

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO
USFQ**

Colegio de Posgrados

Determinar el volumen condilar y relacionarlo con la clase esquelética I, II y III en tomografías computarizadas recopiladas en los años 2018-2023 de un centro radiológico de la ciudad de Quito-Ecuador

Proyecto de Investigación y Desarrollo

Marco David Carrillo Arteaga

**Dr. Diego Carrillo
Odontólogo-Ortodoncista
Director de Trabajo de Titulación**

Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito
para la obtención del título de Ortodoncista

Quito, 11 de diciembre 2024

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE POSGRADOS

HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Determinar el volumen condilar y relacionarlo con la clase esquelética I, II y III en tomografías computarizadas recopiladas en los años 2018-2023 de un centro radiológico de la ciudad de Quito-Ecuador.

Od. Marco Carrillo A.

Nombre del Director del Programa: Dr. Gerson Cabezas S.
Título académico: PhD. Master Ortodoncia
Director del programa de: Posgrado de Ortodoncia USFQ

Nombre del Decano del colegio Académico: Dra. Paulina Aliaga
Título académico: Odontóloga – Cirujana Oral
Decano del Colegio: Escuela de Odontología

Nombre del Decano del Colegio de Posgrados: PhD. Darío Niebieskikwiat
Título académico: PhD

Quito, 11 de diciembre 2024

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Así mismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombre del estudiante: Od. Marco David Carrillo Arteaga

Código de estudiante: 00332695

C.I.: 1721604740

Lugar y fecha: Quito, 11 de Diciembre 2024

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following graduation project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

AGRADECIMIENTOS

A mi padre; por sus consejos, enseñanza y apoyo. Gracias por cumplir este sueño conmigo y enseñarme que con amor todas las metas se cumplen. Siempre serás mi mayor ejemplo a seguir.

A mi madre; gracias por tu amor incondicional en todo momento y por siempre estar conmigo. Tu amor, apoyo y enseñanzas siempre serán mi mayor fortaleza. Siempre haré que te sientas orgullosa de mi.

A mi hermana, por tus consejos y complicidad. Estoy orgulloso de la gran madre, hermana y profesional que eres. A mi Nico y mi Rafa, siempre tendrán a su Tete.

A mi novia, gracias por caminar a mi lado todo este tiempo. Con tu amor haces que todo sea mejor. Que la vida nos permita cumplir muchas más metas y sueños. Juntos por mil atardeceres.

A mi cuñado, gracias por ser pilar en este estudio, por tus conocimientos en investigación que siempre te permitan llegar mucho más lejos.

A mis amigos, que se convirtieron en parte de mi vida, que esta profesión nos permita compartir muchos momentos felices juntos. Siempre estaré orgulloso de ustedes.

A mis profesores, por su amistad y compartir su experiencia y conocimientos.

A mis ángeles en el cielo, que me acompañan en cada paso. Siempre están en mi corazón.

RESUMEN

Parte fundamental de un buen tratamiento es la realización de un adecuado diagnóstico en el cual influyen muchos factores clínicos del paciente, así como el análisis de exámenes complementarios dentro de los cuales se valora a su vez la clase esquelética. Muchas veces las alteraciones esqueléticas y maloclusiones dentales pueden tener una relación directa con cambios morfológicos a nivel de las estructuras que componen la articulación temporomandibular. El cóndilo mandibular compone una parte importante del complejo articular ya que representa la estructura articular de la mandíbula en el hueso temporal que en situaciones normales se caracteriza por ser una estructura simétrica en forma y tamaño que puede presentar diferentes variaciones en base al sexo, edad, adaptaciones fisiológicas, alteraciones en el crecimiento y la clase esquelética. Los cambios esqueléticos presentes en la clase I, II y III forman parte fundamental de una alteración condilar, donde un crecimiento mayor del cóndilo mandibular puede desencadenar la presencia de una maloclusión III o, en casos de una deficiencia del mismo el desarrollo de una clase II por una limitación en el crecimiento mandibular.

Palabras clave: Clase esquelética, clase I, clase II, clase III, cóndilo, tomografía

ABSTRACT

Good treatment and accurate diagnosis is influenced by many clinical factors, among these the skeletal class rises as one of the most important. Often, skeletal alterations and dental malocclusions can have a direct relationship with morphological changes in the structures of the temporomandibular joint. The mandibular condyle is a significant part of the articular complex as it represents the mandibular articular structure within the temporal bone, which, under normal conditions, is characterized by being a symmetric structure in shape and size. This can have different variations based on sex, age, physiological adaptations, growth alterations, and skeletal class. Skeletal alterations present in classes I, II, and III are a fundamental part of condylar changes, where increased growth of the mandibular condyle may trigger the presence of a class III malocclusion, or in cases of deficiency, the development of a class II due to a limitation in mandibular growth.

Keywords: Skeletal class, class I, class II, class III, condyle, tomography

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	6
ABSTRACT.....	7
TABLA DE CONTENIDO.....	8
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
INTRODUCCIÓN	12
METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
ANÁLISIS DE DATOS.....	48
DISCUSIÓN	56
CONCLUSIONES	58
REFERENCIAS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de la muestra de acuerdo a la clase esquelética y sexo.....	48
Tabla 2. Distribución de la muestra de acuerdo a la clase esquelética y edad en años	49
Tabla 3. Descripción estadística del volumen total de cóndilo en la muestra	50
Tabla 4. Tabla de contingencia volumen total y la clase esquelética	51
Tabla 5. Tabla de OR en relación al volumen condilar	53
Tabla 6. Análisis de volumen: cóndilo derecho de acuerdo al sexo y clase esquelética	54
Tabla 7. Análisis de volumen: cóndilo izquierdo en relación al sexo y clase esquelética	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Okeson J. (2013) Ilustración I: Vista anterior y posterior del cóndilo. Tratamiento de afecciones temporomandibulares.....	16
Enlow (1992) Ilustración II: ATM del recién nacido. Arco cigomático recto y eminencia articular no marcada.....	17
Enlow (1992) Ilustración III: ATM a los 4 años. Ya se observan características morfológicas de una articulación adulta	18
Enlow (1992) Ilustración IV: Composición anatómica de la ATM. Se observa el disco articular, cóndilo, músculos y eminencia articular	19
Fuentes & Ottone (2021) Ilustración V: Vista inferior de la fosa glenoidea.	20
<i>Fuentes & Ottone (2021) Ilustración VI: Vista sagital de la ATM. Capas que forman las superficies articulares.....</i>	<i>22</i>
Okeson J. (2013) Ilustración VII: Corte histológico de las zonas: articular, proliferativa, fibrocartilaginosa y calcificada	22
Okeson J. (2013) Ilustración VIII: Vista lateral anatómica del cóndilo mandibular	23
Briner (2014) Ilustración IX: Relación de estructuras articulares en BC y BA.....	26
López (2004) Ilustración X: Relación del cóndilo mandibular y eminencia articular. Caso de hipomovilidad, desplazamiento normal e hipermovilidad.....	28
Lévano L. & Sovero G. (2021) Ilustración XI: Secuencia de pulso T1 y T2 y sus diferentes indicaciones clínicas	29
Lévano L. & Sovero G. (2021) Ilustración XII: RM de ATM vista sagital: a. imagen anatómica, b. disección, c. imagen didáctica	30
Hernandez (2022) Ilustración XIII: Diferentes alteraciones morfológicas del disco articular	31

Isberg & Kreiner (2006) Ilustración XIV: ATM con osteoartrosis primaria y ruptura de disco articular	34
Villanueva (2009) Ilustración XV: Relación esquelética en maloclusiones esquelética clase I, II y III.....	36
Carriere L. (2013) Ilustración XVI: Posición condilar en una maloclusión clase II	39
Carriere L. (2013) Ilustración XVII: Posición condilar en maloclusión clase III	40
Bayram et al. (2012) Ilustración XVIII: Línea tangente a la apófisis coronoides para determinar los límites del cóndilo mandibular.....	42
Elaborado por el autor (2024) Ilustración XIX: Obtención de radiografía lateral en el software Romexis Viewer.....	44
Elaborado por el autor (2024). Ilustración XX: Medición del ángulo ANB por medio de las herramientas 2D del software Romexis Viewer	44
Elaborado por el autor (2024) Ilustración XXI: Determinación de los límites anatómicos y asignación de los segmentos (izquierdo y derecho) en el archivo DICOM de la tomografía.....	45
Elaborado por el autor (2024) Ilustración XXII: En el corte axial, determinación del área anatómica de ambos cóndilos tomando como referencia la zona tangente a la apófisis coronoides.....	46
Elaborado por el autor (2024) Ilustración XXIII: Resultados obtenidos del volumen condilar (izquierdo-derecho) en mm ³ y cm ³	47

INTRODUCCIÓN

El análisis de la articulación temporomandibular es una valoración importante para un adecuado diagnóstico y elaboración de un plan de tratamiento. Dentro de las diferentes alteraciones que pueden afectar el sistema estomatognático se encuentran afecciones al complejo articular que pueden incluir características clínicas como dolor, limitación en la función, además que puede estar influenciado por lesiones inflamatorias y procesos degenerativos (Bayram et al., 2012).

A pesar de que las maloclusiones dentales presentan diversos factores etiológicos, se debe considerar a las alteraciones esqueléticas y cambios en el complejo articular como factores determinantes de las mismas. La morfología condilar presenta diversas modificaciones en relación a la edad, sexo, condiciones fisiológicas de cada persona, patologías, cambios en el biotipo facial y patrón esquelético. Los diferentes componentes que determinan una relación esquelética clase I, II, III tienen relación directa con los cambios sagitales que presenta el maxilar, la mandíbula o una combinación de ambos, por eso es importante considerar todos los cambios morfológicos que involucra el complejo articular y así poder determinar un agente causante de una maloclusión.

Justificación del trabajo

El análisis de la morfología condilar y su relación con la clase esquelética es de importancia para valorar su correlación con diversas maloclusiones esqueléticas clase I, II y III, además, debemos considerar que las estructuras anatómicas del complejo articular desempeñan un papel clave en la función y su análisis preciso, mediante tomografías computarizadas, puede proporcionar información valiosa sobre la salud y la estructura mandibular. En base a esto,

nuestra investigación toma como objetivo determinar el volumen condilar en una muestra de tomografías computarizadas recopiladas entre 2018 y 2023 en un centro radiológico de Quito-Ecuador, y relacionar estos datos con la clase esquelética I, II y III. La elección de las fechas se debe a la necesidad de obtener un conjunto de datos actualizado y relevante para reflejar las características anatómicas actuales de la población.

La presente investigación tiene una relevancia científica y una contribución académica al permitirnos valorar la relación existente entre el patrón esquelético y el volumen condilar. Presenta un enfoque humano al desarrollo ético de un plan de tratamiento adecuado para nuestros pacientes, así como una relevancia social al valorar una referencia diagnóstica que siempre se considera principal dentro de una maloclusión. Al ser una investigación que no se realiza con frecuencia presenta originalidad. Presenta un interés personal para obtener un grado académico, además, de ser viable por recursos humanos y tecnológicos para su realización.

Definición del problema

¿Hay una relación directa entre el volumen condilar y la clase esquelética I, II, III?

La clasificación del patrón esquelético es importante dentro de un adecuado diagnóstico ortodóntico y la planificación individualizada del tratamiento. Conocer el volumen condilar y cómo varía entre diferentes clases esqueléticas permite a los profesionales de la salud comprender mejor las alteraciones y anomalías en el desarrollo mandibular. Esta información es crucial para realizar diagnósticos personalizados y efectivos.

Objetivos de investigación

Objetivo General.

Determinar si existe relación entre el volumen óseo condilar y la clase esquelética en tomografías anónimas de la ciudad de Quito.

Objetivos Específicos.

- Valorar el grado de correlación de la clase esquelética con cambios en el volumen óseo condilar.
- Determinar si existe una tendencia de que, a mayor volumen condilar se pueda presentar una clase esquelética III.

Pregunta de investigación e hipótesis

La variabilidad, estadísticamente significativa, del volumen condilar medido en tomografía si tiene una relación directa con la clase esquelética I, II y III.

Marco Teórico

La articulación temporomandibular.

