



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

EVALUACIÓN TOMOGRÁFICA DE LOS
CAMBIOS EN LA POSICIÓN CONDILAR
Y ESPACIOS ARTICULARES POST
DISYUNCIÓN MAXILAR

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRA EN ORTODONCIA

MARIBEL YAYA BEAS

LIMA - PERÚ

2024

ASESOR:

Mg. Esp. CD: Carlos Liñan Duran

CO-ASESOR:

Dr. Mg. Esp. CD. Abraham Meneses López

ASESOR EXTERNO:

DDS MSc PhD. Manuel Lagravère Vich

Departamento de Ortodoncia Universidad de Alberta – Canadá

JURADO DE TESIS

MG. ORLANDO TUESTA DA CRUZ

PRESIDENTE

MG. FREDY AGUSTIN GUTIERREZ VENTURA

VOCAL

MG. ANA PAOLA TREVEJO BOCANEGRA

SECRETARIO (A)

DEDICATORIA

A Dios,
por sus bendiciones, protección y guía en mi vida.

A mis amados padres,
que desde el cielo serán siempre mi ejemplo a seguir y fuente de inspiración
profesional.

A mi amado esposo y mi pequeña,
por su amor, apoyo, paciencia y compañía siempre.

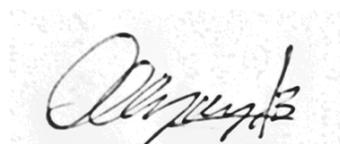
AGRADECIMIENTOS

- A mis asesores, Mg. Esp. Carlos Liñan Duran, Dr. Esp. Abraham Meneses López y PhD. Esp. Manuel Lagravére Vich, por sus conocimientos, disponibilidad, paciencia, apoyo y tiempo en la realización del presente trabajo. Asimismo, un agradecimiento especial al Dr. Lagravére, por facilitar el acceso al uso de las imágenes tomográficas, software tridimensional y asicomo a la capacitación sobre su manejo, parte fundamental del presente estudio. Gracias queridos y estimados asesores por confiar en mí.
- A la Mg. Esp. Milushka Quezada, por su apoyo en la capacitación sobre localización de estructuras anatómicas en imágenes tomográficas.
- Al Dr. Gilmer Solís Sanchez, investigador con amplia experiencia en Bioestadística, por su colaboración en la elaboración de las tablas de resultados y apoyo en el tema estadístico.
- A todos los docentes de la maestría UPCH, por los conocimientos, apoyo, consejos y motivación que enriquecieron de manera importante el desarrollo de este trabajo.
- A todos mis colegas y amigos de la especialidad y otras áreas, quienes con sus aportes e ideas, contribuyeron a hacer posible la realización de la presente investigación.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

El presente trabajo de tesis ha sido autofinanciado.

| DECLARACIÓN DE AUTOR | | | |
|--|---|-----------|-------------|
| FECHA | 18 | 04 | 2024 |
| APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO | YAYA BEAS MARIBEL | | |
| PROGRAMA DE POSGRADO | MAESTRÍA EN ORTODONCIA | | |
| AÑO DE INICIO DE LOS ESTUDIOS | 03 | 05 | 2019 |
| TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO | EVALUACIÓN TOMOGRÁFICA DE LOS CAMBIOS EN LA POSICIÓN CONDILAR Y ESPACIOS ARTICULARES POST DISYUNCIÓN MAXILAR | | |
| MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO | <input checked="" type="checkbox"/> TESIS | | |
| Declaración del Autor | | | |
| La presente Tesis es un Trabajo de Investigación de Grado original y no es el resultado de un trabajo en colaboración con otros, excepto cuando así está citado explícitamente en el texto. No ha sido ni enviado ni sometido a evaluación para la obtención de otro grado o diploma que no sea el presente. | | | |
| Teléfono de contacto (fijo / móvil) | 998893868 | | |
| E-mail | maribel.yaya@upch.pe | | |



Firma del egresado
DNI 10788427

EVALUACIÓN TOMOGRÁFICA DE LOS CAMBIOS EN LA POSICIÓN CONDILAR Y ESPACIOS ARTICULARES POST DISYUNCIÓN MAXILAR

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

2

Submitted to Universidad Peruana Cayetano Heredia

Trabajo del estudiante

2%

3

repositorio.upch.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

doku.pub

Fuente de Internet

1%

5

Submitted to Universidad Científica del Sur

Trabajo del estudiante

<1%

6

docplayer.es

Fuente de Internet

<1%

7

Submitted to Universidad de Piura

Trabajo del estudiante

<1%

8

idus.us.es

Fuente de Internet

<1%

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN

ABSTRACT

| | | |
|-------|----------------------------|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. | OBJETIVOS | 3 |
| III. | MARCO TEÓRICO | 4 |
| IV. | METODOLOGÍA | 8 |
| V. | RESULTADOS | 19 |
| VI. | DISCUSIÓN | 27 |
| VII. | CONCLUSIONES | 39 |
| VIII. | RECOMENDACIONES | 40 |
| IX. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 41 |

ANEXOS

LISTA DE ABREVIATURAS

| | | |
|--------|---|--|
| ERM | : | Expansión rápida maxilar |
| ATM | : | Articulación temporomandibular |
| PC | : | Posición condilar |
| TCHC | : | Tomografía computarizada de haz cónico |
| EA | : | Espacio articular |
| EAA | : | Espacio articular anterior |
| EAS | : | Espacio articular superior |
| EAP | : | Espacio articular posterior |
| EAM | : | Espacio articular medial |
| RS | : | Revisión sistemática |
| RE | : | Relación esquelética |
| Sin MC | : | Sin mordida cruzada |
| MCU | : | Mordida cruzada unilateral |
| MC UD | : | Mordida cruzada unilateral derecha |
| MC UI | : | Mordida cruzada unilateral izquierda |
| MCB | : | Mordida cruzada bilateral |
| CCI | : | Coefficiente de correlación interclase |

| | | |
|-----|---|--|
| DCM | : | Disfunción cráneomandibular |
| MPR | : | Imágenes de reconstrucción multiplanar |
| IMR | : | Imágenes de resonancia magnética |
| LMI | : | Línea media inferior |

RESUMEN

Objetivo: Evaluar los cambios en la posición condilar (PC) y espacios articulares (EA) post expansión rápida maxilar (ERM) mediante tomografía computarizada de haz cónico (TCHC). **Métodos:** Se evaluaron 72 TCHC pre (T0) y post (T1) disyunción de pacientes entre 8 a 17 años que fueron tratados con Hyrax dentosoportado. El tiempo transcurrido entre T1 y T0 fue de 10.11 meses aproximadamente. Las TCHC fueron convertidas a formato DICOM, y las imágenes multiplanares (MPR) fueron analizadas con un software de procesamiento tridimensional, utilizando puntos y planos de referencia específicos para uso en los tres planos del espacio. Se registraron los cambios en PC mediante medidas angulares y lineales (en sentido anteroposterior, mediosagital y vertical); así como los cambios en EA anterior, superior, posterior y medial. Además, se analizaron sexo y tipo de mordida. **Resultados:** La PC presentó un desplazamiento lineal estadísticamente significativo, hacia abajo y hacia los lados, luego de la ERM. En varones se encontró un desplazamiento lineal posterior significativo. Sin embargo, los EA no presentaron cambios estadísticamente significativos. **Conclusiones:** La ERM produce un desplazamiento de la PC hacia abajo y hacia los lados. Al evaluar según sexo, hubo un retroceso condilar en el sexo masculino. No hubo cambios significativos en EA.

PALABRAS CLAVE: ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR, CÓNDILO MANDIBULAR, TÉCNICA DE EXPANSIÓN PALATINA, TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO

ABSTRACT

Objective: To evaluate the changes in condylar position (CP) and articular spaces (JS) after rapid maxillary expansion (RME) using Cone Beam Computed Tomography (CBCT). **Methods:** 72 CBCT pre (T0) and post (T1) disjunction of patients between 8 to 17 years old who were treated with tooth-supported Hyrax were evaluated. The time period between T1 and T0 was approximately 10.11 months. The CBCTs were converted to DICOM format, and the multiplanar (MPR) images were analyzed using a 3D processing software and 3D-specific reference points and planes. Changes in CP were recorded using angular and linear measurements (anteroposterior, midsagittal and vertical); and also the changes in anterior, superior, posterior and medial JS. In addition, sex and type of bite were analyzed. **Results:** The CP showed a statistically significant linear displacement, inferior and lateral, after RME. In boys, a significant posterior linear displacement was found. However, the JS did not present statistically significant changes. **Conclusions:** RME produces a displacement of the CP downwards and to the sides. When evaluated by sex, there was a backward condylar displacement in the males. There were no significant changes in JS.

KEYWORDS: TEMPOROMANDIBULAR JOINT, MANDIBULAR CONDYLE, PALATAL EXPANSION TECHNIQUE, CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY

I. INTRODUCCIÓN

La expansión rápida maxilar (ERM) es uno de los tratamientos ortopédicos más utilizados en ortodoncia para la corrección de deficiencias maxilares transversales y mordida cruzada uni o bilateral que compromete varias piezas dentarias, mediante la disyunción de la sutura palatina media.¹⁻³ Entre sus beneficios secundarios se encuentran: corrección del apiñamiento dental moderado, aumento del ancho nasal, eliminación de deslizamientos funcionales y favorecimiento de un patrón de erupción favorable para futuras piezas dentarias.³⁻⁵

Desde que fue propuesto por Angell en 1860, y posteriormente popularizado por Haas en 1959, se han realizado numerosos estudios experimentales que han comprobado sus efectos esqueléticos y dentarios en los tres planos del espacio.⁵⁻⁹ Sin embargo, poco se conoce sobre los efectos de la ERM a nivel de la articulación temporomandibular (ATM). Incluso recientes revisiones sistemáticas (RS) sobre cambios posicionales y dimensionales de ATM después de la corrección de la mordida cruzada, concluyen que la evidencia científica es insuficiente, de calidad baja y debatible.¹⁰⁻¹² Esto es especialmente importante porque ciertas alteraciones oclusales, como la mordida cruzada unilateral (MCU), podrían originar desplazamientos condilares posteriores unilaterales,¹³⁻¹⁷ asimetrías mandibulares¹⁶⁻²⁰ y faciales,²¹ aunque otros estudios indican que esta asociación aún no es clara.^{22,23} Algunos reportes señalan que una MC no tratada puede persistir hasta la dentición permanente,²⁴ por lo que se recomienda su tratamiento temprano,^{17,25} con el fin de crear óptimas condiciones para el crecimiento y funcionamiento normal del esqueleto craneofacial, aunque otros estudios señalan que se puede dar su corrección espontánea.²⁶

En vista de la necesidad de mayor evidencia científica sobre el efecto de la ERM sobre la ATM y la posibilidad de realizar un análisis tridimensional de las estructuras mediante Tomografía Computarizada de Haz Cónico (TCHC), se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿se producen cambios en la PC y EA luego de la disyunción maxilar evaluada mediante TCHC?. La respuesta a esta interrogante nos ayudará a determinar los efectos del procedimiento de ERM sobre la PC y EA en cada uno de los planos del espacio.

De esta manera, el presente estudio tiene una justificación teórica: analizar los cambios producidos en la ATM luego de la ERM por medio de TCHC, ante la falta de evidencia científica señalada por las RS actuales. Además, la presente investigación tiene una justificación clínica, ya que nos permitirá determinar si otros factores, como tipo de mordida cruzada posterior y sexo, producen diferentes efectos en la PC y EA.

Así, el propósito de este estudio es evaluar mediante TCHC los cambios en la PC y EA post disyunción maxilar en pacientes del Post Grado de Ortodoncia de la Universidad de Alberta, Edmonton, Canadá.

II. OBJETIVOS

II.1 Objetivo General

Evaluar los cambios en la PC y EA post disyunción maxilar, en una muestra de TCHC de pacientes del Departamento de Ortodoncia de la Universidad de Alberta, Edmonton, Canadá.

II.2 Objetivos específicos

1. Determinar los cambios en la PC post disyunción maxilar mediante TCHC por lado derecho e izquierdo, respecto a planos referenciales (anteroposterior, mediosagital y vertical).
2. Determinar los cambios en la PC post disyunción maxilar mediante TCHC por lado derecho e izquierdo, respecto a planos referenciales (anteroposterior, mediosagital y vertical) según tipo de mordida.
3. Determinar los cambios en la PC post disyunción maxilar mediante TCHC por lado derecho e izquierdo, respecto a planos referenciales (anteroposterior, mediosagital y vertical), según sexo.
4. Determinar los cambios en los EA post disyunción maxilar mediante TCHC por lado derecho e izquierdo.
5. Determinar los cambios en los EA post disyunción maxilar mediante TCHC por lado derecho e izquierdo, según tipo de mordida.
6. Determinar los cambios en los EA post disyunción maxilar mediante TCHC por lado derecho e izquierdo, según sexo.

III. MARCO TEÓRICO

III.1. ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR

Anatomía de la ATM

La ATM está conformada por el cóndilo mandibular, la fosa glenoidea y el disco articular. El cóndilo mandibular, en vista coronal, presenta dos polos, el medial y lateral, siendo el más prominente el polo medial, siendo éstos los que actúan como punto de rotación con la fosa glenoidea. La fosa o cavidad glenoidea se encuentra en la porción escamosa del hueso temporal y tiene forma triangular. Es más gruesa en la zona anterior que posterior, por lo que las fuerzas son mejor toleradas a este nivel. El disco articular está conformado por tejido denso y fibroso. Su forma es bicóncava, siendo más grueso en su borde posterior y medial. Es avascular, excepto en su periferie, donde presenta algunas fibras nerviosas. Además, la ATM consta de una cápsula articular, fluido sinovial, membrana sinovial, y ligamentos.²⁷⁻²⁹

Aspectos Biomecánicos de la ATM

La ATM es una articulación gínglimoartrodial y diartrósica, capaz de realizar movimientos de bisagra y deslizamiento en los tres planos del espacio,²⁷⁻²⁹ siendo la articulación con mayor grado de movilidad y rango de movimiento en el cuerpo humano.³⁰ Es una articulación de características únicas, siendo una de las que soporta mayor cantidad de carga en el cuerpo humano cuando la mandíbula está en oclusión.^{30,31} Por ello, sus superficies están cubiertas de fibrocartílago, lo que las hace resistentes a las fuerzas oclusales, a diferencia de otras articulaciones que están recubiertas por tejido hialino.^{30,31} El fibrocartílago reduce el stress sobre las superficies y disipa las fuerzas hacia otras estructuras.³² Asimismo, se desarrollan fuerzas predominantemente compresivas a nivel condilar por su naturaleza

convexa, y fuerzas predominantemente tensionales en el complejo fosa y eminencia articular por su naturaleza cóncava;³³ mientras que las dimensiones del espacio articular (EA) pueden variar según la presión interarticular.²⁷ Funcionalmente, consta de dos sistemas articulares que pueden actuar de manera independiente, cuyos movimientos son guiados por huesos, músculos, ligamentos y la oclusión dentaria.²⁹ Así, la posición condilar (PC) es el resultado de ciertos factores como el crecimiento, remodelado y la respuesta a cambios funcionales; por lo que cualquier cambio en las condiciones oclusales, puede cambiar también la distribución de stress en la ATM y por ende, en la PC.³⁴ Todas estas características la convierten en una de las estructuras más difíciles de analizar biomecánicamente.³⁵

III.2. LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO EN EL ESTUDIO TRIDIMENSIONAL DE LA ATM

De esta manera, esta compleja anatomía de la ATM, hace necesario el uso de la TCHC, ya que permiten la visualización y ubicación específica de estructuras en los tres planos del espacio, a lo largo de las coordenadas X, Y, Z. Esto representa una gran ventaja respecto a las radiografías convencionales, que tienen limitaciones como superposición de estructuras, en especial aquellas que son bilaterales, así como errores de medición ya que son una representación bidimensional de una estructura tridimensional.³⁶ Así, el uso de TCHC demanda la definición de nuevos puntos de referencia, siendo los más confiables aquellos localizados en una curva pequeña, en la punta de alguna espina, que tengan una pequeña radiolucidez o contraste con las estructuras adyacentes.³⁷ Mientras que, los puntos menos confiables son aquellos ubicados en el cóndilo o en una curva amplia, donde es difícil distinguir una prominencia o depresión, o sin límites definidos.^{36,38} Esto

quiere decir que, algunos puntos de referencia convencionalmente usados en cefalometría bidimensional no son confiables en cefalometría tridimensional, por presentar una considerable variabilidad en alguna de las coordenadas X, Y o Z.³⁶ Algunos de estos puntos, como Sella, Porion y Orbitario, intervienen en la conformación de planos tradicionales de referencia, por lo que esto implica que se requiere el uso de nuevos planos referenciales tridimensionales.³⁶

Confiabilidad de Mediciones en Imágenes Multiplanares vs. Imágenes Volumétricas

Asimismo, si bien las TCHC nos permiten obtener dos formas de visualización, mediante imágenes de reconstrucción multiplanar (MPR) y mediante imágenes de reconstrucción virtual tridimensionales también llamadas renderizadas o volumétricas; éstas presentan diferentes grados de confiabilidad.^{39,40} Estudios respaldan la mayor precisión en la localización de puntos en imágenes MPR respecto a las volumétricas,^{39,41} aunque requieren el doble de tiempo de localización.⁴¹ De modo que, las mediciones cuantitativas deberían ser realizadas en imágenes MPR, mientras que las imágenes volumétricas sólo son adecuadas para una evaluación cualitativa, como superposiciones de estructuras.⁴² Es por estas razones, que una metodología óptima de análisis tridimensional sería utilizar las imágenes MPR y localizar en ellas los puntos de referencia considerados confiables tridimensionalmente según estudios previos, y sobre ellos construir planos de referencia que sirvan para realizar las respectivas mediciones.

III.3. ESTUDIOS PREVIOS SOBRE LOS EFECTOS DE LA ERM EN LA ATM

En la literatura sólo hay 4 estudios en imágenes MPR que evalúan el efecto de la ERM en la PC⁴³⁻⁴⁶ y 2 en EA^{44,46} en pacientes en crecimiento; cada uno de ellos utilizando diferente software, metodología bidimensional o tridimensional, y en diferente tipo de mordida posterior. Por su parte, las 3 RS¹⁰⁻¹² disponibles al respecto, concluyen que las evidencias encontradas son insuficientes, de calidad baja¹⁰ y debatible,¹² principalmente debido a incoherencias e inconsistencias en la metodología utilizada (diferencias en el diseño de estudio, cálculo de tamaño de muestra, método y tiempo de evaluación, e incluso factores estadísticos),^{11,12} por lo que sugieren realizar mediciones tridimensionales en TCHC bajo condiciones estandarizadas.^{10,12} Asimismo, también señalan que ciertos factores como sexo, tipo de maloclusión y edad podrían haber influido en las inconsistencias encontradas, por lo que se requiere mayor investigación al respecto.¹² Por estas razones, para el estudio de los efectos de la ERM en la ATM se hace necesaria la aplicación de una óptima metodología de análisis tridimensional en imágenes MPR bajo condiciones estandarizadas, y evaluar que otros factores podrían estar involucrados.

