

**CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y MORFOMÉTRICAS DEL CÓNDILO
MANDIBULAR EN INDIVIDUOS CON RELACIÓN SAGITAL ESQUELÉTICA
CLASE I, II Y III EN UNA CLINICA ODONTOLOGICA DE LA CIUDAD DE CALI**

MARCELA AGUDELO RIOS, Ft

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS MÉDICAS
DEPARTAMENTO DE MORFOLOGÍA
2018**

**CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y MORFOMÉTRICAS DEL CÓNDILO
MANDIBULAR EN INDIVIDUOS CON RELACION SAGITAL ESQUELETICA
CLASE I, II Y III EN UNA CLINICA ODONTOLOGICA DE LA CIUDAD DE CALI**

MARCELA AGUDELO RIOS, Ft.

**Trabajo de investigación para optar al título
de magister en Ciencias Biomédicas**

MARIO ALEJANDRO ORTIZ SALAZAR

**Odontólogo, Esp. Ortodoncista, MSc. en Morfología
Tutor**

ADRIANA HERRERA RUBIO

**Odontóloga, Esp. Radiología Oral y Maxilofacial
Asesora Temática**

UNIVERSIDAD DEL VALLE

ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS MÉDICAS

DEPARTAMENTO DE MORFOLOGÍA

2018

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente:

Jurado 1:

Jurado 2:

Jurado 3:

Ciudad y fecha _____

CONTENIDO

RESUMEN.....	11
INTRODUCCIÓN.....	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	15
2. MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANATOMÍA DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR ATM	20
2.2. DISCO ARTICULAR O MENISCO INTRAARTICULAR	21
2.3. CAPSULA ARTICULAR	22
2.4. MEMBRANA SINOVIAL.....	22
2.5. LIQUIDO SINOVIAL.....	22
2.6. LIGAMENTOS ARTICULARES.....	23
2.7. MÚSCULOS DE LA MASTICACIÓN.....	23
2.7.1. Músculo Temporal	23
2.7.2. Músculo masetero	24
2.7.3. Músculo Pterigoideo lateral.....	24
2.7.4. Músculo Pterigoideo medial.....	24
2.8. HUESO TEMPORAL.....	25
2.9. FOSA MANDIBULAR O CAVIDAD GLENOIDEA Y EMINENCIA	25
2.10. MANDÍBULA.....	25
2.11. CÓNDILO DE LA MANDÍBULA	26
2.11.1. Crecimiento condilar	27
2.11.2. Características histológicas del cartílago del cóndilo mandibular	29
2.12. CÓNDILO MANDIBULAR Y OCLUSIÓN	30
2.13. ANGULO ANB	32
2.13.1. Punto Nasión:	32
2.13.2. Punto A o subespinal:	32
2.13.3. Punto B o supramental:	32
2.14. TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE CONE BEAM O HAZ DE CONO	33
3. OBJETIVOS.....	34

3.1. OBJETIVO GENERAL	34
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	34
4. METODOLOGÍA	35
4.1. TIPO DE ESTUDIO	35
4.2. DETERMINACIÓN Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA	35
4.2.1. Criterios de inclusión.....	36
4.2.2. Criterios de exclusión.....	36
4.3. CONSIDERACIONES ÉTICAS	37
4.4. OBTENCIÓN DE LAS IMÁGENES	38
4.5. METODOLOGÍA PARA EL PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO	40
4.5.1. Prueba piloto.....	42
4.5.2. Resultados prueba piloto primer objetivo específico.....	42
4.6. METODOLOGÍA PARA EL SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO	43
4.6.1. Prueba piloto.....	44
4.6.2. Resultados prueba piloto segundo objetivo específico	45
4.7. METODOLOGÍA PARA EL TERCER OBJETIVO ESPECÍFICO	45
4.8. MATRIZ DE VARIABLES.....	46
4.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	47
4.9.1. Análisis descriptivo	47
4.9.2. Verificación de la normalidad de las variables	47
4.9.3. Verificación de la homogeneidad de la varianza.....	47
4.9.4. Comparación de grupos.....	47
5. RESULTADOS	48
5.1. DISTRIBUCIÓN DEMOGRÁFICA.....	48
5.2. DESCRIPCIÓN DE LA FORMA CONDILAR.....	49
5.3. ANÁLISIS MORFOMÉTRICO CONDILAR.....	52
5.4. CORRELACIÓN ENTRE LA MORFOLOGÍA CONDILAR, GÉNERO, LATERALIDAD Y CLASE ESQUELÉTICA	53
5.5. CORRELACIÓN ENTRE LA MORFOMETRÍA CONDILAR, GÉNERO, LATERALIDAD Y CLASE ESQUELÉTICA	55
6. DISCUSIÓN.....	59

7. CONCLUSIONES	68
8. RECOMENDACIONES.....	70
ANEXO	71

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Prueba inter-observador forma del cóndilo	42
Tabla 2. Prueba intra-observador forma del cóndilo	43
Tabla 3. Valores De Referencia Del Coeficiente De Correlación Intraclass	43
Tabla 4. Prueba Inter-Observador Diámetro Del Cóndilo	45
Tabla 5. Prueba Intra-Observador Diámetro Del Cóndilo	45
Tabla 6. Matriz De Variables.....	46
Tabla 7. Medidas Morfométricas Lineales	52
Tabla 8. Correlación Morfología Condilar, Lateralidad Y Sexo	53
Tabla 9. Correlación Morfología Condilar, Lateralidad Y Clase Esquelética.....	54
Tabla 10. Diámetro Y Sexo	56
Tabla 11. Correlación Cóndilo Forma Y Diámetro	57
Tabla 12. Correlación Diámetros Y Clase Esquelética	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de la relación esquelética sagital por ángulo ANB.	36
Figura 2. Primer punto de referencia infraorbitario bilateral	38
Figura 3. Segundo punto de referencia Cresta Galli	39
Figura 4. Tercer punto de referencia Plano de Frankfort	39
Figura 5. Punto más ancho medio- lateral del cóndilo	40
Figura 6. Clasificación de la forma del cóndilo en plano coronal	41
Figura 7. Clasificación de la forma del cóndilo en plano sagital	41
Figura 8. Medición del cóndilo en el plano axial	44
Figura 9. Correlación diámetro medio-lateral y lateralidad.....	55
Figura 10. Correlación diámetro antero-posterior y lateralidad	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribución por Sexo	48
Gráfico 2. Distribución por clase esquelética	49
Gráfico 3. Distribución general forma sagital	49
Gráfico 4. Distribución forma sagital cóndilo derecho	50
Gráfico 5. Distribución forma sagital cóndilo izquierdo	50
Gráfico 6. Distribución general forma coronal	51
Gráfico 7. Distribución forma coronal cóndilo derecho.....	51
Gráfico 8. Distribución forma coronal cóndilo izquierdo	52

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Carta autorización Clínica odontológica German Puerta y Lorena López	71
Anexo 2 POE Morfología del cóndilo mandibular en TCCB	72
Anexo 3 POE Morfometría del cóndilo mandibular en TCCB	88

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fué establecer las características morfológicas y morfométricas del cóndilo mandibular en pacientes con crecimiento cráneo facial terminado y con relación esquelética sagital clase I, clase II y clase III. Se analizó la forma del cóndilo y se realizaron mediciones lineales a 144 cóndilos mandibulares en tomografías computarizadas de cone beam. La muestra fue dividida teniendo en cuenta el ángulo ANB en clase I, clase II y clase III (rango de edad entre 15-40 años). Se excluyeron individuos con hallazgos radiológicos compatibles con enfermedades degenerativas y/o del desarrollo de la articulación temporomandibular, hallazgos radiológicos que evidenciaran historia de cirugía ortognática o trauma facial, hiperplasia condilar e individuos con pérdida de más de 4 dientes. Se encontró diferencias estadísticamente significativas en la media del diámetro medio-lateral, siendo mayor en el género masculino. Así mismo, se encontró diferencias estadísticamente significativas entre el diámetro medio-lateral y la forma desde el plano coronal. La forma más prevalente del cóndilo mandibular en el plano sagital fue ovalada y en el plano coronal fue redondeada. No se encontró una relación estadísticamente significativa entre la forma y la relación esquelética de clase I, clase II y clase III, ni con género ni con lateralidad. No se encontró correlación entre el diámetro medio-lateral y anteroposterior con la relación esquelética sagital.

ABSTRACT

The aim of this study was to establish the morphological characteristics of the mandibular condyle in patients with finished facial cranial growth and sagittal skeletal class I, class II and class III. The shape of the condyle was analyzed and linear measurements were made to 144 mandibular condyles in cone beam CT scans. The sample was divided considering the ANB angle in class I, class II and class III (age range between 15-40 years). Individuals with radiological findings compatible with degenerative diseases and / or development of the temporomandibular joint, radiological findings that show the history of orthognathic surgery or facial trauma, condylar hyperplasia and individuals with loss of more than 4 teeth were excluded. Statistically significant differences were found in the mean of the medial-lateral diameter, being greater in the male gender. Likewise, statistically significant differences were found between the medial-lateral diameter and the shape from the coronal plane. The most prevalent form of the mandibular condyle in the sagittal plane is oval and in the coronal plane it is rounded. No statistically significant relationship was found between the shape and the skeletal relationship of class I, class II and class III, neither with gender or with laterality. There is no correlation between the medial-lateral and anterior-posterior diameter with the sagittal skeletal relationship.

INTRODUCCIÓN

La forma y el volumen del cóndilo mandibular en adultos jóvenes ejercen un rol fundamental en la estabilidad de las terapias a nivel ortodóntico y ortognático a largo plazo, esto obedece a que el cóndilo mandibular se encuentra en constante remodelación debido a estímulos continuos que se presentan desde la infancia hasta la adultez y es el centro primario de crecimiento mandibular, por lo tanto la forma y dimensiones finales del cóndilo mandibular podrían vincularse directamente a la relación antero-posterior de la maxila y la mandíbula, es decir podrían vincularse con el tipo de maloclusión sagital esquelética.(1-3)

La maloclusión esquelética sagital hace referencia al mal posicionamiento de la mandíbula con respecto a la maxila o al mal posicionamiento de los dientes superiores o inferiores, de tal manera que las maloclusiones afectan todo el aparato estomatológico e interfieren directamente en los movimientos de la mandíbula que son vitales para el proceso de masticación.(4, 5)

Desde la perspectiva terapéutica es importante evaluar el potencial de la morfología condilar en el diagnóstico de maloclusiones esqueléticas, con el objetivo determinar la existencia o no de variaciones morfológicas en los cóndilos mandibulares de individuos con relaciones esqueléticas de clase I, clase II y clase III en una muestra colombiana. De acuerdo con este objetivo se evaluó cualitativa y cuantitativamente la forma y las dimensiones del cóndilo mandibular en este tipo de pacientes ya que, a la fecha, dicha determinación no había sido realizadas para este tipo de población. Un potencial adicional de este tipo de estudio es la evaluación a partir de los hallazgos realizados, del posible uso de la morfología condilar como un predictor de crecimiento mandibular y cráneo facial. Estos hallazgos podrían impactar el ejercicio de la práctica ortodóntica en individuos de ascendencia colombiana; Sin embargo,

la utilización de esta requiere el establecimiento previo de diferencias morfológicas condilares en pacientes con crecimiento terminado. En caso de existir diferencias significativas morfológicas, se considera necesario determinar el potencial de estas en individuos en fases de crecimiento activo a través de estudios prospectivos longitudinales.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Datos de la organización mundial de la salud revelan que las maloclusiones ocupan el tercer lugar de importancia en problemas de salud bucodental, superado solamente por caries y enfermedades periodontales. Dentro de la tendencia actual hacia los cuidados médicos y dentales universales, el argumento acerca de corregir las alteraciones dento-faciales, incluyendo las maloclusiones, se convierte en un aspecto importante de salud pública.

Los múltiples estudios epidemiológicos que se han realizado a nivel mundial revelan la prevalencia de maloclusión (6, 7). Para citar algunos ejemplos, en la India, la maloclusión se encuentra entre el 20% y el 43% de la población, estas cifras varían en las diferentes partes del país probablemente por las diferencias de hábitos alimenticios o variaciones en el origen étnico. Por su parte, Estados Unidos reporta en la encuesta nacional de estimaciones de salud y nutrición NHANES III, que al menos el 66% de los evaluados presenta algún tipo de maloclusión(8, 9).

En un estudio realizado en Brasil se determinó la prevalencia y severidad de los problemas oclusales en edades con dentición decidua y permanente, este estudio revelo que los problemas oclusales se incrementan de un 49% en dentición decidua a un 71.3% en dentición permanente, situación similar se presenta en la China en donde se reportó que la prevalencia de maloclusión aumenta un 20 % en la transición de dentición decidua a dentición permanente 51.8% y 71.21% respectivamente(8, 9).

En Colombia, se han realizado cuatro estudios nacionales de morbilidad oral y/o salud bucal, el último se realizó entre el 2013 y el 2014 por la Encuesta Nacional de Salud Bucal (ENSAB). En ella se hace una descripción general de los resultados de

la valoración de las condiciones de salud bucal, de acuerdo con diferentes grupos de edad, género y lugar de procedencia. Dentro de los datos descritos se reporta una incidencia de maloclusiones en el 85% de los casos en niños y adolescentes en etapa escolar(8).

Para el claro entendimiento de lo que las maloclusiones abarcan, se hace necesario definir oclusión dentaria, que en términos generales hace referencia a la relación que se establece cuando los arcos dentarios superior e inferior se ponen en contacto; teóricamente una oclusión “normal” es una vista preconcebida de relaciones funcionales y estructurales que incluyen dientes, músculos masticatorios, maxila, mandíbula, planos inclinados que forman las caras de las cúspides y los bordes incisales de cada uno de los dientes que deben estar recíprocamente relacionados. Así mismo, un desarrollo y crecimiento adecuado del componente óseo de la mandíbula, a expensas del cóndilo mandibular, son condiciones indispensables para que el aparato masticatorio presente una oclusión dentaria “normal”, por consiguiente, cualquier desviación de lo “normal”, es considerada como maloclusión. Para citar algunos ejemplos, un mal posicionamiento de la mandíbula en sentido anteroposterior con respecto a la maxila o un mal posicionamiento de los dientes en sentido vertical o transversal están directamente relacionadas con lo que se conoce como maloclusión(4, 5).

En términos de maloclusión es necesario pensar en los tres planos del espacio anteroposterior, vertical y transversal, ya que la maloclusión no sólo afecta a dientes, sino a todo el aparato estomatológico tal como se describió anteriormente. Por lo tanto, un mal posicionamiento y contacto de los dientes superiores e inferiores interfiere directamente en los movimientos de la mandíbula que son vitales para el proceso de masticación(8, 10).

El crecimiento anteroposterior, transversal y vertical de la maxila ejerce influencia en la posición final en los tres planos del espacio de la dentición superior. De esta manera, el crecimiento maxilar es determinante (en conjunto con el crecimiento mandibular) en el desarrollo de la relación esquelética sagital, vertical y transversal del individuo(11).

El Cóndilo mandibular como sitio de crecimiento dirige el desarrollo de la mandíbula y, por lo tanto, de manera indirecta, el establecimiento de las relaciones esqueléticas sagitales(2, 12). Gran parte del crecimiento anteroposterior de la mandíbula durante el denominado “pico de crecimiento mandibular” se asocia con un incremento en la mitosis de los condrocitos del cartílago condilar. El aumento en las mitosis se debe a un incremento en la secreción de la hormona de crecimiento la cual genera un estímulo local en factores de crecimiento como el IHH y el VEGF, fundamentales para la mitosis de los condrocitos, su hipertrofia y la calcificación de la matriz que permite el proceso de diferenciación de osteoblastos. Este mecanismo permite el crecimiento endocondral del cóndilo que afecta el crecimiento total de la mandíbula(13).

Teniendo en cuenta que el cóndilo mandibular es el sitio de crecimiento de la mandíbula, a partir de procesos de osificación endocondral, la adquisición de su morfología después del pico de crecimiento podría estar relacionada con el tipo de maloclusión esquelética en el plano sagital del individuo. El establecimiento de las dimensiones finales verticales, sagitales y transversales del cóndilo, depende del potencial mitótico expresado por los condrocitos en los tres planos del espacio en los procesos de osificación endocondral. Este potencial se evidencia claramente cuando existen desequilibrios en el mecanismo de mitosis condilar que llevan al establecimiento de asimetrías maxilo-mandibulares evidenciadas en el desarrollo de la hiperplasia condilar(13-16).