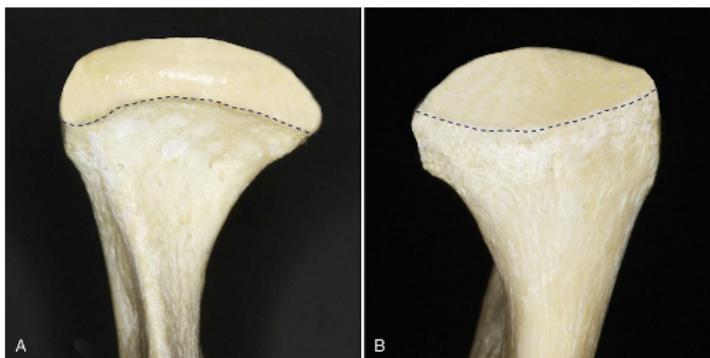
La articulación temporomandibular (ATM) es una estructura compleja por su anatomía y función y es el lugar donde el hueso temporal, a través de su fosa mandibular, se articula con la mandíbula. La ATM, debido a su función y composición, se la define como una articulación gínglimo artrodial sinovial compuesta, ya que permite la realización de movimientos funcionales de bisagra (gínglimo) y de traslación (artrodial), a su vez, se encuentra lubricada por líquido sinovial. Se denomina como una articulación compuesta ya que se encuentra

formada por tres estructuras anatómicas, el cóndilo, la fosa glenoidea o mandibular e interpuesto entre ambas estructuras, el disco articular (Okeson, 2013).

Una estructura principal del complejo articular es el cóndilo mandibular que se caracteriza por ser una eminencia de forma ovoide en donde su eje mayor se orienta en dirección posterior y hacia adentro. El cóndilo mandibular es convexo en todos los sentidos sobretodo a nivel anteroposterior. Su cara superior se articula en la fosa mandibular o glenoidea del hueso temporal mientras que su eje longitudinal va a ser perpendicular a la rama. En base a su morfología puede clasificarse en redondeado o plano, considerando que este mismo puede presentar diferentes cambios morfológicos en base a procesos degenerativos o adaptativos que este pueda presentar (López, García & Sánchez, 2021).

El cóndilo se caracteriza por presentar una forma ovalada y es la parte articular de la mandíbula con el cráneo, además que representa la zona anatómica encargada de todo el movimiento funcional de la articulación. Su estructura se compone, desde una vista anterior, por una prominencia medial y lateral que se conocen como polos, en donde, de manera general, el polo medial tiene un mayor tamaño en relación al polo lateral.

En promedio, el tamaño en sentido lateromedial del cóndilo es de 18 a 23 mm, mientras que su ancho presenta en promedio una longitud de 8-10mm. La zona articular del cóndilo comprende la cara superior que se extiende hacia adelante y atrás (Okeson, 2013).



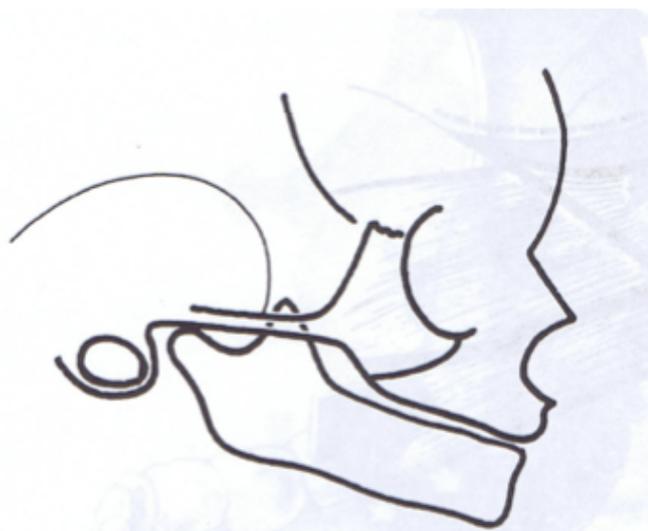
Okeson J. (2013) Ilustración I: Vista anterior y posterior del cóndilo. Tratamiento de afecciones temporomandibulares

Desarrollo embriológico de la ATM.

Baune en 1962, postula que el desarrollo de la articulación temporomandibular presenta un origen embrionario único a partir de dos blastemas o primordios que se encuentran separados temporalmente. Los blastemas a nivel condilar y de la fosa mandibular. El desarrollo embrionario de todo el complejo articular comienza a partir de la sexta semana de VI (vida intrauterina), en donde ya se puede diferenciar una condensación mesenquimatosa a nivel lateral al cartílago de Meckel. El desarrollo de esta condensación aumenta con rapidez en el proceso mandibular y a la semana, se forma una lámina ósea membranosa completa que va a envolver de manera local a los vástagos cartilagosos bilaterales de Meckel. A diferencia del resto de articulaciones del cuerpo, la articulación temporomandibular no presenta la formación simultánea de sus estructuras, primero se da la diferenciación condilar a la séptima semana, como una dependencia lateral e intramembranosa del cartílago del primer arco faríngeo, conocido como el cartílago de Meckel. A nivel de la octava semana ya podemos observar una proliferación celular con un crecimiento en sentido posterior al cartílago, además, de identificar los primeros cambios de lo que corresponde con el desarrollo del blastema glenoideo. El blastema condilar empieza a formarse a partir de la novena semana en donde se observa una zona de proliferación de células cartilagosas que terminarán uniéndose al hueso. En la décima

semana, la mandíbula ósea posee una forma característica y es en esta semana donde empieza la reabsorción del cartílago de Meckel. A su vez, en este período empieza el desarrollo de los campos condilares en los extremos mandibulares, y al cabo de 15 días ya se puede identificar las apófisis condilares y empieza la formación del cartílago secundario (Enlow, 1992).

En la decimocuarta semana, empieza la formación de este cartílago nuevo a nivel del centro de la rama mandibular y empieza a dirigirse hacia arriba. El cartílago del cóndilo y el tubérculo articular se encuentran conformados principalmente por células cartilaginosas y presentan una matriz conformada por una red de fibras colágenas y proteoglicanos hidrofílicos. Mientras más fibras elásticas remplacen a las colágenas se pueden producir más alteraciones a nivel articular, de tal manera que uno de los primeros signos de degeneración del cartílago consiste en una mayor absorción de agua (Enlow, 1992). La articulación temporomandibular adopta su forma sigmoidea posterior al nacimiento; antes el arco cigomático es recto, y la mandíbula tiene un desplazamiento anterior y posterior en un plano horizontal sin presentar un movimiento vertical.



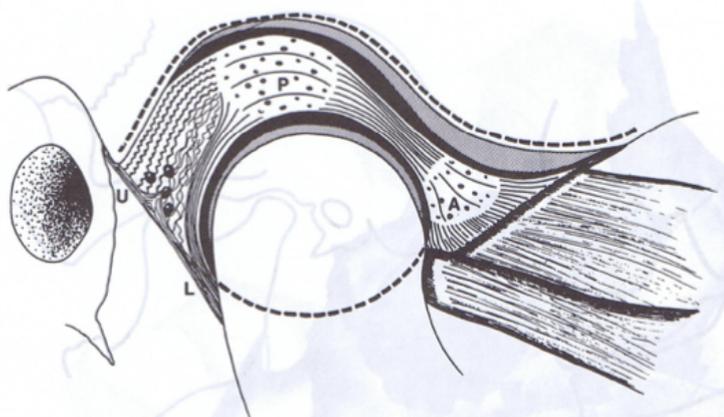
Enlow (1992) Ilustración II: ATM del recién nacido. Arco cigomático recto y eminencia articular no marcada

La mayoría de las características típicas de una articulación temporomandibular adulta se presentan a los cuatro años de edad. Se va a formar un tubérculo articular lo que induce a que la apófisis condilar y la morfología mandibular cambien mucho respecto a lo que fue en un período neonatal. El conducto auditivo externo tiene una posición más baja en relación a la cabeza condilar y a medida que se da el crecimiento va adoptar una posición más vertical (Enlow, 1992).



Enlow (1992) Ilustración III: ATM a los 4 años. Ya se observan características morfológicas de una articulación adulta

Entre el cóndilo y la eminencia articular podemos observar el disco articular, el cual se encuentra formado por tejido conectivo compacto y divide a la cavidad articular en dos partes, una inferior y otra superior, ambas cavidades se encuentran llenas de líquido sinovial. En el centro del disco se va a encontrar tejido avascular denso, con fibras orientadas horizontalmente. La cavidad superior se encuentra formada por tejido muy elástico que va a permitir el desplazamiento continuo de apertura y cierre mientras que su parte inferior va a dar más estabilidad posicional entre el disco y el cóndilo (Enlow, 1992).



Enlow (1992) Ilustración IV: Composición anatómica de la ATM. Se observa el disco articular, cóndilo, músculos y eminencia articular

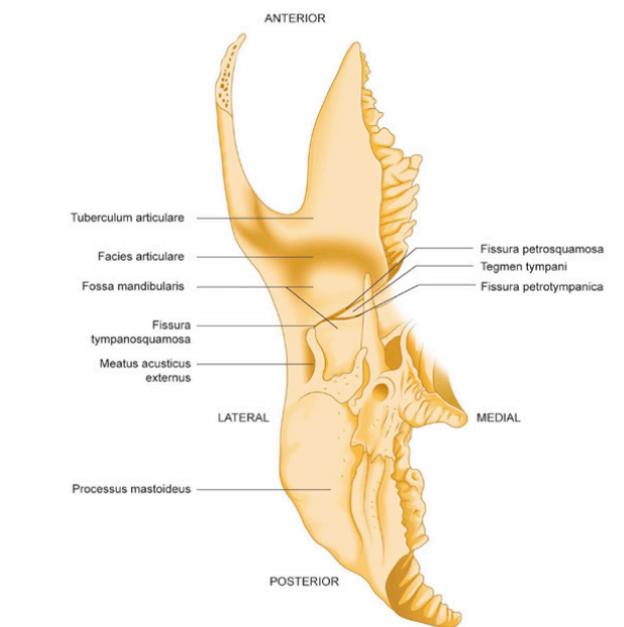
Características anatómicas de la ATM.

La articulación temporomandibular (ATM) se encuentra conformada por estructuras del complejo craneofacial como la fosa glenoidea del hueso temporal y el cóndilo mandibular y esta relación va a ser la responsable de que se puedan realizar diferentes movimientos como apertura, cierre y lateralidad. Anatómicamente se encuentra ubicada por delante de la oreja a nivel del tragus y es una estructura bilateral rodeada de músculos y ligamentos que permiten la función correcta de la misma (Fuentes & Ottone, 2021).

Cuando todas las estructuras se encuentran en una adecuada correlación se produce un movimiento sin ruidos, sin dolor, sin desvíos en apertura ni limitaciones; es por esta razón que es importante conocer adecuadamente su anatomía que nos permita al momento de realizar un diagnóstico poder determinar que estructura es la responsable del problema y de esta manera poder brindar un tratamiento de calidad (Fuentes & Ottone, 2021).

Fosa mandibular.

La fosa mandibular o cavidad glenoidea es una estructura cóncava en sentido anteroposterior y mediolateral presente en el hueso temporal. Se orienta desde la parte anterior del conducto auditivo externo, fisura petrotimpánica y el tubérculo pos-auricular de la fosa articular, esto hace que la fosa mandibular se encuentra conformada por una porción timpánica y por la porción petrosa del hueso temporal, además, en su parte posterior se va a insertar la porción superior de la lamina bilaminar del disco articular. Dentro de su anatomía, en su pared posterior se ubica la fisura tímpano-escamosa que es el límite entre la porción timpánica y escamosa del hueso temporal (Fuentes & Ottone, 2021).



Fuentes & Ottone (2021) Ilustración V: Vista inferior de la fosa glenoidea.

Tubérculo articular.

El tubérculo articular o eminencia articular se caracteriza por ser una prolongación del proceso cigomático del hueso temporal y es considerada como la parte funcional de la articulación temporomandibular donde se va a dar el desplazamiento condilar a través de su

cara posterior en una función de apertura y cierre. Es una estructura convexa tanto en sentido anteroposterior y lateromedial y se encuentra recubierta por una capa fibrocartilaginosa. La eminencia articular tiene una orientación anteroposterior y latero medial y presenta una inclinación aproximada de 20° en condiciones clínicas ideales (Fuentes & Ottone, 2021).