IV. METODOLOGÍA

IV.1 Diseño del estudio

La presente investigación es de tipo longitudinal, analítica y retrospectiva.

IV.2 Población Muestral

Estuvo conformada por TCHC de pacientes del Departamento de Ortodoncia de la Universidad de Alberta, Edmonton, Canadá, que presentaban las siguientes características: TCHC de pacientes entre 8 - 17 años de edad, con deficiencia maxilar transversal, con o sin mordida cruzada, con ausencia de anomalías craneofaciales, sin antecedentes de tratamiento de ortodoncia, que recibieron tratamiento de ERM con Disyuntor Hyrax dentosoportado, con tornillo de 12 mm, con protocolo de activación de 1 vuelta al día y contención por 3 meses, y cuyo criterio de sobrecorrección de ERM haya sido hasta que contacten las cúspides palatinas posterosuperiores con las vestibulares posteroinferiores. Asimismo, que hayan sido evaluados en pre (T0) y post ERM (T1) y que fueron tratados entre Enero del 2011 y Agosto del 2017. Así, la población muestral estuvo conformada por 84 TCHC.

IV.3 Criterios de Selección

La selección de la población de estudio fue no probabilística, según juicio y conveniencia del investigador, siendo obtenida de manera electrónica de los registros de TCHC de pacientes tratados en el Departamento de Ortodoncia de la Universidad de Alberta, Edmonton, Canadá, a la cual se tuvo acceso remoto a través de su plataforma virtual Citrix.

IV.3.1. Criterios de inclusión

TCHC de pacientes con registros completos de fechas de toma en T0 y T1. y con tiempo entre tomas T1-T0 menor a 2 años.

IV.3.2. Criterios de exclusión:

TCHC cuya toma no abarque a las estructuras referenciales, TCHC con deficiente calidad de imagen.

De este modo, de las 84 TCHC evaluadas según los criterios de selección del estudio, fueron eliminadas 9 TCHC: 3 debido a error o falta de datos en la fecha de toma, 2 por deficiente calidad de imagen, 1 por asimetría esquelética evidente, 1 por excesivo tiempo transcurrido entre tomas T1-T0 (mayor a 2 años), 1 por presentar la imagen en T0 con brackets, y 1 por presentar archivo vacío. Luego, durante la localización de los puntos de referencia, fueron eliminadas otras 3 TCHC debido a que las imágenes no presentaban claramente la anatomía de la ATM. De esta manera, quedaron 72 TCHC en la recolección de datos.

IV.4 Variables

Variables Dependientes: (Ver Anexo N° 1: Operacionalización de Variables)

- *Posición Condilar.* La PC se define conceptualmente como la posición de la cabeza del cóndilo en medidas lineales y angulares. La PC en medidas lineales se expresa en dimensión vertical, anteroposterior y mediolateral. La PC Vertical se define operacionalmente como la distancia perpendicular entre el punto óseo más superior de la cabeza del cóndilo y el plano horizontal (formado por el Foramen Palatino Mayor Derecho, Foramen Palatino Mayor Izquierdo y Basion). La PC Anteroposterior se define operacionalmente como la distancia perpendicular entre el punto óseo más anterior de la cabeza del cóndilo y el plano vertical (formado por Foramen Infraorbitario Derecho, Foramen

Infraorbitario Izquierdo y punto medio del Foramen Nasopalatino). La PC Mediolateral se define operacionalmente como la distancia perpendicular entre el punto óseo más medial de la cabeza del cóndilo y el plano medio sagital (formado por el punto medio de los Forámenes Espinosos Derecho e Izquierdo, punto medio del Foramen Nasopalatino y Basion). El indicador es el valor de la medición en las imágenes MPR de la TCHC, hallado mediante algoritmo (distancia de un punto a un plano). Es una variable de tipo cuantitativa continua, escala de medición razón y su valor está dado en milímetros. La PC en medidas angulares se define conceptualmente como la inclinación anteroposterior del eje condilar derecho o izquierdo en vista axial e inclinación anteroposterior del eje condilar derecho o izquierdo en vista coronal. Su definición operacional está dada por el ángulo formado entre el eje condilar (línea que une el punto lateral y medial condilar) con el plano medio sagital (formado por el punto medio de los Forámenes Espinosos Derecho e Izquierdo, punto medio del Foramen Nasopalatino y Basion) en vista axial (Inclinación Anteroposterior Condilar Vista Axial); y ángulo formado entre el eje condilar (línea que une el punto lateral y medial condilar) con el plano medio sagital (formado por el punto medio de los Forámenes Espinosos Derecho e Izquierdo, punto medio del Foramen Nasopalatino y Basion) en vista coronal (Inclinación Anteroposterior Condilar Vista Coronal). El indicador es el valor de la medición en la imagen MPR de la tomografía, hallada mediante algoritmo (Ángulo entre una línea y un plano). Es una variable de tipo cuantitativa continua, escala de medición razón y su valor está dado en grados.

- *Espacio Articular.* Se define conceptualmente como el espacio comprendido entre el cóndilo mandibular y la fosa glenoidea en las dimensiones posterior, superior, anterior y medial. El Espacio Articular Posterior (EAP) se define operacionalmente como la menor distancia desde el punto más posterior del cóndilo al punto más anterior de la fosa glenoidea. El Espacio Articular Superior (EAS) se define operacionalmente como la menor distancia entre el punto más superior de la cabeza del cóndilo hasta el punto más inferior de la fosa glenoidea. El Espacio Articular Anterior (EAA) se define operacionalmente como la menor distancia desde el punto más anterior del cóndilo al punto más posterior de la fosa glenoidea. El Espacio Articular Medial (EAM) se define operacionalmente como la menor distancia entre el punto más medial del cóndilo al punto más lateral de la fosa glenoidea. El indicador del EA es el valor de la medición en la imagen MPR de la tomografía, hallada mediante fórmula (Distancia entre dos puntos). Son variables de tipo cuantitativa contínua, escala de medición razón y su valor está dado en milímetros.
- *Lado:* Se define como parte diferenciada respecto a un eje ideal y opuesto a otros en un cuerpo, lugar o espacio. Se define operacionalmente como la mitad correspondiente de la cara, respecto a la línea media facial. Se calcula en base a la observación en la tomografía. Variable tipo cualitativa, escala de medición nominal. Categoría: Derecho o izquierdo.

Covariables: (Ver Anexo N  1: Operacionalización de Variables)

- *Sexo:* Se define conceptualmente como condición de un organismo que se distingue como masculino o femenino. Se define operacionalmente como las

características fenotípicas que diferencian al sexo masculino del femenino. Indicador: registro en la tomografía. Variable tipo cualitativo, nominal, dicotómica. Valor: masculino o femenino.

- *Presencia de Mordida cruzada posterior*: Se define como la discrepancia oclusal en sentido transversal a nivel de piezas posteriores. Se define operacionalmente como la malposición en sentido transversal caracterizada por la ubicación de las cúspides vestibulares maxilares hacia palatino respecto a las cúspides vestibulares mandibulares durante la oclusión. Su indicador se mide en base a la observación de las tomografías. Variable tipo cualitativa, escala nominal. Sus categorías son: Sin Mordida Cruzada (Sin MC), Mordida Cruzada Unilateral Derecha (MC UD), Mordida Cruzada Unilateral Izquierda (MC UI), Mordida Cruzada Bilateral (MCB).

IV.5 Procedimientos y Técnicas

IV.5.1. Autorización y coordinaciones

Se solicitó una carta de presentación para adjuntar con una solicitud dirigida al Dr. Manuel Lagravère Vich para contar con su asesoría en la evaluación de los cambios en ATM, así como en el manejo del software tridimensional y acceso para al archivo tomográfico del Departamento de Ortodoncia de la Universidad de Alberta Canadá. (Anexo N° 2); quien certificó su aprobación para la asesoría y apoyo de su Area Operativa en la presente investigación (Anexo N° 3).

IV.5.2. Obtención de la Muestra y Codificación

Las TCHC fueron obtenidas de pacientes del Postgrado de Ortodoncia de la Universidad de Alberta, Edmonton, Canadá, con tratamiento de ERM con disyuntor

Hyrax dentosoportado, que cumplían con los criterios de selección mencionados anteriormente.

Las TCHC fueron obtenidas en un equipo iCAT New Generation, 0.3 voxel, 13 x 16cm, tiempo de exposición de 8.9 segundos, tomadas con el paciente sentado. Luego, las TCHC fueron convertidas a formato DICOM para su posterior análisis y fueron organizadas en carpetas individuales debidamente codificadas por la Universidad de Alberta (por ejemplo CH164). Cada carpeta contenía 2 subcarpetas con los archivos DICOM de la TCHC en T0 y T1, respectivamente (por ejemplo CH164 T0 y CH164 T1). Las carpetas correspondientes a las 84 TCHC fueron almacenadas en un archivo con el nombre de "TCHC", el cual fue ingresado dentro del programa Citrix de Conexión Remota de la Universidad de Alberta. Para ello, se brindó al investigador principal un nombre de usuario y contraseña para poder acceder a distancia a los archivos TCHC y software.

IV.5.3. Equipamiento y Planificación

Para el análisis de los registros tomográficos el investigador principal contó con una laptop ACER Predator iCore i7, de 8va generación, 16 GB RAM, tarjeta gráfica NVIDIA® GeForce® 1060, 6 GB VRAM y resolución de pantalla de 1920 x 1080 píxeles, pantalla IPS de 17 pulgadas y un mouse gamer con 3 botones y rueda central, que cumplía con los requisitos recomendados para software de imagen.

El software de procesamiento de imagen tridimensional que se utilizó fue el Avizo Software (Thermo Fisher Scientific), el cual se encuentra dentro de la aplicación Citrix de Conexión Remota. Una vez instalada la aplicación en la laptop, se procede a ingresar el nombre de usuario y contraseña, que nos conduce a una pantalla titulada DENTS-AVZSHARE donde se digita nuevamente el nombre de usuario y

contraseña y finalmente obtenemos acceso exclusivo al escritorio del servidor de la Universidad. En él, se da click al ícono de Avizo Lite 2019.2 para abrir el software.

IV.5.4. Proceso de Capacitación

Se realizó una prueba piloto que tuvo por finalidad capacitar al investigador principal en el manejo del software Avizo, estandarizar los procesos de recolección de datos y lograr una adecuada calibración.

La capacitación se llevó a cabo de manera virtual vía Zoom. Se realizaron 2 sesiones de 40 minutos a cargo del Dr. M.L., Especialista en Ortodoncia y experto en software tridimensional (Gold Standard), donde se trató el manejo del software Avizo, colocación de puntos de referencia, obtención de eje de coordenadas y cálculo de los cambios entre T1-T0. Luego de esta capacitación, el investigador tuvo un entrenamiento personal y constante para familiarizarse con el manejo del software Avizo y la localización de cada uno de los 29 puntos anatómicos requeridos (Ver Anexo N° 4 y 5) en los ejes X, Y, Z mediante dicho software. Asimismo, se realizaron 2 sesiones virtuales vía Zoom de 3 horas de duración a cargo de la Dra. M.Q., Especialista en Radiología con más de 10 años de experiencia, en donde se perfeccionó la localización de los puntos anatómicos. Parte del entrenamiento consistió en realizar el procedimiento de la manera más exacta, práctica, repetible y en la menor cantidad de tiempo posible.

IV.5.5. Proceso de Calibración

Se escogió de manera aleatoria 9 TCHC de la muestra de 84 TCHC. Este número fue ligeramente mayor que el 10% del tamaño muestral recomendado por Conelly citado por Ismail,⁴⁷ ya que la muestra es pequeña. Se analizaron 2 TCHC en la mañana y 2 TCHC en la tarde hasta completar 9 TCHC durante 5 días. El análisis

consistió en la localización de puntos referenciales en cada una de las 9 TCHC. Todas las mediciones fueron realizadas en un cuarto oscuro y cerrado, tomando 5 minutos de descanso por cada 30 minutos de análisis para disminuir la fatiga visual. Las mediciones de cada uno de los puntos de las 9 TCHC se realizaron en 3 ocasiones, 1 vez por semana, durante 3 semanas. Los valores obtenidos de las 9 TCHC en cada una de las 3 ocasiones fueron comparados entre sí hasta hallar un Coeficiente de Correlación Intraclase >0.9 .

IV.5.6. Análisis de las TCHC y localización de Puntos de Referencia

Dentro del software Avizo Lite 2019.2 se selecciona la carpeta TCHC que se encuentra en el escritorio del servidor, y se elige una carpeta codificada (por ejemplo CH 164) y una subcarpeta T0 o T1. Se seleccionan todos los archivos, excepto el que tiene nombre DICOMDIR, y se da click en Open para abrir la TCHC en T0 o T1 de dicho paciente.

Una vez abierta la TCHC se localizaron los puntos de referencia según el método de McLeod et al.,⁴⁴ Elfeky et al.,⁴⁸ Alhammadi et al.^{49,50} y Lemieux et al.⁵¹ En total se hallaron 29 puntos referenciales: 9 Puntos de Referencia Esqueléticos Generales (Anexo N° 4) y 20 Puntos Referenciales en ATM (Anexo N° 5), que fueron ubicados en las imágenes MPR de la TCHC mediante el localizador de cortes en los planos X, Y y Z. Para ello, se selecciona en la barra de herramientas Create Project, Create Object, Points and Lines, Landmarks y Create, y se empiezan a seleccionar los puntos referenciales de 0.5 mm de diámetro en los planos bidimensionales (xy, xz, yz). Una vez seleccionados los puntos de manera ordenada, éstos se guardan en File, Save Data As, nombre del archivo en folder

nuevo, y se da click en Save, lo cual permite grabar un archivo con una extensión “.landmarkAscii”

Posteriormente, en Excel se selecciona File, Open, All Files y se abre el archivo guardado con extensión “.landmarkAscii”, se selecciona Delimited, Space, Tab, Finish y se procede a guardar la base de datos en Excel. Dicha base de datos es copiada mediante copy/paste y almacenada de manera más abreviada con los valores obtenidos en los ejes X, Y y Z con un nuevo nombre en Excel correspondiente al código de TCHC analizado.

IV.5.7. Recolección de Datos

Las bases de datos en Excel conteniendo la localización de los 29 puntos referenciales en los ejes X, Y y Z para cada una de las TCHC en T0 y T1 fueron almacenadas de manera ordenada en una Ficha de Recolección de Datos en Excel con el código de la TCHC (Ver Anexo N° 6). Estos puntos referenciales servirán para establecer los Planos Referenciales recomendados en tres dimensiones, Mediosagital, Horizontal y Anteroposterior (Ver Anexo N° 7) y calcular los cambios en PC (Ver Anexos N° 8 y 9) y en EA (Ver Anexo N° 10) post disyunción ($T1 - T0$). Estos cálculos se realizan mediante el uso de fórmulas matemáticas simples y complejas. Las fórmulas simples, tales como la distancia de entre dos puntos, fueron calculadas por el investigador en el mismo programa de Excel. Las fórmulas complejas, tales como la distancia entre un punto y un plano, ángulo entre una línea y un plano, fueron calculadas por un ingeniero matemático de la Universidad de Alberta en base a algoritmos y enviadas en Excel.

El consolidado de todas estas mediciones fueron almacenadas en una Hoja de procesamiento general en Excel (Ver Anexo N° 11), con cada columna

correspondiente a una variable, lo que permitió el cálculo de los cambios entre T1-T0 de todo el conjunto de TCHCs que conforman el estudio.

IV.6. Consideraciones Éticas

Se contó con la autorización del Comité de Ética de la Universidad de Alberta, Edmonton, Canadá, para el uso de las TCHC de pacientes del Servicio de Post – Grado de Ortodoncia de dicha institución. Asimismo, se contó con la autorización del Comité de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia para la realización de este proyecto de investigación, con constancia N° 557-24-19 (Anexo N° 12).

No hay conflicto de intereses, riesgo de coacción ni confidencialidad para los participantes ni colaboradores de este estudio.

IV.7. Plan de Análisis

Los datos obtenidos en Fichas de Recolección fueron consolidados en una única base de datos en el programa Microsoft Excel 2016, manteniendo la identificación de los registros únicamente por el código/numeración de la ficha, a fin de garantizar que la información sea anónima.

La base de datos posterior a su limpieza fue importada en el paquete estadístico Stata v17.0 (Stata Corporation, College Station, Texas, USA), con el cual se llevó a cabo el análisis estadístico descriptivo, obteniendo estimadores puntuales de tendencia central, dispersión, posición y forma. Los estimadores previamente señalados fueron obtenidos para las características basales de la muestra (Pre-ERM= T0) y para las finales (Post-ERM= T1); asimismo, fueron estratificados según lado de la ATM (derecha, izquierda), tipo de mordida cruzada (Sin MC, MC UD, MC UI, MCB), y sexo (masculino, femenino).

A fin de comprobar las hipótesis de estudio, se llevó a cabo la comparación de las medidas obtenidas por la evaluación de la diferencia media de las mediciones Pre y Post-ERM según lado evaluado y sexo, para lo cual se empleó la Prueba Estadística Paramétrica “t” de Student para Muestras Independientes o la Prueba No Paramétrica U de Mann-Whitney, según si existía o no distribución normal, la cual fue evaluada mediante la Prueba Shapiro-Wilk. En el caso de la prueba “t” de Student, se evaluó además la homogeneidad de las varianzas mediante la Prueba de Levene.

La comparación de las mediciones Pre y Post-ERM para cada uno de los indicadores, fue realizada mediante la Prueba No Paramétrica Signos Rangos de Wilcoxon. Todas las evaluaciones inferenciales se llevaron a cabo considerando un nivel de significancia de 0.05.

La coeficiente de correlación interclase (CCI) fue >0.9 en todos los parámetros medidos (Ver Anexo N° 13).

V. RESULTADOS

La Tabla N° 1 muestra que, al evaluar los efectos de la ERM sobre la PC según lado, la PC tuvo cambios lineales estadísticamente significativos en sentido vertical y mediosagital. Así, verticalmente se incrementó en el lado derecho como en el izquierdo (0.5 ± 1.2 mm y 0.5 ± 1.2 mm, respectivamente) ($p=0.002$ y $p=0.001$). Mientras que la PC mediosagital aumentó en ambos lados en cantidades muy similares (derecho= 0.2 ± 0.6 mm, izquierdo= 0.2 ± 0.5 mm), siendo en ambos casos estadísticamente significativa ($p=0.012$ y $p<0.001$, respectivamente). Asimismo, en sentido anteroposterior no registró cambios significativos ($p>0.05$). Respecto a las medidas angulares, no hubieron cambios estadísticamente significativos ($p>0.05$). El Anexo de Tabla N° 1 muestra que, al analizar comparativamente el lado derecho e izquierdo, los cambios en la PC no registraron diferencias estadísticamente significativas entre sí, para las medidas lineales como angulares ($p>0.05$).

