paediatr Dent* 21, 407–426 <https://doi.org/10.1007/s40368-019-00504-x>
- De Grauwe, A., Ayaz, I., Shujaat, S., Dimitrov, S., Gbadegbegnon, L., Vande Vannet, B., & Jacobs, R. (2019). CBCT in orthodontics: a systematic review on justification of CBCT in a paediatric population prior to orthodontic treatment. *European journal of orthodontics*, 41(4), 381–389. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjy066>
- Matta, R. E., Knapp Giacaman, S., Wiesmueller, M., Lutz, R., Uder, M., Wichmann, M., & Seidel, A. (2023). Quantitative analysis of zirconia and titanium implant artefacts in three-dimensional virtual models of multi-slice CT and cone beam CT: does scan

- protocol matter?. *Dento maxillo facial radiology*, 52(8), 20230275.
<https://doi.org/10.1259/dmfr.20230275>
- Varshan, I., & Prathap, L. (2022). Evaluation of mandibular condylar morphology using orthopantomogram in South Indian population. *Journal of advanced pharmaceutical technology & research*, 13(Suppl 2), S530–S533.
https://doi.org/10.4103/japtr.japtr_178_22
- Zhou, J., Yang, H., Li, Q., Li, W., & Liu, Y. (2024). Comparison of temporomandibular joints in relation to ages and vertical facial types in skeletal class II female patients: a multiple-cross-sectional study. *BMC oral health*, 24(1), 467.
<https://doi.org/10.1186/s12903-024-04219-4>
- Al-Hadad, S. A., ALyafrose, 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>
- Lin M, Xu Y, Wu H, Zhang H, Wang S, Qi K. (2019). Comparative cone-beam computed tomography evaluation of temporomandibular joint position and morphology in female patients with skeletal class II malocclusion. *Journal of International Medical Research*. 48(2). doi:10.1177/0300060519892388
- 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*, 6863014.
<https://doi.org/10.1155/2022/6863014>