Desde la perspectiva terapéutica es importante evaluar el potencial de la morfología condilar en el diagnóstico de maloclusiones esqueléticas, con el objetivo determinar la existencia o no de variaciones morfológicas en los cóndilos mandibulares de individuos con relaciones esqueléticas de clase I, clase II y clase III en una población colombiana. A la fecha, dicha determinación no ha sido realizada para este tipo de población. Un potencial adicional de este tipo de estudio es la evaluación, a partir de los hallazgos realizados, del posible uso de la morfología condilar como un predictor de crecimiento mandibular y cráneo facial. Estos hallazgos podrían impactar el ejercicio de la práctica ortodóntica en individuos de ascendencia colombiana; Sin embargo, la utilización de la misma requiere el establecimiento previo de diferencias morfológicas condilares en pacientes con crecimiento terminado. En caso de existir diferencias significativas morfológicas, se considera necesario determinar el potencial de las mismas en individuos en fases de crecimiento activo a través de estudios prospectivos longitudinales. Ejemplos de predictores de crecimiento en la terapéutica ortodóntica que han utilizado este tipo de aproximación, incluyen el análisis de la morfología de las vértebras cervicales (CVM) y la predicción del potencial de crecimiento mandibular a partir del ángulo goniaco desarrolladas por Baccetti y colaboradores(15, 17).

El diagnóstico temprano de alteraciones en las relaciones sagitales maxilo-mandibulares influencia de manera positiva el pronóstico, la terapéutica, el resultado y el tiempo requerido para el tratamiento ortodóntico y/o ortopédico de dichas alteraciones. Estos beneficios afectan el componente económico y psicosocial del individuo y por consiguiente a su familia, esto fue determinado en una revisión sistemática de la literatura, en la existencia de una moderada asociación entre la calidad de vida de los adolescentes y el tratamiento temprano de las maloclusiones(17). Sin embargo, el impacto personal de cada maloclusión puede variar dependiendo del ambiente socio cultural en el cual se desarrolle el individuo. Esto significa que la misma maloclusión puede ser percibida de maneras diferentes

por diferentes personas y que la percepción individual es la llave para comprender el impacto psicosocial del tratamiento ortodóntico en una población(18).

Es por esto que la pregunta resuelta con este trabajo fue: ¿Existen diferencias morfológicas del cóndilo mandibular en pacientes con crecimiento cráneo facial terminado de relación esquelética sagital clase I, clase II y clase III?

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANATOMÍA DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR ATM

El cuerpo humano está constituido por 206 huesos y las conexiones funcionales entre ellos conforman articulaciones que permiten el movimiento del cuerpo. Dichas articulaciones se clasifican según su estructura en fibrosas, cartilagíneas y sinoviales y según su movilidad en fijas (sinartrosis), semi móviles (anfiartrosis) y móviles (diartrosis). Así mismo la cantidad de superficies articulares que hagan contacto determina si una articulación es compuesta o simple(19-21).

Se considera articulación simple a la relación entre dos superficies que están cercadas por capsula articular y articulación compuesta a la relación entre más de dos superficies cercadas por capsula articular(19, 20).

La articulación temporomandibular (ATM) o craneomandibular es una articulación bilateral, sinovial tipo plana en su porción supradiscal y tipo ginglimo en su porción infradiscal. Es considerada una de las articulaciones más complejas del cuerpo humano, se caracteriza por trabajar de forma sincronizada con el lado contralateral pero también de forma independiente cuando la función así lo requiere. Interviene en procesos de masticación, deglución, fonación, comunicación y bostezo. Se clasifica como compuesta ya que, aunque no tiene relación entre más de dos superficies articulares, el menisco intra-articular que la conforma funciona como un hueso sin osificar, permitiendo movimientos complejos en la articulación y dividiéndola en un compartimiento supradiscal e infradiscal(20, 22).

La ATM se encuentra situada en la base del cráneo y tal como su nombre lo indica está dispuesta entre el cóndilo mandibular de la mandíbula, la eminencia y fosa

mandibular del hueso temporal. Por ser una articulación sinovial cuenta con un disco y capsula articular, una membrana y liquido sinovial, además de estar reforzada por ligamentos articulares y músculos masticatorios. A continuación, se hace una descripción de cada uno de sus componentes(19, 20, 23).

2.2. DISCO ARTICULAR O MENISCO INTRAARTICULAR

Es un disco bicóncavo-convexo, movable y maleable de tejido conectivo fibroso denso que solo cuenta con fibras nerviosas y vasos sanguíneos en la sección más periférica. Contribuye con la estabilidad de la articulación y amortigua las piezas articulares. Se encuentra situado entre el cóndilo mandibular, la fosa mandibular y la eminencia. Divide la articulación en compartimento superior o supra meniscal e inferior o infra meniscal. El supra meniscal se dispone entre la porción escamosa del hueso temporal y el disco articular, facilitando los movimientos de translación de la Articulación. El infra meniscal se dispone entre el disco articular y el cóndilo mandibular, facilitando los movimientos de rotación. Por ser un disco maleable permite llenar el espacio intraarticular en cualquier posición en la que se encuentre el cóndilo mandibular(24).

El disco articular esta fusionado con la capsula articular en la región anterior y hacia la parte posterior se continua como una doble capa de tejido vascularizado, que se encuentra separada por una capa intermedia de tejido conectivo laxo, la cual finalmente se conecta a la capsula articular. Por su parte los extremos medial y lateral del disco se conectan y se fijan a través de delgados fascículos fibrosos a ambos polos del cóndilo mandibular, Condición que permite el acompañamiento y desplazamiento simultaneo del disco y el cóndilo, conformando una unidad anatómica y funcional(20).

2.3. CAPSULA ARTICULAR

Es un revestimiento fibroso que cubre toda la articulación, adhiriéndose a la porción escamosa del hueso temporal entre los límites exteriores de la eminencia articular, la fosa y el cuello de la mandíbula. En la zona antero medial, medial y posterior es delgada y en la porción antero-lateral y lateral es más gruesa por reforzamiento del ligamento temporomandibular, tanto la capsula como el ligamento temporomandibular se encargan de restringir movimientos de protrusión, retracción y movimientos de rotación cuando la boca se encuentra abierta. En la cara superior alrededor de la fosa mandibular es amplia y suelta y hacia la cara inferior se une al cuello de la mandíbula, en forma de embudo. Presenta unas fibras superficiales que se extienden desde la base del cráneo hasta el cuello de la mandíbula y unas fibras profundas que van desde el hueso temporal al menisco y desde el menisco al cóndilo mandibular(19, 24) (Ver figura 3).

2.4. MEMBRANA SINOVIAL

Tejido conectivo laxo, altamente vascularizado, contenido en la capsula articular, se encarga de regular y producir líquido sinovial a través de células endoteliales especializadas(22).

2.5. LIQUIDO SINOVIAL

Líquido proveniente de la membrana sinovial y células sinoviales, descrito como dializado de plasma con ácido hialurónico de color claro viscoso, tiene como función, lubricar la cavidad articular para disminuir al máximo la fricción entre las diferentes estructuras de la articulación durante los movimientos, así mismo permite la nutrición de los tejidos a vasculares(23, 24).

2.6. LIGAMENTOS ARTICULARES

El reforzamiento de la articulación lo brindan tres ligamentos. El Temporomandibular, adherido a la capsula articular en su porción externa, se extiende desde la eminencia y la fosa mandibular del hueso temporal hasta el cuello de la mandíbula, es considerado el ligamento intrínseco de la articulación. Los dos ligamentos restantes extrínsecos son el esfenomandibular y el estilomandibular, el primero se extiende desde la espina del hueso esfenoides hasta la parte interna de la mandíbula a nivel de la línula, el segundo se extiende desde el proceso estiloideo del hueso temporal hasta el ángulo de la mandíbula también en su cara interna, ambos se encargan de limitar los movimientos forzados de la articulación(23, 24)

2.7. MÚSCULOS DE LA MASTICACIÓN

Están directamente relacionados con los movimientos de la mandíbula que incluyen elevación, descenso, protrusión, retrusión o retracción (deslizamiento anterior-posterior) y lateralidad. Estos músculos se encuentran Inervados por el nervio mandibular, ramo del nervio trigémino, derivados del primer arco faríngeo(21, 23) corresponden a cuatro músculos:

2.7.1. Músculo Temporal

Tiene forma de abanico, se origina en toda la fosa temporal incluyendo la fascia temporal, se inserta en el proceso coronoideo de la mandíbula y tiene como función elevar y retraer mandíbula y al igual que el músculo masetero ayuda en movimientos de lateralidad. (21, 23)

2.7.2. Músculo masetero

Tiene forma rectangular, posee una cabeza superficial más grande y una profunda más pequeña. El haz superficial se origina en los dos tercios anteriores del borde inferior del arco cigomático y se inserta en el ángulo de la mandíbula y parte inferolateral de la rama mandibular. El haz profundo se origina en el borde medial e inferior del arco cigomático y se inserta en la parte supero-lateral de la rama mandibular y proceso coronoideo. Este musculo se encarga de elevar la mandíbula, protruir la con la cabeza superficial y además contribuye con movimientos de lateralidad(21, 23).

2.7.3. Músculo Pterigoideo lateral

Presenta dos cabezas, La cabeza superior se origina en el ala mayor del esfenoides y se inserta en la capsula y disco articular de la ATM, la cabeza inferior se origina en la cara lateral de la lámina lateral del proceso pterigoides del hueso esfenoides y se inserta en la fosa pterigoidea del cuello de la mandíbula. Este músculo se encarga de descender, protruir y generar movimientos de lateralidad en la mandíbula(21, 23)

2.7.4. Músculo Pterigoideo medial

Posee una cabeza profunda que se origina en la cara medial de la lámina lateral del proceso pterigoideo del hueso esfenoides y una cabeza superficial que se origina en la tuberosidad del maxilar y apófisis piramidal del hueso palatino, se insertan en la cara medial de la rama y ángulo de la mandíbula, permite movimientos de elevación, protrusión y lateralidad de la mandíbula(21, 23).

2.8. HUESO TEMPORAL

Es un hueso par, irregular y aplanado del víscero-cráneo, que se sitúa en la pared lateral, media e inferior de la bóveda craneana, conformando parte de la base del cráneo. Dentro de su morfología, se destacan varias porciones, la escama del hueso temporal, que se relaciona en la porción externa con el músculo temporal y en la porción interna con el lóbulo temporal del cerebro. En la zona inferior y anterior a la escama se distingue la apófisis cigomática, la eminencia articular y la fosa mandibular. Por su parte, la porción timpánica, forma las partes inferiores, anteriores y posteriores del conducto auditivo externo. La porción petrosa es considerada la más sólida y aloja los aparatos auditivos y vestibular. La apófisis estiloides o proceso estiloideo, constituye la proyección cónica del hueso temporal y el proceso mastoideo es una cavidad neumatizada que externamente sirve como zona de inserción del músculo esternocleidomastoideo(21, 23, 25).

2.9. FOSA MANDIBULAR O CAVIDAD GLENOIDEA Y EMINENCIA

La fosa mandibular es la concavidad del hueso temporal que alberga el cóndilo de la mandíbula. Su cara anterior está formada por la eminencia articular y su cara posterior por la placa timpánica que forma la pared anterior del meato acústico externo. La fosa mandibular y la eminencia articular del hueso temporal en conjunto, se describen como la zona articular que se extiende por delante de la fisura Petrotimpánica o de Glaser y detrás de la raíz del proceso cigomático del temporal (19, 23, 26).

2.10. MANDÍBULA

Es un hueso impar con forma de herradura, forma la parte inferior de la cara. Presenta dos ramos perpendiculares unidos a una porción horizontal o cuerpo a través del ángulo mandibular(27).

El cuerpo se divide en una parte inferior o base y una parte superior o alveolar que soporta los dientes inferiores. Presenta en su cara externa accidentes óseos característicos como la protuberancia mental, que se encuentra limitada a cada lado por los tubérculos mentales y el foramen mental a través del cual emergen importantes estructuras vasculonerviosas. Así mismo su cara interna cuenta con las espinas mentales y la línea milohioidea que sirven de orígenes musculares(19, 24).

Entre las características importantes de los ramos de la mandíbula se encuentra la língula y el foramen mandibular, sitio a través del cual ingresan nervio y arteria alveolar inferior que finalmente emergen por el foramen mental anteriormente descrito recibiendo el nombre homónimo al foramen. El extremo superior de cada ramo mandibular presenta dos salientes óseas, que se encuentran unidas por la incisura de la mandíbula, una anterior que corresponde al proceso coronoideo al cual se inserta el músculo temporal y una posterior que corresponde al proceso condilar, en el cual se identifican el cuello y el cóndilo de la mandíbula, esta última corresponde a la superficie que se articula con el hueso temporal para formar la articulación temporomandibular(19, 24).

2.11. CÓNDILO DE LA MANDÍBULA

El cóndilo mandibular conforma la parte superior del proceso condilar, es descrito en la literatura como una eminencia ósea de forma convexa en toda su extensión ubicada bilateralmente en la parte superior y posterior del ramo mandibular al que se encuentra unido por el cuello del cóndilo, presenta un polo medial y lateral de forma puntiaguda y una cresta transversal que divide la superficie articular en dos partes; una anterior, mayor (verdadera zona articular), recubierta por fibrocartílago de 2 mm de espesor, y otra posterior, más pequeña, recubierta de tejido fibroso avascular (23).

2.11.1. Crecimiento condilar

La mandíbula crece a partir de tres mecanismos: el primero, el crecimiento dentro del proceso alveolar, segundo, la aposición y resorción ósea subperióstica y tercero, el crecimiento del cartílago secundario condilar. El crecimiento dentro de los procesos alveolares se da gracias a la erupción dental que permite que los dientes opuestos maxilares y mandibulares utilicen el espacio creado entre el maxilar y la mandíbula para aposicionar hueso. Esto permite un agrandamiento gradual del tamaño del alveolo dental desde la cresta hasta el fondo, este hueso depositado en el fondo del alveolo aumenta la distancia del diente al hueso basal mandibular, permitiendo un aumento de distancia entre el ápice dental y el canal mandibular. Ese tipo de crecimiento permite un aumento vertical en el tamaño mandibular. La aposición y resorción de hueso subperióstico facilitan el crecimiento mandibular debido al principio de crecimiento resorción/deposito. Los sitios de depósito óseo en la mandíbula son toda la superficie externa de la mandíbula, el cuerpo posterior del ramo, el mentón y el borde anterior del proceso coronoideo. Los sitios de resorción ósea en la mandíbula son: la superficie interna de la mandíbula, el borde anterior de la rama y el borde posterior del proceso coronoideo. El balance entre los procesos de aposición y resorción ósea generan en la mandíbula un incremento en la dimensión transversal, un ajuste en el grosor del ramo y un desplazamiento del proceso coronoideo. El crecimiento del cartílago condilar ocurre a través de un mecanismo de osificación endocondral el cual permite un incremento en la altura del ramo mandibular, un incremento en la longitud total de la mandíbula (por desplazamiento) y un incremento en la distancia intercondílea(13, 28, 29).

Inicialmente, el cartílago condilar había sido considerado un tipo de cartílago primario, como el que se encuentra en la sincondrosis y los discos de crecimiento (1, 13). Sin embargo, el cartílago condilar ha sido diseñado como un cartílago secundario, el cual presenta propiedades diferentes a la de los cartílagos

primarios.(1) En un hueso largo existen dos cartílagos primarios separados durante la etapa de crecimiento. El cartílago articular funciona como un tejido de absorción de carga mecánica, mientras el disco de crecimiento funciona como un sitio de crecimiento. En contraste, solo un cartílago (el cartílago condilar) existe en la mandíbula durante la vida y cumple una función tanto articular como de crecimiento (12, 28, 30).

Otra diferencia entre el cartílago primario y el secundario radica en su capacidad de respuesta mecánica. El cartílago primario está sujeto a factores generales, por lo que cuando se somete a aparatos mecánicos, es posible alterar su dirección, pero no su cantidad de crecimiento. Por el contrario el cartílago secundario (sujeto no solo a factores generales sino también locales) puede ser modulado a través de aparatos mecánicos para modificar tanto su dirección como la cantidad de crecimiento(13). Estas características permiten establecer que el cartílago condilar no es comparable con la placa epifisiaria cartilaginosa de un hueso largo. El cartílago condilar provee crecimiento regional adaptativo a la mandíbula a través del mantenimiento de la relación con el hueso temporal. Los cambios de crecimiento en el cóndilo se deben al potencial de crecimiento tridimensional del mismo lo que permite el desplazamiento anteroinferior del cóndilo mandibular y de toda la mandíbula(1). En efecto, el crecimiento del cóndilo mandibular no solo contribuye al aumento del tamaño de la mandíbula sino al desplazamiento mandibular (transposición) (12). Este potencial fue probado por Bjork y colaboradores a través de un estudio longitudinal utilizando análisis cefalométricos con implantes metálicos. Este estudio demostró que el crecimiento mandibular ocurre en un gran rango de direcciones desde anterosuperior hasta posterior(29).