La Tabla N° 2 muestra que, al comparar los efectos de la ERM sobre la PC según los cuatro diferentes tipos de mordida (Sin MC, MC UD, MC UI, MCB), no se registraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las medidas lineales, tanto para el lado derecho como el izquierdo ($p>0.05$). Respecto a las medidas lineales, los mayores cambios se dieron en sentido vertical (fluctuando entre 0.3 mm y 0.7 mm), excepto para el grupo MC UD en el cóndilo del lado derecho (0.0 mm); mientras que los menores cambios se dieron en sentido anteroposterior (fluctuando entre 0.0 mm y 0.3 mm), excepto para el grupo MC UI en el cóndilo izquierdo (0.3 mm), y en el grupo MCB en el cóndilo derecho (0.6 mm). Asimismo, el grupo MC UD no registró mayores cambios en la PC del cóndilo

derecho, en sentido anteroposterior, mediosagital o vertical. Respecto a las medidas angulares, no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los cuatro grupos comparados, tanto para el lado derecho como el izquierdo ($p>0.05$); ni tampoco hubo una tendencia clara de movimiento en ninguno de los grupos.

La Tabla N° 3 muestra que, al comparar los efectos de la ERM en la PC según sexo, sólo se registraron diferencias estadísticamente significativas en la PC anteroposterior, registrándose mayores cambios en varones, tanto en el lado derecho (masculino= 0.6 +- 1.0 mm, femenino= 0.0 +- 0.8 mm, $p=0.009$) como en el izquierdo (masculino= 0.6 +- 0.8 mm, femenino= - 0.2 +- 0.6 mm, $p<0.001$). Los otros valores lineales no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$). Respecto a las medidas angulares, al comparar varones y mujeres no se registraron diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$); y tampoco hubo una tendencia clara de movimiento en ninguno de los grupos.

La Tabla N° 4 muestra que, al evaluar los efectos de la ERM en los EA (EAA, EAS, EAP, EAM), ninguno de los cambios fue estadísticamente significativo ($p>0.05$). Las variaciones en los EA fueron leves, fluctuando entre 0.1 mm y -0.1 mm y no mostraron ningún patrón o tendencia marcada. El Anexo de Tabla N° 4 muestra que analizar comparativamente el lado derecho e izquierdo entre sí, los cambios en EA no registraron diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$).

En la Tabla N° 5 se aprecia que, al comparar los efectos de la ERM en EA según los cuatro grupos de mordida (Sin MC, MC UD, MC UI, MCB), no se registraron diferencias estadísticamente significativas tanto para el lado derecho como el izquierdo ($p>0.05$).

En la Tabla N° 6 se aprecia que, al comparar los efectos de la ERM en EA según sexo, no se registraron diferencias estadísticamente significativas, tanto en el lado derecho como el izquierdo ($p>0.05$). Los cambios fueron leves, siendo en un rango ligeramente menor en el sexo femenino (de -0.1 mm a 0.1 mm) que en el masculino (de -0.1 mm a 0.2 mm).

Tabla N° 1. Determinación de los cambios en posición condilar post disyunción maxilar, según lado evaluado.

| CARACTERÍSTICA | T0 | T1 | Diferencia | P-VALOR |
|--|-----------|-----------|------------|---------|
| | Media ±DE | Media ±DE | Media ±DE | |
| LADO DERECHO | | | | |
| Medidas Lineales | | | | |
| Posición Antero-Posterior | 56.3 ±3.5 | 56.5 ±3.6 | 0.2 ±0.9 | 0.054† |
| Posición Medio-Lateral | 39 ±2.3 | 39.2 ±2.2 | 0.2 ±0.6 | 0.012† |
| Posición Vertical | 14.2 ±4.6 | 14.6 ±4.5 | 0.5 ±1.2 | 0.002† |
| Medidas Angulares | | | | |
| Angulo entre el Plano Mediosagital y el Eje Condilar (Vista Coronal) | 89.3 ±8.3 | 90.2 ±7.9 | 0.9 ±4.2 | 0.064† |
| Angulo entre el Plano Mediosagital y el Eje Condilar (Vista Axial) | 71.5 ±6.5 | 72.2 ±6.8 | 0.7 ±3.5 | 0.087† |
| LADO IZQUIERDO | | | | |
| Medidas Lineales | | | | |
| Posición Antero-Posterior | 56.3 ±3.9 | 56.4 ±4 | 0.1 ±0.8 | 0.384† |
| Posición Medio-Lateral | 39.1 ±2 | 39.3 ±1.9 | 0.2 ±0.5 | <0.001† |
| Posición Vertical | 13.7 ±5.2 | 14.2 ±5.1 | 0.5 ±1.2 | 0.001‡ |
| Medidas Angulares | | | | |
| Angulo entre el Plano Mediosagital y el Eje Condilar (Vista Coronal) | 87.6 ±8.5 | 87.5 ±8.7 | -0.1 ±4.0 | 0.897† |
| Angulo entre el Plano Mediosagital y el Eje Condilar (Vista Axial) | 73 ±7.1 | 73.2 ±7.9 | 0.3 ±4.0 | 0.564† |

T0: Pre-Disyunción, T1: Post-Disyunción, DE: Desviación Estándar.

†Prueba T de Student para muestra relacionadas.

‡Prueba Signos Rangos de Wilcoxon.

Anexo de Tabla N° 1. Comparación de los cambios en la posición condilar post disyunción maxilar, por lado evaluado derecho e izquierdo.

| POSICIÓN CONDILAR | LADO EVALUADO | | P-VALOR |
|--|----------------------|------------------------|---------|
| | Derecha Media ±DE | Izquierda Media ±DE | |
| Medidas Lineales | | | |
| Anteroposterior | 0.2 ±0.9 | 0.1 ±0.8 | 0.390† |
| Mediosagital | 0.2 ±0.6 | 0.2 ±0.5 | 0.579† |
| Vertical | 0.5 ±1.2 | 0.5 ±1.2 | 0.941† |
| Medidas Angulares | | | |
| Angulo entre el Plano Mediosagital y el Eje Condilar (Vista Coronal) | 0.9 ±4.2 | -0.1 ±4.0 | 0.150† |
| Angulo entre el Plano Mediosagital y el Eje Condilar (Vista Axial) | 0.7 ±3.5 | 0.3 ±4.0 | 0.478† |

†Prueba T de Student para Muestras Independientes con Varianzas Iguales.

Tabla N° 2. Comparación de los cambios en la posición condilar post disyunción maxilar, por tipo de mordida según lado evaluado derecho e izquierdo.

| POSICIÓN CONDILAR | TIPO DE MORDIDA | | | | P- VALOR |
|---|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-------------|
| | Sin MC Media ±DE | MC UD Media ±DE | MC UI Media ±DE | MC B Media ±DE | |
| LADO DERECHO | | | | | |
| Medidas Lineales | | | | | |
| Anteroposterior | 0.0 ±0.8 | 0.1 ±1.1 | 0.2 ±0.8 | 0.6 ±0.8 | 0.178† |
| Mediosagital | 0.3 ±0.7 | 0.0 ±0.5 | 0.3 ±0.6 | 0.1 ±0.6 | 0.439† |
| Vertical | 0.7 ±0.9 | 0.0 ±1.0 | 0.6 ±1.4 | 0.7 ±1.5 | 0.185† |
| Medidas Angulares | | | | | |
| Angulo entre el Plano Mediosagital y el Eje Condilar (Vista Coronal) | 0.9 ±4.0 | -0.2 ±4.5 | 2.2 ±3.6 | 1.2 ±4.6 | 0.404† |
| Angulo entre el Plano Mediosagital y el Eje Condilar (Vista Axial) | 0.2 ±3.7 | -0.1 ±4.1 | 1.6 ±3.2 | 1.3 ±2.8 | 0.388† |
| LADO IZQUIERDO | | | | | |
| Medidas Lineales | | | | | |
| Anteroposterior | 0.0 ±0.8 | 0.0 ±0.8 | 0.3 ±0.6 | 0.0 ±1.0 | 0.306‡ |
| Mediosagital | 0.1 ±0.5 | 0.3 ±0.5 | 0.1 ±0.5 | 0.4 ±0.6 | 0.102† |
| Vertical | 0.3 ±1.4 | 0.4 ±1.1 | 0.7 ±1.1 | 0.6 ±1.2 | 0.689† |
| Medidas Angulares | | | | | |
| Angulo entre el Plano Mediosagital y el Eje Condilar (Vista Coronal) | 0.6 ±4.0 | 0.9 ±4.7 | -0.3 ±3.0 | -1.6 ±3.9 | 0.242† |
| Angulo entre el Plano Mediosagital y el Eje Condilar (Vista Axial) | 0.6 ±3.9 | -0.9 ±3.6 | 1.7 ±4.0 | 0.1 ±4.4 | 0.277† |

†Prueba ANOVA de un factor.

‡Prueba H de Kruskal-Wallis.

MC: Mordida Cruzada, UD: Unilateral derecha, UI: Unilateral izquierda, B: Bilateral.

Tabla N° 3. Comparación de los cambios en posición condilar post disyunción maxilar, por sexo según lado evaluado derecho e izquierdo.

| POSICIÓN CONDILAR | SEXO | | P-VALOR |
|--|---------------------------|--------------------------|---------|
| | Masculino Media ±DE | Femenino Media ±DE | |
| LADO DERECHO | | | |
| Medidas Lineales | | | |
| Anteroposterior | 0.6 ±1.0 | 0.0 ±0.8 | 0.009‡ |
| Mediosagital | 0.2 ±0.6 | 0.2 ±0.6 | 0.785† |
| Vertical | 0.7 ±1.3 | 0.3 ±1.2 | 0.183‡ |
| Medidas Angulares | | | |
| Angulo entre el Plano Mediosagital y el Eje Condilar (Vista Coronal) | 1.5 ±3.9 | 0.6 ±4.4 | 0.379† |
| Angulo entre el Plano Mediosagital y el Eje Condilar (Vista Axial) | 0.8 ±3.4 | 0.7 ±3.6 | 0.823‡ |
| LADO IZQUIERDO | | | |
| Medidas Lineales | | | |
| Anteroposterior | 0.6 ±0.8 | -0.2 ±0.6 | <0.001† |
| Mediosagital | 0.2 ±0.6 | 0.2 ±0.5 | 0.662† |
| Vertical | 0.6 ±1.2 | 0.4 ±1.2 | 0.696† |
| Medidas Angulares | | | |
| Angulo entre el Plano Mediosagital y el Eje Condilar (Vista Coronal) | -1.3 ±3.9 | 0.6 ±4.0 | 0.073‡ |
| Angulo entre el Plano Mediosagital y el Eje Condilar (Vista Axial) | 0.9 ±4.2 | -0.1 ±3.9 | 0.349† |

‡Prueba U de Mann-Whitney.

†Prueba T de Student para Muestras Independientes con Varianzas Iguales.

Tabla N° 4. Determinación de los cambios en espacios articulares post disyunción maxilar, según lado evaluado.

| | T0 | T1 | DIFERENCIA | P-VALOR |
|-----------------------------|-----------|-----------|------------|---------|
| | Media ±DE | Media ±DE | Media ±DE | |
| LADO DERECHO | | | | |
| Espacio Articular Anterior | 1.8 ±0.6 | 1.7 ±0.6 | -0.1 ±0.5 | 0.175‡ |
| Espacio Articular Superior | 3.1 ±0.9 | 3.2 ±1 | 0.1 ±0.7 | 0.440† |
| Espacio Articular Posterior | 2.1 ±0.6 | 2.1 ±0.6 | 0.0 ±0.5 | 0.413‡ |
| Espacio Articular Medial | 2.5 ±1 | 2.5 ±1 | -0.1 ±0.6 | 0.267‡ |
| LADO IZQUIERDO | | | | |
| Espacio Articular Anterior | 1.9 ±0.6 | 1.8 ±0.5 | 0.0 ±0.3 | 0.795‡ |
| Espacio Articular Superior | 3.3 ±1.2 | 3.3 ±1.1 | 0.0 ±0.8 | 0.295‡ |
| Espacio Articular Posterior | 2.1 ±0.8 | 2.2 ±0.8 | 0.1 ±0.6 | 0.874‡ |
| Espacio Articular Medial | 2.6 ±1 | 2.6 ±1 | 0.0 ±0.5 | 0.852‡ |

T0: Pre-Disyunción, T1: Post-Disyunción, DE: Desviación Estándar.

†Prueba T de Student para muestra relacionadas.

‡Prueba Signos Rangos de Wilcoxon.

Anexo de Tabla N°4. Comparación de los cambios en espacios articulares, por lado evaluado derecho e izquierdo.

| ESPACIO ARTICULAR | LADO EVALUADO | | P-VALOR |
|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------|
| | Derecha Media \pm DE | Izquierda Media \pm DE | |
| Espacio Articular Anterior | -0.1 \pm 0.5 | 0.0 \pm 0.3 | 0.310† |
| Espacio Articular Superior | 0.1 \pm 0.7 | 0.0 \pm 0.8 | 0.194† |
| Espacio Articular Posterior | 0.0 \pm 0.5 | 0.1 \pm 0.6 | 0.492† |
| Espacio Articular Medial | -0.1 \pm 0.6 | 0.0 \pm 0.5 | 0.625‡ |

†Prueba U de Mann-Whitney.

‡Prueba T de Student para Muestras Independientes con Varianzas Iguales.

Tabla N° 5. Comparación de los cambios en los espacios articulares post disyunción maxilar, por tipo de mordida según lado evaluado derecho e izquierdo.

| ESPACIO ARTICULAR | TIPO DE MORDIDA | | | | P-VALOR |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|---------|
| | Sin MC Media \pm DE | MC UD Media \pm DE | MC UI Media \pm DE | MC B Media \pm DE | |
| LADO DERECHO | | | | | |
| Espacio Articular Anterior | -0.2 \pm 0.5 | -0.2 \pm 0.5 | 0.0 \pm 0.4 | 0.0 \pm 0.3 | 0.190‡ |
| Espacio Articular Superior | -0.1 \pm 0.6 | 0.1 \pm 0.8 | 0.1 \pm 0.7 | 0.2 \pm 0.7 | 0.539† |
| Espacio Articular Posterior | 0.0 \pm 0.7 | -0.1 \pm 0.4 | -0.1 \pm 0.4 | 0.1 \pm 0.4 | 0.186‡ |
| Espacio Articular Medial | 0.0 \pm 0.7 | 0.1 \pm 0.7 | -0.3 \pm 0.5 | -0.2 \pm 0.5 | 0.272† |
| LADO IZQUIERDO | | | | | |
| Espacio Articular Anterior | 0.0 \pm 0.4 | -0.1 \pm 0.3 | 0.0 \pm 0.5 | 0.0 \pm 0.3 | 0.659† |
| Espacio Articular Superior | 0.0 \pm 0.8 | -0.1 \pm 0.8 | -0.3 \pm 0.6 | 0.2 \pm 1.0 | 0.277‡ |
| Espacio Articular Posterior | 0.2 \pm 0.5 | 0.1 \pm 0.5 | -0.1 \pm 0.7 | 0.0 \pm 0.7 | 0.595† |
| Espacio Articular Medial | -0.2 \pm 0.6 | 0.0 \pm 0.4 | 0.0 \pm 0.4 | 0.1 \pm 0.6 | 0.329† |

†Prueba ANOVA de un factor.

‡Prueba H de Kruskal-Wallis.

MC: Mordida Cruzada, UD: Unilateral derecha, UI: Unilateral izquierda, B: Bilateral.

Tabla N° 6. Comparación de los cambios en espacios articulares post disyunción maxilar, por sexo según lado evaluado derecho e izquierdo.

| ESPACIO ARTICULAR | SEXO | | P-VALOR |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------|
| | Masculino Media \pm DE | Femenino Media \pm DE | |
| LADO DERECHO | | | |
| Espacio Articular Anterior | -0.1 \pm 0.5 | -0.1 \pm 0.4 | 0.656‡ |
| Espacio Articular Superior | 0.2 \pm 0.8 | 0.0 \pm 0.6 | 0.195† |
| Espacio Articular Posterior | 0.0 \pm 0.7 | -0.1 \pm 0.4 | 0.561†† |
| Espacio Articular Medial | -0.1 \pm 0.7 | 0.0 \pm 0.6 | 0.663† |
| LADO IZQUIERDO | | | |
| Espacio Articular Anterior | 0.0 \pm 0.4 | -0.1 \pm 0.3 | 0.249† |
| Espacio Articular Superior | -0.1 \pm 0.8 | 0.0 \pm 0.8 | 0.842‡ |
| Espacio Articular Posterior | -0.1 \pm 0.6 | 0.1 \pm 0.6 | 0.247† |
| Espacio Articular Medial | -0.1 \pm 0.6 | 0.0 \pm 0.5 | 0.180† |

‡Prueba U de Mann-Whitney.

†Prueba T de Student para Muestras Independientes con Varianzas Iguales.

††Prueba T de Student para Muestras Independientes con Varianzas Diferentes.

VI. DISCUSIÓN

La ERM es un procedimiento clínico ampliamente utilizado en ortodoncia; sus efectos esqueléticos y dentarios están documentados; sin embargo, hay poca evidencia en la literatura respecto a sus efectos a nivel de ATM. El propósito de la presente investigación es determinar mediante TCHC los cambios producidos en la PC y EA post disyunción maxilar.

Dada la compleja anatomía de la ATM, la presente investigación utilizó una metodología detallada y sistematizada, que se basó en el uso de imágenes MPR de las TCHC, por su mayor precisión en la ubicación tridimensional de estructuras a lo largo de las coordenadas X, Y, Z,^{39,41} siendo las indicadas para realizar mediciones cuantitativas.⁴² Asimismo, se utilizaron puntos de referencia confiables tridimensionalmente, y sobre ellos se construyeron planos de referencia específicos para una evaluación en tres dimensiones. Los pocos estudios previos que evalúan los cambios en PC y EA en imágenes MPR, se muestran en la TABLA COMPARATIVA DE ESTUDIOS (ver Anexo N° 14).

Al analizar los cambios en PC post ERM mediante medidas lineales, se observaron cambios estadísticamente significativos en sentido vertical y mediosagital. En efecto, en sentido vertical la PC se incrementó en ambos lados, lo que se interpreta como un alejamiento del cóndilo respecto al Plano Horizontal de Referencia (Basion - Foramen Palatino Mayor Derecho e Izquierdo), lo que puede estar asociado al efecto que produce la ERM en el maxilar superior, desplazándolo hacia abajo;^{1,5,52-55} mientras que otros estudios señalan que incluso se produce una rotación horaria del plano palatino;^{56,57} lo que en consecuencia afecta la posición de los Forámenes Palatinos Mayores, desplazándolos hacia abajo. Como resultado del

movimiento maxilar, además de la extrusión de molares luego de la ERM,^{54,57} se produce una rotación mandibular hacia abajo y hacia atrás,^{54,56,57} ocasionando el descenso de los cóndilos. Sin embargo, otros estudios señalan que el comportamiento mandibular es variable.⁵⁸ De esta manera se explica el incremento de la distancia entre cóndilo y el Plano de Referencia Horizontal. Asimismo, en menor grado, otra causa para el desplazamiento vertical del cóndilo sería el crecimiento vertical del mismo durante el período de observación T1-T0; en especial cuando puede llegar a ser entre 9.0 y 10.7 mm en un período de 4 años en niños y adolescentes, por lo que su presencia debe ser considerada frente a cualquier tratamiento ortopédico.⁵⁹ Por otro lado, en sentido mediosagital la PC también se incrementó significativamente en ambos lados, indicando un desplazamiento lateral simétrico de los cóndilos; el cual ha sido reportado en casos con MCB⁴⁵ y MCU⁴⁶ tratados con ERM y en sus respectivos grupos controles no tratados; y estaría asociado al reposicionamiento mandibular debido a los cambios en los contactos oclusales luego de la ERM; así como al crecimiento condilar durante el periodo de observación T1-T0, teniendo en cuenta que el cóndilo es uno de los principales centros de crecimiento y que su remodelado se da por aposición lateral,⁶⁰ el cual se incrementa con el tiempo.^{60,61} Mientras que, respecto a cambios en PC mediante medidas angulares, se observa que no hubieron diferencias significativas en ninguno de los ángulos evaluados.