Cóndilo Mandibular.

El cóndilo representa la parte articular activa de la mandíbula y se caracteriza por presentar una forma convexa en sentido anteroposterior y lateromedial y presenta dos polos: un polo medial y lateral que brindan inserción al ligamento colateral lateral y medial y permite que el disco articular se mantenga unido al cóndilo mandibular durante su función. El cóndilo se encuentra separado por una cresta transversal que lo divide en dos partes: una parte anterior y posterior. Las estructuras articulares están recubiertas por tejido fibroso denso diseñado para resistir las fuerzas mecánicas y de fricción producidas por el desplazamiento. Las caras funcionales del cóndilo están conformadas por cuatro capas que son (Fuentes & Ottone, 2021):

-Zona articular

-Zona proliferativa

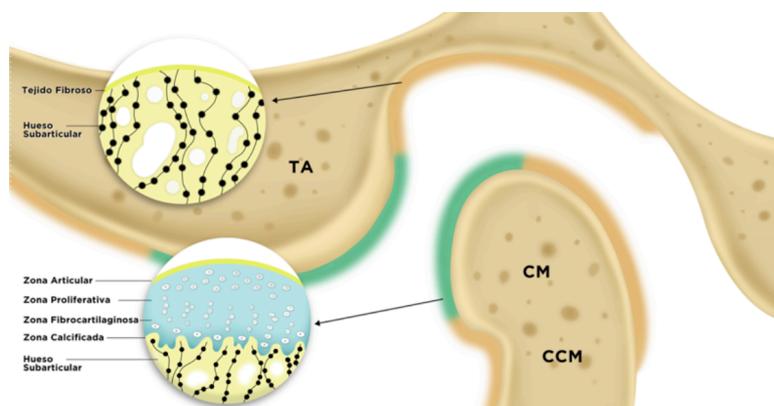
-Zona fibrocartilaginosa

-Zona calcificada

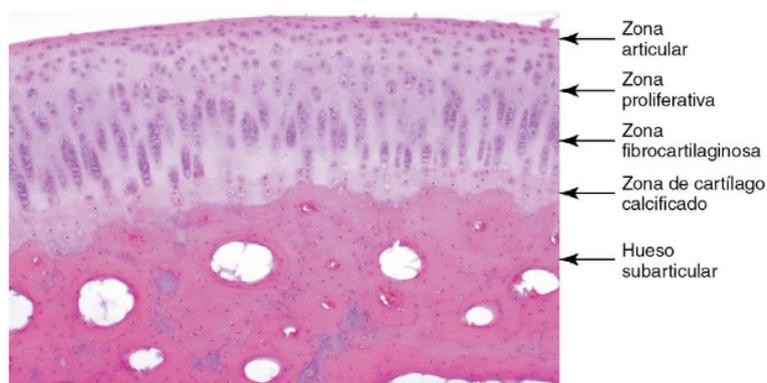
La capa articular va a estar conformada por tejido conjuntivo denso cuyas fibras se encuentran en una dirección paralela y está diseñada para resistir las fuerzas producidas por el movimiento articular. La capa proliferativa es una capa celular que se caracteriza por ser delgada y se ubica principalmente en las zonas laterales del cóndilo a nivel de la cápsula

articular y la membrana sinovial y está conformada por tejido mesenquimatoso indiferenciado con un potencial de regeneración.

La capa fibrocartilaginosa se caracteriza por ser una red tridimensional de fibras colágenas diseñada para resistir fuerzas laterales y de compresión, y, por último, la capa calcificada, que se encuentra conformada por condrocitos y condroblastos encargados de la formación ósea (Fuentes & Ottone, 2021).



Fuentes & Ottone (2021) Ilustración VI: Vista sagital de la ATM. Capas que forman las superficies articulares

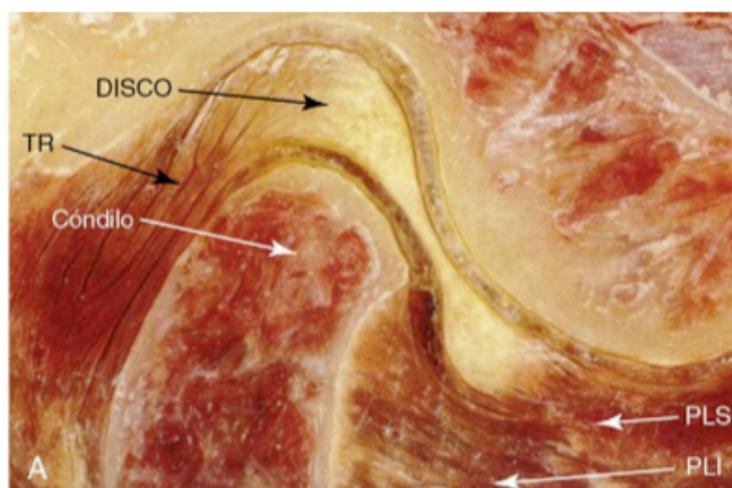


Okeson J. (2013) Ilustración VII: Corte histológico de las zonas: articular, proliferativa, fibrocartilaginosa y calcificada

Disco articular.

El disco articular está conformado por tejido conjuntivo fibroso denso y se caracteriza por ser una estructura avascular y sin presencia de fibras nerviosas. A nivel sagital se divide en tres zonas en base a su grosor; una zona central más delgada y una zona anterior y posterior más gruesa, en donde el borde posterior, presenta un mayor grosor. En condiciones normales, la zona central o intermedia es aquella que va a tener una relación directa con el cóndilo mandibular (Okeson, 2013).

Desde, una vista anterior el disco articular presenta una zona más gruesa en la parte medial que a nivel lateral lo que se relaciona con la diferencia de espacio existente entre el cóndilo y fosa mandibular. Además, durante su desplazamiento en función el disco articular es flexible y se adapta a las superficies articulares manteniendo su forma, salvo que se presenten fuerzas excesivas o cambios morfológicos a nivel anatómico del cóndilo mandibular, en donde en caso de que esto ocurra, la morfología del disco articular puede verse alterada de manera definitiva. En su borde posterior, el disco está unido, a través de la lámina timpánica, a una zona de tejido conjuntivo laxo altamente innervado y vascularizado que se denomina tejido retrodiscal, el cual cumple funciones sensitivas y motoras limitando el desplazamiento excesivo del disco articular durante la apertura mandibular (Okeson, 2013).



Okeson J. (2013) Ilustración VIII: Vista lateral anatómica del cóndilo mandibular

La inserción superior e inferior del disco articular están relacionadas con el ligamento capsular que envuelve y brinda protección al complejo articular, además que mantiene la relación de contacto entre las superficies articulares. Este ligamento de igual manera se va a relacionar con el disco articular tanto por la parte externa e interna dividiendo a la articulación en dos cavidades: Una cavidad superior y otra inferior. La cavidad superior se encuentra delimitada por la fosa mandibular y la porción superior del disco, mientras que la cavidad inferior colinda con la parte superior del cóndilo mandibular y la zona inferior del disco. A nivel estructural, las capas internas del disco se encuentran formadas por una capa sinovial que va a cumplir funciones importantes como lubricación, termorregulador, aporte de necesidades metabólicas, entre otras (Okeson, 2013).

Inervación e irrigación.

La inervación del complejo articular va a estar a cargo del nervio trigémino, el cual se encarga de la función motora y sensitiva de las estructuras articulares. Por otro lado, se encuentra irrigada principalmente por la arteria temporal superficial a nivel posterior, la arteria meníngea media por adelante y a nivel inferior por la arteria maxilar interna. Otras arterias que forman parte del complejo articular son: la arteria auricular profunda, timpánica anterior, y a nivel del cóndilo, por la arteria alveolar inferior a través de las zonas medulares que se introducen directamente a nivel de la cabeza condílea (Okeson, 2013).

Estudio imageniológico de la ATM.

Las disfunciones temporomandibulares se dan principalmente por alteraciones músculo-esqueléticas que pueden inducir al desarrollo de síntomas como dolor o alteración en la función, en donde se puede observar que la mayoría de DTM's van a estar relacionadas con cambios del complejo cóndilo-disco así como modificaciones a nivel fisiológico del disco

articular con el cóndilo, eminencia y la cavidad glenoidea. En cuanto a su prevalencia, los trastornos temporomandibulares afectan entre un 4 – 28 % de la población adulta, con una edad promedio de 20 a 40 años, afectando más a mujeres que hombres (80-90% más en mujeres). Dentro de sus principales manifestaciones clínicas podemos observar diferencias que van desde la presencia de ruidos articulares, limitaciones en el movimiento, dolor muscular o articular, entre otras (Lévano Loayza & Sovero Gaspar, 2021).

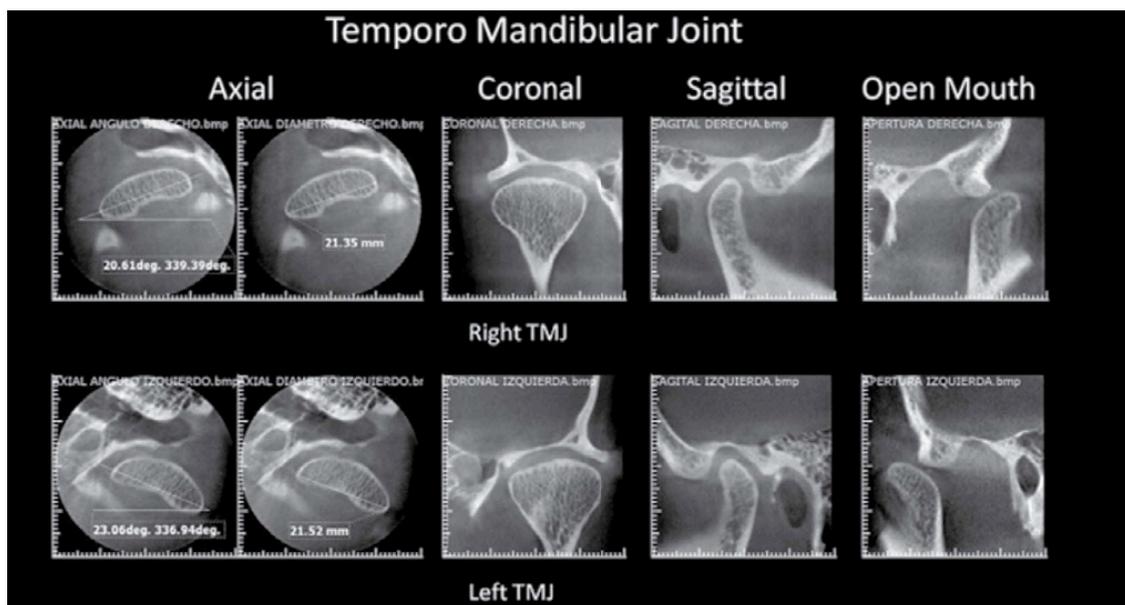
En base a la clasificación de Welden E. Bell, las DTM's se dividen en 5 categorías:

1. Trastornos musculares
2. Trastornos del complejo cóndilo – disco
3. Trastornos inflamatorios de la ATM
4. Hipomovilidad mandibular crónica
5. Trastornos de crecimiento

Cada una de las clasificaciones presenta características clínicas diferentes y pueden estar acompañadas de signos y síntomas clínicos como espasmos, dolor, miositis, luxación, sinovitis, tendinitis, entre otras. De manera general, el estudio de las estructuras articulares se ha realizado a través de estudios radiológicos convencionales. Gracias a los avances tecnológicos, hoy en día la tomografía (TC) y la resonancia magnética (RM) son exámenes complementarios que nos brindan una mejor visualización de los tejidos y estructuras articulares; en el caso de la tomografía, nos da la opción de obtener imágenes 3D en los distintos planos del espacio y así obtener a mejor detalle una visión de las estructuras anatómicas; mientras que, la resonancia magnética nos va a permitir una visualización de los tejidos blandos y procesos inflamatorios que afecten la articulación (Lévano Loayza & Sovero Gaspar, 2021).

Estudio tomográfico de la ATM.