2.11.2. Características histológicas del cartílago del cóndilo mandibular

El cartílago condilar está constituido por un tejido heterogéneo que contienen células en diversos estados de maduración condrogénica(12, 13). Ren y colaboradores lo consideran una mezcla entre cartílago hialino y cartílago fibroso(13). Las capas que constituyen el cartílago condilar han sido sujetas a diferentes formas de clasificación dependiendo de la especie animal, el método histológico y los marcadores moleculares. Debido a sus implicaciones funcionales la clasificación más aceptada a la fecha se basa en la presencia y localización de colágeno tipo I y tipo II, indicando la presencia de las capas:

- a) Fibrosa: es la capa más superficial conformada por tejido conectivo denso y es contigua al periostio. Presenta células aplanadas ubicadas entre fibras de colágeno. No posee capacidad condrogénica pero funciona como una capa de cubrimiento(12).
- b) Capa proliferativa: esta región está constituida por células de morfología poligonal compatibles con condrocitos. Esta capa se divide en dos capas, una superficial con células polimórficas y una profunda con células aplanadas orientadas paralelas a la superficie articular. Solo la capa superficial presenta capacidad proliferativa, mientras la capa profunda se encarga de la síntesis de colágeno. Las células de la capa proliferativa corresponden a progenitores osteocondrales y su vía de diferenciación está controlada por la fuerza biomecánica. Adicionalmente, esta zona puede estar influenciada por factores locales como el factor de crecimiento transformante Beta (TGF beta), interluquina-1, péptido relacionado con la paratohormona, BMP, IHH, RUNX-2 y OSTERIX. estos factores promueven el cambio fenotípico de colágeno tipo 1 a colágeno tipo 2(12, 31).

- c) Capa condrocítica: esta capa contiene condrocitos en diferentes estadios de maduración, desde aplanados hasta redondeados. La matriz es rica en colágeno tipo II y proteoglicanos(12).
- d) Capa de células hipertróficas: la hipertrofia es la capa de diferenciación final de linaje condrocítico y es requerida para el reemplazo del cartílago con hueso. En esta capa la matriz sufre calcificación y es invadida por vasos sanguíneos de la médula ósea permitiendo la llegada de precursores de osteoclastos y osteoblastos. Los condrocitos hipertróficos sufren apoptosis y son reemplazados por osteoblastos(12).

El aumento de la longitud del cóndilo mandibular es el resultado de tres fenómenos: la proliferación de células progenitoras, la producción de matriz cartilaginosa y la hipertrofia de los condrocitos. Esta última es la que presenta mayor contribución al crecimiento condilar(5, 12).

2.12. CÓNDILO MANDIBULAR Y OCLUSIÓN

Para la buena práctica clínica en las diferentes disciplinas odontológicas es primordial el conocimiento de los diferentes problemas relacionados con la oclusión dental. Sin embargo, durante muchos años dicho término ha sido tema de controversia, debido a la variedad de conceptos acerca de las relaciones oclusales dentales consideradas como “normales o anormales”, ya que pueden ser términos limitados o inadecuados, pero al mismo tiempo necesarios para el clínico al momento de realizar diagnósticos diferenciales entre los pacientes tratados(4, 5).

El término oclusión dental hace referencia a la relación que guardan los dientes de la arcada superior en la maxila con los dientes de la arcada inferior en la mandíbula en una posición estática de contacto cerrado, en la que intervienen dinámicamente

los músculos masticatorios, la articulación temporomandibular, el esqueleto cráneo facial, el sistema neuro muscular, los planos inclinados de las arcadas y los planos cuspídeos de los dientes(4, 5).

En términos de maloclusión, Edward Angle, definió la maloclusión como “la perversión del crecimiento y desarrollo normal de la dentadura” ya que para él, la forma en que una persona mordía estaba relacionada con la forma en cómo se desarrollaban la maxila y la mandíbula, es decir, si la mandíbula crecía mucho o por el contrario crecía poco, la forma ideal de oclusión se alteraba(4, 5, 32).

En 1947 Wyllie, considero que las maloclusiones no solo estaban relacionadas con el crecimiento anormal de dichas estructuras, sino que también estaban relacionadas con factores externos como hábitos de presión anormales y aberraciones funcionales, que podían afectar varios sistemas simultáneamente, (neuromuscular, óseo o periodontal), afectando no solo la adecuada oclusión dental si no también la fonación y la deglución, de tal manera que todo estaba íntimamente relacionado(4, 5, 32).

En general las maloclusiones no tienen una etiología específica conocida, corresponden a variaciones del crecimiento y desarrollo de cada individuo. Sin embargo, de acuerdo a *Graber* las causas de las maloclusiones se pueden dividir en factores generales (herencia, factores genéticos, traumas, déficits nutricionales, hábitos de presión anormal) o factores locales (Anomalías de dientes en cuanto a forma o tamaño, agenesias dentales, dientes supernumerarios, perdida prematura de dientes, brote tardío de dientes, anquilosis, caries dental, restauraciones dentales inadecuadas entre otras)(5).

En términos de maloclusión es necesario pensar en los tres planos del espacio anteroposterior, vertical y transversal ya que la maloclusión no sólo afecta a dientes,

sino a todo el aparato estomatológico. En 1960 Ackerman y Proffit incluyeron los planos vertical y transversal al contexto de las maloclusiones, así como reconocieron la relación entre la protrusión y el apiñamiento(4).No obstante, para el presente estudio solo se tuvo en cuenta las maloclusiones de tipo sagital esquelética ya que es la que esta directamente relacionada con el crecimiento anteroposterior de la mandíbula y su relación con el crecimiento del cóndilo mandibular, para esta clasificación de las maloclusiones se tuvo en cuenta el ángulo ANB.

2.13. ANGULO ANB

Determinado originalmente por Cecil Steiner En 1953, mide la distancia angular entre el punto A, el punto Nasion y el punto B con respecto a la base del cráneo y permite evaluar la relación esquelética sagital maxilo-mandibular (33)

2.13.1. Punto Nasion:

Punto cefalométrico más anterior de la sutura frontonasal en el plano medio (34) .

2.13.2. Punto A o subespinal:

Es el punto más posterior de la concavidad anterior en el perfil óseo del hueso maxilar, que se ubica entre la espina nasal anterior y el reborde alveolar(33).

2.13.3. Punto B o supramental:

Es el punto más posterior de la concavidad anterior en el perfil óseo del hueso de la mandíbula, ubicado entre pogonion (punto más prominente del mentón óseo o sínfisis mandibular) y el reborde alveolar(33).

2.14. TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE CONE BEAM O HAZ DE CONO

La tomografía axial computarizada es una tecnología de rayos X que permite obtener imágenes tridimensionales en los planos sagital, coronal y transversal, a través de la cual se pueden realizar análisis exactos de las diferentes estructuras anatómicas. Esta tecnología se introdujo por primera vez en 1972 para beneficio de las áreas de la salud por el ingeniero eléctrico Sir Godfrey Newbold Hounsfield(35), corresponde a equipos de última generación en la que se obtienen imágenes en dos dimensiones (2D) que a través de un software y utilizando una serie de algoritmos pueden ser reconstruidas en tercera dimensión (3D)(36).

La tomografía computarizada de cone beam (TCCB) se diseñó con la intención de compensar algunas limitaciones de la tomografía convencional, utiliza rayos X y proporciona imágenes de resolución espacial submilimétrica con tiempos de exposición a radiación menor que las tomografías convencionales. La reconstrucción en 3D le permite al evaluador movilizarse de forma interactiva a través de múltiples cortes submilimétricos de forma multiplanar. Desde su invención, la TCCB se convirtió en una herramienta tecnológica muy importante para la evaluación de la morfometría y la morfología craneo facial en ortodoncia, además de la detección precisa y eficaz tanto de la anatomía normal como la anormal de las diferentes estructuras, con un potencial de utilidad a largo plazo en el diagnóstico y la planificación de tratamiento de cada paciente(37-39).

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer las características morfológicas y morfométricas del cóndilo mandibular en pacientes con crecimiento cráneo facial terminado y con relación esquelética sagital clase I, clase II y clase III.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la forma del cóndilo mandibular en pacientes con crecimiento cráneo facial terminado de relación esquelética sagital clase I, clase II y clase III.
- Determinar la morfometría del cóndilo mandibular en pacientes con crecimiento cráneo facial terminado de relación esquelética sagital clase I, clase II y clase III.
- Correlacionar las características morfológicas y morfométricas del cóndilo mandibular en pacientes con crecimiento cráneo facial terminado de relación esquelética sagital clase I, clase II y clase III.

4. METODOLOGÍA

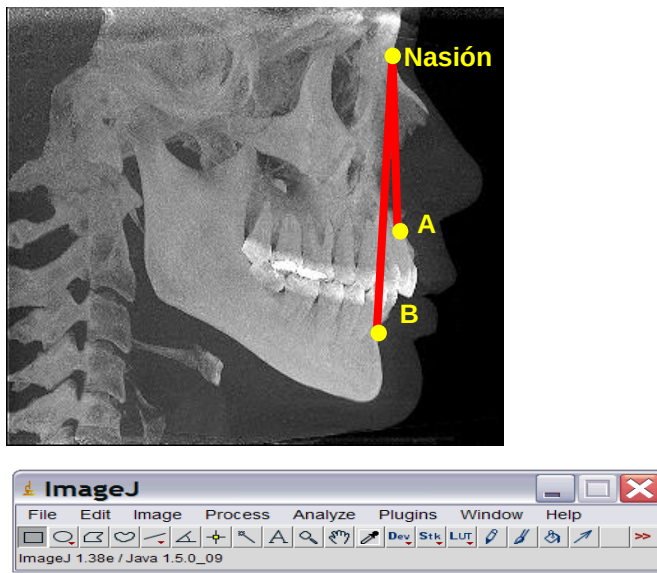
4.1. TIPO DE ESTUDIO

Estudio descriptivo, observacional de tipo transversal retrospectivo.

4.2. DETERMINACIÓN Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra se tomó de manera no probabilística a partir de la base de datos de la clínica odontológica de German Puerta y Lorena López. Se seleccionaron 72 TCCB de individuos colombianos sin distinción de género que habían asistido a la clínica en el periodo comprendido entre 2013 y 2017, de estas tomografías se analizaron y evaluaron un total de 144 cóndilos mandibulares. Las tomografías habían sido realizadas como parte del proceso de diagnóstico para el establecimiento de tratamiento de ortodoncia correctiva. Se tuvo acceso a las tomografías y al software I-CAT visión durante cuatro meses, bajo la tutela de la clínica odontológica de German Puerta y Lorena López para la realización de las evaluaciones.

Se seleccionaron las tomografías que cumplieron con los criterios de inclusión, las cuales fueron divididas en tres grupos a partir del ángulo ANB. El grupo 1 correspondió a pacientes con relación esquelética sagital de clase I a partir de un ángulo ANB entre 0 y 4 grados. El grupo 2 correspondió a pacientes con relación esquelética sagital de clase II a partir de un ángulo ANB mayor a 5 grados. El grupo 3 correspondió a pacientes con relación esquelética sagital de clase III a partir de un ángulo ANB menor a cero (0) grados. Se realizó captura de la imagen en el software I-Cat Visión y se realizó la medición del ángulo ANB utilizando el programa Image J versión 1.38e (Ver figura 1.)



Positivo si A por delante, negativo si B por delante ($2^\circ \pm 2$)

Figura 1. Clasificación de la relación esquelética sagital por ángulo ANB.

4.2.1. Criterios de inclusión

- Mujeres mayores de 15 años y hombres mayores de 18 años hasta los 40 años. Los criterios de inclusión se determinaron de acuerdo con el estudio de crecimiento craneofacial realizado por la universidad de Michigan, en el que se estableció que las niñas inician el pico de crecimiento antes que los niños y por lo tanto lo terminan antes, de tal manera que a los 15 y 18 años ya se ha terminado el crecimiento cráneo facial respectivamente.

4.2.2. Criterios de exclusión

- Hallazgos radiológicos compatibles con enfermedades degenerativas y/o del desarrollo de la articulación temporomandibular
- Hallazgos radiológicos que evidencien historia de cirugía ortognática o trauma facial
- Pacientes con hallazgos de hiperplasia condilar

- Pacientes que presenten pérdida de más de 4 dientes

4.3. CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente trabajo de investigación se basó en las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud de la resolución N° 008430 DE 1993 del ministerio de salud de la Republica de Colombia

No se accedió a datos de la historia clínica de los pacientes, solamente aquellos ligados al número asignado en la consola para el estudio, además de la edad registrada en la tomografía.

Se garantizó la confidencialidad del paciente. En ningún momento se mostró la cédula o el nombre de este. Las tomografías fueron codificadas utilizando un sistema consecutivo a partir del número 001, teniendo en cuenta el orden de evaluación.

Este estudio no comprometió seres humanos vivos, por lo que no se requirió la obtención de un consentimiento informado por parte de los pacientes. Sin embargo, es importante aclarar que se contó con la autorización escrita por parte de la clínica odontológica German puerta y Lorena López, para el uso de la base de datos de tomografías computarizadas de dicha institución (Ver anexo 1). Los pacientes autorizaron previamente el uso de sus registros diagnósticos para efectos de investigación. Adicionalmente, no se generó ningún tipo de exposición a radiación para los investigadores ni exposición nueva para los pacientes.

Se declara que no existe conflicto de interés por parte de los autores de este trabajo para la publicación concerniente a los productos de investigación que se esperan obtener tales como artículos científicos.

El proyecto fue avalado por el comité institucional de revisión de ética humana de la Universidad del Valle. Acta de aprobación Número 019 – 017.

4.4. OBTENCIÓN DE LAS IMÁGENES

La determinación de la forma y morfometría del cóndilo mandibular derecho e izquierdo, se realizó desde los plano sagital y coronal (para la forma) y desde el plano axial (para la morfometría) en el programa I-Cat Vision. Para asegurar que cada evaluación tanto de la forma como de la dimensión condilar se realizara al mismo nivel en todos los individuos, se posicionó la cabeza de cada individuo en la imagen diagnostica teniendo en cuenta tres puntos de referencia (Infraorbitario bilateral, Cresta de Galli y Plano de Frankfort). Estos planos permitieron simular la posición natural de la cabeza en la TCCB adecuada para el análisis cefalométrico (34, 40) (Ver anexo 2 y Anexo 3).

- a) Infraorbitario Bilateral** (a nivel de los forámenes infraorbitarios): para establecer el plano coronal se posiciono la línea roja punteada paralela a los forámenes infraorbitarios (Ver figura 2).

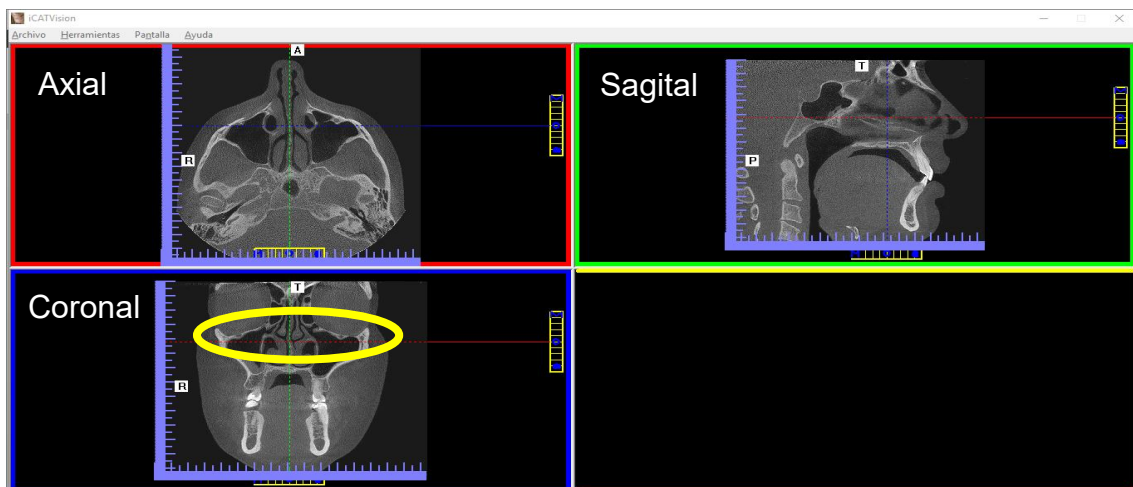


Figura 2. Primer punto de referencia infraorbitario bilateral

b) Cresta Galli: (a nivel de la cresta de Galli) Para establecer el plano vertical se aseguró que la línea verde punteada del plano coronal pasara por el centro de la Cresta Galli (Ver figura 3).