Al analizar los cambios en PC según la covariable tipo de mordida, se puede observar que no hubieron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las medidas lineales ni angulares al comparar los grupos entre sí. Esto nos indica que, a pesar de que los grupos (Sin MC, MC UD, MC UI, MCB) tuvieron diferentes

requerimientos de apertura del tornillo de expansión, las PC tuvieron un comportamiento similar. Asimismo, el movimiento resultante en todos los tipos de mordida fue la habitual tendencia al desplazamiento inferior y lateral de ambos cóndilos, excepto en MC UD. Estos resultados, sin embargo, podrían verse afectados por el menor tamaño de muestra para cada grupo individual.

Así, nuestros hallazgos en el grupo Sin MC tienen concordancias y discrepancias con el estudio de Melgaco et al.,⁴³ realizado en 2014, quienes encontraron un significativo desplazamiento anterior e inferior de los cóndilos luego de la fase activa de la ERM. Al comparar ambos estudios, vemos que las discrepancias se dieron básicamente por el desplazamiento condilar anterior que, según los autores, se debería a que la ERM podría favorecer la eliminación de interferencias oclusales y promover el desplazamiento anterior mandibular,^{62,63} liberándola, conocido como efecto “foot in the shoe”.⁶⁴ Este efecto se daría 6 a 12 meses después de la ERM⁶³ en algunos casos con Maloclusión Clase II, en los cuales se aprecia la “corrección espontánea” de los mismos, y según Melgaco et al.⁴³ se daría también en pacientes con Maloclusión Clase I y Sin MC. Otros estudios, sin embargo, señalan que el efecto de la ERM sobre la mandíbula en casos Clase II es variable e impredecible⁵⁸ o que la evidencia aún es cuestionable.^{65,66} Respecto a medidas angulares, nuestros resultados discrepan con los de Melgaco et al.,⁴³ quienes encontraron una significativa inclinación lateral de ambos ejes condilares, lo que podría deberse a que dicha investigación fue realizada luego de la fase activa de la ERM, en comparación con la nuestra, realizada luego la fase de contención de la disyunción, lo que supone un mayor tiempo de asentamiento condilar. Otras causas serían las diferencias metodológicas entre estudios, ya que Melgaco et al.⁴³ emplearon Puntos

y Planos de Referencia bidimensionales, diferente software, técnica de medición; y un mayor tamaño muestral (34 casos), que puede haber afectado la significancia de los resultados. Por otro lado, McLeod et al.⁴⁴ en 2016 encontraron un leve desplazamiento estadísticamente significativo del cóndilo izquierdo en sentido inferior y lateral; aunque estos cambios no fueron clínicamente relevantes. Este resultado concordaría parcialmente con el nuestro, que muestra una tendencia al desplazamiento de ambos cóndilos hacia abajo y lateralmente. Esto se debería a que dicho estudio utiliza una técnica de medición diferente, ya que mide la distancia lineal entre puntos referenciales, aunque en otros aspectos ambos estudios comparten una metodología muy similar (usan el mismo software; algunos Puntos de Referencia tridimensionales en común; y momentos de evaluación T1-T0 similares).

Los cambios en MCU fueron analizados en 20 casos con MC UD y 16 con MC UI. Si bien todos los desplazamientos fueron no significativos, el grupo MC UD tuvo un comportamiento diferente respecto al de MC UI y los otros grupos de mordida, ya que presentó una tendencia a un mayor desplazamiento del cóndilo del lado izquierdo o no cruzado (hacia abajo y hacia afuera), mientras que el cóndilo derecho o cruzado, no presentó mayores cambios. Al respecto, se encuentran respuestas variadas en la literatura. Wang et al. en 2021⁴⁶ realizaron el único estudio previo en imágenes MPR, y observaron un desplazamiento lateral significativo de ambos cóndilos en una muestra con MCU tratada con ERM seguida de ortodoncia fija, lo que concuerda con la tendencia observada en nuestro grupo MC UI, pero difiere con MC UD. Estas diferencias podrían deberse al uso de una metodología bidimensional en la localización de puntos referenciales o a un mayor tiempo de

evaluación. Por otro lado, en estudios realizados en otro tipo de imágenes o tipo de expansión, Fastuca et al.⁶⁷ mediante imágenes volumétricas, hallaron un significativo desplazamiento lateral del cóndilo no cruzado luego de la ERM. Hesse et al.¹⁴ evaluaron mediante radiografías casos con tratados con expansión lenta, observando un desplazamiento significativo del cóndilo no cruzado (hacia arriba y atrás)^{13,14}. Por su parte, Matta et al.¹⁵ mediante Tomografía Computarizada Helicoidal, reportaron que el cóndilo del lado cruzado se acercó a la línea mediosagital, mientras que el no cruzado adquirió una posición más posterior. Aunque es difícil comparar estos tres estudios^{14,15,67} por diferencias metodológicas; se aprecia un mayor movimiento del cóndilo no cruzado, aunque en distintas direcciones (Matta et al.¹⁵ hacia atrás; Hesse et al.¹⁴ hacia arriba y atrás; Fastuca et al.⁶⁷ hacia afuera), lo que concordaría con la tendencia encontrada en nuestro grupo MC UD (cuyo cóndilo no cruzado tuvo un desplazamiento lateral). Respecto a cambios angulares, nuestros resultados difieren con los de Wang et al.⁴⁶ quienes encontraron una significativa rotación hacia atrás del cóndilo del lado cruzado; mientras que concuerdan con Leonardi et al.⁶⁸ realizado en Tomografía Convencional, quienes tampoco encontraron cambios significativos. Estas respuestas variadas en la literatura podrían deberse a la existencia de diversos criterios para definir una MCU entre estudios (cantidad de piezas cruzadas, presencia de línea media inferior (LMI) desviada, y en que magnitud) que puede modificar los requerimientos de expansión. Así, la presente investigación consideró MCU cuando habían 2 o más piezas cruzadas (basado en los criterios de Hesse et al.¹⁴ y Da Costa et al.⁶⁹), aunque no se registraron cambios en LMI ya que la observación fue realizada en TCHC. Por su parte, Wang et al.⁴⁶ incluyeron casos

que tengan por lo menos una molar cruzada y LMI desviada; Matta et al.¹⁵ y Leonardi et al.⁶⁸ evaluaron casos con MCU Funcional y LMI desviada hacia ese mismo lado, pero no mencionan cantidad mínima de piezas cruzadas; y Fastuca et al.⁶⁷ no menciona. Sería recomendable realizar más estudios en MCU con mayor tamaño de muestra y condiciones estandarizadas para esclarecer los efectos sobre la PC.

Al analizar los cambios en PC en el grupo de MCB mediante medidas lineales, se observa que, además de la habitual tendencia de desplazamiento condilar hacia abajo y hacia los lados, hubo un leve incremento no significativo en la PC anteroposterior derecha, lo que indica que éste retrocede, posiblemente asociado a un mayor requerimiento de expansión de uno de los lados, sin mayor relevancia clínica. Nuestros hallazgos concuerdan con los de Ghossoub et al.⁴⁵ en 2018, quienes encontraron un incremento significativo en las PC laterales y la distancia interglenoidea, respecto a un grupo control no tratado. La diferencia en significancia podría deberse a que ambas muestras fueron no probabilísticas. Respecto a medidas angulares, nuestros resultados concuerdan con los de Ghossoub et al.⁴⁵ quienes tampoco hallaron cambios significativos.

Al analizar los cambios en PC según sexo, se puede observar que la única diferencia estadísticamente significativa fue el mayor retroceso de los cóndilos en el sexo masculino en comparación con el femenino, en ambos lados derecho e izquierdo. Como se ha mencionado previamente, los desplazamientos condilares simétricos en sentido anteroposterior pueden estar relacionados a la eliminación de contactos prematuros y liberación mandibular en algunos casos Clase I y II,^{43,62-63} aunque este desplazamiento suele ser hacia adelante. También podría deberse al efecto de la

ERM sobre el maxilar superior (donde se ubica el Foramen Nasopalatino, punto de referencia del Plano Vertical tridimensional). Algunos estudios indican que la ERM podría causar un leve adelantamiento de la posición del maxilar superior,^{5,52,70} lo que en consecuencia también adelanta la posición del Foramen Nasopalatino. En la literatura no hay estudios previos que evalúen los efectos de la ERM en la PC según sexo; sin embargo, existen reportes sobre la influencia del sexo en las dimensiones óseas de la ATM y en musculatura. Así, los cóndilos masculinos son dimensionalmente mayores que los femeninos,⁷¹ y presentan un mayor ángulo anteversión condilar (similar a nuestro ángulo de inclinación condilar en vista axial).⁶¹ Asimismo, se reporta un mayor crecimiento condilar vertical superior y desplazamiento inferior de la fosa glenoidea en adolescentes hombres que en mujeres.⁵⁹ A nivel muscular, She et al.⁷² encontraron dimorfismo sexual en las ubicaciones y orientaciones espaciales de los músculos masticatorios. Al parecer, las diferentes dimensiones craneofaciales y características musculares entre hombres y mujeres afectan la biomecánica entre cóndilo y fosa, y la distribución de stress en la ATM.^{71,72}

La importancia clínica de los hallazgos sobre los efectos de la ERM en la PC, es que corroboran los cambios esperados luego de la disyunción, y nos permiten preveer los efectos favorables o desfavorables en determinados pacientes. Así, el descenso de los cóndilos podría agravar el perfil en Maloclusión Clase II,⁶ lo que hace necesario un mayor control vertical; mientras que podría tener un efecto favorable en Clase III;^{1,52,57} aunque la mandíbula puede presentar un comportamiento variable.⁵⁸ Por otro lado, este es el primer estudio que analiza comparativamente los efectos de la ERM en la PC según tipo de mordida y sexo.

La importancia clínica de los hallazgos es que nos demuestran que, a pesar de los diferentes requerimientos de expansión, todos los tipos de mordida posterior tuvieron un comportamiento condilar similar, incluso en MCU que está asociada a más alteraciones. Mientras que, los resultados según sexo nos indicarían que se pueden esperar mayores desplazamientos condilares anteroposteriores en hombres. Al margen de los pequeños cambios numéricos a nivel de PC, que se traducen en una escasa significancia clínica o estadística, los cambios son en la magnitud necesaria para corregir la relación transversal intermaxilar, que en este caso si tiene repercusión clínica a nivel estético y funcional.

Al analizar los efectos en EA post ERM según lado evaluado, los resultados mostraron que no hubieron cambios estadísticamente significativos en ninguno de los EA (EAA, EAS, EAP, EAM). Las variaciones en EA fueron leves y no mostraron un patrón o tendencia marcada, siendo numéricamente menores que los cambios lineales en PC registrados en la Tabla N° 1 (que indican un desplazamiento de ambos cóndilos hacia abajo y a los lados), pudiendo coincidir o no con la dirección de los mismos. Al parecer, los cambios en EA son independientes de los cambios en PC, y podrían deberse a otros factores, como un remodelado adaptativo de la cabeza y cuello condilar que se produciría 18 semanas después de la ERM; y cambios en la superficie de la fosa glenoidea que se darían de manera más lenta.⁷³ Otra posible causa sería la presión y descompresión del disco articular producto de la deflexión mandibular luego de la fase activa y de contención de la ERM,⁷⁴ de modo que en zonas con baja presión interarticular el EA aumenta, y zonas de presión alta, el EA disminuye.²⁷

Al analizar los cambios en EA luego de la ERM según la covariable tipo de mordida, no hubieron diferencias estadísticamente significativas al comparar los grupos entre sí. Esto indica que, a pesar de que los grupos (Sin MC, MC UD, MC UI, MCB) tuvieron diferentes requerimientos de magnitud de expansión, los cambios a nivel de EA mostraron un comportamiento similar.

No hay estudios previos que comparen los cambios en EA luego de la ERM entre los diferentes tipos de mordida; sin embargo, existen investigaciones que evalúan los cambios en EA en un tipo de mordida específico. Así nuestros resultados para el grupo Sin MC concuerdan con los de McLeod et al.⁴⁴ quienes tampoco encontraron diferencias significativas en EAA, EAS y EAP luego de 6 meses de contención de la ERM. Los otros estudios fueron realizados en MCU. De ellos, el estudio de Wang et al. en 2021,⁴⁶ es el único realizado en imágenes MPR. Ellos encuentran un aumento significativo del EAS en el lado no cruzado; lo cual discrepa con nuestros resultados, probablemente debido a que utilizan una metodología bidimensional para la localización de puntos referenciales o a un mayor tiempo de evaluación (hasta terminar el tratamiento de ortodoncia fija luego de la ERM). En investigaciones realizadas en otro tipo de imágenes en MCU observamos que nuestros resultados difieren de los de Leonardi et al.⁶⁸ realizado en Tomografías de Baja Dosis. Luego de la fase activa de la ERM, encontraron un incremento significativo de todos los EA en ambos lados, cruzado y no cruzado. Asimismo, nuestros resultados discrepan con los de Matta et al.,¹⁵ realizado en Tomografía Computarizada Helicoidal. Luego de 6 meses de la ERM, encontraron una disminución en todos los EA, aunque sólo fue estadísticamente significativo en el EAP del lado no cruzado, lo que favoreció una posición más centralizada del

cóndilo en la cavidad glenoidea. Aunque es difícil comparar los resultados de estos tres estudios, por su metodología distinta, podemos deducir que habría un aumento de los EA inmediatamente después de la fase activa de la ERM (Leonardi et al.⁶⁸); y que luego de 6 meses de contención habría variaciones en los EA (presente estudio, Matta et al.,¹⁵ McLeod et al.⁴⁴ y Wang et al.⁴⁶).

Al comparar los cambios en EA post ERM según sexo, no se encontraron diferencias significativas entre varones y mujeres. Las variaciones en EA fueron leves, siendo en un rango ligeramente menor en el sexo femenino que en el masculino, lo que podría estar en relación con las menores dimensiones de los EA en mujeres que en hombres.^{75,76}

Este es el único estudio que compara los cambios en EA post ERM según tipo de mordida y sexo. La importancia clínica de estos hallazgos es que nos indica que no hubieron cambios significativos en EA en función a estas covariables; todos los cambios en EA fueron leves e independientes de los cambios en la PC y sin mayor repercusión clínica.

Asimismo, al analizar las tablas de resultados es frecuente encontrar que la desviación estándar (DS) excede al promedio, lo que podría indicar la existencia de otros factores involucrados. La complejidad anatómica del cóndilo y la fosa glenoidea pueden dificultar la localización tridimensional de puntos en las TCHC, por su naturaleza curva y variable. Así, la forma del cóndilo en una vista coronal puede ser convexa, angulada, aplanada, redondeada,⁷⁷ o en V invertida;⁷⁸ mientras que en una vista superior puede ser alargada, oval o redondeada.⁷⁸ Por su parte, la fosa glenoidea tiende a aplanarse con la edad.⁷⁹ La RE podría también repercutir sobre el alto y ancho condilar,⁸⁰ fosa glenoidea^{81,82} y la PC.^{82,83} Dimensiones

condilares menores podrían no proveer el soporte adecuado frente a alteraciones oclusales, haciendo que el cóndilo sea desplazado por su poca estabilidad.⁸³ Mientras que el patrón de crecimiento vertical podría influir sobre el ancho condilar⁸⁰ y en las dimensiones de EA en pacientes con RE Clase II por retrusión mandibular.⁸³ Asimismo, con la edad se tiende a incrementar el diámetro condilar anteroposterior y transversal, mientras que ángulo anteversión condilar (similar al ángulo de inclinación condilar en vista axial) se reduce. La forma condilar cambia de suave y redondeada (entre los 0-5 años), a desarrollar una prominencia, y luego un aplanamiento en su superficie anterior (a partir de los 10 años).⁶¹ Todos estos cambios anatómicos podrían influir en los resultados de cada estudio, dependiendo del rango de edad de sus respectivas muestras, que es variado. Además, una maduración esquelética más avanzada podría reducir los cambios en PC luego de la ERM.⁴⁶ Por otro lado, ciertas condiciones oclusales como mordida abierta anterior o mordida invertida, pueden presentar una PC más posterior.³⁴ Asimismo, una interferencia oclusal podría causar un desplazamiento vertical superior de la PC de 0.17 mm y un desplazamiento lineal promedio de 0.48 mm.⁸⁴

En el presente estudio se cuidó principalmente la metodología; el análisis minucioso de la variable PC mediante medidas lineales y angulares; la evaluación de una nueva variable (EAM) y las covariables sexo y tipo de mordida, que no han sido analizadas comparativamente en estudios previos. Dentro de las limitaciones podemos mencionar que, debido a que la localización tridimensional es muy específica en los planos X, Y, Z, la curva de aprendizaje y el tiempo de ejecución es muy extenso. Además, no se cuenta con un grupo control no tratado, aunque esto se debe a que no sería ético someter a pacientes a TCHC sólo por motivos de investigación. Por

otro lado, idealmente el tiempo de evaluación T1-T0 debería involucrar sólo el proceso de la ERM, sin embargo, algunos casos cuentan con aparatología fija en T1, lo que puede originar sesgos.

Finalmente, nuestro estudio concuerda con la opinión de Fastuca et al.⁶⁷ respecto a que, al margen de la poca o nula significancia estadística y clínica de algunos de los resultados a nivel de PC o EA (dados en décimas de milímetro), son en la magnitud necesaria para lograr la corrección transversal de la relación intermaxilar, con resultados clínicamente significativos. Así, mediante el uso de una óptima metodología tridimensional la presente investigación ha podido comprobar los múltiples factores que influyen sobre la PC³⁴ y EA al efectuar la ERM, lo cual puede explicar las variabilidades encontradas al comparar los resultados con estudios previos; asimismo, los nuevos hallazgos encontrados sobre el comportamiento condilar frente a las covariables tipo de mordida y sexo, aportan mayor información que debe seguir siendo investigada.

VII. CONCLUSIONES

1. La PC presenta un desplazamiento lineal estadísticamente significativo, hacia abajo y hacia los lados, luego de la ERM. Asimismo, no presenta cambios estadísticamente significativos en medidas angulares, luego de la ERM.
2. La PC no presenta cambios lineales ni angulares estadísticamente significativos según tipo de mordida (Sin MC, MC UD, MC UI, MCB), luego de la ERM.
3. La PC presenta un desplazamiento hacia atrás estadísticamente significativo, tanto en el lado derecho como izquierdo, en el sexo masculino, luego de la ERM. Sin embargo, no presenta cambios angulares estadísticamente significativos según sexo, luego de la ERM.
4. Los EA no presentan cambios estadísticamente significativos, luego de la ERM.
5. Los EA no presentan cambios estadísticamente significativos según tipo de mordida (Sin MC, MC UD, MC UI, MCB), luego de la ERM.
6. Los EA no presentan cambios estadísticamente significativos según sexo, luego de la ERM.