El uso de exámenes tomográficos o Cone-Beam se ha convertido en un complemento fiable para el análisis de las estructuras anatómicas que conforman la ATM, gracias a su fácil accesibilidad en costos, bajas dosis de radiación e imágenes de alta calidad. El uso de tomografías Cone-Beam ha permitido identificar con mayor exactitud alteraciones morfológicas que puedan presentarse en las estructuras óseas y también valorar la ubicación espacial del cóndilo en boca cerrada, así como cambios posicionales durante el desplazamiento del cóndilo en la cavidad glenoidea y su relación con la eminencia articular en apertura bucal. (Briner, 2014)



Briner (2014) Ilustración IX: Relación de estructuras articulares en BC y BA

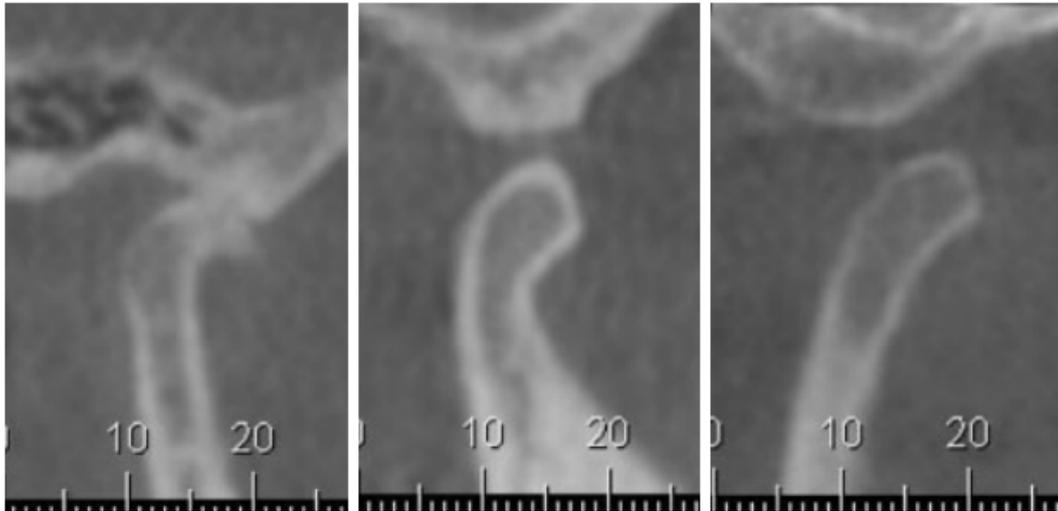
Dentro de las desventajas que el sistema Cone-Beam presenta es que se limita a la identificación únicamente de estructuras calcificadas, como huesos, dientes o tejido óseo; esto significa que mediante este examen no va a ser posible identificar estructuras de tejido blando como músculos, ligamentos o el disco articular. Los mayores cambios morfológicos que ocurren a nivel de la ATM son producidos por procesos degenerativos que pueden afectar la

articulación lo que conlleva a un aumento del grosor de las corticales óseas así como facetas de desgaste/aplanamiento de las superficies articulares o zonas de osteonecrosis. En la mayoría de pacientes, se pueden presentar signos patológicos como erosiones, osteofitos, doble corticales óseas, osteólisis avanzada de la superficie articular del cóndilo, quistes subcondrales o anquilosis de la ATM (Briner, 2014).

Dentro de los cambios morfológicos de la ATM se pueden presentar también cambios posicionales y funcionales. Larreata et al. habla sobre la ubicación espacial del cóndilo en donde se analiza la relación del cóndilo dentro de la fosa mandibular la cual, dentro de parámetros normales, se espera una posición concéntrica bilateral. La posición de relación céntrica condilar ha tenido siempre su gran discusión, por la variabilidad de conceptos. Estudios de Geld et al. indican que la posición radiográfica del cóndilo en situaciones normales va a ser centrada o ligeramente adelantada y con un espacio articular mínimo de 2mm a su alrededor. Por otro lado, Ricketts, considera la posición céntrica fisiológica, cuando en máxima intercuspidad los cóndilos se colocan de manera céntrica en la fosa mandibular; según las investigaciones de Owen y Weinberg, los desplazamientos posteriores del cóndilo serían los factores etiológicos de dolor o alteraciones en la ATM, en donde, al observar diferencias en la posición del cóndilo entre pacientes asintomáticos y sintomáticos, se puede observar el desplazamiento posterior del disco como signo principal de la patología (Larreata, 2008).

Al analizar las estructuras anatómicas del complejo articular, la tomografía Cone-Beam también nos permite valorar la posición condilar durante los movimientos de apertura y cierre, en donde, en base a la posición del cóndilo, se puede evaluar alteraciones como hipomovilidad, movilidad normal o hiperactividad. La hipomovilidad se caracteriza por una ubicación posterior del cóndilo en relación a la eminencia articular. La movilidad normal como una

ubicación del cóndilo por debajo de la eminencia articular y por último la hiper movilidad como una ubicación del cóndilo en una posición anterior a la eminencia articular (López, 2004).



López (2004) Ilustración X: Relación del cóndilo mandibular y eminencia articular. Caso de hipomovilidad, desplazamiento normal e hiper movilidad

Como conclusión, el uso de tomografías representa una opción ideal por varias ventajas que presenta como su precio accesible y baja exposición a la radiación, que brinda la obtención de imágenes de alta calidad de las estructuras óseas que conforman la ATM convirtiéndose así en un método fiable para el diagnóstico de modificaciones morfológicas y posicionales de la articulación.

Estudio de las estructuras articulares por medio de resonancia magnética.

La resonancia magnética (RM) es un complemento ideal en la valoración de la articulación temporomandibular; sus características y ventajas incluyen la ausencia de radiaciones ionizantes, a diferencia de la tomografía o radiografía convencional, además de que permite observar, con una gran resolución de contraste, tejidos blandos, así como el disco

articular. Las imágenes de resonancia magnética se obtienen a través de una secuencia de pulso, donde observamos las dos más usadas que son: T1 y T2 (tiempos de relajación). La secuencia de pulso T1 estará recomendada cuando se desea evaluar la anatomía normal (en esta secuencia la grasa se observa hiperintensa). Por el contrario, la secuencia en T2 va ser útil en los casos donde ya se desee una diferencia patológica de las estructuras, en donde los líquidos en abundancia se observan hiperintensos (Lévano Loayza & Sovero Gaspar, 2021).

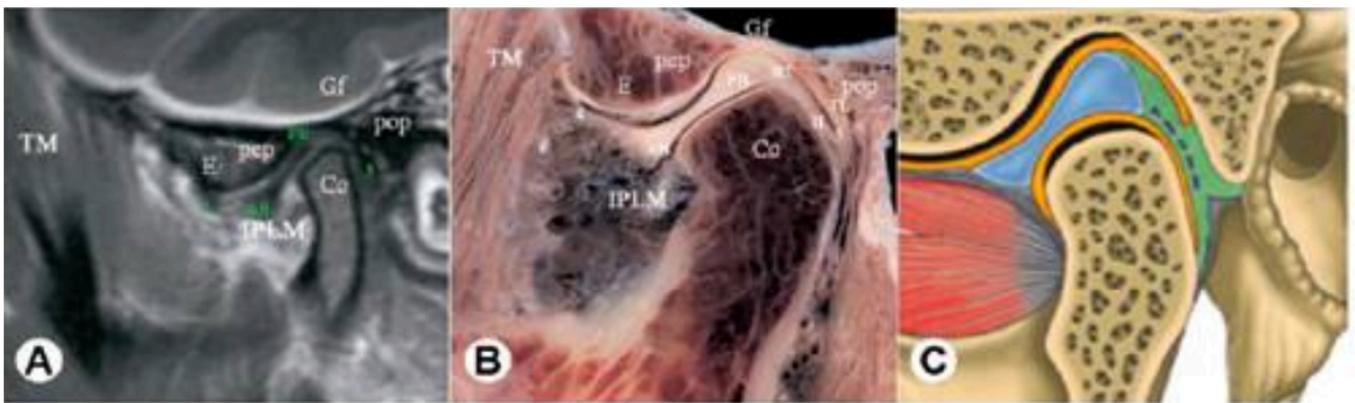


Lévano L. & Sovero G. (2021) Ilustración XI: Secuencia de pulso T1 y T2 y sus diferentes indicaciones clínicas

En el caso del estudio de la ATM, la resonancia magnética resulta en un método ideal para el análisis y evaluación de tejidos blandos y estructuras intracapsulares. Por ejemplo, alteraciones en la posición discal, cambios morfológicos, entre otros (Lévano Loayza & Sovero Gaspar, 2021).

Al estudiar la anatomía normal de la ATM en resonancia se puede observar una estructura simétrica caracterizada por una diartrosis bi-condílea que permite una serie de movimientos funcionales como apertura, cierre, desplazamientos anteroposteriores y de lateralidad. En boca cerrada, el cóndilo se ubica en una posición céntrica en la fosa mandibular

mientras que la banda posterior del disco estará a nivel del ápex condilar. El disco articular se observa como una estructura bicóncava de baja intensidad conectada en su parte posterior a la zona bilaminar de intensidad intermedia en donde se puede observar tanto su banda anterior y su zona intermedia hipointensa, mientras que la banda posterior hiperintensa (Lévano Loayza & Sovero Gaspar, 2021).

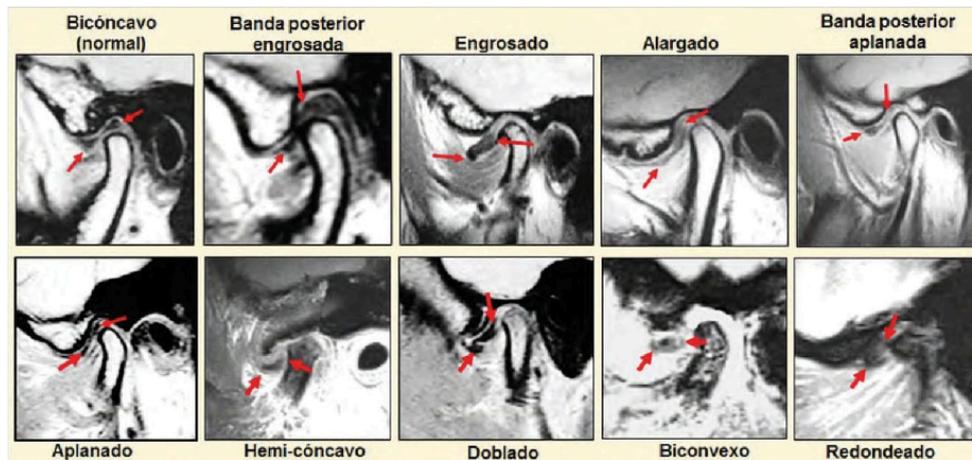


Lévano L. & Sovero G. (2021) Ilustración XII: RM de ATM vista sagital: a. imagen anatómica, b. disección, c. imagen didáctica

El disco articular se encuentra conformado por tejido conectivo denso no vascularizado y no inervado. Cuando se observa en una posición de reposo, podemos identificar que su banda intermedia estará ubicada entre la vertiente posterior de la eminencia y la vertiente anterior del cóndilo, mientras que su banda posterior estará en una posición de 12 horas en relación a la cavidad glenoidea (Hernandez, 2022).

Las características morfológicas del disco articular pueden verse en algunas ocasiones alteradas por un proceso adaptativo por la variabilidad anatómica, tanto en forma o relieve, de las superficies óseas. Además, diversas alteraciones que se pueden presentar a nivel articular y funcional como desplazamientos discales, luxaciones, hipermovilidad influyen en las

modificaciones morfológicas discales en donde la resonancia magnética cumple un papel sustancial en el diagnóstico e identificación de estas alteraciones (Hernandez, 2022).



Hernandez (2022) Ilustración XIII: Diferentes alteraciones morfológicas del disco articular

El desplazamiento discal se define como cambios en las relaciones internas de la articulación, en donde el disco tiende a desplazarse de su ubicación funcional e ideal y puede venir acompañado de signos y síntomas clínicos como dolor, ruidos articulares y alteración de la función (limitación de apertura). La adaptación estructural dinámica puede producir una deformación del disco articular que ocasiona la pérdida de su morfología original en donde la resonancia magnética nos brinda una opción para identificar los tipos de desplazamientos discales que se puedan presentar, como ejemplo, el desplazamiento posterior del disco o el desplazamiento lateromedial el cual es el que se presenta con mayor frecuencia gracias al origen e inserción del músculo pterigoideo lateral en donde sus fibras se originan a nivel de la superficie infratemporal en el ala mayor del esfenoides para extenderse de manera horizontal, hacia atrás y hacia fuera, para insertarse a nivel del disco, cápsula articular y cuello del cóndilo. (Hernandez, 2022).