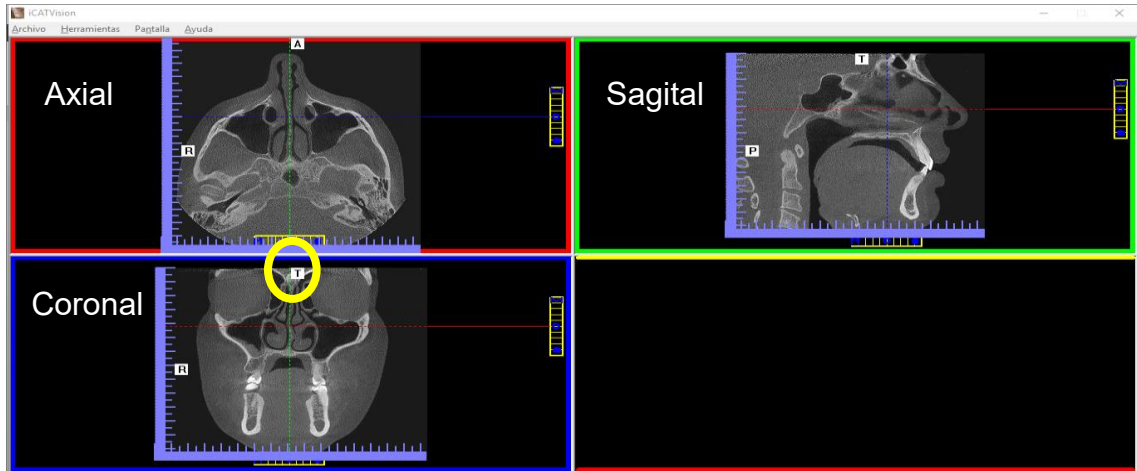


Figura 3. Segundo punto de referencia Cresta Galli

c) Plano de Frankfort (plano desde el punto cefalométrico infraorbitario hasta el punto cefalométrico Porion): Se ubicó la línea roja punteada del plano sagital sobre Porion (punto más superior del meato acústico externo) y el punto infraorbitario bilateral anteriormente descrito de tal manera que coincidieran simultáneamente (Ver figura 4).

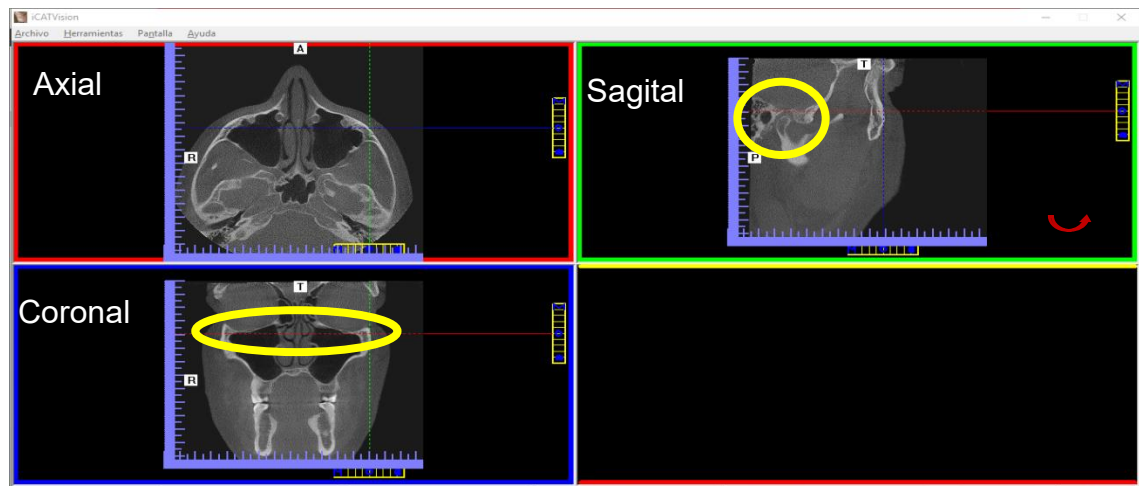


Figura 4. Tercer punto de referencia Plano de Frankfort

Después de posicionar la cabeza con los tres puntos de referencia, se procedió a ubicar la parte más ancha del cóndilo en el diámetro medio-lateral, teniendo en cuenta las imágenes del plano axial y sagital para iniciar la medición o la identificación de la forma en los diferentes planos (Ver figura 5) (ver Anexo 2 y Anexo 3).

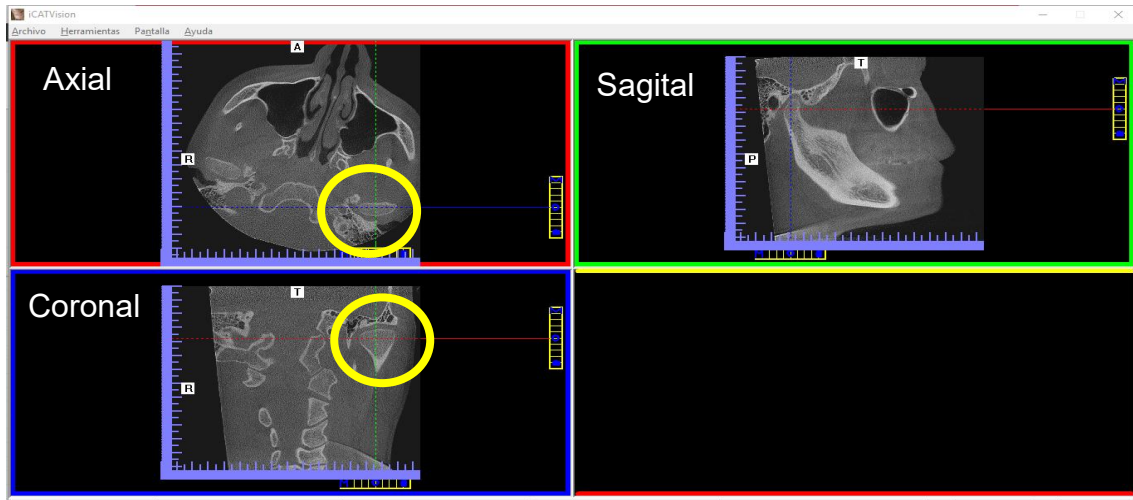


Figura 5. Punto más ancho medio- lateral del cóndilo

4.5. METODOLOGÍA PARA EL PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO

Determinar la forma del cóndilo mandibular en pacientes con crecimiento cráneo facial terminado de relación esquelética sagital clase I, clase II y clase III.

La obtención de las imágenes para la determinación de la forma condilar se realizó a partir del programa I-Cat Vision simulando la posición natural de la cabeza. Los cortes sagital y coronal se evaluaron en la región más ancha del cóndilo del plano axial, lo que garantizó la evaluación en la máxima dimensión condilar. La determinación de la forma del cóndilo mandibular derecho e izquierdo, se evaluó a través de la observación directa sobre la TCCB.

Para el plano coronal se utilizó la clasificación propuesta por *Yale et al* (aplanado, angulado, convexo, redondeado) (41). Se asignó un nuevo ítem (mixto) cuando la forma del cóndilo presentaba una forma indefinida con más de una característica en la superficie superior (Ver figura 6).

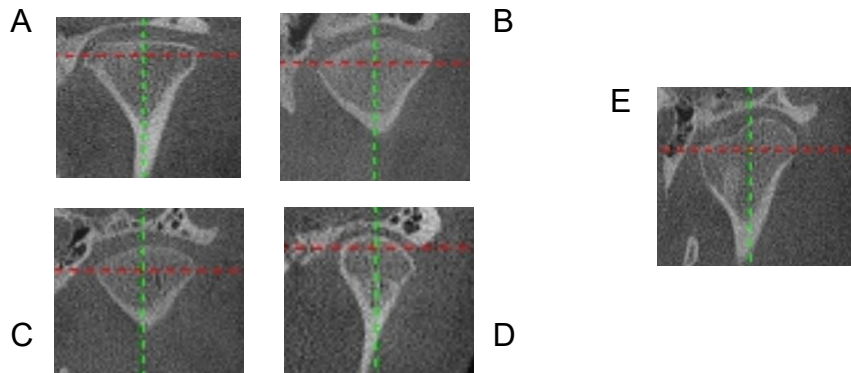


Figura 6. Clasificación de la forma del cóndilo en plano coronal

(A) Aplanado, (B). Angulado, (C). Convexo, (D) Redondeado, (E) Mixto.

Para el plano sagital se tuvo en cuenta la clasificación utilizada por *Vahanwala et al* (ovalado, diamante, pico de pájaro, dedo partido) (42). Se asignó un nuevo ítem (mixto) cuando la forma del cóndilo presentaba una forma indefinida con más de una característica en la superficie superior (Ver figura 7).



Figura 7. Clasificación de la forma del cóndilo en plano sagital

(A) Ovalado, (B). Diamante, (C). Pico de pájaro, (D) Dedo partido, (E) Mixto.

4.5.1. Prueba piloto

Se realizó prueba piloto con análisis inter e intra-observador en los paquetes tomográficos de 8 de los 72 individuos de la muestra que cumplieron con los criterios de inclusión tomados de manera aleatoria. Se analizaron un total de 16 cóndilos, 8 derechos y 8 izquierdos. Para llevar a cabo esta prueba piloto se diseñó un protocolo operacional estandarizado (Ver anexo 2).

La prueba inter-observador (Ver tabla 1) se realizó entre el experto ortodoncista Mario Alejandro Ortiz Salazar (director del proyecto) y Marcela Agudelo Ríos (investigadora principal, estudiante de postgrado). Cada evaluador analizó la forma del cóndilo derecho e izquierdo de manera individual y la comparó con las imágenes reportadas por *Yale et al* (41) y *Vahanwala et al* (42) en el plano coronal y sagital respectivamente. Para la prueba intra-observador (Ver tabla 2) se evaluaron los cóndilos derecho e izquierdo de cada individuo en tres momentos diferentes con una semana de intervalo. Se eligió la moda como el representante del grupo y luego se calculó el coeficiente de correlación intraclase (ICC) para medir la concordancia (Ver tabla 3).

4.5.2. Resultados prueba piloto primer objetivo específico

Tabla 1. Prueba inter-observador forma del cóndilo

Variable	Prueba Inter-Observador		Grado de acuerdo
	Coeficiente	Significancia	
Forma sagital izquierda	0.845	0,000	Casi Perfecto
Forma sagital derecha	0.557	0,002	Moderado
Forma coronal izquierda	0.813	0,002	Casi Perfecto
Forma coronal derecha	0.571	0,009	Moderado

Tabla 2. Prueba intra-observador forma del cóndilo

Variable	Prueba Intra-Observador		Grado de acuerdo
	Coefficiente	Significancia	
Forma sagital izquierda	0.833	0,000	Casi Perfecto
Forma sagital derecha	0.695	0,000	Substancial
Forma coronal izquierda	0.526	0,009	Moderado
Forma coronal derecha	0,640	0,008	Substancial

Tabla 3. Valores de referencia del coeficiente de correlación intraclase

Coeficiente de correlación intraclase	
Valor	Grado de acuerdo
0	Pobre
0.01-0.20	Leve
0.21-0.40	Regular
0.41-0.60	Moderado
0.61-0.80	Substancial
0.81-1.00	Casi perfecto

4.6. METODOLOGÍA PARA EL SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO

Determinar la morfometría del cóndilo mandibular en pacientes con crecimiento cráneo facial terminado de relación esquelética sagital clase I, clase II y clase III.

Con la cabeza simulada en posición natural en la imagen, se realizó la medición en el plano axial de cada cóndilo trazando una línea entre el polo medial y el polo lateral para determinar el diámetro medio- lateral (DML) y posteriormente se trazó una línea perpendicular a la anterior en el punto más ancho del cóndilo para determinar el diámetro antero-posterior (DAP) del mismo (40, 43) (Ver figura 8).

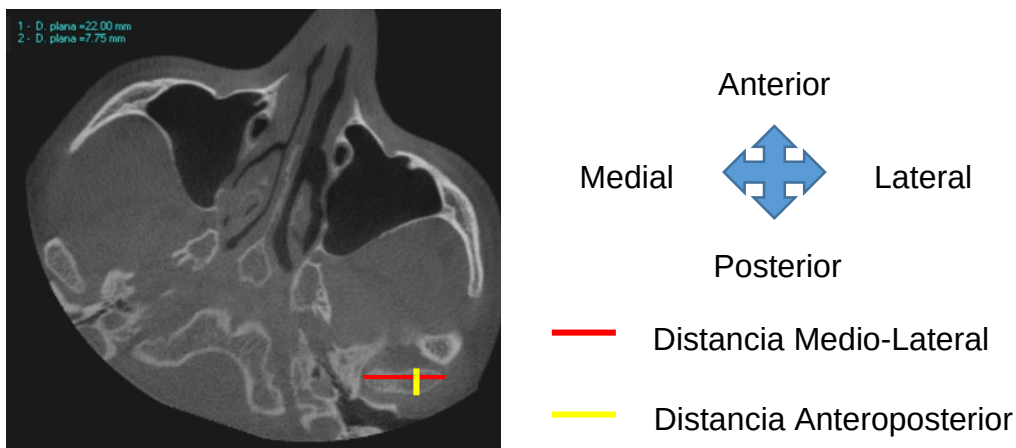


Figura 8. Medición del cóndilo en el plano axial

4.6.1. Prueba piloto

Se realizó prueba piloto con análisis inter e intra-observador en los paquetes tomográficos de 8 de los 72 individuos de la muestra que cumplieron con los criterios de inclusión de manera aleatoria. Se analizaron un total de 16 cóndilos, 8 derechos y 8 izquierdos. Para llevar a cabo esta prueba piloto se diseñó un protocolo operacional estandarizado (Ver anexo 3).

Se realizó prueba piloto previa con análisis intra e inter-observador. La prueba inter-observador (Ver tabla 4) se llevó a cabo entre la experta Adriana Herrera Rubio (Radióloga maxilofacial) y Marcela Agudelo Ríos (investigadora principal, estudiante de postgrado). Cada evaluador realizó una medición medio-lateral y anteroposterior del cóndilo derecho e izquierdo en el plano axial sobre el paquete tomográfico de los ocho individuos escogidos. Para la prueba intra-observador (Ver tabla 5) se evaluaron los cóndilos derecho e izquierdo sobre los paquetes tomográficos de los 8 individuos en tres momentos diferentes con una semana de intervalo. Se realizó un coeficiente de correlación intraclass para determinar el grado de concordancia.

4.6.2. Resultados prueba piloto segundo objetivo específico

Tabla 4. Prueba inter-observador diámetro del cóndilo

Diámetro	Correlación Inter-observador	Grado de acuerdo
Axial medio-lateral izquierdo	0.968	Casi Perfecto
Axial medio-lateral derecho	0.985	Casi Perfecto
Axial anteroposterior izquierdo	0.929	Casi Perfecto
Axial anteroPosterior derecho	0.874	Casi Perfecto

Tabla 5. Prueba intra-observador diámetro del cóndilo

Diámetro	Correlación intra-observador	Grado de acuerdo
Axial medio-lateral izquierdo	0.970	Casi perfecto
Axial medio-lateral derecho	0.996	Casi perfecto
Axial anteroposterior izquierdo	0.989	Casi perfecto
Axial anteroposterior derecho	0.973	Casi perfecto

4.7. METODOLOGÍA PARA EL TERCER OBJETIVO ESPECÍFICO

Correlacionar las características morfológicas del cóndilo mandibular en pacientes con crecimiento cráneo facial terminado de relación esquelética sagital clase I, clase II y clase III.

Una vez realizadas las pruebas piloto y tomadas las medidas definitivas, se realizó una correlación entre las características morfológicas del cóndilo mandibular y la relación esquelética. Las pruebas estadísticas se describen en el punto 4.9 (análisis estadístico).