VIII. RECOMENDACIONES

- Como se puede observar, quedan aún algunas covariables por analizar, como edad, RE y patrón vertical, por lo cual sería recomendable incluirlas en futuras investigaciones. Asimismo, idealmente la evaluación en T1 debería realizarse inmediatamente después de culminar el proceso de ERM, pero esto puede conllevar a una exposición innecesaria a una nueva TCHC sólo con fines de investigación.
- Al comparar los efectos de la ERM en la ATM según los diferentes tipos de mordida, sería recomendable ampliar el tamaño de muestra de los grupos individuales; y asimismo, analizar la significancia de los resultados obtenidos entre T1-T0 dentro de cada uno de los grupos.
- Evaluar si los resultados encontrados en PC y EA se mantienen a largo plazo luego de finalizado el tratamiento de ortodoncia. Asimismo, comparar estos hallazgos obtenidos mediante ERM dentosoportada con los obtenidos mediante otras técnicas, como ERM con anclaje óseo.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod* 1970; 57 (3): 219 – 55.
2. McNamara JA, Brudon WL. Tratamiento Ortodóncico y Ortopédico en la Dentición Mixta. Michigan: Ed. Needham Press; 1995.
3. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: Clinical implications. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1987; 91 (1): 3 – 14.
4. Bell RA. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age. *Am J Orthod*. 1982; 81 (1): 32 – 7.
5. Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod* 1970; 58 (1): 41-66.
6. Haas AJ. Long – Term Posttreatment evaluation of rapid palatal expansion. *Angle Orthod* 1980; 50 (3): 189-217.
7. De Oliveira A, Capelozza L, Da Silva OG, Vilanova G. Rapid Maxillary Expansion: Evaluation on Cast Models. *Ortodontia* 1993; 26: 53 – 63.
8. Woller JL, Kim KB, Behrents RG, Buschang PH. An assessment of the maxilla after rapid maxillary expansion using cone beam computed tomography in growing children. *Dental Press J Orthod*. 2014 Jan-Feb;19(1):26-35.
9. Bazargani F, Feldmann I, Bondemark L. Three-dimensional analysis of effects of rapid maxillary expansion on facial sutures and bones. *Angle Orthod*. 2013;83(6):1074-82.
10. Ellabban MT, Abdul-Aziz AI, Fayed MMS, AboulFotouh MH, Elkattan ES, Dahaba MM. Positional and dimensional temporomandibular joint changes

after correction of posterior crossbite in growing patients: (A systematic review). *Angle Orthod.* 2018;88(5):638-48.

11. Torres D, Lopes J, Magno MB, Cople Maia L, Normando D, Leão PB. Effects of rapid maxillary expansion on temporomandibular joints: A systematic review. *Angle Orthod.* 2020;90(3):442-56. doi: 10.2319/080619-517.1. PMID: 33378434; PMCID: PMC8032308.
12. Wang Z, Obamiyi S, Malik S, Emile Rossouw P, Tallents RH, Michelogiannakis D. Changes in condylar position with maxillary expansion in growing patients. A systematic review of clinical studies. *Orthodontic Waves* 2020; 79 (1): 1-10. DOI: 10.1080/13440241.2020.1733297
13. O'Byrn BL, Sadowsky C, Schneider B, BeGole EA. An evaluation of mandibular asymmetry in adults with unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 107 (4): 394-400.
14. Hesse KL, Artun J, Joondeph DR, Kennedy DB. Changes in condylar position and occlusion associated with maxillary expansion for correction of functional unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;111(4):410-8.
15. Matta Edgard Norões Rodrigues da, Souza Margareth Maria Gomes de, Sant'Anna Eduardo Franzotti de, Silva Silvio Chagas da. Avaliação por tomografia computadorizada helicoidal dos efeitos da expansão rápida da maxila no posicionamento condilar em pacientes com mordida cruzada posterior funcional. *Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial [Internet].* 2009 Oct [cited 2019 June 09]; 14(5):40e1-40e9. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-

54192009000500007&lng=en. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-54192009000500007>.

16. Kecik D, Kocadereli I, Saatci I. Evaluation of the treatment changes of functional posterior crossbite in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 131(2):202-15.
17. Bell RA, Kiebach TJ. Posterior crossbites in children: Developmental-based diagnosis and implications to normative growth patterns. *Semin Orthod* 2014;20:77–113.
18. Leonardi R, Muraglie S, Bennici O, Cavallini C, Spampinato C. Three-dimensional analysis of mandibular functional units in adult patients with unilateral posterior crossbite: A cone beam study with the use of mirroring and surface-to-surface matching techniques. *Angle Orthod.* 2019;89(4):590-6.
19. Pinto AS, Buschang PH, Throckmorton GS, Chen P. Morphological and positional asymmetries of young children with functional unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;120(5):513-20. doi: 10.1067/mod.2001.118627a. PMID: 11709670.
20. Kilic N, Kiki A, Oktay H. Condylar asymmetry in unilateral posterior crossbite patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(3):382-7. doi: 10.1016/j.ajodo.2006.04.041. PMID: 18331937.
21. Primožic J, Perinetti G, Richmond S, Ovsenik M. Three-dimensional evaluation of facial asymmetry in association with unilateral functional crossbite in the primary, early, and late mixed dentition phases. *Angle Orthod.* 2013 Mar;83(2):253-8. doi: 10.2319/041012-299.1. Epub 2012 Aug 13. PMID: 22889202; PMCID: PMC8793659.

22. Iodice G, Danzi G, Cimino R, Paduano S, Michelotti A. Association between posterior crossbite, skeletal, and muscle asymmetry: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2016;38(6):638-51.
23. Talapaneni AK, Nuvvula S. The association between posterior unilateral crossbite and craniomandibular asymmetry: a systematic review. *J Orthod.* 2012;39(4):279-91.
24. Ugolini A, Agostino P, Silvestrini-Biavati A, Harrison JE, Batista KB. Orthodontic treatment for posterior crossbites. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021 Dec 24;12(12):CD000979. doi: 10.1002/14651858.CD000979.pub3. PMID: 34951927; PMCID: PMC8709729.
25. Thilander B, Bjerklind K. Posterior crossbite and temporomandibular disorders (TMDs): need for orthodontic treatment? *Eur J Orthod.* 2012;34(6):667-73.
26. Khda M, Kiliaridis S, Antonarakis GS. Spontaneous correction and new development of posterior crossbite from the deciduous to the mixed dentition. *Eur J Orthod.* 2023 May 31;45(3):266-270. doi: 10.1093/ejo/cjac061. PMID: 36203363.
27. Bender ME, Lipin RB, Goudy SL. Development of the Pediatric Temporomandibular Joint. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2018; 30(1):1-9.
28. Willard VP, Arzi B, Athanasiou KA. The attachments of the temporomandibular joint disc: a biochemical and histological investigation. *Arch Oral Biol.* 2012; 57(6):599-606.

29. Alomar X, Medrano J, Cabratosa J, Clavero JA, Lorente M, Serra I, Monill JM, Salvador A. Anatomy of the temporomandibular joint. *Semin Ultrasound CT MR*. 2007;28(3):170-83.
30. Roberts WE, Goodacre CJ. The Temporomandibular Joint: A Critical Review of Life-Support Functions, Development, Articular Surfaces, Biomechanics and Degeneration. *J Prosthodont*. 2020;29(9):772-779. doi: 10.1111/jopr.13203. Epub 2020 Aug 6. PMID: 32424952.
31. Stocum DL, Roberts WE. Part I: Development and Physiology of the Temporomandibular Joint. *Curr Osteoporos Rep*. 2018;16(4):360-368. doi: 10.1007/s11914-018-0447-7. PMID: 29948821.
32. Hu K, Qiguo R, Fang J, Mao JJ. Effects of condylar fibrocartilage on the biomechanical loading of the human temporomandibular joint in a three-dimensional, nonlinear finite element model. *Med Eng Phys*. 2003;25(2):107-13. doi: 10.1016/s1350-4533(02)00191-1. PMID: 12538065.
33. Chen J, Akyuz U, Xu L, Pidaparti RM. Stress analysis of the human temporomandibular joint. *Med Eng Phys*. 1998;20(8):565-72. doi: 10.1016/s1350-4533(98)00070-8. PMID: 9888234.
34. Chen Y, Wang J, Li Y, Li L, Luo N, Wu Y, Dai H, Zhou J. Age-related variations in position and morphology of the temporomandibular joint in individuals with anterior openbite and crossbite: a multi-cross-sectional comparative study. *BMC Oral Health*. 2022 May 23;22(1):200. doi: 10.1186/s12903-022-02236-9. PMID: 35606730; PMCID: PMC9125888.
35. Throckmorton GS. Temporomandibular Joint Biomechanics. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America* 2000; 12 (1): 27-42. ISSN

1042-3699. [https://doi.org/10.1016/S1042-3699\(20\)30229-6](https://doi.org/10.1016/S1042-3699(20)30229-6).

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1042369920302296>)

36. Sam A, Currie K, Oh H, Flores-Mir C, Lagravère-Vich M. Reliability of different three-dimensional cephalometric landmarks in cone-beam computed tomography: A systematic review. *Angle Orthod.* 2019;89(2):317-332.
37. Naji P, Alsufyani NA, Lagravere MO. Reliability of anatomic structures as landmarks in three-dimensional cephalometric analysis using CBCT. *Angle Orthod.* 2014;84:762–772.
38. Lisboa Cde O, Masterson D, da Motta AF, Motta AT. Reliability and reproducibility of three-dimensional cephalometric landmarks using CBCT: a systematic review. *J Appl Oral Sci.* 2015;23(2):112-9.
39. Neiva MB, Soares AC, Lisboa Cde O, Vilella Ode V, Motta AT. Evaluation of cephalometric landmark identification on CBCT multiplanar and 3D reconstructions. *Angle Orthod.* 2015;85(1):11-7. doi: 10.2319/120413-891.1. PMID: 24713068; PMCID: PMC8634811.
40. Fernandes TMF, Adamczyk J, Poleti ML, Henriques JFC, Friedland B, Garib DG. Comparison between 3D volumetric rendering and multiplanar slices on the reliability of linear measurements on CBCT images: an in vitro study. *J Appl Oral Sci.* 2015;23(1):56-63.
41. Hassan B, Nijkamp P, Verheij H, Tairie J, Vink C, van der Stelt P, van Beek H. Precision of identifying cephalometric landmarks with cone beam computed tomography in vivo. *Eur J Orthod.* 2013;35(1):38-44. doi: 10.1093/ejo/cjr050. Epub 2011 Mar 29. PMID: 21447781.

42. Gribel BF, Gribel MN, Frazão DC, McNamara JA Jr, Manzi FR. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometry and 3D measurements on CBCT scans. *Angle Orthod.* 2011;81(1):26-35. doi: 10.2319/032210-166.1. PMID: 20936951; PMCID: PMC8926366.
43. Melgaço CA, Columbano Neto J, Jurach EM, Nojima Mda C, Nojima LI. Immediate changes in condylar position after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;145(6):771-9.
44. McLeod L, Hernández IA, Heo G, Lagravère MO. Condylar positional changes in rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computer tomography. *Int Orthod.* 2016;14(3):342-56.
45. Ghousoub MS, Garcia R, Sleilaty G, Rifai K. Effect of Rapid Maxillary Expansion on Condyle-fossa Relationship in Growing Patients. *J Contemp Dent Pract.* 2018; 19(10):1189-98.
46. Wang Z, Spoon ME, Khan J, Barmak AB, Rossouw PE, Michelogiannakis D. Cone beam computed tomographic evaluation of the changes in condylar position in growing patients with unilateral posterior crossbite undergoing rapid maxillary expansion followed by fixed orthodontic therapy. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2021 Oct;22(5):959-967. doi: 10.1007/s40368-021-00628-z. Epub 2021 May 5. PMID: 33950475.
47. Ismail N, Kinchin G, Edwards JA. Pilot Study, Does It Really Matter? Learning Lessons from Conducting a Pilot Study for a Qualitative PhD Thesis. *International Journal of Social Science Research.* 2018; 6 (1): 1-17.
48. Elfeky HY, Fayed MS, Alhammadi MS, Soliman SAZ, El Boghdadi DM. Three-dimensional skeletal, dentoalveolar and temporomandibular joint

- changes produced by Twin Block functional appliance. *J Orofac Orthop.* 2018;79(4):245-58.
49. Alhammadi MS, Fayed MS, Labib A. Three-dimensional assessment of condylar position and joint spaces after maxillary first premolar extraction in skeletal Class II malocclusion. *Orthod Craniofac Res.* 2017;20(2):71-8.
 50. Alhammadi MS, Fayed MS, Labib AH. *Comprehensive Three Dimensional CBCT Analyses of the TM Joint.* Saabruken: Lambert Academic Publishing; 2015.
 51. Lemieux G, Carey JP, Flores-Mir C, Secanell M, Hart A, Lagravère MO. Precision and accuracy of suggested maxillary and mandibular landmarks with cone-beam computed tomography for regional superimpositions: An in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;149(1):67-75. doi: 10.1016/j.ajodo.2015.06.025. PMID: 26718380.
 52. Haas AJ. Rapid Expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1961; 31: 73-90.
 53. Byrum AG. Evaluation of anteroposterior and vertical skeletal changes vs dental change in rapid palatal expansion cases as studied by lateral cephalograms. *Am J Orthod* 1971; 60: 419.
 54. Da Silva OG, Pereira JA, Capellozza L, De Oliveira A. Rapid Maxillary Expansion in the Permanent Dentition: A Cephalometric Evaluation. *Ortodontia* 1994; 27: 68-76.
 55. Silva Bramante F. Cephalometric study through lateral cephalograms of dentoskeletal changes following the use of three maxillary expansion

- appliances: Bonded, Haas and Hyrax. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial* 2002; 7 (3): 19-41.
56. Morgan W, Kronman JH. Anatomical changes induced by splitting of the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1969; 39: 126-32.
57. Da Silva OG, Villas MC, Capelozza L. Rapid Maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: A Cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1991; 100: 171 – 9.
58. Volk T, Sadowsky C, Begole EA, Boice P. Rapid palatal expansion for spontaneous Class II correction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;137(3):310-5. doi: 10.1016/j.ajodo.2008.05.017. PMID: 20197166.
59. Buschang PH, Santos-Pinto A. Condylar growth and glenoid fossa displacement during childhood and adolescence. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1998 Apr;113(4):437-42. doi: 10.1016/s0889-5406(98)80016-4. PMID: 9563360.
60. Valladares Neto J, Estrela C, Bueno MR, Guedes OA, Porto OCL, Pécora JD. Mandibular condyle dimensional changes in subjects from 3 to 20 years of age using Cone-Beam Computed Tomography: A preliminary study. *Dental Press J Orthod* 2010; 15 (5): 172-81.
61. Karlo CA, Stolzmann P, Habernig S, Müller L, Saurenmann T, Kellenberger CJ. Size, shape and age-related changes of the mandibular condyle during childhood. *Eur Radiol*. 2010 Oct;20(10):2512-7. doi: 10.1007/s00330-010-1828-1. Epub 2010 Jun 18. PMID: 20559836.

62. Gianelly AA. Rapid palatal expansion in the absence of crossbites: added value? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003 Oct;124(4):362-5. doi: 10.1016/s0889-5406(03)00568-7. PMID: 14560264.
63. McNamara JA. Maxillary transverse deficiency. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000 May;117(5):567-70. doi: 10.1016/s0889-5406(00)70202-2. PMID: 10799117.
64. Caprioglio A, Bergamini C, Franchi L, Vercellini N, Zecca PA, Nucera R, Fastuca R. Prediction of Class II improvement after rapid maxillary expansion in early mixed dentition. *Prog Orthod.* 2017;18(1):9. doi: 10.1186/s40510-017-0163-3. Epub 2017 Apr 3. PMID: 28367605; PMCID: PMC5376539.
65. Lione R, Brunelli V, Franchi L, Pavoni C, Quiroga Souki B, Cozza P. Mandibular response after rapid maxillary expansion in class II growing patients: a pilot randomized controlled trial. *Prog Orthod.* 2017;18(1):36. doi: 10.1186/s40510-017-0189-6. Erratum in: *Prog Orthod.* 2018 Jul 12;19(1):26. PMID: 29105023; PMCID: PMC5673058.
66. Feres MF, Raza H, Alhadlaq A, El-Bialy T. Rapid maxillary expansion effects in Class II malocclusion: a systematic review. *Angle Orthod.* 2015;85(6):1070-9. doi: 10.2319/102514-768.1. PMID: 26516713; PMCID: PMC8612060.
67. Fastuca R, Turiaco H, Assandri F, Zecca PA, Levrini L, Caprioglio A. Condylar Changes in Children with Posterior Crossbite after Maxillary Expansion: Tridimensional Evaluation. *Children (Basel).* 2021;8(1):38. doi: 10.3390/children8010038. PMID: 33440762; PMCID: PMC7827353.
68. Leonardi R, Caltabiano M, Cavallini C, Sicurezza E, Barbato E, Spampinato C, Giordano D. Condyle fossa relationship associated with functional posterior

- crossbite, before and after rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2012;82(6):1040-6.
69. Costa TDd, Carneiro MSA, Capelli Júnior J. Avaliação tomográfica da posição condilar em pacientes portadores de mordida cruzada posterior unilateral funcional. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial* 2009; 14 (3): 75-82.
70. Biederman W. Rapid correction of Class III malocclusion by midpalatal expansion. *Am J Orthod.* 1973;63(1):47-55. doi: 10.1016/0002-9416(73)90109-7. PMID: 4565361.
71. Coogan JS, Kim DG, Bredbenner TL, Nicolella DP. Determination of sex differences of human cadaveric mandibular condyles using statistical shape and trait modeling. *Bone.* 2018;106:35-41. doi: 10.1016/j.bone.2017.10.003. Epub 2017 Oct 4. PMID: 28987286.
72. She X, Sun S, Damon BJ, Hill CN, Coombs MC, Wei F, Lecholop MK, Steed MB, Bacro TH, Slate EH, Zheng N, Lee JS, Yao H. Sexual dimorphisms in three-dimensional masticatory muscle attachment morphometry regulates temporomandibular joint mechanics. *J Biomech.* 2021;126:110623. doi: 10.1016/j.jbiomech.2021.110623. Epub 2021 Jul 10. PMID: 34311291; PMCID: PMC8453136.
73. Arat FE, Arat ZM, Tompson B, Tanju S, Erden I. Muscular and condylar response to rapid maxillary expansion. Part 2: magnetic resonance imaging study of the temporomandibular joint. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(6):823-9.