Como conclusión, sabemos que la articulación temporomandibular es una estructura compleja tanto en anatomía y función, en donde la resonancia magnética se ha convertido en

un método eficaz para su análisis ya que nos brinda una opción de evaluar los tejidos blandos que forman la articulación, así como, una adecuada relación espacial del complejo cóndilo-disco.

Cambios morfológicos de las ATM.

La articulación temporomandibular es una articulación compleja ya que presenta dos cavidades articulares sinoviales que funcionan de manera independiente con un disco interpuesto entre ellas. El disco articular está conectado al cóndilo mandibular tanto por medial y lateral y en reposo se va a localizar en la parte anterosuperior del cóndilo y posterior a la eminencia articular, a su vez, la banda posterior del mismo se ubica en una posición de las 12 horas. En una función normal, el desplazamiento que produce el cóndilo sobre las superficies articulares debe ser simultáneo en conjunto con el disco articular, sin ruidos, sin limitaciones ni dolor.

Cuando se presentan alteraciones a nivel morfológico de las estructuras que forman el complejo articular se producen cambios en la función, además de sintomatología que puede interferir en el funcionamiento y desplazamiento condilar normal. Por ejemplo, cambios morfológicos de la eminencia articular van a tener una relación directa con el desplazamiento discal, es decir, en caso de tener eminencias muy pronunciadas, se las puede considerar como un factor etiológico de desplazamiento discal ya que, en el movimiento mandibular, el disco articular tendría una tendencia a girar hacia el cóndilo con el fin de mantener la relación cóndilo-disco de manera ideal. Sin embargo, este tipo de alteraciones en articulaciones sanas no se produce, ya que el disco tiene una capacidad de adaptación. Por otro lado, en casos de pacientes que presenten una eminencia articular más plana se puede tener un proceso adaptativo donde el

disco articular sea más delgado, mientras que en eminencias grandes se relacionaría con un mayor grosor del disco articular (Isberg & Kreiner, 2006).

El cóndilo y las estructuras articulares no solo están sujetas a cambios y procesos adaptativos por la función o cambios degenerativos de la edad, hay casos en donde se reportan alteraciones morfológicas como resultado de patologías autoinmunes como osteoartrosis/osteoartritis: la cual se caracteriza por ser una enfermedad crónica no inflamatoria autoinmune que afecta a las articulaciones móviles produciendo un desbalance entre la función mecánica y los procesos adaptativos.

El término osteoartrosis hace referencia a la fase degenerativa de la enfermedad mientras que el término osteoartritis al componente inflamatorio que suele acompañar al proceso degenerativo (Isberg & Kreiner, 2006).

En cuanto a su incidencia, afecta más a mujeres que hombres y se pueden evidenciar dos tipos; la osteoartrosis primaria que se da principalmente en pacientes adultos y raramente a nivel de la ATM, pero cuando se presenta, va a estar muy relacionada con la perforación del disco articular. La osteoartrosis secundaria, por el contrario, ocurre como consecuencia de algún traumatismo, trastorno interno articular o enfermedades inflamatorias y estará asociada a desplazamientos discales (Isberg & Kreiner, 2006).

En términos generales, la osteoartrosis se caracteriza por un deterioro de las superficies articulares que presenta signos clínicos como: alteración de forma, aplanamiento, erosión, esclerosis subcondral, formación de osteofitos, además de una disminución del espacio articular (Isberg & Kreiner, 2006).



Isberg & Kreiner (2006) Ilustración XIV: ATM con osteoartrosis primaria y ruptura de disco articular

Maloclusión esquelética clase I , II y III.

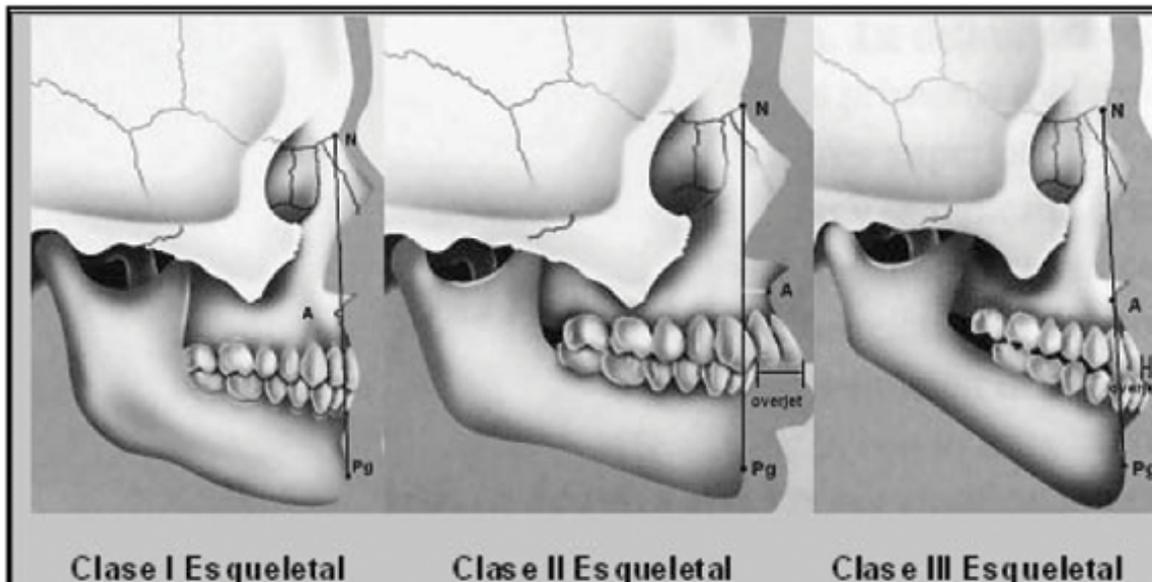
Las maloclusiones que se presentan de manera diversa en las personas pueden darse por una infinita posibilidad de combinaciones entre alteraciones esqueléticas, musculares, funcionales, dentales y estéticas. Diversos autores como Angle, en 1899, clasifica a las maloclusiones dentro de un patrón estático basándose en la relación dental del primer molar superior e inferior. Lauritzen, en 1974, clasifica a las maloclusiones en funcionales y morfológicas; las maloclusiones morfológicas son aquellas que no representan un riesgo a los tejidos de soporte y su tratamiento se basa en la corrección de la relación entre las arcadas dentarias en una posición de máxima intercuspidadación. Por otro lado, las maloclusiones funcionales son aquellas que se dan como inicio de una parafunción y representan un riesgo al sistema estomatognático (Interlandi S., 2002).

Los biotipos de las clases esqueléticas I, II y III tienen diferentes características resultado de una variabilidad genética durante el proceso de desarrollo. Las diversas características de cada patrón esquelético muestran grados de adaptación funcional relacionado con su estructura ósea, así como su desarrollo normal en las funciones como deglución, masticación, respiración y fonación. Los diversos patrones de relación esquelética se dan principalmente por diferencias en el crecimiento maxilo-mandibular lo que implica afecciones a nivel de los tejidos blandos circundantes, inadecuada relación interlabial y desarmonía de la estética facial (Reyes-Ramírez, Etcheverry, 2014).

La clase I esquelética presenta características clínicas que pueden incluir en su mayoría un biotipo mesofacial, un crecimiento maxilo-mandibular normal, un buen patrón muscular, perfil blando estético y equilibrio en sus proporciones faciales, tanto en sentido transversal y vertical (Reyes-Ramírez, Etcheverry, 2014).

La clase esquelética II se divide en dos tipos: clase II división 1 y clase II división 2, cada una con características clínicas propias. La maloclusión clase II división 1 está en su mayoría relacionada con caras alargadas y un biotipo facial dolicofacial, con cambios en la altura facial inferior que se relaciona en la mayoría de casos con una mordida abierta e incompetencia labial.

Por otro lado, los patrones clase II división 2 se relaciona más con pacientes con cara corta y un biotipo facial braquifacial, además, de presentar un tercio inferior disminuido y en la mayoría de los casos relacionado con mordidas profundas (Reyes-Ramírez, Etcheverry, 2014).



Villanueva (2009) Ilustración XV: Relación esquelética en maloclusiones esquelética clase I, II y III

La maloclusión clase III va a estar caracterizada por un perfil cóncavo, el globo ocular ocupa una posición más adelantada (en relación 4mm más de lo normal), pómulos aplanados y el labio inferior más largo y más prominente en relación al labio superior. A nivel de las maloclusiones existen ciertas modificaciones y características propias de cada una de ellas las cuales tienen una correlación con la conformación anatómica del sistema estomatognático la cual presenta ciertos cambios en relación a la clase II y III con respecto a la clase I.

Los patrones esqueléticos clase I, II y III poseen características propias resultado de los cambios genéticos presentes en el crecimiento. Estas modificaciones musculo-esqueléticas propias de cada maloclusión también corresponden a un proceso de adaptación funcional asociado a la bioestructura y función. Las diferencias entre el crecimiento maxilo-mandibular se van a expresar no solo en la parte esquelética, sino también que producen cambios a nivel de los tejidos blandos que inducen a una desarmonía de los tercios y la proporción facial (Reyes-Ramírez, Etcheverry, 2014).

Maloclusión y su relación con la ATM.

Al estudiar las diversas maloclusiones esqueléticas podemos evidenciar ciertas características propias de cada una, por ejemplo, una clase II va a estar caracterizada por un perfil convexo, retrusión mandibular o protrusión maxilar, por otro lado, la maloclusión esquelética clase III va a presentar un perfil cóncavo y pueden estar asociados a excesiva protrusión mandibular, una marcada retrusión maxilar o, en algunos casos, una combinación de ambos factores. Además, cada maloclusión esquelética presenta una forma de arco característica; pacientes clase I van a presentar en su mayoría una forma de arco maxilar cuadrada, mientras que pacientes clase II y III una forma más cónica, por otro lado, en relación a la forma de arco mandibular, ambas presentan una forma de arco cuadrada en los tres tipos de maloclusión (Ardani et al., 2020).

Diversos cambios y alteraciones en la relación oclusal pueden tener relación directa en la posición y la relación sagital maxilo-mandibular. Según Ardani et al, la alteración en la posición de los puntos A y B producen cambios en la relación A-N-B y por lo tanto pueden desencadenar una maloclusión específica. Otro factor que nos menciona Ardani, es el overjet, el cual tiene una relación directa entre la oclusión y la posición anteroposterior tanto del maxilar como de la mandíbula, más frecuente y marcada en clase II división 1 y clase III. Diversos estudios indican la relación entre ANB y el overjet, el cuál puede usarse como una alternativa de diagnóstico en diversas maloclusiones, por ejemplo, en patrones esqueléticos clase III se observa un overjet disminuido o invertido, esto debido al aumento de los valores de SNB propios de la maloclusión clase III (Ardani et al., 2020).

El complejo craneofacial es un conjunto de sistemas y articulaciones, en donde la oclusión, la ATM y los mecanismos neuromusculares forman parte importante del mismo. La oclusión, como elemento funcional dinámico del sistema estomatognático, se considera como un elemento de relación con las funciones del sistema articular. La adecuada interdigitación dental y patrón de movimiento mandibular deben funcionar de una manera armónica para lograr mantener una posición mandibular, por lo tanto, en casos donde no se presenta esta armonía entre ambos sistemas se puede producir un desplazamiento no deseado y por lo tanto inestabilidad.