4.8. MATRIZ DE VARIABLES

Tabla 6. Matriz de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	MEDICIÓN	TIPO	ESCALA
Sexo	Condición de un organismo que distingue entre masculino y femenino	Femenino Masculino	Cualitativa	Nominal
Edad	Cantidad de años cumplidos hasta la fecha de la tomografía	Años	Cuantitativa continua	Intervalo
Lateralidad	Condición de posición corporal	Derecho Izquierdo	Cualitativa	Nominal
Morfología del cóndilo mandibular en coronal	Forma externa del cóndilo mandibular en el plano coronal según la clasificación de Yale	Angulado Redondeado Aplanado Convexo	Cualitativa	Nominal
Morfología del cóndilo mandibular en sagital	Forma externa del cóndilo mandibular en el plano sagital según la clasificación utilizada por Vahanwala et al	Ovalado Diamante Pico de pájaro Dedo torcido	Cualitativa	Nominal
Relación sagital esquelética	Relación entre la maxila y la mandíbula, medidas a partir de los puntos A, Nasión y B	Grados Ángulo ANB	Cuantitativa	Intervalo
Diámetro Medio-lateral Axial	Distancia entre el polo medial y el polo lateral evaluada en el plano axial	mm	Cuantitativa	Razón
Diámetro anteroposterior Axial	Distancia anteroposterior tomada como una perpendicular del diámetro medio lateral axial en el punto más ancho antero-posterior	mm	Cuantitativa	Razón

4.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.9.1. Análisis descriptivo

Para el análisis descriptivo de cada una de las variables, se calcularon las medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y medidas de dispersión (varianza, desviación estándar, coeficiente de variación, rango, valor mínimo y máximo) para cada una de las variables cuantitativas. Para las variables cualitativas se realizaron cálculo de proporciones para cada una de las categorías.

4.9.2. Verificación de la normalidad de las variables

Mediante la prueba de Shapiro Wilk se realizó el análisis de normalidad de cada una de las variables del estudio y cada subgrupo conformado por el cruce entre variables, llegando a la conclusión que solo era necesario el uso de pruebas paramétricas en el análisis.

4.9.3. Verificación de la homogeneidad de la varianza

Con el fin de obtener conclusiones más precisas, se realizó la prueba de homogeneidad de la varianza, lo que permitió para cada una de las variables poder trabajar bajo el supuesto de varianzas iguales.

4.9.4. Comparación de grupos

Para cada una de las variables cuyas categorías de comparación eran más de dos se utilizó ANOVA, el cual permitió encontrar la existencia o no de diferencias significativas. Para los casos donde las variables solo tenían dos categorías se utilizó la prueba de comparación de media t de student. Para las variables cualitativas se utilizó prueba de Chi cuadrado.

5. RESULTADOS

5.1. DISTRIBUCIÓN DEMOGRÁFICA

Del total de individuos evaluados ($n=72$), se observa que la mayoría corresponden al sexo femenino 65.3%. (Ver gráfico 1). La edad media de la muestra fue 26.3 con una desviación estándar de 7.31 y un valor mínimo de 15 y máximo de 40, mostrando una prevalencia de individuos adultos jóvenes.

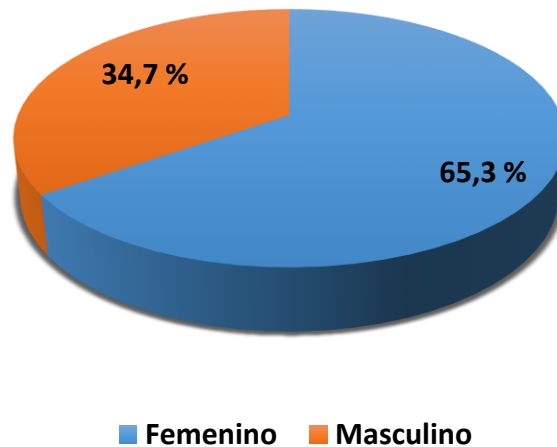


Gráfico 1. Distribución por sexo

Del total de individuos evaluados la clase esquelética que predominó en la muestra fue la clase I 55.6% (40) seguido de la clase II 36.1% (26) y finalmente clase III 8.3% (6) (Ver gráfico 2).

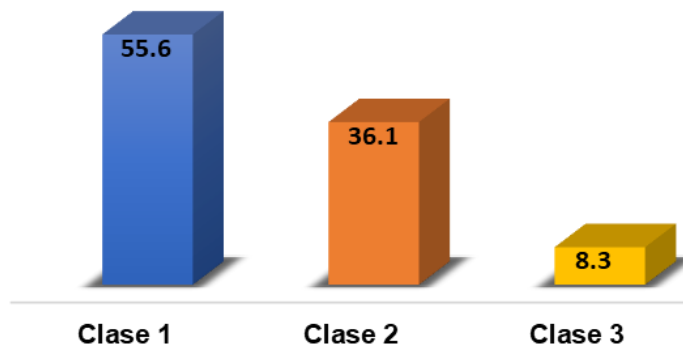


Gráfico 2. Distribución por clase esquelética

5.2. DESCRIPCIÓN DE LA FORMA CONDILAR

Del total de cóndilos evaluados en el plano sagital (n=144), se observó un predominio de la forma ovalada 45.1% (65), seguido de dedo partido 31.3% (45) (Ver Gráfico 3). Al analizar los datos de la forma, en el plano sagital de acuerdo con la lateralidad, se observó una distribución igual en el lado derecho entre la forma ovalada y la forma dedo partido del 35%. En el lado izquierdo predomina la forma ovalada en más de la mitad de los cóndilos 56% (Ver gráfico 4 y Gráfico 5). Esto demuestra que no existe concordancia en el lado derecho e izquierdo con relación a la forma sagital condilar.

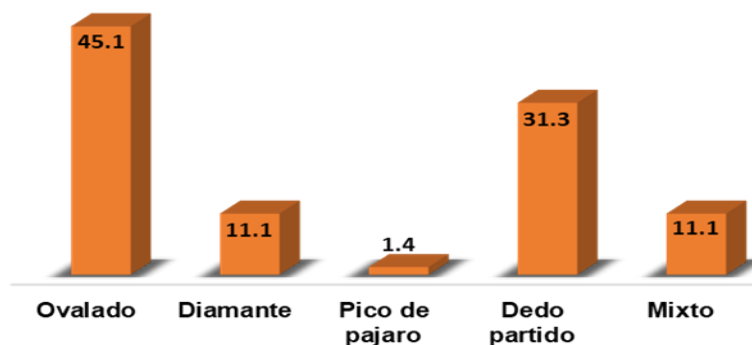


Gráfico 3. Distribución general forma sagital del cóndilo

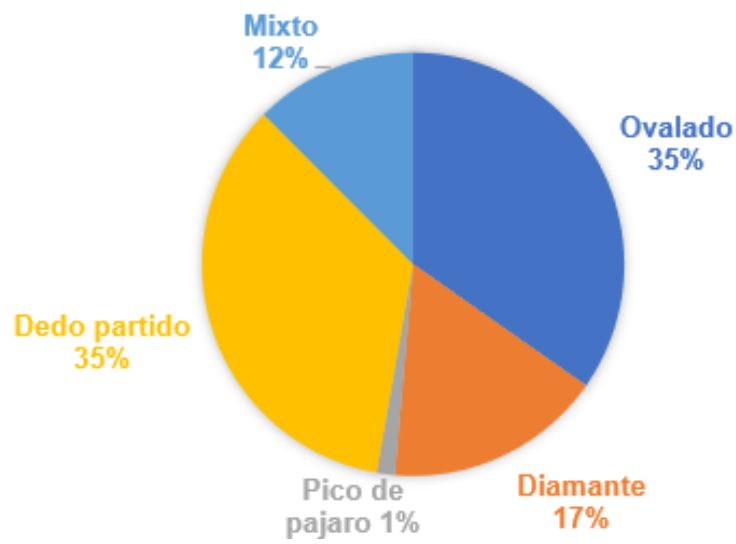


Gráfico 4. Distribución forma sagital cóndilo derecho

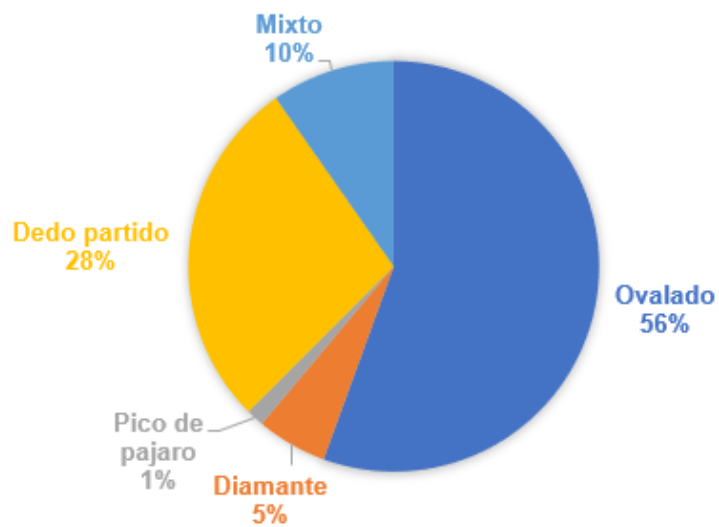


Gráfico 5. Distribución forma sagital cóndilo izquierdo

Al evaluar la morfología en el plano coronal, del total de cóndilos evaluados (n=144), se encontró un predominio de la forma redondeada 44.4% (64), seguida de la forma convexa 39.6% (57) (Ver gráfico 6). Al analizar los datos de la forma, en el plano coronal de acuerdo con la lateralidad, se observó una distribución igual de la forma redondeada 44.4% en los lados derecho e izquierdo. La forma convexa presento prevalencias distintas entre el lado derecho (42%) y el izquierdo (37%) (Ver gráfico 7 y gráfico 8).

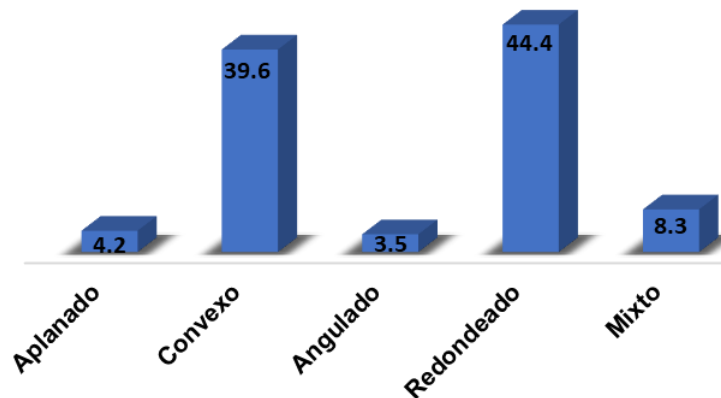


Gráfico 6. Distribución general forma coronal

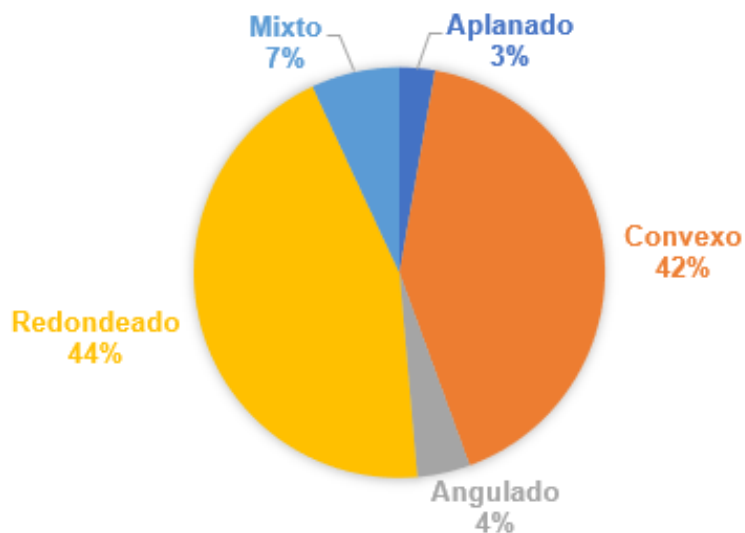


Gráfico 7. Distribución forma coronal cóndilo derecho

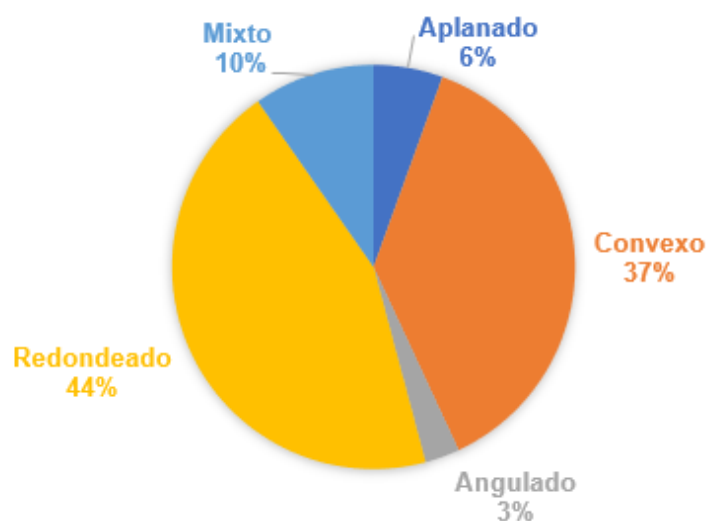


Gráfico 8. Distribución forma coronal cóndilo izquierdo

5.3. ANÁLISIS MORFOMÉTRICO CONDILAR

La determinación de las medidas de los diámetros medio-lateral y anteroposterior permitió identificar diferencias en la media al comparar la lateralidad derecha vs la lateralidad izquierda. En este sentido todas las medidas lineales derechas fueron más altas que las izquierdas (Ver tabla 7).

Tabla 7. Medidas morfométricas lineales

Diámetro	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
DMLI	72	12.00	11.50	23.50	18.5660	2.41255
DAPI	72	5.75	5.50	11.25	8.0000	1.23405
DMLD	72	11.00	13.50	24.50	18.7468	2.27276
DAPD	72	5.75	6.00	11.75	8.2708	1.17016

Nota: DMLI: diámetro medio-lateral izquierdo, DAPI: diámetro anteroposterior izquierdo, DMLD: diámetro medio-lateral derecho, DAPD: diámetro antero-posterior derecho.

5.4. CORRELACIÓN ENTRE LA MORFOLOGÍA CONDILAR, GÉNERO, LATERALIDAD Y CLASE ESQUELÉTICA

Se realizaron análisis estadísticos con el objetivo de establecer la relación entre la morfología condilar y las variables poblacionales estudiadas. Con relación al género, la comparación con la forma condilar no arrojó diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$), independiente de la lateralidad (Ver tabla 8).

Tabla 8. Correlación morfología condilar, lateralidad y sexo

CÓNDILO	PLANO	MORFOLOGÍA	MASCULINO (n =25)	FEMENINO (n=47)	p *
Derecho	Coronal	Aplanado	0 (0,0%)	2 (4,3%)	0.751
		Convexo	12 (48,0%)	18 (38,3%)	
		Angulado	1 (4,0%)	2 (4,3%)	
		Redondeado	11 (44,0%)	21 (44,7%)	
		Mixto	1 (4,0%)	4 (8,5%)	
	Sagital	Ovalada	8 (32,0%)	17 (36,2%)	0.919
		Diamante	4 (16,0%)	8 (17,0%)	
		Dedo partido	10 (40,0%)	15 (31,9%)	
		Pico de Pájaro	0 (0,0%)	1 (2,1%)	
		Mixto	3 (12,0%)	6 (12,8%)	
Izquierdo	Coronal	Aplanado	2 (8,0%)	2 (4,3%)	0.776
		Convexo	11 (44,0%)	16 (34,0%)	
		Angulado	1 (4,0%)	1 (2,1%)	
		Redondeado	9 (36,0%)	23 (48,9%)	
		Mixto	2 (8,0%)	5 (10,6%)	
	Sagital	Ovalada	11 (44,0%)	29 (61,7%)	0.209
		Diamante	3 (12,0%)	1 (2,1%)	
		Dedo Partido	7 (28,0%)	13 (27,7%)	
		Pico de Pájaro	0 (0,0%)	1 (2,1%)	
		Mixto	4 (16,0%)	3 (6,4%)	

*Prueba Chi cuadrado

Con relación a la clase esquelética, la forma condilar no presentó diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$) En los pacientes con relación esquelética de clase I la forma más prevalente en el plano coronal fue redondeada y el plano sagital fue ovalada. En los pacientes con relación esquelética de clase II la forma más prevalente en el plano coronal fue convexa y en el plano sagital dedo partido y ovalado (con diferencia por lateralidad). En los pacientes con relación esquelética de clase III la forma más frecuente en el plano coronal fue redondeada y el plano sagital fue dedo partido (Ver tabla 9).