74. Arat FE, Arat ZM, Tompson B, Tanju S. Muscular and condylar response to rapid maxillary expansion. Part 3: magnetic resonance assessment of condyle-disc relationship. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Jun;133(6):830-6. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.03.026. PMID: 18538246.
75. Thirunavukarasu AJ, Ferro A, Sardesai A, Biyani G, Dubb SS, Brassett C, Hamilton DL. Temporomandibular joint anatomy: Ultrasonographic appearances and sexual dimorphism. *Clin Anat.* 2021 Oct;34(7):1043-1049. doi: 10.1002/ca.23719. Epub 2021 Jan 21. PMID: 33421181.
76. De Pontes MLC, Melo SLS, Bento PM, Campos PSF, de Melo DP. Correlation between temporomandibular joint morphometric measurements and gender, disk position, and condylar position. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2019 Nov;128(5):538-542. doi: 10.1016/j.oooo.2019.07.011. Epub 2019 Aug 1. PMID: 31447325.
77. Yalcin ED, Ararat E. Cone-Beam Computed Tomography Study of Mandibular Condylar Morphology. *J Craniofac Surg.* 2019;30(8):2621-2624.
78. Oberg T, Carlsson GE, Fajers CM. The temporomandibular joint. A morphologic study on a human autopsy material. *Acta Odontol. Scand.* 1971;29(3):349-84.
79. Ballesteros Acuña LE; Ramirez Aristeguieta LM, Muñoz Mantilla G. Mandibular fossa depth variations: Relation to age and dental state. *Int. J. Morphol.* 2011;29(4):1189-94.
80. Hasebe A, Yamaguchi T, Nakawaki T, Hikita Y, Katayama K, Maki K. Comparison of condylar size among different anteroposterior and vertical

skeletal patterns using cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2019;89(2):306-11.

81. Castillo-Carmona IG, Feregrino-Vejar L, Gutiérrez-Rojo JF. Diferencias anatómicas en la cavidad glenoidea y en la angulación de la eminencia articular en las diferentes clases esqueléticas. *Acta Odontológica Venezolana.* 2015;53(3). Obtenible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2015/3/art-2/> Consultado el: 13/10/2020.
82. Lobo F, Tolentino ES, Iwaki LCV, Walewski LÂ, Takeshita WM, Chicarelli M. Imaginology Tridimensional Study of Temporomandibular Joint Osseous Components According to Sagittal Skeletal Relationship, Sex, and Age. *J Craniofac Surg.* 2019 Jul;30(5):1462-1465. doi: 10.1097/SCS.00000000000005467. PMID: 31299744.
83. Al-Hadad SA, ALyafrose ES, Abdulqader AA, Al-Gumaei WS, Al-Mohana RAAM, Ren L. 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.* 2022;22(1):149. doi: 10.1186/s12903-022-02174-6. PMID: 35484618; PMCID: PMC9052647.
84. Čimić S, Žaja M, Kraljević S, Šimunković M, Kopic A, Čatić. Influence of Occlusal Interference on the Mandibular Condylar Position. *Acta Stomatol Croat.* 2016 Jun;50(2):116-121. doi: 10.1564/asc50/2/3. PMID: 27789908; PMCID: PMC5080563.

ANEXOS

ANEXO N° 1: Operacionalización de Variables

| Variable Dependiente | Dimensiones | Definición conceptual | Definición operacional | Indicador | Tipo | Escala de medición | Valores |
|----------------------|--------------------|--|--|--|-----------------------|--------------------|---------|
| Posición Condilar | PC Vertical | Posición de la cabeza del cóndilo en sentido vertical (Cds-FHP) | Distancia perpendicular entre el punto óseo más superior de la cabeza del cóndilo y el plano horizontal (formado por el Foramen Palatino Mayor Derecho, Foramen Palatino Mayor Izquierdo y Basion). | Valor de la medición en la imagen MPR de la TCHC, hallada mediante algoritmo (Distancia de punto a plano). | Cuantitativa continua | Razón | mm. |
| | PC Anteroposterior | Posición de la cabeza del cóndilo en sentido anteroposterior (Cda-VP) | Distancia perpendicular entre el punto óseo más anterior de la cabeza del cóndilo y el plano vertical (formado por Foramen Infraorbitario Derecho, Foramen Infraorbitario Izquierdo y punto medio del Foramen Nasopalatino). | Valor de la medición en la imagen MPR de la TCHC, hallada mediante algoritmo (Distancia de punto a plano). | Cuantitativa continua | Razón | mm. |
| | PC Mediolateral | Posición de la cabeza del cóndilo en sentido mediolateral | Distancia perpendicular entre el punto óseo más medial de la cabeza del cóndilo y el plano mediosagital (formado por el punto medio de los Forámenes Espinosos Derecho e | Valor de la medición en la imagen MPR de la TCHC, hallada mediante | Cuantitativa continua | Razón | mm. |

| | | | | | | |
|--|---|--|---|-----------------------|-------|--------|
| | (CdI-MSP) | Izquierdo, punto medio del Foramen Nasopalatino y Basion). | algoritmo (Distancia de punto a plano). | | | |
| Inclinación Condilar Anteroposterior (Vista Axial) | Inclinación del cóndilo respecto al plano mediosagital en vista axial. (CdM-CdL y MSP) | Angulo formado entre el eje condilar (línea que une el punto lateral y medial condilar) con el plano mediosagital (formado por el punto medio de los Forámenes Espinosos Derecho e Izquierdo, punto medio del Foramen Nasopalatino y Basion) en vista axial. | Valor de la medición en la imagen MPR de la TCHC, hallada mediante algoritmo (Angulo entre una línea y un plano). | Cuantitativa continua | Razón | Grados |
| Inclinación Condilar Anteroposterior (Vista Coronal) | Inclinación del cóndilo respecto al plano mediosagital en vista coronal. (CdM-CdL y MSP) | Angulo formado entre el eje condilar (línea que une el punto lateral y medial condilar) con el plano mediosagital (formado por el punto medio de los Forámenes Espinosos Derecho e Izquierdo, punto medio del Foramen Nasopalatino y Basion) en vista coronal. | Valor de la medición en la imagen MPR de la TCHC, hallada mediante algoritmo (Angulo entre una línea y un plano). | Cuantitativa continua | Razón | Grados |

| Variable Dependiente | Dimensiones | Definición conceptual | Definición operacional | Indicador | Tipo | Escala de medición | Valores |
|-----------------------------|--------------------|---|--|--|-----------------------|---------------------------|----------------|
| Espacio Articular | EA Posterior | Espacio articular posterior entre el cóndilo mandibular y la fosa glenoidea (JSp) | La menor distancia desde el punto más posterior del cóndilo al punto más anterior de la fosa glenoidea | Valor de la medición en la imagen MPR de la TCHC, hallada mediante fórmula (Distancia entre dos puntos). (*) | Cuantitativa continua | Razón | mm. |
| | EA Superior | Espacio articular superior entre el cóndilo mandibular y la fosa glenoidea (JSs) | La menor distancia desde el punto más superior de la cabeza del cóndilo hasta el punto más inferior de la fosa glenoidea | Valor de la medición en la imagen MPR de la TCHC, hallada mediante fórmula (Distancia entre dos puntos). (*) | Cuantitativa continua | Razón | mm. |
| | EA Anterior | Espacio articular anterior entre el cóndilo mandibular y la fosa glenoidea (JSa) | La menor distancia desde el punto más anterior del cóndilo al punto más posterior de la fosa glenoidea. | Valor de la medición en la imagen MPR de la TCHC, hallada mediante fórmula (Distancia entre dos puntos). (*) | Cuantitativa continua | Razón | mm. |
| | EA Medial | Espacio articular lateral entre el cóndilo mandibular y | La menor distancia desde el punto más medial del | Valor de la medición en la imagen MPR de la TCHC, hallada mediante | Cuantitativa continua | Razón | mm. |

| | | | | | | | |
|--|--|----------------------------|--|--|--|--|--|
| | | la fosa glenoidea (JSm) | cóndilo al punto más lateral de la fosa glenoidea | fórmula (Distancia entre dos puntos). (*) | | | |
|--|--|----------------------------|--|--|--|--|--|

| Variable Dependiente | Definición conceptual | Definición operacional | Indicador | Tipo | Escala de medición | Valores |
|-----------------------------|---|---|---------------------------|-------------|---------------------------|----------------------|
| Lado | Parte diferenciada a partir de un eje ideal y opuesto a otros en un cuerpo, lugar o un espacio. | Mitad correspondiente de la cara, dividida según la línea media facial. | Observación en tomografía | Cualitativa | Nominal | Derecho Izquierdo |

(*) Fórmula para Calcular la Distancia entre dos puntos:

$$=RAIZ((E13-E14)*(E13-E14) + (F13-F14)*(F13-F14) + (G13-G14)*(G13-G14))$$

| Covariable | Definición conceptual | Definición operacional | Indicador | Tipo | Escala de medición | Categorías |
|---------------------------|---|--|----------------------------|-------------|---------------------------|--|
| Sexo | Condición de un organismo que se distingue como masculino ó femenino. | Características fenotípicas que diferencian al sexo masculino del femenino | Registro en la tomografía | Cualitativo | Nominal, dicotómica | 1= Masculino 2= Femenino. |
| Mordida Cruzada Posterior | Discrepancia oclusal en piezas posteriores a nivel transversal. | Malposición en sentido transversal a nivel de piezas posteriores, caracterizada por la oclusión de las cúspides vestibulares maxilares hacia palatino respecto a las cúspides vestibulares mandibulares. | Observación en tomografías | Cualitativa | Nominal | 1= Sin mordida cruzada 2= Mordida cruzada unilateral derecha 3= Mordida cruzada unilateral izquierda 4= Mordida cruzada bilateral |

ANEXO N° 2. Carta de presentación para asesoría, acceso al software y obtención de la muestra.



CAR-FE-DPE-SM-0644-2019

Lima, 21 de agosto de 2019

Doctor
Manuel Lagravere Vich
Profesor Asistente
Post Grado en Ortodoncia
Facultad de Odontología
Universidad de Alberta Canadá
Presente.-

Estimado doctor Lagravere:

Tengo el agrado saludarlo y presentar a la Especialista **MARIBEL YAYA BEAS** estudiante del Programa de Maestría en Ortodoncia de la Unidad de Posgrado y Especialización Estomatología de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

La profesional Yaya, se encuentran realizando su investigación: "EVALUACIÓN TOMOGRÁFICA DE LOS CAMBIOS EN LA POSICIÓN CONDILAR, DIMENSIONES CONDILARES Y ESPACIOS ARTICULARES POST DISYUNCIÓN MAXILAR".

Por ello, agradeceré tenga a bien brindar las facilidades necesarias (asesoría en evaluación de cambios en ATM, manejo de software 3D, y muestras de tomografías pre y post ERM tomadas en la Facultad de Odontología - Universidad de Alberta, Canadá) a fin de poder desarrollar su proyecto de investigación, el cual será de gran aporte y beneficio a nuestra profesión.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Janett Mas Lopez".



Mg. Janett Mas López
Jefa Adjunta
Unidad de Posgrado y Especialización

Kely P.

upch.posgrado.estomatologia
www.upch.edu.pe/feest/postgrado

SEDE SAN ISIDRO
Av. Selvaerry 2475, San Isidro
421 2525 / 631 8700

SEDE CENTRAL
Av. Honorio Delgado 430,
Urb. Ingeniería, SMP,
613 9740 anexo 6268

ANEXO N° 3. Respuesta a solicitud de asesoría y acceso al software y registros tomográficos.

Código SIDI: 104690

Título Completo del Proyecto: Evaluación Tomográfica de los Cambios en la Posición Condilar, Dimensiones Condilares y Espacios Articulares Post Disyunción Maxilar

Página 4 de 14

Nombre del Investigador Principal: Maribel Yaya Beas

**Declaración del Jefe del Área Operativa2
en la que se llevará a cabo el estudio**

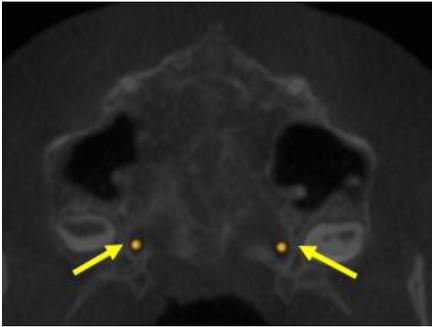
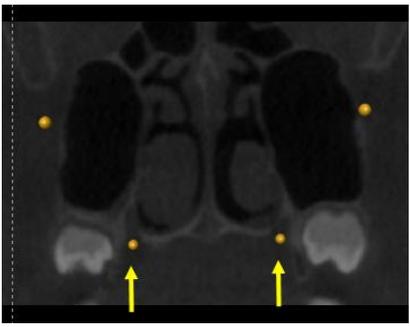
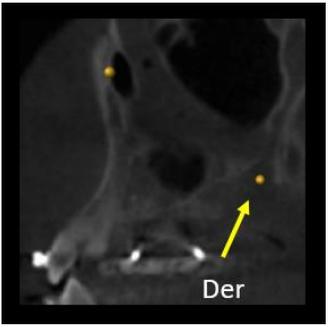
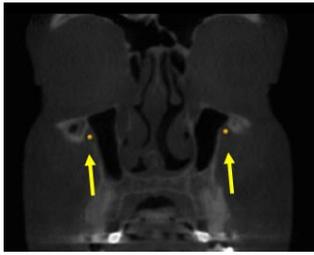
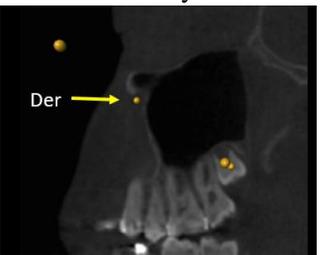
Certifico que mi área operativa ha tomado conocimiento de este proyecto según nuestros procedimientos internos, y nos comprometemos a canalizarlo y apoyar las gestiones que fueran necesarias dentro de las normas vigentes, dentro de la ley y de las normas nacionales e internacionales para la realización de proyectos de investigación.

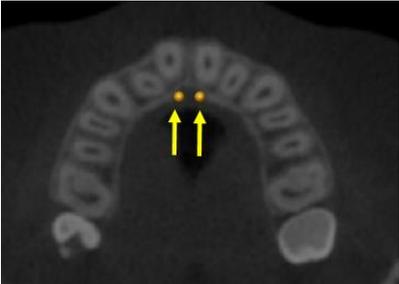
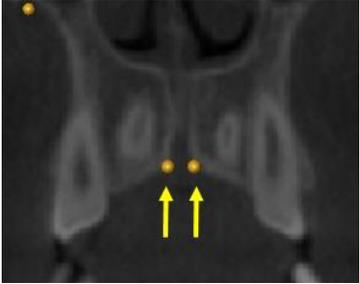
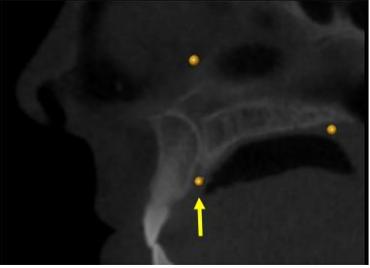
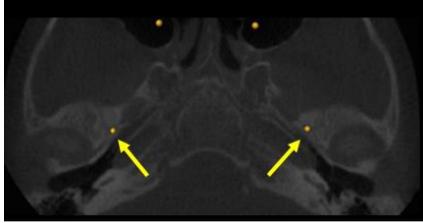
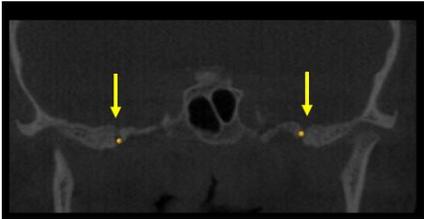
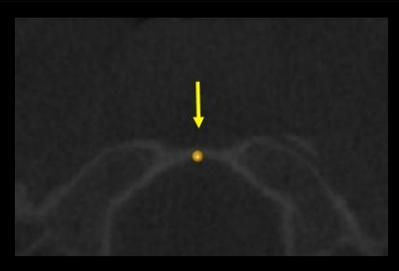
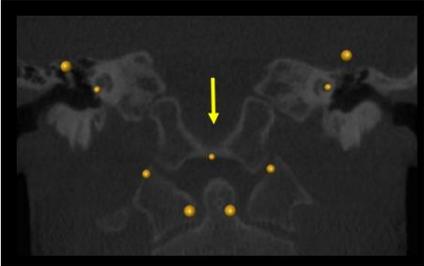
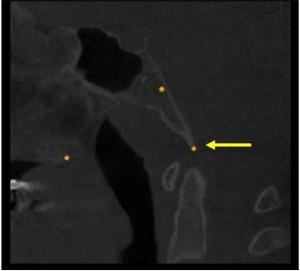
Certifico además, que el investigador principal y sus colaboradores tienen la competencia necesaria para su realización

(Podrá incluirse tantas áreas operativas como fuera necesario, un formulario por cada una)

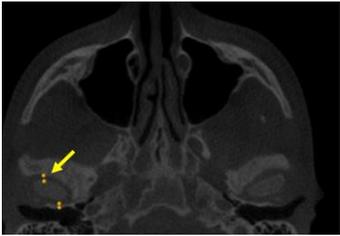
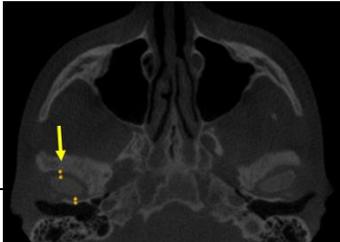
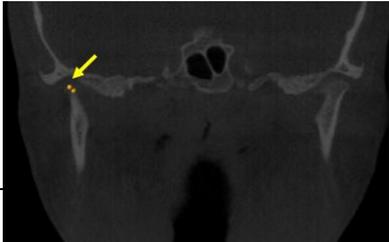
| | |
|--|---|
| Nombre del Jefe del Área Operativa: | DR. MG. ESP. MANUEL LAGRAVERE VICH |
| Nombre del Área Operativa: | DOCENTE DEL DPTO. DE ORTODONCIA, UNIVERSIDAD DE ALBERTA, CANADÁ |
| Firma y sello:  | Fecha: 03/10/2019 |

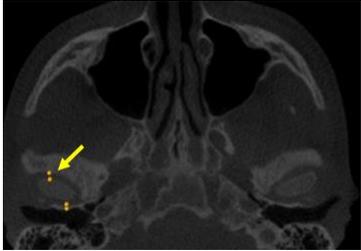
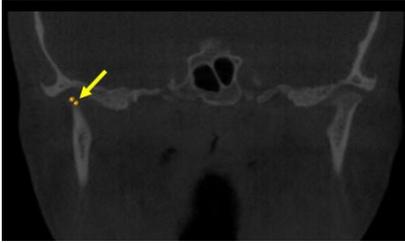
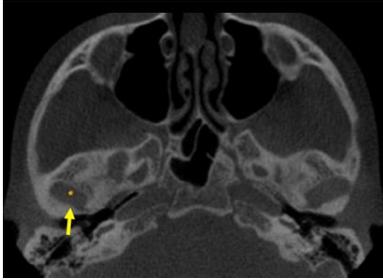
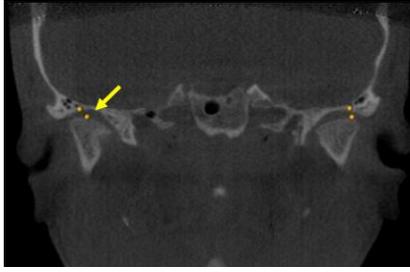
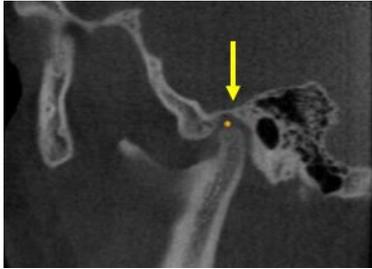
ANEXO N° 4: 9 Puntos referenciales esqueléticos generales recomendados para uso tridimensional