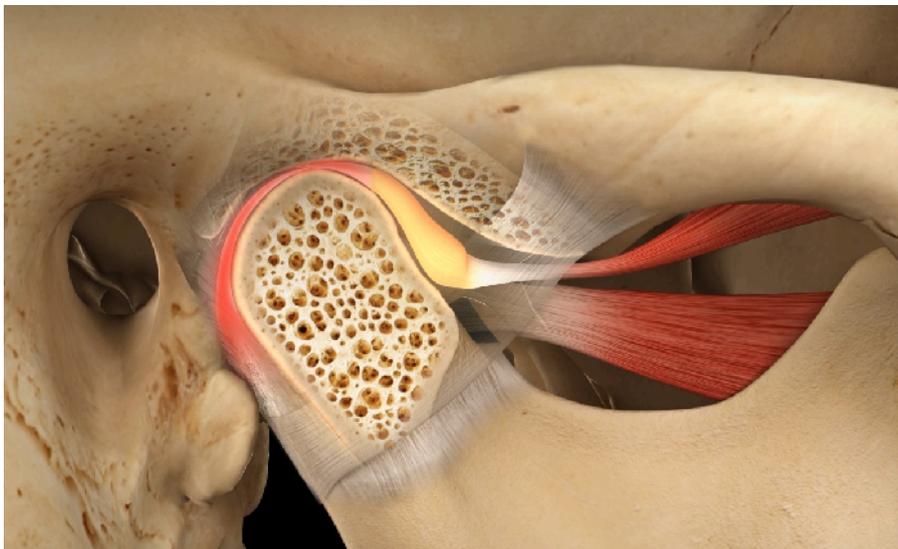
El desarrollo de la ATM en pacientes que están en crecimiento va a depender tanto de la posición y de la morfología de las piezas dentales; es decir, el sistema neuromuscular del complejo orofacial y ATM presentan una adaptación a las piezas dentales superiores e inferiores a medida que tienen su proceso de erupción dentro de la cavidad oral. Los diversos componentes de la estructura orofacial y el complejo articular dependen en un grado menor o mayor a la morfología de las piezas dentales; por ejemplo, pacientes clase II división 1 presentan dientes anteriores con una guía anterior más plana lo que influye en el desarrollo de una eminencia articular más plana. En clases II división 2, por el contrario, se observa una eminencia articular más grande como resultado de una guía anterior más pronunciada (Sato et al., 2023)

En la mayoría de casos, la disfunción temporomandibular presenta alteraciones musculoesqueléticas del complejo craneofacial. Su etiología es multifactorial y diversos estudios indican una relación con los cambios propios de cada maloclusión, desde interferencias oclusales hasta patrones esqueléticos clase II y III. Según, Almăsan et al., pacientes con maloclusiones marcadas tienen una prevalencia mayor a sufrir alteraciones del complejo

articular, así como, factores exógenos y endógenos que puedan alterar el equilibrio dinámico y la adaptabilidad de las estructuras del sistema masticatorio lo que puede inducir en el desarrollo de signos y síntomas de disfunciones ya existentes o agravar aquellos que ya estén presentes (Almășan et al., 2013).

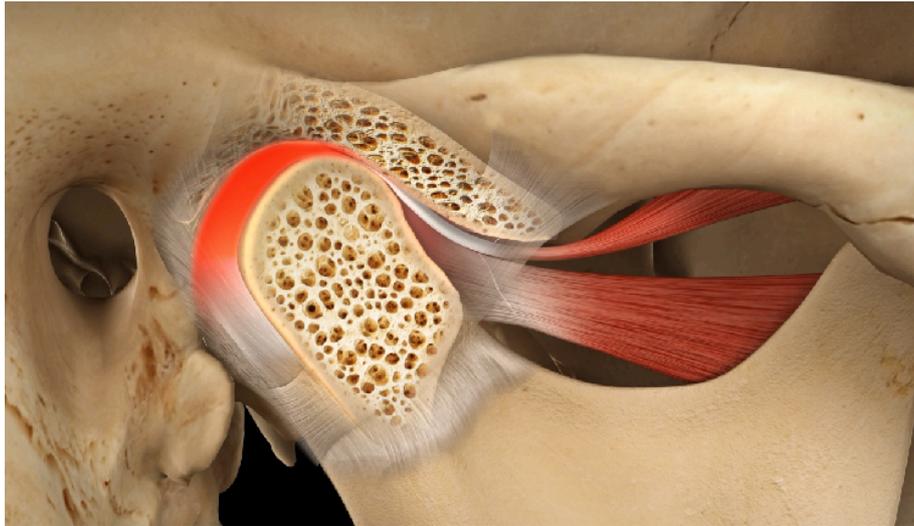
Al analizar la correlación de la posición condilar y su grado de relación con la oclusión, Larreata et al. nos indica que los cambios posicionales del cóndilo en la cavidad glenoidea han sido correlacionados en pacientes con distintas maloclusiones.

Por ejemplo, en pacientes clase II: los cóndilos en la posición de reposo tienden a estar descendidos y hacia atrás, realizando un desplazamiento hacia arriba y adelante al buscar la máxima oclusión (Larreata, 2008).



Carriere L. (2013) Ilustración XVI: Posición condilar en una maloclusión clase II

Mientras que, por el contrario, en pacientes clase III los cóndilos tenían una tendencia a presentar una posición más alta y adelante en la cavidad glenoidea, tanto en reposo como en oclusión (Larreata, 2008).



Carriere L. (2013) Ilustración XVII: Posición condilar en maloclusión clase III

Owen et al, a su vez, indica que la correlación espacial de la mandíbula con la porción articular del cráneo, más específico en una adecuada posición del cóndilo, está en estrecha relación con la oclusión. Cambios en el overjet o la guía anterior, producto de una maloclusión clase II - III, puede causar desplazamientos posteriores o anteriores del cóndilo (Larreata, 2008).

Volumen del cóndilo mandibular.

El volumen, en el ámbito físico, se define como la cantidad de espacio que ocupa un cuerpo en tres dimensiones: ancho, alto y largo. A nivel articular, la medición del volumen condilar nos permitirá determinar la cantidad de espacio, tanto de alto, largo y ancho, que un cóndilo presenta en la cavidad glenoidea. Sabiendo que el cóndilo se caracteriza por ser el principal centro de crecimiento mandibular, su análisis permitirá obtener una mejor visión de los cambios en el crecimiento cráneo-facial. Debido a que el cóndilo está sujeto a cambios adaptativos por su función y estímulos propios del crecimiento se pueden presentar variaciones tanto en su forma y su volumen. Hoy en día, gracias a los avances tecnológicos en el campo diagnóstico, las imágenes tomográficas CBCT del complejo articular nos permite una

visualización del cóndilo en los tres planos del espacio, lo que favorece la evaluación completa de su morfología y también el análisis de sus dimensiones (Saccucci et al., 2012).

Varios estudios señalan los diversos procesos degenerativos a los que está expuesto el cartílago condilar, que incluyen cambios funcionales y fisiológicos a nivel de las diversas capas del cartílago condilar lo que implica diferentes variaciones en las medidas tanto en ancho como en alto. En un aspecto clínico, la carga mecánica y funcional que se aplican a nivel del complejo articular pueden tener influencia en la forma y morfología del cóndilo mandibular. De igual manera, se ha establecido que la morfología condilar tiene una correlación directa con la clase esquelética, especialmente con el grado de inclinación de la eminencia articular, plano oclusal y el plano mandibular. Una clase esquelética III estará relacionada en su mayoría con cambios en la inclinación del cóndilo, en comparación con la clase I y II (Saccucci et al., 2012).

El volumen condilar, a su vez, se encuentra correlacionado con la función masticatoria, en estudios realizados en ratones a los cuales se les sometió a diversos tipos de dieta, con alimentos blandos, duros y mixta, se pudo evidenciar que el ancho condilar era mayor en ratones que estaban sometidos a una dieta dura. Esto permite concluir que cambios en el patrón masticatorio influyen en el crecimiento del cartílago condilar, la morfología mandibular y, por lo tanto, en pacientes en crecimiento y en la clase esquelética que se pueda presentar (Saccucci et al., 2012).

METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Diseño del estudio

Estudio observacional descriptivo transversal. Se incluyeron 90 tomografías de ambos sexos provenientes de un centro radiológico de la ciudad de Quito, las cuales fueron divididas en base a su clase esquelética en clase I, II y III en base a la norma de Steiner. Se realizó el análisis volumétrico del cóndilo mandibular, incluyendo la cabeza y el cuello del cóndilo. Se tomaron imágenes CBCT y se delimitó el área condilar, la cual se determinó trazando una línea imaginaria tangente a la pendiente distal del proceso coronoides. La parte de la mandíbula que se encuentre sobre esta línea corresponde al cóndilo mandibular para el análisis volumétrico (Bayram et al., 2012).



Bayram et al. (2012) Ilustración XVIII: Línea tangente a la apófisis coronoides para determinar los límites del cóndilo mandibular

Los criterios de inclusión se dividieron en:

- Muestra tomográfica de pacientes masculino/ femenino de 20 a 50 años
- Muestras que no tengan signos tomográficos de enfermedades degenerativas autoinmunes, fracturas o fisuras o traumas ni alteraciones anatómicas de la ATM
- Muestras de pacientes que no presenten asimetrías marcadas en cara o articulaciones

Los criterios de exclusión se consideraron:

- Muestra tomográfica de pacientes masculino/ femenino menores a 20 años y mayores a 50
- Muestras que tengan signos tomográficos de enfermedades degenerativas y autoinmunes
- Muestras que presenten signos tomográficos de fracturas o fisuras a nivel de ATM
- Muestras que presenten malformaciones anatómicas a nivel de cóndilos, cavidad glenoidea y eminencia articular
- Muestras que tengan signos tomográficos de hiperplasia o hipoplasia condílea

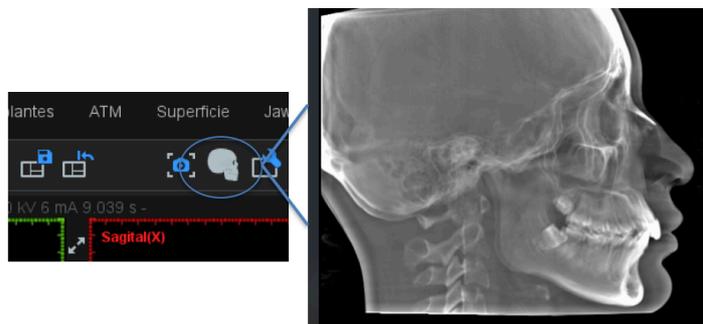
Tamaño de la muestra

El universo fue de 90 tomografías de hombres y mujeres dividida en 30 clase I, 30 clase II y 30 clase III con un rango entre 20 a 50 años de edad. La muestra se obtuvo como resultado del número existente en la base de datos y se recopiló de manera anónima. Cumplen con los criterios de la investigación al ser tomografías sin alteraciones condilares y clasificadas en la clase esquelética que es lo que se desea evaluar.

La realización del estudio constó de los siguientes pasos:

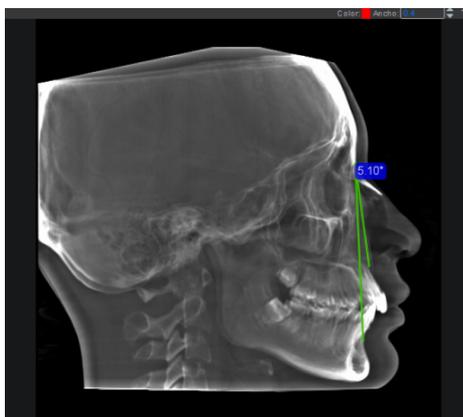
Determinación del patrón esquelético.

Se utilizó el software Romexis Viewer versión 6.1.0.992 (05/01/2021) para recrear una radiografía lateral, con la que, utilizando las herramientas de angulación, se pudo medir el ángulo ANB, con esto, siguiendo la norma de Steiner, en la que 2° ($+2^{\circ}$) sería clase I, un ángulo aumentado sería una clase II y ángulos disminuidos una clase III esquelético.



Elaborado por el autor (2024) Ilustración XIX: Obtención de radiografía lateral en el software Romexis Viewer

Con las herramientas en la función 2D se midió el ángulo ANB y se clasificaron las tomografías según la clase esquelético en base a la norma de Steiner; se obtuvieron un total de 30 tomografías clase I, 30 clase II y 30 clase III para completar un universo de 90 pacientes.