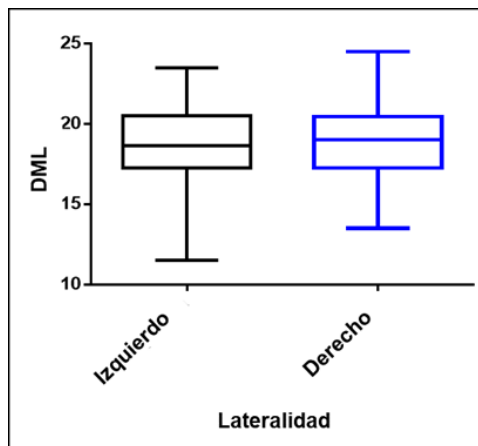
Tabla 9. Correlación morfología condilar, lateralidad y clase esquelética

CÓNDILO	PLANO	MORFOLOGÍA	CLASE I (n=40)	CLASE II (n=26)	CLASE III (n=6)	p*
Derecho	Coronal	Aplanado	1 (2,5%)	1 (3,8%)	0 (0,0%)	0.977
		Convexo	16 (40,0%)	12 (46,2%)	2 (33,3%)	
		Angulado	2 (5,0%)	1 (3,8%)	0 (0,0%)	
		Redondeado	18 (45,0%)	11 (42,3%)	3 (50,0%)	
		Mixto	3 (7,5%)	1 (3,8%)	1 (16,7%)	
	Sagital	Ovalada	16 (40,0%)	7 (26,9%)	2 (33,3%)	0.363
		Diamante	6 (15,0%)	6 (23,1%)	0 (0,0%)	
		Dedo partido	11 (27,5%)	10 (38,5%)	4 (66,7%)	
		Pico de Pájaro	0 (0,0%)	1 (3,8%)	0 (0,0%)	
		Mixto	7 (17,5%)	2 (7,7%)	0 (0,0%)	
Izquierdo	Coronal	Aplanado	3 (7,5%)	1 (3,8%)	0 (0,0%)	0.520
		Convexo	15 (37,5%)	11 (42,3%)	1 (16,7%)	
		Angulado	1 (2,5%)	0 (0,0%)	1 (16,7%)	
		Redondeado	18 (45,0%)	11 (42,3%)	3 (50,0%)	
		Mixto	3 (7,5%)	3 (11,5%)	1 (16,7%)	
	Sagital	Ovalada	20 (50,0%)	17 (65,4%)	3 (50,0%)	0.767
		Diamante	2 (5,0%)	2 (7,7%)	0 (0,0%)	
		Dedo Partido	12 (30,0%)	5 (19,2%)	3 (50,0%)	
		Pico de Pájaro	1 (2,5%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	
		Mixto	5 (12,5%)	2 (7,7%)	0 (0,0%)	

*Prueba Chi cuadrado

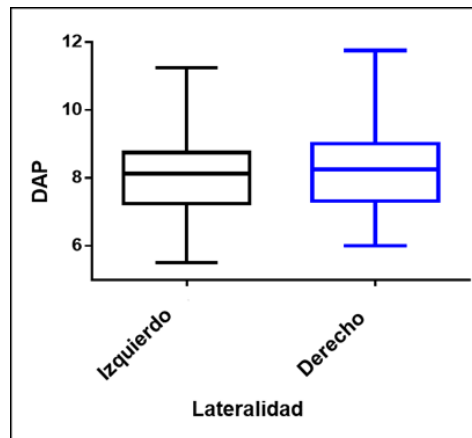
5.5. CORRELACIÓN ENTRE LA MORFOMETRÍA CONDILAR, GÉNERO, LATERALIDAD Y CLASE ESQUELÉTICA

Se realizaron análisis estadísticos con el objetivo de establecer la relación entre la morfología condilar y las variables poblacionales estudiada. Al analizar el diámetro medio-lateral en los cóndilos derecho e izquierdo, no se encontró diferencias significativas con un p valor de .644 (Ver figura 9). De igual manera, el diámetro anteroposterior en los cóndilos derecho e izquierdo no presentó diferencias significativas con un p valor de .179 (Ver figura 10).



**prueba t student*

Figura 9. Correlación diámetro medio-lateral y lateralidad



**prueba t student*

Figura 10. Correlación diámetro antero-posterior y lateralidad

Al comparar el diámetro medio-lateral y anteroposterior con el sexo en cada lado, se encontró diferencias estadísticamente significativas en la media del diámetro medio-lateral, siendo mayor en el sexo masculino (Ver tabla 10).

Tabla 10. Diámetro y Sexo

CÓNDILO	DIÁMETRO	GÉNERO	MEDIA	D.E	p*
Derecho	Diámetro medio lateral DML	Femenino	17.97	2.02	.000
		Masculino	20.2	2.01	
	Diámetro antero-posterior DAP	Femenino	8.28	1.18	8.72
		Masculino	8.24	1.16	
Izquierdo	Diámetro medio lateral DML	Femenino	17.8	2.29	.000
		Masculino	20	1.96	
	Diámetro antero-posterior DAP	Femenino	8.03	1.34	7.66
		Masculino	7.94	1.01	

**ANOVA p valor <0.05*

Al comparar la forma del cóndilo desde el plano sagital y coronal con el diámetro medio-lateral y anteroposterior, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el diámetro medio-lateral y la forma coronal (Ver tabla 11), indicando que en este plano se pueden apreciar diferencias entre el DML de cóndilos de morfología redondeada, convexa, aplanada y angulada. Al comparar el diámetro medio-lateral y anteroposterior con la clase esquelética en cada lado no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (Ver tabla 12).

Tabla 11. Correlación cóndilo forma y diámetro

CÓNDILO	PLANO	MORFOLOGÍA	DML		p*	DAP		p*
			Media	D.E		Media	D.E	
Derecho	Coronal	Aplanado	20.00	2.47	.000	8.25	1.77	.952
		Convexo	19.93	1.73		8.38	1.20	
		Angulado	19.92	0.80		7.83	1.28	
		Redondeado	17.76	2.12		8.22	1.16	
		Mixto	16.75	2.86		8.25	1.26	
	Sagital	Ovalada	18.73	2.70	.296	8.43	1.16	.355
		Diamante	17.69	2.39		8.54	0.66	
		Dedo partido	19.40	1.86		8.21	1.35	
		Pico de Pájaro	19.00			8.75		
		Mixto	18.36	1.57		7.58	1.14	
Izquierdo	Coronal	Aplanado	21.13	0.52	.047	8.31	0.66	.893
		Convexo	19.10	2.32		7.88	1.34	
		Angulado	18.75	2.47		7.88	0.88	
		Redondeado	17.77	2.35		8.13	1.20	
		Mixto	18.64	2.57		7.75	1.46	
	Sagital	Ovalada	17.99	2.49	0.166	8.13	1.23	0.302
		Diamante	18.56	0.90		8.56	0.13	
		Dedo Partido	19.24	2.37		7.66	1.40	
		Pico de Pájaro	21.50			6.25		
		Mixto	19.54	2.06		8.18	0.84	

*ANOVA p valor <0.05

Tabla 12. Correlación diámetros y clase esquelética

CÓNDILO	DIAMETRO	CLASE ESQUELÉTICA	MEDIA	D.E	P*
Derecho	DML	Clase I	19.01	2.46	.398
		Clase II	18.25	2.05	
		Clase III	19.04	1.71	
	DAP	Clase I	8.44	1.24	0.377
		Clase II	8.06	.099	
		Clase III	8.00	1.40	
Izquierdo	DML	Clase I	19.04	2.22	.091
		Clase II	17.74	2.49	
		Clase III	18.95	2.71	
	DAP	Clase I	8.10	1.30	0.737
		Clase II	7.85	1.11	
		Clase III	7.95	1.35	

*ANOVA

6. DISCUSIÓN

En el presente estudio se utilizó TCCB debido a que el desarrollo digital 3D de las imágenes mejora en gran medida la réplica de estructuras anatómicas, además de localización y medición precisa en comparación con las imágenes radiográficas convencionales en 2D. Esto obedece a que la TCCB ofrece una alta resolución en las imágenes y evita la superposición de estructuras. Además, el software del equipo (I-CAT Visión) permite realizar reconstrucciones en los planos axial, coronal y sagital, además de disminuir o ampliar las imágenes, entre otras opciones (37, 38, 44). Las TCCB son consideradas de gran utilidad en la visualización conjunta de la ATM al compararse con los otros métodos radiológicos (45).

En la actualidad se conocen diversos estudios en los que se utiliza la TCCB para el análisis del cóndilo mandibular, aprovechando la buena visualización de la articulación temporomandibular que ofrece esta imagen diagnóstica. Uno de estos estudios fue realizado por *Valladares et al 2010 (22)* quienes usaron la TCCB para evaluar los cambios de dimensiones en cóndilos mandibulares con crecimiento normal desde la infancia hasta la adultez. Otra investigación fue realizada por *Fonseca et al en 2016 (46)* en la que emplearon la TCCB para evaluar la concentricidad del cóndilo mandibular en pacientes con clasificación esquelética clase I y clase II. Así mismo, en el 2014, *Muñoz et al (43)* en Chile, realizaron un estudio para determinar las características morfométricas del cóndilo mandibular en pacientes clase III. En el 2009 en Japón, *Kurusu, Horiuchib y Somac (3)* utilizaron la TCCB para analizar la relación entre la fuerza oclusal y la morfología del cóndilo mandibular. Por su parte, *Saccucci et al (47)* estudiaron el volumen y el área de los cóndilos en individuos caucásicos con los diferentes patrones esqueléticos para determinar si existía alguna asociación entre ellos. *Honey et al en 2007 (39)* realizaron un estudio comparativo entre radiografías panorámicas, tomografía lineal

y tomografía de Cone Beam para detectar erosión en el cóndilo, concluyendo que la TCCB tiene una precisión superior a los otros métodos. Todos estos estudios demuestran la utilidad de la TCCB para la determinación de las características morfológicas y morfométricas del cóndilo mandibular.

Múltiples investigaciones han evaluado la variabilidad topográfica y de forma que se encuentra en el cóndilo mandibular durante su desarrollo en etapa postnatal. Durante décadas, La forma condilar ha sido ampliamente analizada en diferentes grupos poblacionales por diversos autores como *Yale et al (48)*, *Magnusson, Ernberg y Magnusson (49)*, *Ishwarkumar et al (50)*, *Oliveira, Tarnoschi y Alvarez (51)* entre otros. Estos autores han establecido clasificaciones morfológicas a partir del análisis de imágenes diagnósticas y en cráneos secos en los tres planos del espacio (coronal, sagital y axial). En el presente estudio se encontró que la forma predominante en el plano sagital para el lado izquierdo es ovalada 61.7% en el género femenino y 44% en masculino, mientras que en el lado derecho la forma predominante en hombres fue dedo partido 40% y en mujeres la forma ovalada 36.2%. Estos resultados están en concordancia con los presentados por *Vahanwala et al* en 2016 (42) en una población de la India, encontrando como forma predominante, tanto en hombres como mujeres, la ovalada en 61% y 46% respectivamente. Sin embargo, es importante anotar que en el estudio mencionado la evaluación se describió solamente de acuerdo al género y no tuvo en cuenta la lateralidad (42).

En el año 1969, *Yale et al (48)* hicieron énfasis sobre la variabilidad que existía en la morfología del cóndilo mandibular y la distorsión de imagen que puede existir en las radiografías convencionales. Este autor generó un sistema de clasificación para la forma condilar en el plano coronal a partir de lo observado en la superficie superior del cóndilo de cráneos secos de individuos caucásicos y negros en una población norteamericana, asignando cuatro formas básicas (aplanado, convexo,

redondeado, angulado). Este estudio mostró que la forma predominante es la convexa, seguida de la aplanada, angulada y redondeada tanto en hombres como en mujeres. Los resultados hallados por *Yale et al* coinciden con nuestra investigación en la morfología condilar de los hombres, pero difieren en la de las mujeres. Esta diferencia puede deberse a la técnica utilizada para evaluar los cóndilos y a la etnia de las poblaciones. Cabe destacar que en el estudio de *Yale et al* no se describe el rango de edad y este factor podría ser determinante en la morfología del cóndilo mandibular.

Magnusson, Ernberg y Magnusson en 2008 (49) evaluaron la morfología condilar en cráneos secos de individuos brasileiros desde una vista superior y anterior, encontrando que la forma más común fue redondeada ligeramente convexa en la vista anterior y oblongada en la vista superior. No obstante, aunque en nuestro estudio no se utilizó la misma escala de clasificación, es importante resaltar que la forma redondeada (evaluada en el plano coronal) presenta similitud en la frecuencia de aparición con nuestros resultados.

Oliveira, Tarnoschi y Álvarez en 2009 en Brasil (51) y *Singh y Chakrabarty en 2013 en la India (52)* utilizaron radiografías panorámicas para describir la morfología del cóndilo mandibular. *Oliveira, Tarnoschi y Álvarez* evaluaron individuos con un rango de edad entre 20 y 69 años y dividieron la muestra en cinco grupos de acuerdo con la edad (20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69), encontrando diferencias significativas entre el grupo de 20-29 y 30-39 con predominio de la forma redondeada. Por su parte *Singh y Chakrabarty* trabajaron con un rango de edad de 15 a 45 años y coincidieron con los resultados de *Oliveira, Tarnoschi y Álvarez* en la prevalencia de la forma redondeada. Aunque existen diferencias étnicas o antropológicas entre ambas poblaciones, la similitud en los resultados de estos autores se puede deber a que la población evaluada es sana y probablemente durante esta etapa de la vida la capacidad de remodelación del hueso se comporta de manera similar. La

comparación de estos resultados con los de nuestro estudio no es posible debido a que la técnica radiológica para la radiografía panorámica no permite la visualización pura del plano sagital y coronal, adicionalmente, nuestro estudio no dividió la muestra por grupos de edad.

Al evaluar la concordancia entre la morfología condilar y la lateralidad (lado derecho y lado izquierdo), nuestro estudio encontró formas diferentes según la lateralidad. En contra posición a estos hallazgos, *Ishwarkumar et al 2016* (50) encontraron en una población negra sudafricana que la forma del cóndilo era la misma en el lado derecho e izquierdo. Estas diferencias podrían deberse a la aproximación experimental de ambos estudios (*in vivo* vs *ex vivo*) y las características antropológicas de las poblaciones.

El diagnóstico de las relaciones sagitales esquelética ha usado históricamente diferentes parámetros para la determinación de la discrepancia intermaxilar en los pacientes (53). Sin embargo, no está claro el establecimiento de parámetros claros y de completa aplicabilidad interindividual (54). *Ishikawa et al* en el año 2000 evaluaron siete parámetros para el establecimiento de la relación sagital intermaxilar en pacientes con crecimiento puberal terminado. Estos indicadores incluyeron ángulo plano A-B, ángulo ANB, Witts, ángulo SN-AB, Angulo de convexidad, distancia AF-BF y el indicador de discrepancia anteroposterior (APDI). El ángulo ANB y el ángulo de convexidad demostraron ser los indicadores de mayor precisión para la determinación de la relación sagital postpuberal(55).

Al correlacionar la relación esquelética en el plano sagital con la morfología condilar, nuestro estudio fue incapaz de establecer dicha relación de manera estadísticamente significativa. *Katsavrias en 2006* (56), describió las características morfológicas del cóndilo mandibular en pacientes clase II división 2 en una población griega, encontrando una prevalencia del 60% de la morfología ovalada en

este tipo de pacientes, a través de radiografías laterales de cráneo. Dicha prevalencia es similar a la encontrada en nuestro estudio para pacientes con relación esquelética de clase II; sin embargo, la relación entre la morfología condilar y la relación esquelética tampoco pudo ser establecida de manera significativa en este estudio. Las limitaciones para establecer dichas diferencias podrían deberse al tamaño de la muestra. Nuestro estudio contó con 26 pacientes clase II y *Katsavrias* contó con 47 pacientes clase II división 2. Estudios futuros deberían evaluar diferentes grupos poblacionales con tamaños de muestra de mayor impacto que permitan establecer, de manera concluyente, si existe o no relación entre la forma condilar sagital y la relación esquelética.

Por otro lado, *Fonseca et al* en 2015 (46) describieron la morfología condilar desde el plano coronal, en pacientes brasileiros clase I y clase II división 1 a través TCCB, encontrando una predominancia de la forma convexa en ambos grupos, sin diferencias estadísticas significativas entre ellos. Estos hallazgos coinciden con los encontrados en una población alemana por *Kinzinger, Kober y Diedrich* en 2006 (57) siendo convexa la forma predominante en individuos de Clase II, basados en resonancias magnéticas. Lo reportado por estos autores coincide con los resultados del presente estudio.

No se encontraron estudios que determinen la morfología condilar en pacientes clase III esquelética.