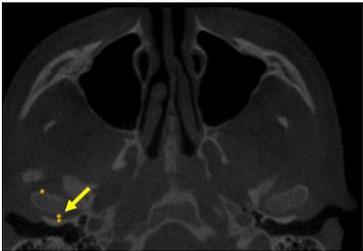
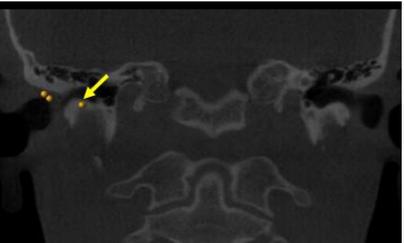
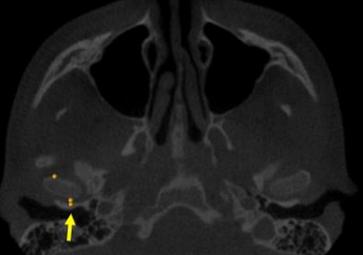
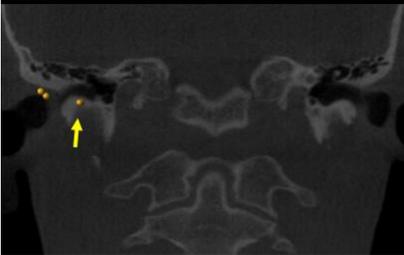
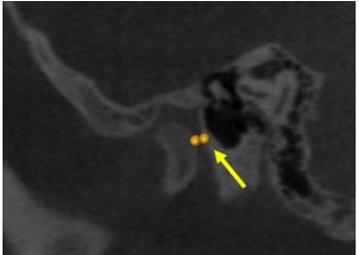
| N° | Punto referencial y abreviatura | Nota especial | Vista axial (XY) | Vista coronal (XZ) | Vista sagital (YZ) |
|----|---|--|---|---|---|
| 1 | Foramen Palatino Mayor FPM (D/I) | Primero usar vista coronal. Encontrar el orificio a nivel del piso nasal. <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">II > I > III</div> | Más centrado.  | Más inferior y centrado.  | Más centrado.  Der |
| 2 | Foramen Infraorbitario FInfraOrb (D/I) | Primero usar vista axial y coronal. Encontrar el orificio a lo largo del canal. <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">I > II > III</div> | Más centrado.  Der | Más centrado.  | Más anterior y centrado.  Der |

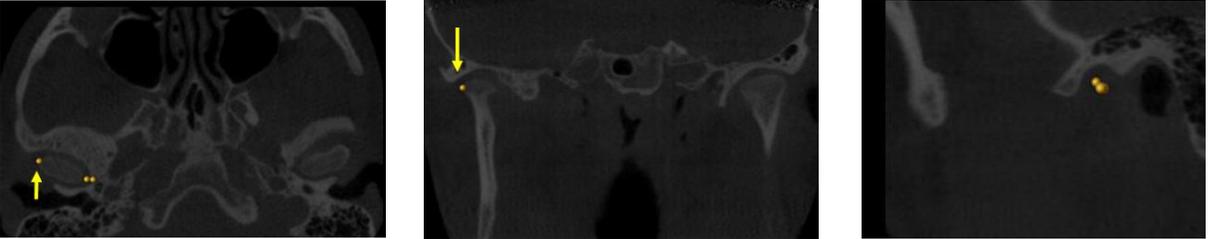
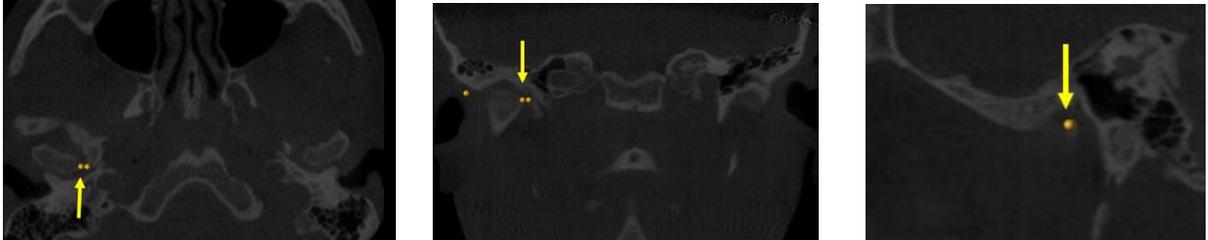
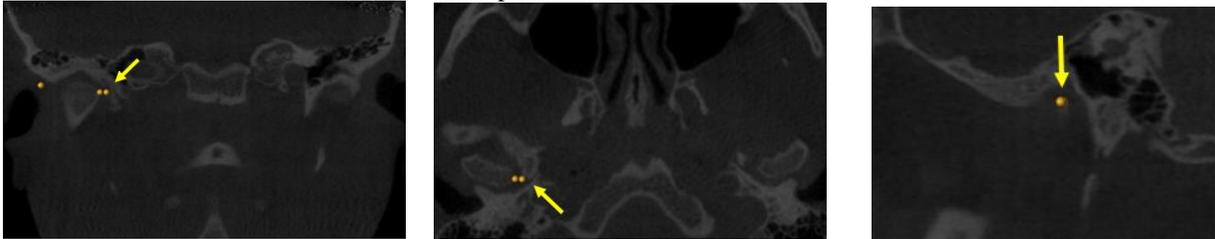
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|
| 3 | <p>Foramen Nasopalatino FNP (D/I)</p> | <p>Primero usar vista axial. Marcar los rebordes óseos corticales más cóncavos de ambas mitades.</p> <p>I > II > III</p> | <p>Más cóncavo, interno y centrado.</p>  | <p>Más cóncavo, interno y centrado.</p>  | <p>Borde cortical lateral más interno.</p>  |
| 4 | <p>Foramen Espinoso ELSA (D/I)</p> | <p>Primero usar vista axial. Guiarse usando los cóndilos mandibulares.</p> <p>I > II > III</p> | <p>Más centrado.</p>  | <p>Más centrado.</p>  | <p>Más centrado.</p>  |
| 5 | <p>Foramen Magno Dorso Anterior ó Basion Ba</p> | <p>Primero usar vista sagital luego axial. Encontrar el punto más mesial, inferior y más afilado.</p> <p>III > I > II</p> | <p>Cortical ósea más mesial e inferior.</p>  | <p>Más inferior y centrada.</p>  | <p>Más inferior y posterior.</p>  |

ANEXO N° 5: 20 Puntos Referenciales en ATM (Modificación de McLeod et al.⁴⁴, Elfeky et al.⁴⁸, Alhammadi et al.^{49,50} y Lemieux et al.⁵¹)

| N° | Punto referencial y abreviatura | Nota especial | Vista axial (XY) | Vista coronal (XZ) | Vista sagital (YZ) |
|----|--|---|---|--|--|
| 1 | Punto Condilar del Espacio Articular Anterior (D/I) | Punto más anterior del cóndilo opuesto a la distancia anterior más corta cóndilo-fosa. $I > III > II$ | Punto más anterior entre los polos laterales de la cabeza del cóndilo.  | Punto entre los polos laterales de la cabeza del cóndilo.  | Punto más anterior de la cabeza del cóndilo, con la menor distancia cóndilo-fosa.  |
| 2 | Punto Fosal del Espacio Articular Anterior (D/I) | Punto más posterior de la pared anterior de la fosa glenoidea opuesta a la distancia anterior más corta cóndilo - fosa. $III > I > II$ | Punto de la pared anterior de la fosa glenoidea, con la menor distancia cóndilo- fosa, luego de hallar el punto condilar del EAA.    | | |

| | | | | | |
|-----------------|--|--|--|---|---|
| <p>3</p> | <p>Punto Anterior Condilar (D/I)</p> | <p>Punto más anterior de la cabeza del cóndilo.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $I > III > II$ </div> | <p>Punto más anterior entre los polos laterales de la cabeza del cóndilo.</p>  | <p>Punto entre los polos laterales de la cabeza del cóndilo.</p>  | <p>Punto más anterior de la cabeza del cóndilo.</p>  |
| <p>4</p> | <p>Punto Superior Condilar (D/I)</p> | <p>Punto más superior de la cabeza del cóndilo.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $II > III > I$ </div> | <p>Punto más superior ubicado entre las paredes laterales de la cabeza del cóndilo.</p>  | <p>Punto más superior y medio ubicado entre las paredes laterales de la cabeza del cóndilo.</p>  | <p>Punto más superior del cóndilo.</p>  |

| | | | | | |
|---|--|--|---|--|---|
| 5 | <p>Fosa Mandibular Ósea</p> <p>(D/I)</p> | <p>Punto óseo más superior y medio de la región de la fosa glenoidea.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $II > III > I$ </div> | <p>Punto más superior y medio de la fosa glenoidea.</p> | | |
| 6 | <p>Punto Condilar del Espacio Articular Posterior</p> <p>(D/I)</p> | <p>Punto más posterior del cóndilo opuesto a la distancia posterior más corta cóndilo-fosa.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $I > III > II$ </div> | <p>Punto más posterior entre los polos laterales de la cabeza del cóndilo.</p>  | <p>Punto más posterior entre los polos laterales de la cabeza del cóndilo.</p>  | <p>Punto más posterior de la cabeza del cóndilo, con la menor distancia cóndilo-fosa.</p>  |
| 7 | <p>Punto Fosal del Espacio Articular Posterior</p> <p>(D/I)</p> | <p>Punto más anterior de la pared posterior de la fosa glenoidea opuesta a la distancia posterior más corta cóndilo-fosa.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $III > I > II$ </div> | <p>Punto más posterior de la cabeza del cóndilo, opuesto a la menor distancia cóndilo-fosa, luego de haber hallado el punto condilar del EAP.</p> | | |
| | | |  |  |  |

| | | | |
|----|---|--|--|
| 8 | Punto Lateral Condilar (D/I) | Punto más lateral de la cabeza del cóndilo. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">I > II > III</div> | <p style="text-align: center;">Punto más lateral de la cabeza del cóndilo.</p>  |
| 9 | Punto Medial Condilar (D/I) | Punto más medial de la cabeza del cóndilo. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">I > II > III</div> | <p style="text-align: center;">Punto más medial de la cabeza del cóndilo.</p>  |
| 10 | Punto Lateral de la Fosa Glenoidea (D/I) | Punto más lateral de la pared medial de la fosa glenoidea. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">I > II > III</div> | <p style="text-align: center;">Punto más lateral de la pared medial de la fosa glenoidea, con la menor distancia cóndilo-fosa, luego de hallar el punto condilar medial.</p>  |

ANEXO N° 6: Hoja de recolección de datos

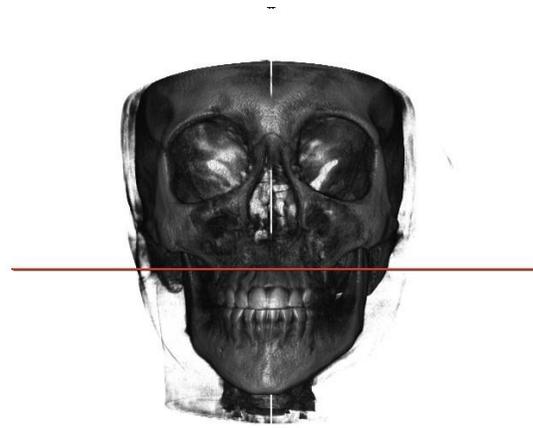
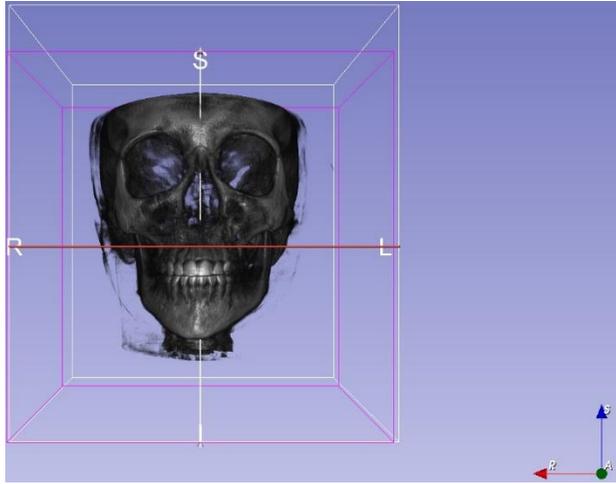
| Código de TCHC | N° de TCHC | Sexo | Edad T0 | Edad T1 | Fecha de Nacimiento | Fecha en T0 | Fecha en T1 | Tiempo T1- T0 (meses) | Tipo de Mordida |
|-----------------------|-------------------|-------------|----------------|----------------|----------------------------|--------------------|--------------------|------------------------------|------------------------|
| | | | | | | | | | |

| Código de TCHC | N° de TCHC | Nombre del Punto de Referencia | N° del Punto de Referencia | X1 | Y1 | Z1 | X2 | Y2 | Z2 |
|-----------------------|-------------------|--|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Foramen Palatino Mayor Derecho | 1 | | | | | | |
| | | Foramen Palatino Mayor Izquierdo | 2 | | | | | | |
| | | Foramen Infraorbitario Derecho | 3 | | | | | | |
| | | Foramen Infraorbitario Izquierdo | 4 | | | | | | |
| | | Foramen Nasopalatino Derecho | 5 | | | | | | |
| | | Foramen Nasopalatino Izquierdo | 6 | | | | | | |
| | | Foramen Espinoso Derecho | 7 | | | | | | |
| | | Foramen Espinoso Izquierdo | 8 | | | | | | |
| | | Foramen Magno | 9 | | | | | | |
| | | Punto Lateral Condilar Derecho | 10 | | | | | | |
| | | Punto Medial Condilar Derecho | 11 | | | | | | |
| | | Punto Lateral de la Fosa Glenoidea Derecha | 12 | | | | | | |
| | | Punto Lateral Condilar Izquierdo | 13 | | | | | | |
| | | Punto Medial Condilar Izquierdo | 14 | | | | | | |
| | | Punto Lateral de la Fosa Glenoidea Izquierda | 15 | | | | | | |
| | | Fosa Mandibular Osea Derecha | 16 | | | | | | |
| | | Punto Superior Condilar Derecho | 17 | | | | | | |
| | | Fosa Mandibular Osea Izquierda | 18 | | | | | | |
| | | Punto Superior Condilar Izquierdo | 19 | | | | | | |

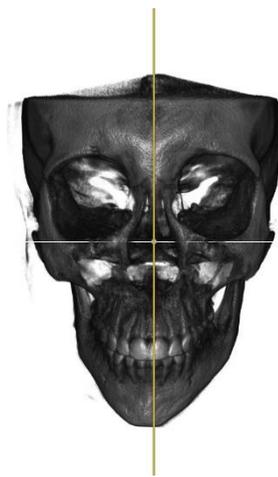
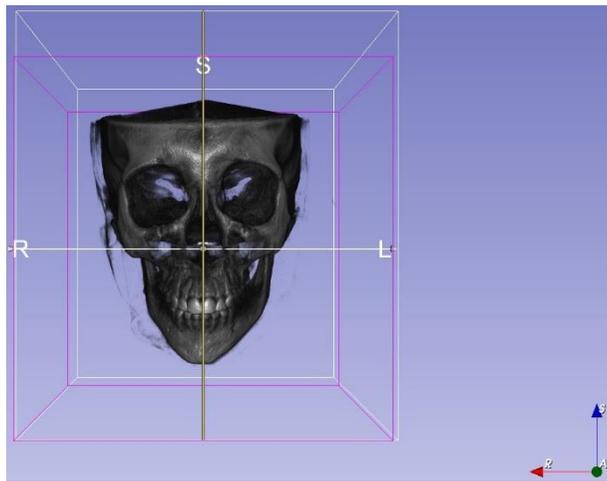
| | | | | | | | | | |
|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|
| | | Punto Condilar del Espacio Articular Anterior Derecho | 20 | | | | | | |
| | | Punto Fosal del Espacio Articular Anterior Derecho | 21 | | | | | | |
| | | Punto Condilar del Espacio Articular Posterior Derecho | 22 | | | | | | |
| | | Punto Fosal del Espacio Articular Posterior Derecho | 23 | | | | | | |
| | | Punto Condilar del Espacio Articular Anterior Izquierdo | 24 | | | | | | |
| | | Punto Fosal del Espacio Articular Anterior Izquierdo | 25 | | | | | | |
| | | Punto Condilar del Espacio Articular Posterior Izquierdo | 26 | | | | | | |
| | | Punto Fosal del Espacio Articular Posterior Izquierdo | 27 | | | | | | |
| | | Punto Anterior Condilar Derecho | 28 | | | | | | |
| | | Punto Anterior Condilar Izquierdo | 29 | | | | | | |

ANEXO N° 7: Planos referenciales tridimensionales recomendados

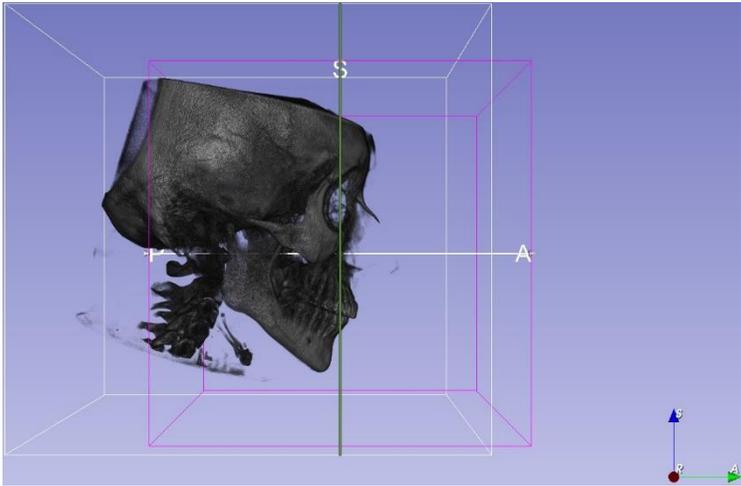
| N° | Plano referencial | Abreviatura | Definición |
|-----------|--------------------------|--------------------|--|
| 1 | Plano Horizontal | HP | Plano definido por 3 puntos referenciales: Foramen Palatino Mayor Derecho, Foramen Palatino Mayor Izquierdo y Foramen Magno Dorso Anterior. |
| 2 | Plano Mediosagital | MSP | Plano que pasa a través de: Punto medio de Forámenes Espinosos Derecho e Izquierdo, punto medio del contorno de Forámenes Nasopalatinos Derecho e Izquierdo y Basion o Foramen Magno Dorso Anterior. |
| 3 | Plano Vertical | VP | Plano que pasa a través de: Foramen Infraorbitarios Derecho, Foramen Infraorbitario Izquierdo y punto medio del contorno de Forámenes Nasopalatinos Derecho e Izquierdo. |