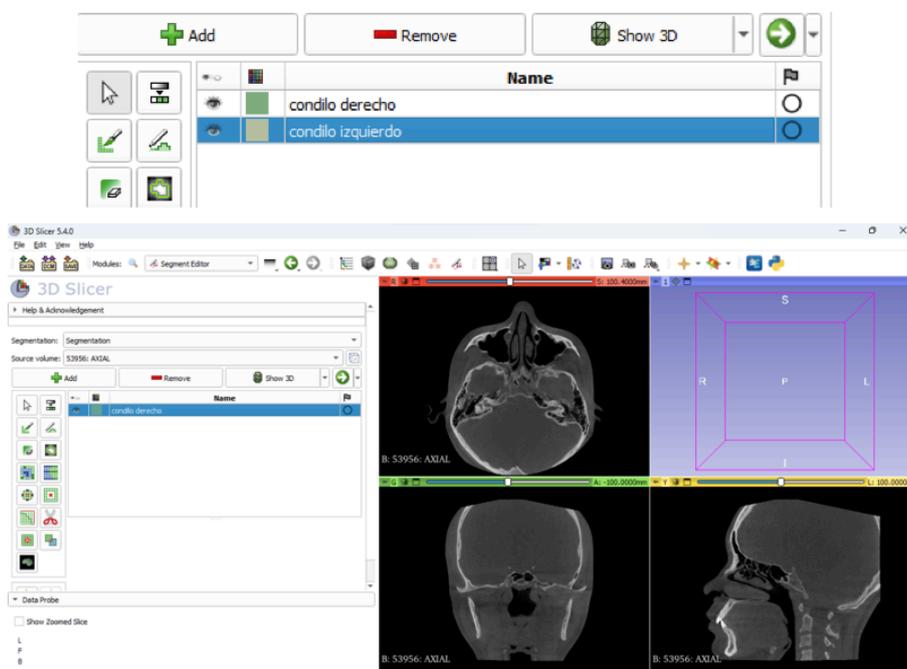


Elaborado por el autor (2024). Ilustración XX: Medición del ángulo ANB por medio de las herramientas 2D del software Romexis Viewer

Determinación de la superficie condilar.

Se utilizó el software 3D Slicer en su versión 5.4.0 (gratuito y de libre distribución) con el que se realizó la segmentación de ambos cóndilos, en cada una de las 90 tomografías para obtener el volumen condilar izquierdo y derecho de cada una de las 90 muestras. Para determinar los límites de los cóndilos se tomó como guía el artículo de referencia de Bayram et al., el cual analiza el volumen condilar en imágenes tomográficas (Bayram et al., 2012).

En el software, se introdujeron los archivos DICOM de las tomografías, se abrió el listado de módulos y se utilizó la herramienta “Segment Editor”; el cual permitía ir determinando los diferentes segmentos anatómicos que limitan el cóndilo mandibular y así poder realizar la valoración de cada uno. Se marcaron dos segmentos: Al segmento 1 se renombró como cóndilo derecho y al segmento 2 como cóndilo izquierdo.

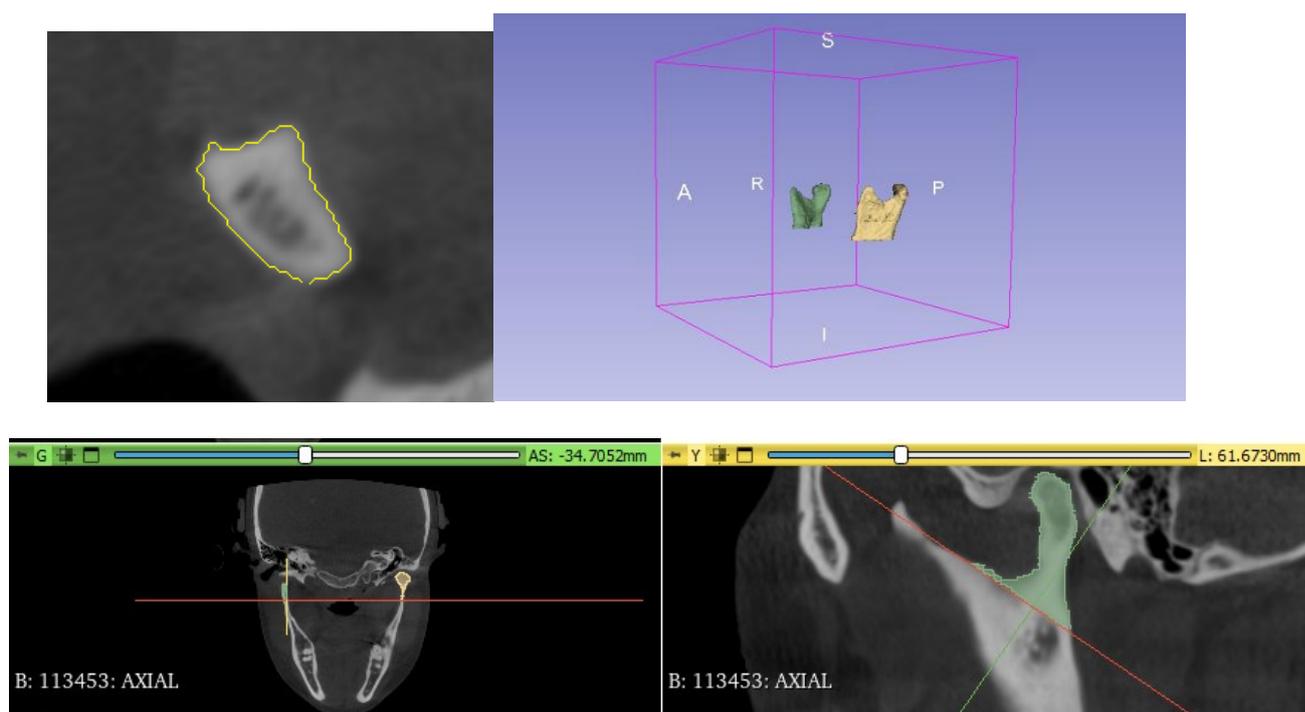


Elaborado por el autor (2024) Ilustración XXI: Determinación de los límites anatómicos y asignación de los segmentos (izquierdo y derecho) en el archivo DICOM de la tomografía

Determinación de los ejes de estudio.

Con esta herramienta se colocaron los ejes. Se seleccionó la opción “Interaction” para poder moverlos y rotarlos. En el módulo de segmentación se encontraron las herramientas que permiten pintar y borrar el área anatómica seleccionada para segmentar cada cóndilo mandibular.

Ubicados en el corte axial, a nivel del polo superior del cóndilo, se dibujó el contorno del cóndilo (utilizando las distintas herramientas) en cada uno de los cortes hasta llegar aproximadamente a la espina de Spix, que era nuestro punto de referencia anatómico condilar.



Elaborado por el autor (2024) Ilustración XXII: En el corte axial, determinación del área anatómica de ambos cóndilos tomando como referencia la zona tangente a la apófisis coronoides

En sagital se paralelizó el eje axial de manera que sirviera de guía para realizar un corte de la segmentación y obtener el cóndilo utilizando como referencia la parte posterior de la apófisis coronoides (Bayram et al., 2012).

Medición del volumen condilar.

En el listado de módulos, se seleccionó “Quantification”, y luego “Segment Statistics”. Se seleccionó “Plot Only” en el modo de vista. En la barra de herramientas ubicada en el lado izquierdo se utiliza el botón “Apply” mediante el cual, el programa arrojó la medida en mm^3 y cm^3 de cada cóndilo.

Los datos obtenidos se pasaron a un archivo de Excel para su posterior análisis y revisión donde se puede comparar la diferencia entre cóndilo derecho e izquierdo, relación con la clase esquelética, así como, cambios entre la edad y el sexo.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Segment	Number of voxels [voxels]	Volume [mm3] (1)	Volume [cm3] (1)	Surface area [mm2]	Volume [mm3] (2)	Volume [cm3] (2)
2	DER	26277	1681.73	1.68173	989.568	1681.35	1.68135
3	IZQ	22321	1428.54	1.42854	873.884	1428.89	1.42889

Elaborado por el autor (2024) Ilustración XXIII: Resultados obtenidos del volumen condilar

(izquierdo-derecho) en mm^3 y cm^3

ANÁLISIS DE DATOS

Tabla 1. Distribución de la muestra de acuerdo a la clase esquelética y sexo

			SEXO		
			F	M	TOTAL
CLASE ESQUELETAL	I	Recuento	15	15	30
		% dentro de clase	50.0%	50.0%	100.0%
	II	Recuento	18	12	30
		% dentro de clase	60.0%	40.0%	100.0%
	III	Recuento	11	19	30
		% dentro de clase	36.7%	63.3%	100.0%
TOTAL		Recuento	44	46	90
		% dentro de clase	48.9%	51.1%	100.0%

Fuente: Estudios tomográficos anónimos. Elaborado por el autor

Los grupos se conformaron al azar dependiendo de como iban llegando al centro radiológico, motivo por el cual no es una muestra aleatorizada en el todo el grupo. Sin embargo, se describe que la gran mayoría de pacientes clase III son hombres 19 (63.3) % y la mayoría de las mujeres son clase II 18 (60%). Adicionalmente la Clase I son grupos homogéneos en su totalidad de acuerdo con el sexo.

Tabla 2. Distribución de la muestra de acuerdo a la clase esquelética y edad en años

		CLASE ESQUELETAL		
		I	II	III
EDAD	Media	27	28	27
	D.E	7	6	8
	Mínimo	18	20	18
	Máximo	44	40	42

p= 0.525

Fuente: Estudios tomográficos anónimos. Elaborado por el autor

En cuanto a la edad, los tres grupos mostraron no tener diferencias en los valores de edad encontrados ya que se trata de una población adulta joven. Se observa una edad mínima de 18a y una máxima de 44a.

Se observa que el valor de la media en clase I, II y III es de 27a, 28a y 27a respectivamente, donde se observa que no existe una diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 3. Descripción estadística del volumen total de cóndilo en la muestra

		VOLUMEN TOTAL	VOLUMEN CÓNDILO DERECHO (mm ³)	VOLUMEN CÓNDILO IZQUIERDO (mm ³)
N	VÁLIDOS	90	90	90
Media		4147,1	2098,6	2048,5
Error típ. de la media		116,8	61,6	59,4
Mediana		4196,8	2156,4	2039,9
Moda		1661,8	817,7	1673,9
Desv. típ.		1108,7	585,0	564,2
Varianza		1229308,0	342267,9	318417,7
Rango		4424,1	2621,8	2254,7
Mínimo		1661,8	817,7	828,8
Máximo		6085,9	3439,6	3083,5

Fuente: Estudios tomográficos anónimos. Elaborado por el autor

El volumen promedio del cóndilo, tanto del lado derecho como del lado izquierdo, está alrededor de 2000 mm³. Se encontraron valores tan bajos como 817mm³ y valores altos hasta 3439mm³, haciendo un rango de aproximadamente 2622 mm³ entre el más pequeño y el más grande. Además, un valor mínimo medio de 1661.8 mm³ y un valor máximo de 6085.9 mm³ del volumen total.

Tabla 4. Tabla de contingencia volumen total y la clase esquelética

			VOLÚMENES TOTALES			TOTAL
			VOLUMEN BAJO (3000mm ³)	VOLUMEN MEDIO (3001-5000mm ³)	VOLUMEN ALTO (MAYOR A 5000mm ³)	
CLASE	I	# Pacientes	6	19	5	30
		% dentro de Clase	20,0%	63,3%	16,7%	100,0%
		% Volumen Total	37,5%	38,0%	20,8%	33,3%
	II	# Pacientes	10	13	7	30
		% dentro de Clase	33,3%	43,3%	23,3%	100,0%
		% Volumen Total	62,5%	26,0%	29,2%	33,3%
	III	# Pacientes	0	18	12	30
		% dentro de Clase	0,0%	60,0%	40,0%	100,0%
		% Volumen Total	0,0%	36,0%	50,0%	33,3%
TOTAL	Recuento	16	50	24	90	
	% dentro de Clase	17,8%	55,6%	26,7%	100,0%	
	% Volumen Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

Fuente: Estudios tomográficos anónimos. Elaborado por el autor

Se realizó una agrupación de los volúmenes del cóndilo izquierdo y derecho para obtener un volumen total de cada paciente, posterior a ello se hizo una clasificación basada en:

- Volumen total bajo (hasta 3000mm³)
- Volumen total medio (3001-5000mm³)
- Volumen total alto (>5000mm³)

en donde se puede evidenciar cual clase esquelética está asociada a un mayor volumen total condilar.