El estudio morfológico del cóndilo mandibular es atractivo desde el punto de vista del desarrollo cráneo facial gracias al papel que juega dicha estructura en el crecimiento pre y post natal mandibular, respondiendo a estímulos continuos de remodelación desde la infancia hasta la adultez. Dichos estímulos funcionales remodelan las dimensiones volumétricas del cóndilo, tal como se evaluó en un estudio realizado en ratones por *Chen et al* (58). El estudio morfológico del cóndilo

mandibular es importante en el entendimiento del complejo mecanismo de interdependencia entre la forma y la función durante el proceso de crecimiento.

Al evaluar la concordancia entre la morfometría condilar y el sexo (masculino y femenino), nuestro estudio encontró diferencias estadísticamente significativas exclusivamente en el DML, siendo mayor en hombres que en mujeres. Estos hallazgos coinciden con estudios previos como los reportados por *Magnusson, Ernberg y Magnusson (49)* quienes hicieron la evaluación en cráneos secos en una población brasilera. Así mismo coinciden los resultados reportados por *saccucci et al (47)* quienes encontraron mayor volumen y superficie condilar en una población caucásica. Esta diferencia estadísticamente significativa del DML encontrada en los tres estudios podría deberse probablemente el tamaño general craneal del hombre que puede ser más grande que en las mujeres. Adicionalmente, la carga oclusal en el hombre podría ser más intensa en comparación con las mujeres lo que estimularía el crecimiento condilar (59). Otra explicación podría estar relacionada al tipo de alimentación y/o la genética (60). Debido a que el objetivo de este estudio no se enfocaba en este hallazgo y por lo tanto el tamaño de la muestra y las pruebas estadísticas no son las apropiadas para determinar con certeza el dimorfismo sexual, los resultados aquí reportados no pueden ser extrapolados a la población colombiana. Sin embargo, los diferentes estudios citados incluyendo el nuestro muestran la tendencia existente que tienen los diámetros de los hombres a ser más amplios que el de las mujeres.

Por su parte, *Ishwarkumar et al (50)* quienes también hicieron uso de cráneos secos, en una población negra, no solo encontraron diferencias significativas en el DML sino también en el DAP. La diferencia significativa encontrada por *Ishwarkumar et al* en el DAP puede deberse al tipo de población estudiada.

Nuestro estudio no encontró diferencias significativas en el DML y DAP entre el lado derecho y el lado izquierdo, esto sugiere que la morfología bilateral de los cóndilos fue simétrica, lo cual es similar a lo reportado por previos estudios(22, 43, 61, 62). Al comparar lateralidad del cóndilo con la forma y los diámetros medio-lateral y anteroposterior se encontró diferencias significativas entre la morfología condilar desde el plano coronal y el DML. La revisión de la literatura no arrojó estudios que correlacionaran estas variables en la morfología condilar, por lo que a nuestro saber, este es el primer estudio que correlaciona dichas variables.

En Colombia, *Ballesteros y García* (63) evaluaron 120 articulaciones temporomandibulares que fueron extraídas de cadáveres frescos. La muestra fue agrupada por rangos de edad, con el fin de realizar mediciones del DML y DAP. Los hallazgos de este estudio no revelaron diferencias significativas del tamaño condilar entre los diferentes grupos etarios. Otro estudio que realizó evaluaciones de los diámetros condilares por grupos etarios fue el de *Liu et al* (61) en una población china, esta vez en tomografías computarizadas. En este estudio no se evidenció diferencias significativas al comparar volumen y superficie con grupos de edad. Es posible pensar, que las similitudes en los resultados de ambos estudios a pesar de tener técnicas de evaluación y poblaciones diferentes se deben a que los rangos de edad corresponden a una población adulta joven, que no presentaban cambios degenerativos que pudieran afectar el tamaño original de los cóndilos. Nuestro estudio evaluó un grupo etario de adultos jóvenes, sin embargo, no se discriminó por rangos de edad, por lo que no es posible comparar con estos estudios.

Con el propósito de estudiar la dimensión del cóndilo mandibular, entre otras variables, *Rodrigues, Fraga y Vitral* 2009 (62) utilizaron tomografías computarizadas para evaluar 30 individuos de una población en Brasil que presentaba maloclusión clase I. Dentro de sus hallazgos, describen una media del DAP de 9.30 mm en el lado derecho y 9.39 mm en el lado izquierdo. En el DML describen una media de

20.62 mm en el lado derecho y 20.57 mm en el lado izquierdo. Nuestros resultados arrojaron una media del DAP derecho de 8.44 mm y 8.10 mm en el izquierdo y un DML de 19.04 mm y 19.01 mm en el lado derecho e izquierdo respectivamente. La diferencia entre las medias de estas dos muestras poblacionales podría deberse al fenotipo propio de cada país, lo que demuestra la importancia de conocer diferentes grupos demográficos que puedan permitir evaluar y llevar a cabo tratamientos y diagnósticos adaptados a cada paciente de acuerdo con lo reportado en la literatura de cada país.

Saccucci et al en 2012 (47), evaluaron las TCCB de 200 individuos caucásicos con un rango de edad de 15 a 30 años, con el fin de determinar el volumen y la superficie condilar. Los pacientes fueron evaluados de acuerdo con la clasificación de Angle y el ángulo ANB en clase I (n=65), Clase II (n= 70) y clase III (n=65). En este estudio se observó un mayor volumen y superficie condilar en los pacientes clase III respecto a la clase II y menor volumen de la clase II respecto a la clase I. Basados en la literatura, este estudio reporta datos que justifican y explican por qué pudieron haberse presentado dichos resultados. Patrones marcados de masticación de acuerdo con el tipo de alimento que se consume podría afectar el crecimiento y la morfología del cóndilo y por ende la clase esquelética. Otros estudios, han demostrado que el cartílago condilar, sitio relevante de crecimiento postnatal de la mandíbula, responde a cambios degenerativos y a la funcionalidad misma de la ATM, manifestando cambios en el grosor de las capas del cartílago, generando cambios en las dimensiones verticales y horizontales del cóndilo (64). Desde el punto de vista clínico, las cargas funcionales de los músculos, ligamentos y demás componentes de la ATM pueden influir en la morfología de esta; la forma y la función podrían estar relacionadas (65). Nuestro estudio no concuerda con lo encontrado por estos autores debido a que no obtuvimos diferencias significativas entre las dimensiones condilares y la relación esquelética sagital, probablemente porque el tamaño muestral para individuos de clase III fue muy pequeña.

Paradójicamente, en otro estudio realizado por los mismos autores *Saccucci et al* (2), con una muestra más pequeña de 94 individuos caucásicos, encontraron que el cóndilo de pacientes clase III tiende a ser más grande en comparación con el cóndilo del paciente clase I. Sin embargo, estos hallazgos no fueron estadísticamente significativos. Esta situación concuerda con la de nuestro estudio, en la que el tamaño de la muestra podría estar afectando la significancia de estos.

7. CONCLUSIONES

La TCCB es una herramienta imagenológica ideal para valorar la morfología y morfometría condilar ya que permite hacer mediciones directamente sobre la imagen, proporcionando medidas reales, diferente a lo que ocurre al hacer mediciones sobre imágenes en 2D en las que se puede generar proyecciones con falsos positivos. Adicionalmente, las TCCB generan menor radiación para el paciente al compararlas con las tomografías médicas en las que también se podrían hacer análisis morfométricos y morfológicos. Dichas ventajas, permitieron evidenciar diferentes formas condilares en ausencia de enfermedades articulares, incluido el aplanamiento del borde superior. Es necesario correlacionar con la clínica del paciente para descartar o corroborar alteraciones articulares de acuerdo con la morfología condilar. Este trabajo es un gran aporte a las ciencias morfológicas y odontológicas, por ser el primer estudio en Colombia que utiliza TCCB para el análisis de la morfología y morfometría condilar en pacientes con diferentes tipos de relación esquelética sagital.

Esta investigación presenta limitaciones en el tamaño de la muestra, especialmente en pacientes con relación esquelética de clase III, que dificultan determinar de manera concluyente la relación entre la clase esquelética y el diámetro condilar. Por otro lado, las diferencias entre las medias de los diámetros del presente estudio y lo reportado por otros estudios nos permiten concluir que existen diferencias en el fenotipo de cada país. Adicionalmente, Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el diámetro medio-lateral según género, este resultado es un indicio de la tendencia que tienen los hombres a tener cóndilos de mayor diámetro que el de las mujeres en una muestra de la población colombiana. El diámetro medio-lateral se correlaciona con la morfología del cóndilo en el plano coronal tanto en el lado derecho como en el izquierdo. Según la bibliografía consultada este hallazgo

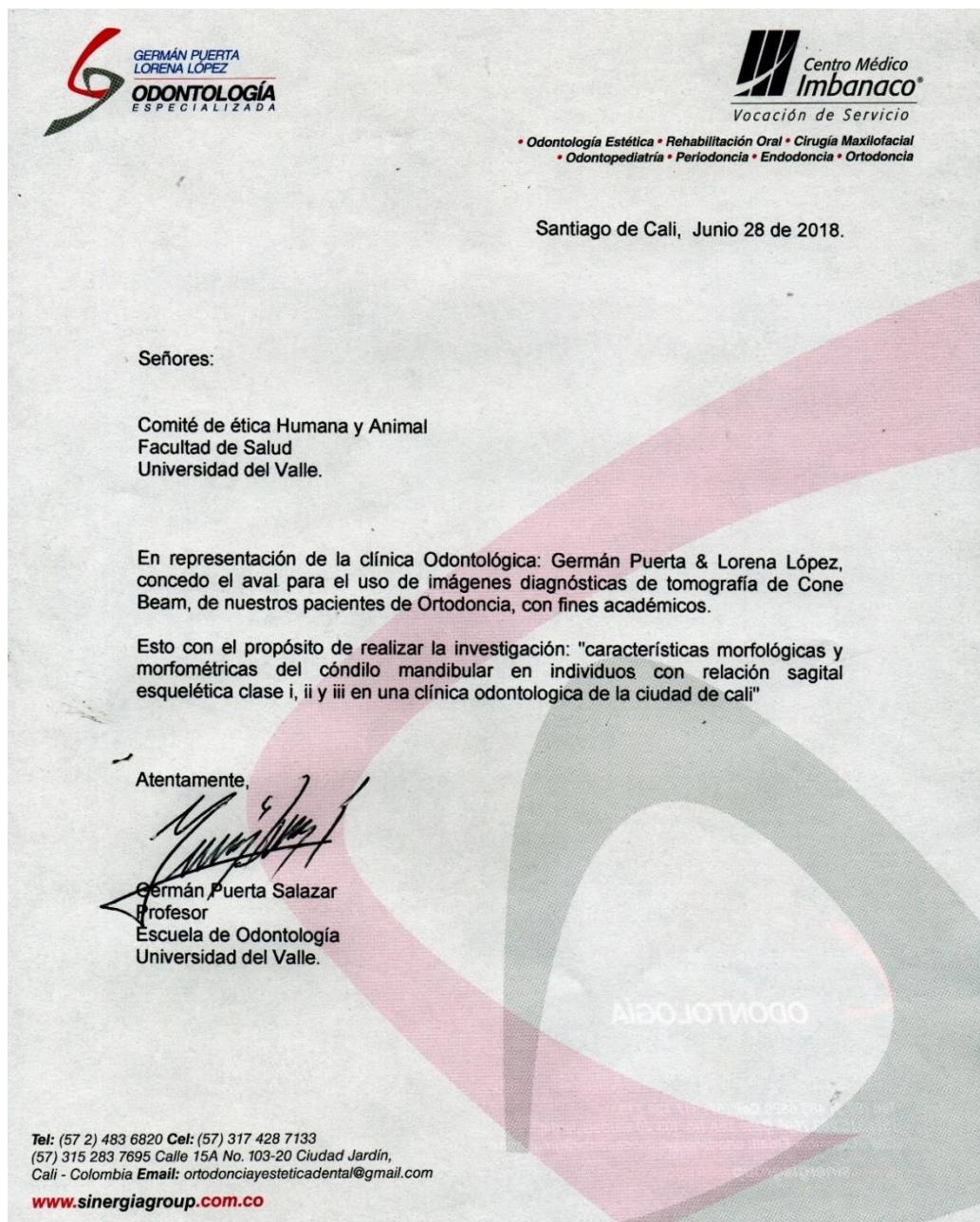
podría ser el primero en correlacionar estas dos variables y encontrar diferencias estadísticamente significativas.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda aumentar el tamaño de la muestra especialmente en los individuos con relación esquelética de clase III, que permitan determinar de manera concluyente la relación entre la clase esquelética y el diámetro condilar.
- Evaluar una muestra con mayor impacto que permita extrapolar el resultado significativo que se obtuvo entre el diámetro medio-lateral y el sexo, de tal manera, que se pueda establecer irrefutablemente el dimorfismo sexual.
- Realizar medidas volumétricas y de área para determinar diferencias entre grupos esqueléticos.
- Correlacionar la morfología condilar con los patrones esqueléticos verticales.
- Evaluar otras variables mandibulares y su relación con el patrón esquelético sagital.
- Realizar un estudio comparativo morfométrico y morfológico utilizando cráneos secos y TCCB con el objetivo de establecer diferencias.

ANEXO

Anexo 1 Carta autorización Clínica odontológica German Puerta y Lorena López



Anexo 2. POE Morfología del cóndilo mandibular en TCCB

 Universidad del Valle	POE Morfología del cóndilo mandibular en TCCB	CÓDIGO:
		VERSIÓN: 01
		FECHA DE VIGENCIA
		PÁGINAS: 1 DE 16
Elaboró Marcela Agudelo Ríos	Revisó Mario Alejandro Ortiz	Aprobó Mario Alejandro Ortiz
Fecha Diciembre 10 de 2018	Fecha Enero 18 de 2018	Fecha Enero 22 de 2018

Introducción

En 1998 surgió la tomografía computarizada de haz de cono con la cual se obtienen imágenes en dos dimensiones (2D) que pueden ser reconstruidas en tercera dimensión (3D), a partir de la utilización de una serie de algoritmos y un software como el I-Cat visión. Desde su invención, se convirtió en una herramienta importante para la evaluación de la morfometría y la morfología cráneo facial en ortodoncia, además de la detección precisa y eficaz tanto de la anatomía normal como anormal de las diferentes estructuras. La resolución espacial submilimétrica de esta tecnología permite al evaluador movilizarse de forma interactiva y multiplanar. (37, 39)

Objetivo

Brindar una guía para la realización de medidas del cóndilo mandibular en el software I- Cat visión.

Alcance

Facilitar al personal de salud que esté interesado en realizar medidas del cóndilo mandibular en la Universidad del Valle, un protocolo de Procedimiento Operacional Estándar (POE).

Responsabilidad

La responsabilidad es de cada persona que desarrolla este POE.

Materiales

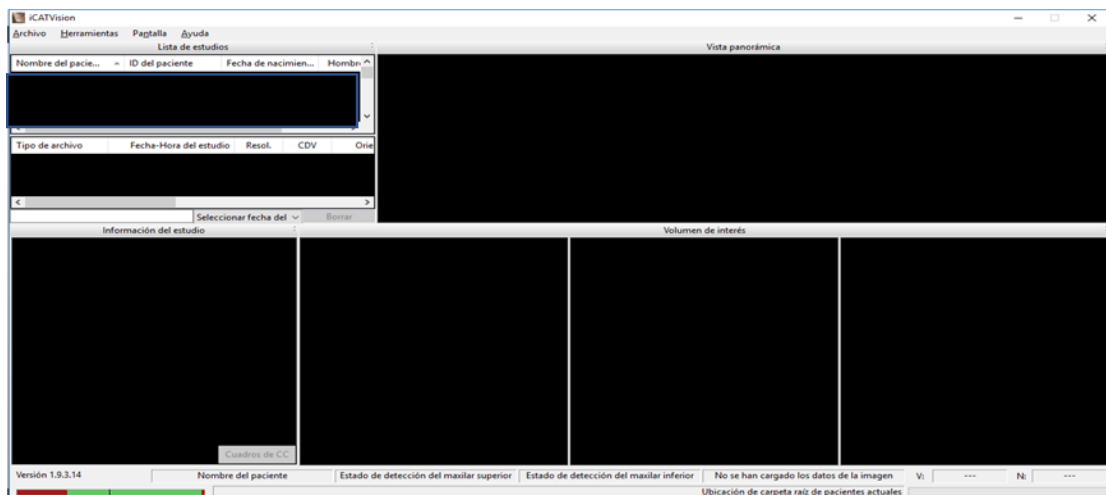
Computador de mesa o portátil, software I-Cat visión instalado en el computador en el que se va a trabajar, archivos Dicom.