Plano Horizontal de Referencia

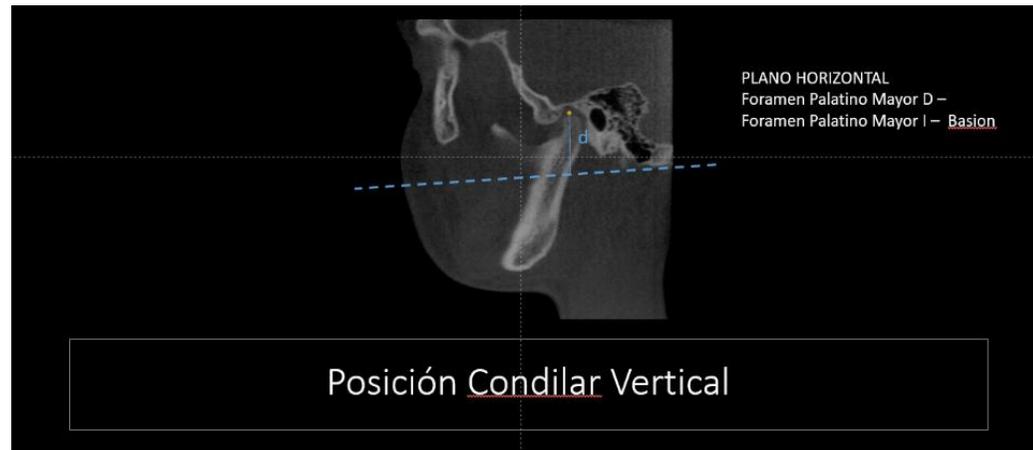
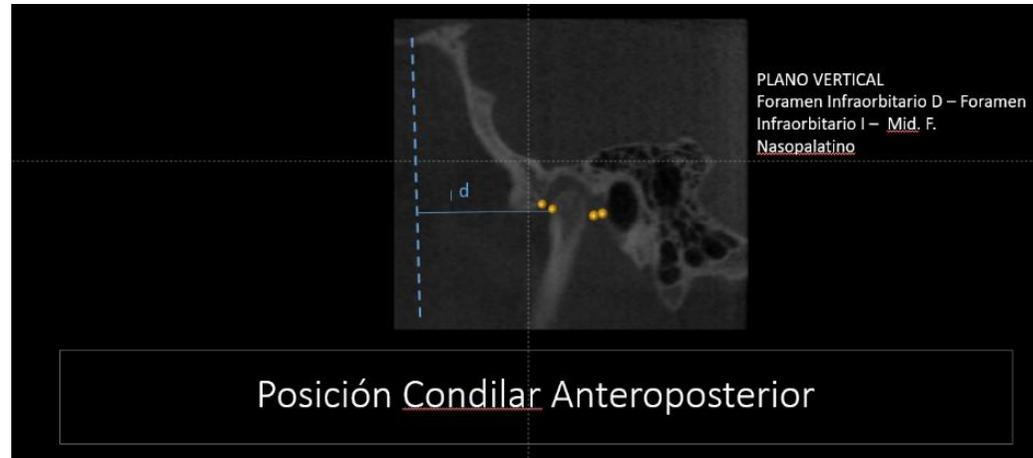


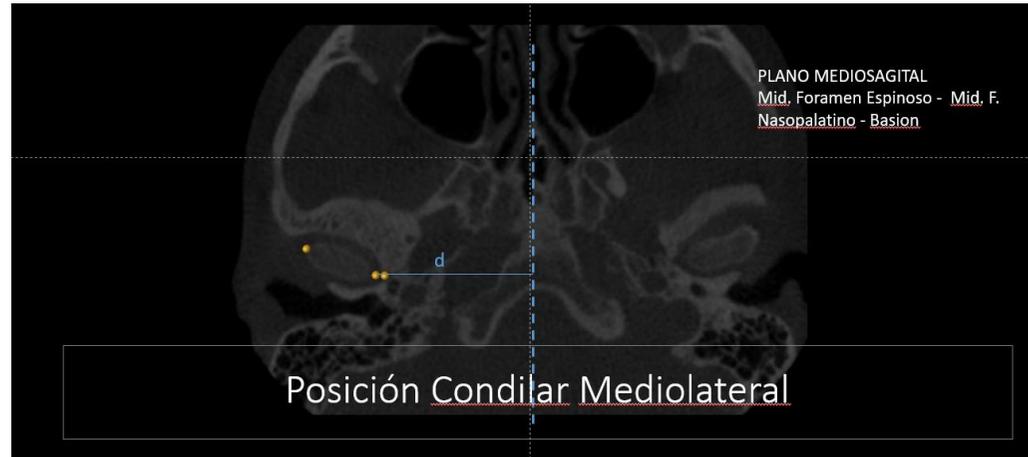
Plano Mediosagital de Referencia



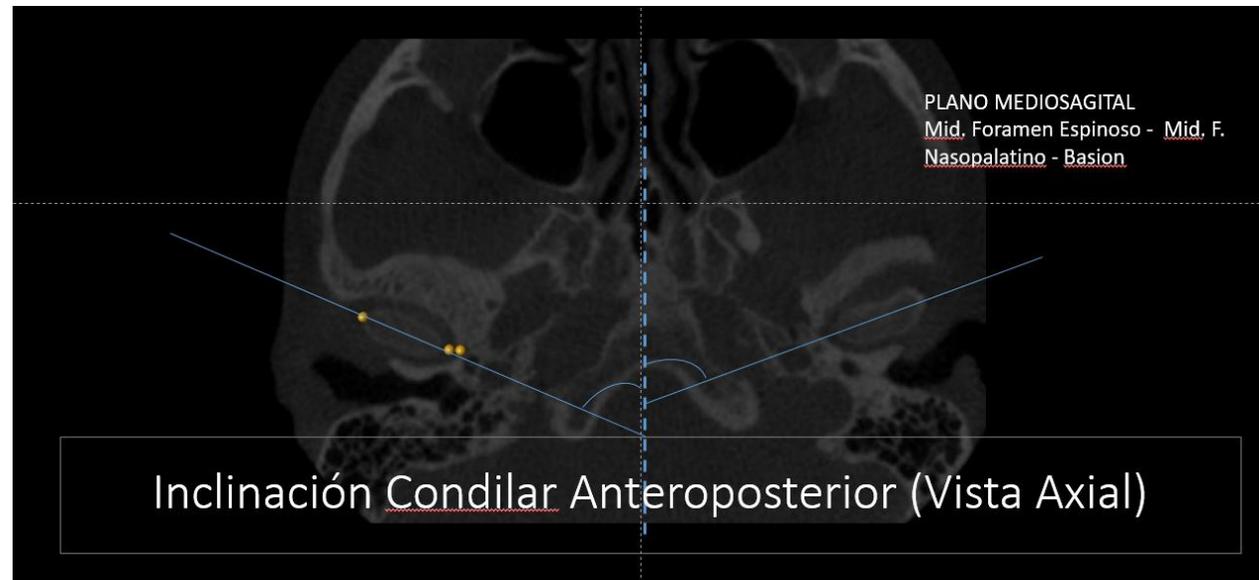
Plano Vertical de Referencia

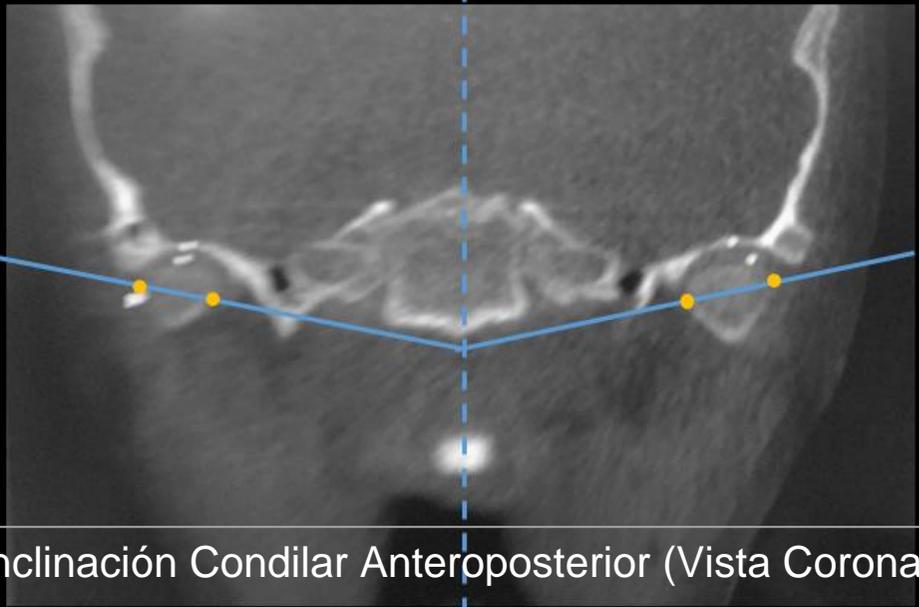
ANEXO N° 8: Posición de cóndilos mandibulares: medidas lineales (Modificación de McLeod et al.⁴⁴, Alhammadi et al.^{49,50})





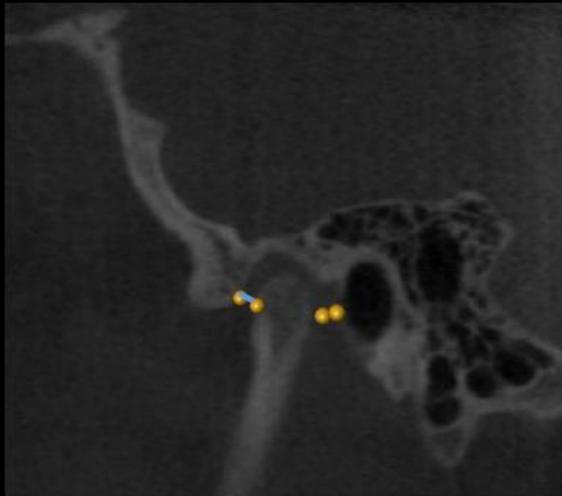
ANEXO N° 9: Posición de cóndilos mandibulares: medidas angulares (Modificación de Melgaco et al.⁴³, Alhammadi et al.^{49,50})



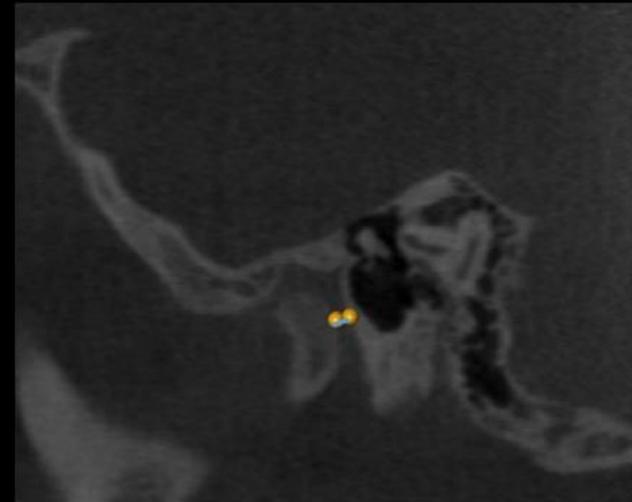


Inclinación Condilar Anteroposterior (Vista Coronal)

ANEXO N° 10: Medición de espacios articulares (Modificación de McLeod et al. ⁴⁴, Alhammadi et al. ^{49,50})



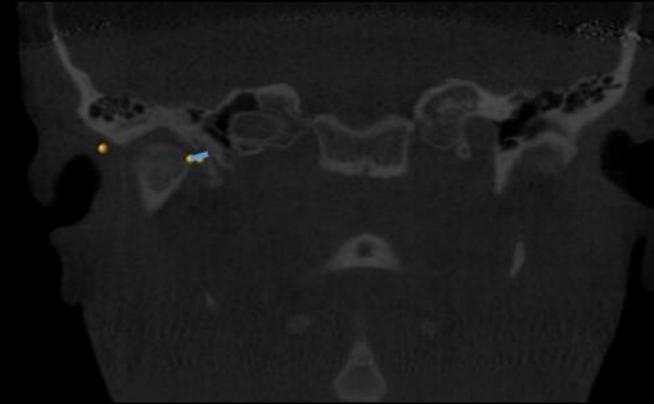
Espacio Articular Anterior



Espacio Articular Posterior



Espacio Articular Superior



Espacio Articular Medial

| | A | T | U | V | W | X | Y | Z | AA | AB | AC | AD | AE | AF |
|----|--------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 1 | N° FAC | POSICIÓN AP COND IZQ T1 | POSICIÓN AP COND IZQ T2 | DIF POSICIÓN AP COND IZQ | POSICIÓN ML COND DER T1 | POSICIÓN ML COND DER T2 | DIF POSICIÓN ML COND DER | POSICIÓN ML COND IZQ T1 | POSICIÓN ML COND IZQ T2 | DIF POSICIÓN ML COND IZQ | ANG EJE COND DER (V. CORONAL) T1 | ANG EJE COND DER (V. CORONAL) T2 | DIF ANG EJE COND DER (V. CORONAL) | ANG EJE COND IZQ (V. |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | | | | |

| | A | AF | AG | AH | AI | AJ | AK | AL | AM | AN | AO | AP | AQ | AR | AS |
|----|--------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
| 1 | N° PAC | ANG EJE COND IZQ (V. CORONAL) T1 | ANG EJE COND IZQ (V. CORONAL) T2 | DIF ANG EJE COND IZQ (V. CORONAL) | ANG EJE COND DER (V. AXIAL) T1 | ANG EJE COND DER (V. AXIAL) T2 | DIF ANG EJE COND DER (V. AXIAL) | ANG EJE COND IZQ (V. AXIAL) T1 | ANG EJE COND IZQ (V. AXIAL) T2 | DIF ANG EJE COND IZQ (V. AXIAL) | EAA DER T1 | EAA DER T2 | DIF EAA DER | EAA IZQ T1 | EAA IZQ T2 |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | | | | | |

| | A | AT | AU | AV | AW | AX | AY | AZ | BA | BB | BC | BD | BE | BF | BG | BH | BI | BJ | BK | BL | BM | BN | BO | BP | BQ | BR | BS | BT | BU | BV | BW | B |
|----|--------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| 1 | N* PAC | DIF EAA IZQ | EAS DER T1 | EAS DER T2 | DIF EAS DER | EAS IZQ T1 | EAS IZQ T2 | DIF EAS IZQ | EAP DER T1 | EAP DER T2 | DIF EAP DER | EAP IZQ T1 | EAP IZQ T2 | DIF EAP IZQ | EAM DER T1 | EAM DER T2 | DIF EAM DER | EAM IZQ T1 | EAM IZQ T2 | DIF EAM IZQ | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ANEXO N° 12. Carta de autorización del comité de ética.



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Dirección Universitaria de
INVESTIGACIÓN, CIENCIA Y
TECNOLOGÍA (DUICT)

CONSTANCIA ~~557~~ - 24-19

El Presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia hace constar que el proyecto de investigación señalado a continuación fue **APROBADO** por el Comité Institucional de Ética en Investigación, bajo la categoría de revisión **EXENTO**. La aprobación será informada en la sesión más próxima del comité.

Título del Proyecto : "Evaluación tomográfica de los cambios en la posición condilar, dimensiones condilares y espacios articulares post disyunción maxilar".
Código de inscripción : 104690
Investigador principal : Yaya Beas, Maribel

La aprobación incluyó los documentos finales descritos a continuación:

1. Protocolo de Investigación, versión recibida en fecha 14 de octubre del 2019.

La **APROBACIÓN** considera el cumplimiento de los estándares de la Universidad, los lineamientos Científicos y éticos, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo investigador y la Confidencialidad de los datos, entre otros.

Cualquier enmienda, desviaciones, eventualidad deberá ser reportada de acuerdo a los plazos y normas establecidas. La categoría de **EXENTO** es otorgado al proyecto por un período de cinco años en tanto la categoría se mantenga y no existan cambios o desviaciones al protocolo original. El investigador está exonerado de presentar un reporte del progreso del estudio por el periodo arriba descrito y solo alcanzará un informe final al término de éste. La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente documento hasta el **14 de octubre del 2024**.

Si aplica, los trámites para su renovación deberán iniciarse por lo menos 30 días previos a su vencimiento.

Lima, 15 de octubre del 2019.


Dra. Fátima Samadrides Cobo
Presidenta
Comité Institucional de Ética en Investigación



Av. Honorio Delgado 430, SMP 15102
Apartado postal 4314
(511) 319-0000 anexo 201352
duict@oficinas-upch.pe
www.cayetano.edu.pe

ANEXO N° 13. Evaluación del coeficiente de correlación intraclase (CCI).

| | x | | y | | z | |
|--|------|---------|------|---------|--------------------|---------|
| | CCI | p-valor | CCI | p-valor | CCI | p-valor |
| Foramen Palatino Mayor Derecho | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 1.000 ^c | <0.001 |
| Foramen Palatino Mayor Izquierdo | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 1.000 ^c | <0.001 |
| Foramen Infraorbitario Derecho | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 1.000 ^c | <0.001 |
| Foramen Infraorbitario Izquierdo | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 1.000 ^c | <0.001 |
| Foramen Nasopalatino Derecho | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 1.000 ^c | <0.001 |
| Foramen Nasopalatino Izquierdo | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 1.000 ^c | <0.001 |
| Foramen Espinoso Derecho | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 1.000 ^c | <0.001 |
| Foramen Espinoso Izquierdo | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 1.000 ^c | <0.001 |
| Foramen Magno | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 1.000 ^c | <0.001 |
| Punto Lateral Condilar Derecho | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 1.000 ^c | <0.001 |
| Punto Medial Condilar Derecho | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 0.999 ^c | <0.001 |
| Punto Lateral de la Fosa Glenoidea Derecha | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 0.999 ^c | <0.001 |
| Punto Lateral Condilar Izquierdo | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 1.000 ^c | <0.001 |
| Punto Medial Condilar Izquierdo | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 0.999 ^c | <0.001 |
| Punto Lateral de la Fosa Glenoidea Izquierda | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 0.999 ^c | <0.001 |
| Fosa Mandibular Osea Derecha | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 1.000 ^c | <0.001 |
| Punto Superior Condilar Derecho | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 0.999 ^c | <0.001 |
| Fosa Mandibular Osea Izquierda | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 0.999 ^c | <0.001 |
| Punto Superior Condilar Izquierdo | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 1.000 ^c | <0.001 |
| Punto Condilar del Espacio Articular Anterior Derecho | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 0.999 ^c | <0.001 |
| Punto Fosal del Espacio Articular Anterior Derecho | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 1.000 ^c | <0.001 |
| Punto Condilar del Espacio Articular Posterior Derecho | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 0.997 ^c | <0.001 |
| Punto Fosal del Espacio Articular Posterior Derecho | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 0.998 ^c | <0.001 |
| Punto Condilar del Espacio Articular Anterior Izquierdo | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 0.999 ^c | <0.001 |
| Punto Fosal del Espacio Articular Anterior Izquierdo | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 0.999 ^c | <0.001 |
| Punto Condilar del Espacio Articular Posterior Izquierdo | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 0.999 ^c | <0.001 |
| Punto Fosal del Espacio Articular Posterior Izquierdo | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 0.998 ^c | <0.001 |
| Punto Anterior Condilar Derecho | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 1.000 ^c | <0.001 |
| Punto Anterior Condilar Izquierdo | 1.00 | <0.001 | 1.00 | <0.001 | 0.999 ^c | <0.001 |