En la tabla se pudo encontrar que, en un volumen total bajo (menor a 3000mm³) no existe una clase esquelética tipo III, la clase esquelética III presenta un rango de volumen mucho más alto entre medio y alto.

La clase I presenta en su mayoría un volumen medio (63.3%) y la clase II porcentajes similares en volumen bajo (33.3%) y volumen medio (43.30%).

Tabla 5. Tabla de OR en relación al volumen condilar

			VOLUMEN TOTAL		TOTAL
			Volumen Alto	No Alto	
CLASE ESQUELETAL	CLASE III	Recuento	12	18	30
		% del total	0,1	0,2	0,3
	CLASE I Y II	Recuento	12	48	60
		% del total	0,1	0,5	0,7
TOTAL		Recuento	24	66	90
		% del total	0,3	0,7	1,0
			p: 0,043	OR, 2.667 (1,015-7,008)	

Fuente: Estudios tomográficos anónimos. Elaborado por el autor

Al correlacionar el volumen alto con una clase esquelética grado III se encontró una asociación estadísticamente significativa. Hay mayor probabilidad (OR, 2.667) de que al tener un volumen condilar alto hay mayor probabilidad de tener una clase III.

Tabla 6. Análisis de volumen: cóndilo derecho de acuerdo al sexo y clase esquelética

		SEXO					
		F			M		
		CLASE			CLASE		
		I	II	III	I	II	III
VOL. CÓNDILO DERECHO (mm³)	Media	1847.2	1626.6	2510.5	2214.8	2178.4	2363.5
	D.E.	436.4	576.7	459.9	462.5	598.6	508.3
	Mínimo	1140.0	817.7	1818.6	1247.4	1309.2	1545.7
	Máximo	2675.5	3316.4	3126.0	2957.0	2949.6	3439.6

Fuente: Estudios tomográficos anónimos. Elaborado por el autor

Hay una tendencia a que, en una clase III esquelética, exista un mayor volumen del cóndilo derecho, tanto en hombres como mujeres. Se observa que la media en la clase III en mujeres (2510 mm³) y en hombres (2363mm³) es mayor que en las otras clases esqueléticas. Cuando analizamos el volumen medio entre hombres y mujeres, observamos que en la clase II en mujeres tiene un volumen condilar menor (1626.6 mm³)

Tabla 7. Análisis de volumen: cóndilo izquierdo en relación al sexo y clase esquelética

		SEXO					
		F			M		
		CLASE			CLASE		
		I	II	III	I	II	III
VOL. CÓNDILO IZQUIERDO (mm³)	Media	1721.5	1589.3	2328.3	2291.2	2221.6	2278.7
	D.E	537.8	415.9	417.4	484.9	614.5	450.1
	Mínimo	992.5	828.8	1748.0	1490.6	926.4	1509.5
	Máximo	3012.3	2290.1	2942.4	3083.5	2903.1	3060.6

Fuente: Estudios tomográficos anónimos. Elaborado por el autor

Hay una tendencia a que, en una clase III esquelética, exista un mayor volumen del cóndilo izquierdo en mujeres (2328.3mm³)

En hombres se observa valores promedios considerando que en la clase II se tiene un valor medio menor (2221.6 mm³).

DISCUSIÓN

El análisis del complejo articular cada día toma más relevancia como parte del diagnóstico clínico e integral del paciente. El desarrollo de nuevas y mejores tecnologías, como tomografías, resonancias magnéticas, entre otros, permiten complementar nuestro diagnóstico clínico con estudios que nos brinden una evaluación completa de las estructuras anatómicas que forman el complejo articular. En la literatura actual se encuentran diversas investigaciones sobre el estudio del complejo articular, sin embargo, son pocas las que estudian su relación en base a la clase esquelética, tomando como parámetros el volumen condilar. Bayram et al. explica sobre el estudio de componentes de la ATM en base al uso de CBCT en donde nos indica que es una herramienta certera para el análisis clínico de medidas volumétricas a nivel óseo, además, nos indica que es importante considerar el cambio volumétrico que puede presentar el cóndilo como producto del crecimiento, tratamientos ortopédicos, alteraciones patológicas, entre otros. Además, la obtención de las medidas volumétricas también nos va a permitir valorar casos de asimetría mandibular en donde se pueda comparar ambos lados y saber con exactitud donde está el problema (Bayram et al., 2012)

Se observa que las diferentes variaciones volumétricas a nivel condilar en nuestro estudio tienen una influencia directa con la presencia de una maloclusión clase I, II y III. Como indica Fan et al. cambios en las estructuras del complejo articular, como, por ejemplo, diferencias en la inclinación de la eminencia articular, la cual en maloclusiones clase I y II presentan un patrón esquelético normal, a diferencia de las clases II div. 2 (Fan et al., 2021).

Al analizar la prevalencia en base a una maloclusión esquelética clase I, II y III tanto en hombres como mujeres, Reyes et al. reporta mayor prevalencia de maloclusiones clase II en

mujeres, 226 pacientes de 796 estudiados mientras que en hombres había una prevalencia de 192 pacientes de la muestra total estudiada, por otro lado, la maloclusión clase III presentaba un porcentaje similar tanto de hombres como de mujeres. Esto se compara con nuestro estudio donde se describe que la mayoría de pacientes clase II son mujeres (60%) y la gran mayoría de pacientes clase III son hombres 19 (41.3) % . Adicionalmente la Clase I son grupos homogéneos en su totalidad de acuerdo con el sexo (Reyes et al., 2014).

Al relacionar el volumen total condilar y la clase esquelética I, II y III, en nuestro estudio se encontró una asociación estadísticamente significativa, en donde hay mayor probabilidad (OR, 2.667) de tener una clase III al tener un volumen condilar alto, esto concuerda con lo descrito por Saccucci et al, en donde demostró que los pacientes clase III presentaban un mayor volumen condilar, en relación a pacientes clase I y II (Saccucci et al., 2012).

En cuanto al dimorfismo sexual en relación al volumen condilar derecho podemos observar que existe una variación en la media en donde existe una mayor tendencia a que se presente un mayor volumen condilar en hombres (2214.8 mm³ para clase I y 2178.4 mm³ para clase II) que en mujeres (1847.2 mm³ para clase I y 1626.6 mm³ para clase II); caso contrario a la clase III en donde las mujeres tenían una media de volumen condilar mayor a diferencia de los hombres (2510.5 mm³ y 2363.5 mm³ respectivamente). Al analizar de igual forma los promedios del volumen condilar izquierdo, observamos que la tendencia se mantiene con un mayor volumen condilar en hombres (2291.2 mm³ en pacientes clase I y 2221.6 mm³ en clase II) que mujeres (1721.5 mm³ para clase I y 1589.3 mm³ para clase II). Esto concuerda con Saccucci et al en donde describe que el volumen condilar fue significativamente mayor en hombres que en mujeres ($p < 0.01$) que indica que de igual forma existe diferencias, no solo en

el volumen, sino también en las dimensiones craneales de la cabeza y la cara observándose una diferencia entre el 3-5% entre hombres y mujeres (Saccucci et al., 2012).

CONCLUSIONES

El análisis de las estructuras articulares cada vez son más importantes en el diagnóstico clínico integral de nuestros pacientes. En base a distintas revisiones literarias existentes y los resultados obtenidos en nuestro estudio se pudo determinar que existe una correlación directa entre la cantidad del volumen y la clase esquelética, en donde se comprobó que hay la tendencia de que, a mayor volumen condilar hay mayor probabilidad de tener una clase III; además, se observó que no hay diferencias estadísticamente significativas entre el cóndilo izquierdo y derecho en todas las clases esqueléticas estudiadas, lo cual se asumió, a los criterios de inclusión en donde se consideraban pacientes que no presenten alteraciones morfológicas presentes. Al comparar entre hombres y mujeres, se pudo observar que existen diferencias significativas en base a la clase esquelética, siendo más las mujeres que presentan una clase II en comparación de los hombres que eran en su mayoría clase III.

La importancia de obtener nuevos métodos de valoración diagnóstica permite la realización de un plan de tratamiento exitoso considerando como factor etiológico de una maloclusión esquelética (clase I, II y III) no solo factores ambientales, sino también factores genéticos que determinan el crecimiento en forma, área y dirección. La obtención de datos estables y repetibles sobre el volumen condilar constituye la base para estudios próximos que analicen factores que puedan influir en el volumen condilar, principalmente, considerar pacientes en crecimiento.

REFERENCIAS

- Almășan, O. C., Băciuț, M., Almășan, H. A., Bran, S., Lascu, L., Iancu, M., & Băciuț, G. (2013). Skeletal pattern in subjects with temporomandibular joint disorders. *Archives of Medical Science, 1*, 118–126. <https://doi.org/10.5114/aoms.2013.33072>
- Andrés Briner, B. (2014). Tomografía computada cone beam en Articulación Témpero - Mandibular (ATM). *Revista Médica Clínica Las Condes, 25*(5), 843–849. [https://doi.org/10.1016/s0716-8640\(14\)70115-4](https://doi.org/10.1016/s0716-8640(14)70115-4)
- Ardani, Ig. A., Heswari, D., & Alida, A. (2020). The correlation between class I, II, III dental and skeletal malocclusion in ethnic Javanese: A cross sectional study. *Journal of International Oral Health, 12*(3), 248. https://doi.org/10.4103/jioh.jioh_193_19
- Bayram, M., Kayipmaz, S., Sezgin, Ö. S., & Küçük, M. (2012). Volumetric analysis of the mandibular condyle using cone beam computed tomography. *European Journal of Radiology, 81*(8), 1812–1816. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2011.04.070>
- Fan, X.-C., Ma, L.-S., Chen, L., Singh, D., Rausch-Fan, X., & Huang, X.-F. (2021). Temporomandibular joint osseous morphology of class I and class II malocclusions in the normal skeletal pattern: A cone-beam computed tomography study. *Diagnostics, 11*(3), 541. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11030541>
- Fuentes, R., & Ottone, N. (2021). *Anatomía de la Articulación Temporomandibular*. EDULP .

- Interlandi, S., & Domínguez Rodríguez, G. C. (2002a). *Ortodoncia: Bases para la iniciación*. Artes Médicas.
- Isberg, A., & Kreiner, M. (2006). *Disfunción de la articulación temporomandibular: Una guía práctica para el profesional*. Editora bArtes Médicas.
- Larreta J. Barrientos E. (2008). Aplicación de un método cefalométrico de la articulación temporomandibular en pacientes con y sin alteración en la orientación del eje del cóndilo mandibular. *Sociedad Argentina de Ortodoncia*. Vol71 No 143
- Lévano Loayza, S. A., & Sovero Gaspar, A. T. (2021). Evaluación Anatómica de la articulación temporomandibular mediante Resonancia Magnética. Artículo de Revisión. *Revista Estomatológica Herediana*, 30(4), 285–293.
<https://doi.org/10.20453/reh.v30i4.3882>
- Okeson, J. P. (2013). *Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares*. Elsevier.
- Ortiz-Guzmán Y, Hernández-Andara A, Ortega-Pertuz AI. Relación entre hallazgos clínicos e imagenológicos de efusión de la articulación temporomandibular en adolescentes. *Lat Am J Oral Maxillofac Surg*. 2022; 2 (2): 58-65. <https://dx.doi.org/10.35366/104858>
- Reyes, D. (2014). Asociación de maloclusiones clase I, II y III y su tratamiento en población infantil en la ciudad de Puebla, México. *REVISTA TAME*. 2 (6):175-179.
- Saccucci, M., D'Attilio, M., Rodolfo, D., Festa, F., Polimeni, A., & Tecco, S. (2012). Condylar volume and condylar area in class I, class II and class III young adult subjects. *Head & Face Medicine*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/1746-160x-8-34>

- Sato, S., Velásquez, R. L., & Coro, J. (2023). *Diagnóstico de la función Y disfunción craneomandibular mediante la condilografía*. Amolca.
- Villanueva, P., Morán, D., Loreto Lizana, M., & Palomino, H. M. (2009). Articulación de Fones en individuos Clase esqueletal I,II Y III. *Revista CEFAC*, 11(3), 423–430.
<https://doi.org/10.1590/s1516-18462009000300009>