Procedimiento

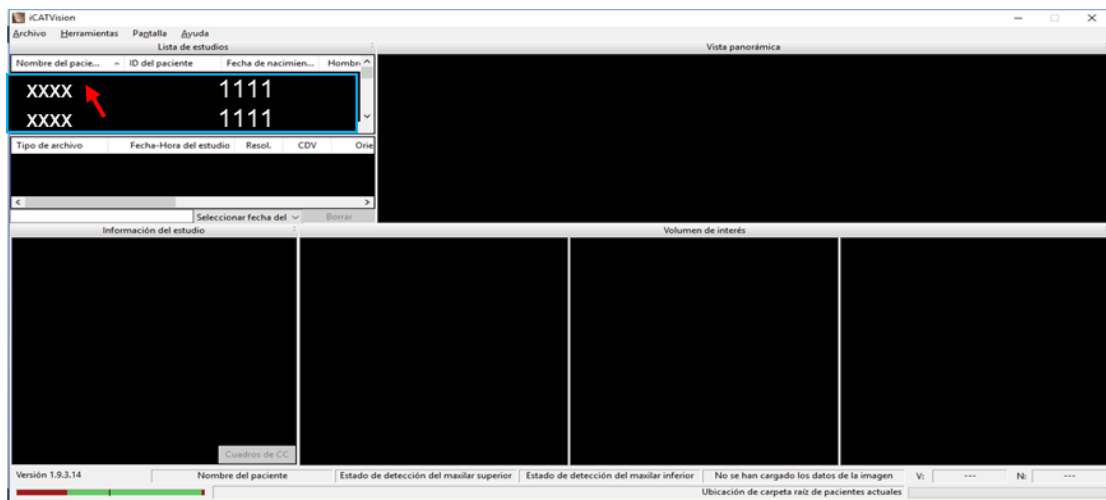
A continuación, se describen los pasos que se deben seguir para la realización de medidas del cóndilo mandibular en el software I-Cat Visión.

Inicio de operación /selección del paciente

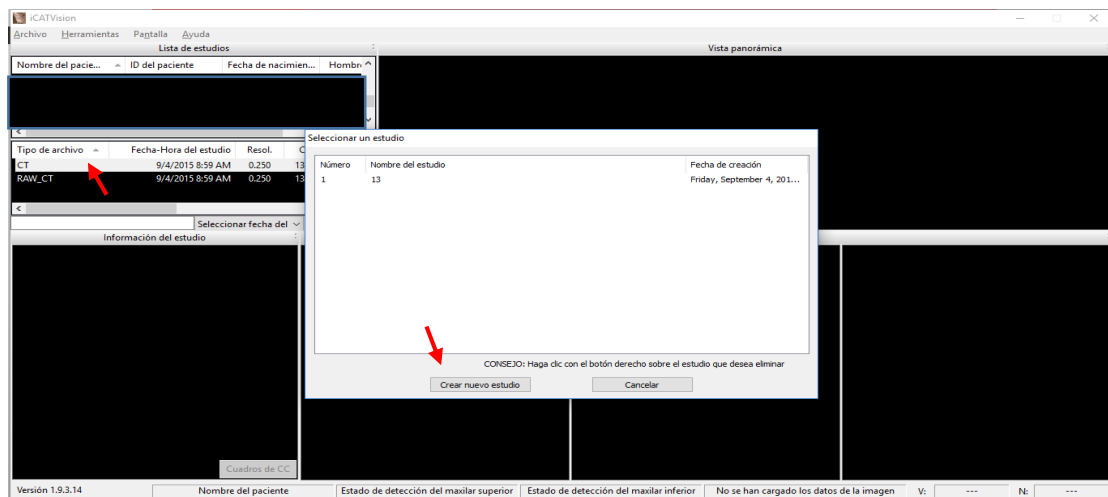
Abrir software.



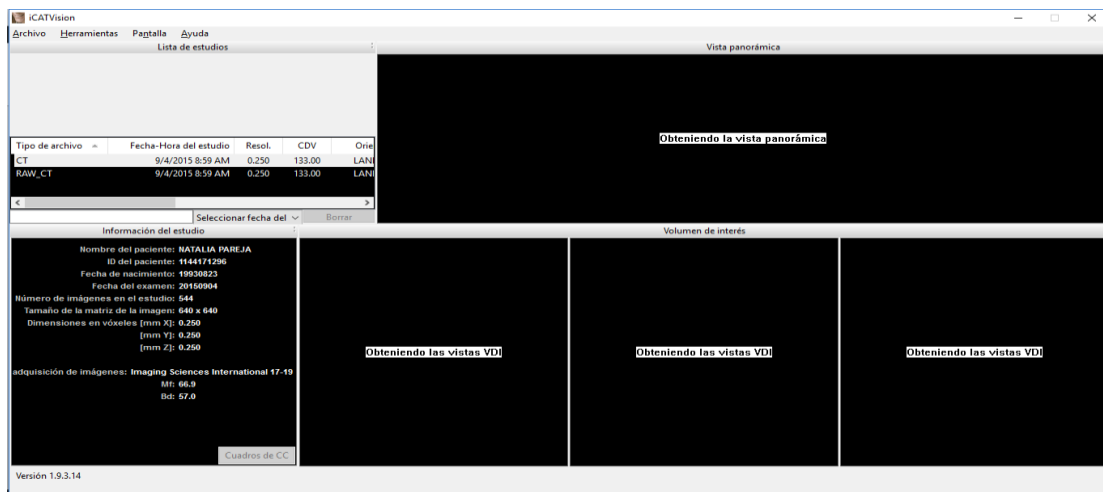
Seleccionar el paciente con el que se va a trabajar en el recuadro superior izquierdo.



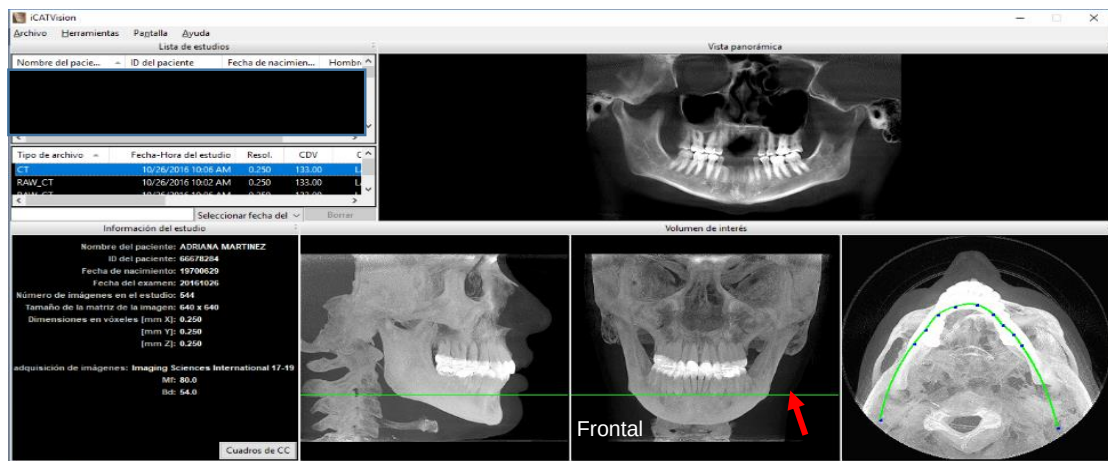
Una vez seleccionado el paciente, aparecerá inmediatamente por debajo dos opciones, seleccionar CT y a continuación crear nuevo estudio.



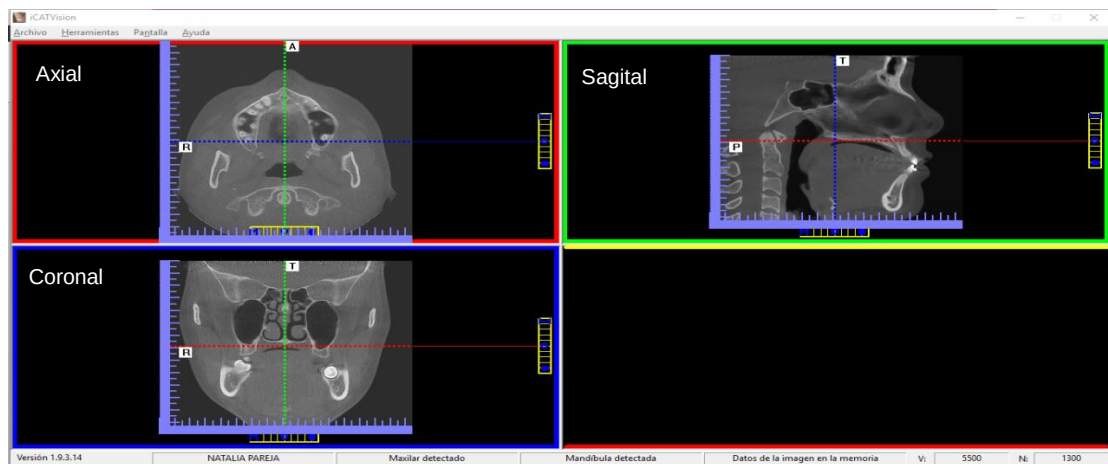
Después de seleccionar crear nuevo estudio, cargaran las imágenes del paciente seleccionado.



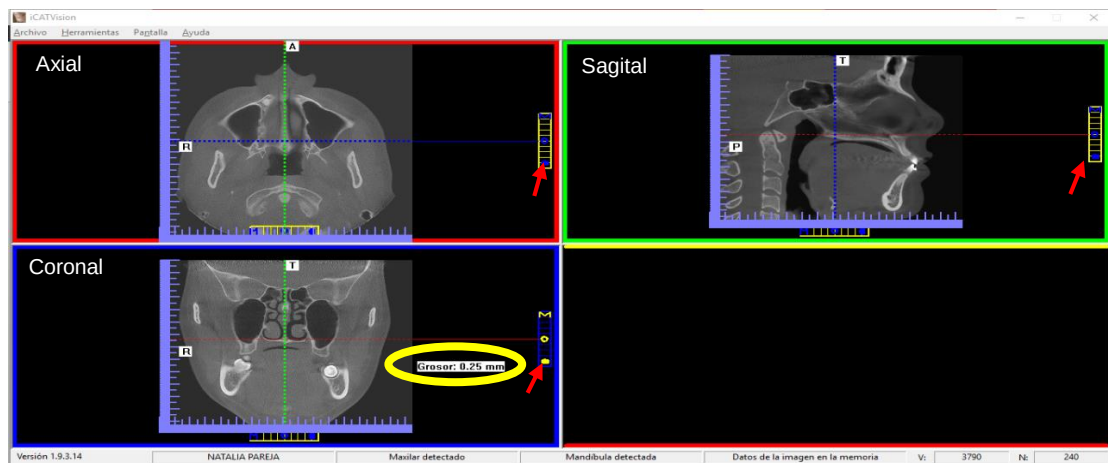
Seleccionar con doble clic la vista frontal



Una vez seleccionada la vista frontal obtendrá los siguientes recuadros. Recuadro superior izquierdo color rojo, vista axial. Recuadro superior derecho verde, vista sagital, Recuadro inferior izquierdo azul, vista coronal.



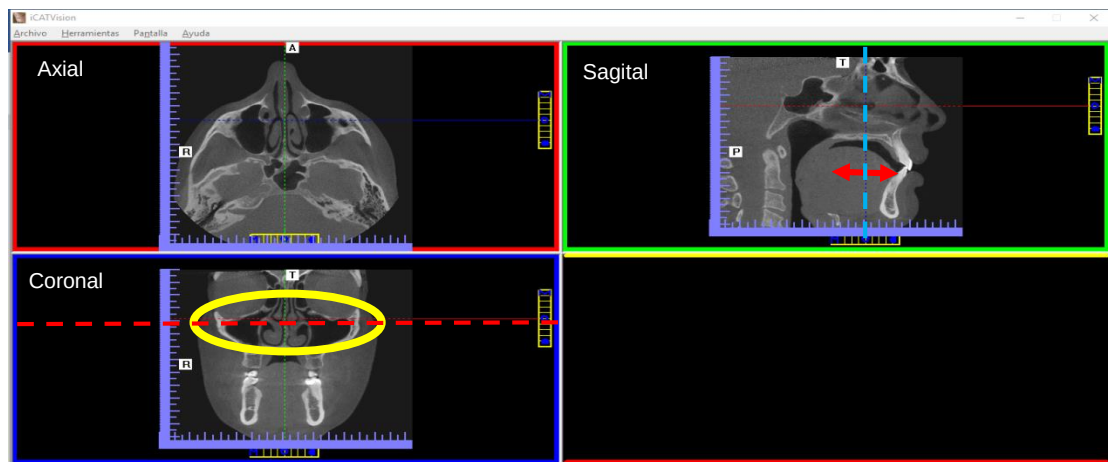
Disminuir el grosor a 0.25 mm en los tres planos, arrastrando el punto azul de cada barra lateral derecha.



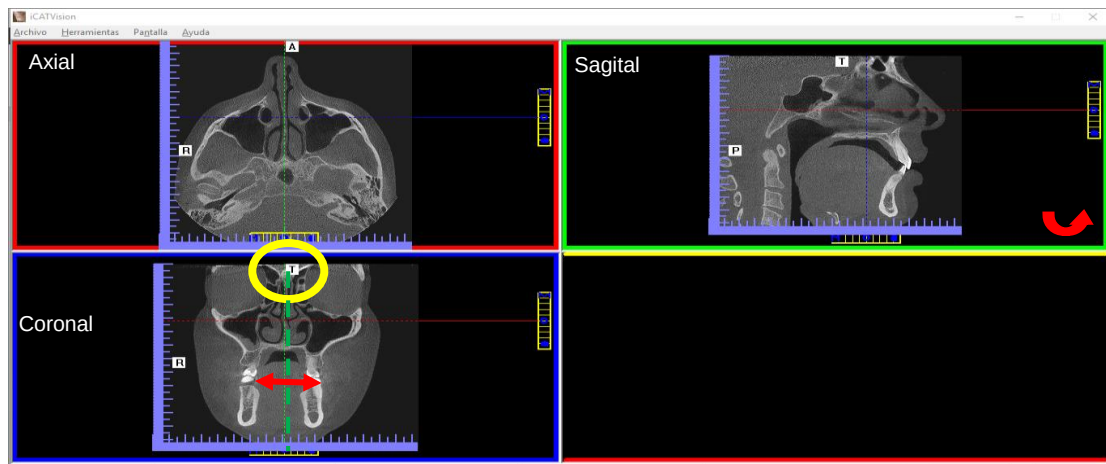
Posicionamiento de la cabeza del paciente

A continuación, se procede a posicionar la cabeza del paciente en la imagen tomográfica de acuerdo a tres puntos de referencia (infraorbitario bilateral, cresta Galli, plano de Frankfort)

Primer punto de referencia *infraorbitario bilateral* (a nivel de los forámenes infraorbitarios). Arrastrar línea azul vertical del plano sagital hacia anterior hasta visualizar en el plano coronal el punto infraorbitario bilateral.



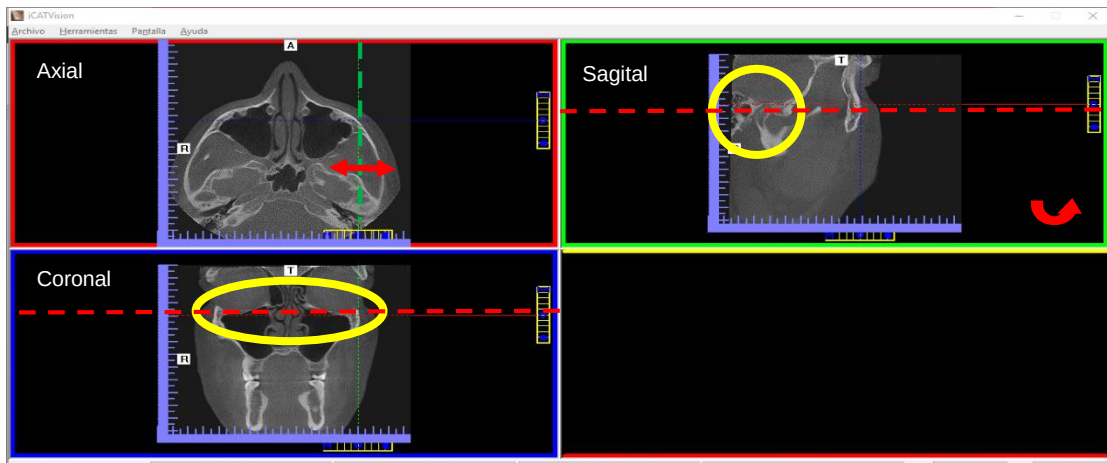
Segundo punto de referencia *cresta galli*. Arrastrar línea verde vertical del plano coronal hasta la parte central de la Cresta Galli.



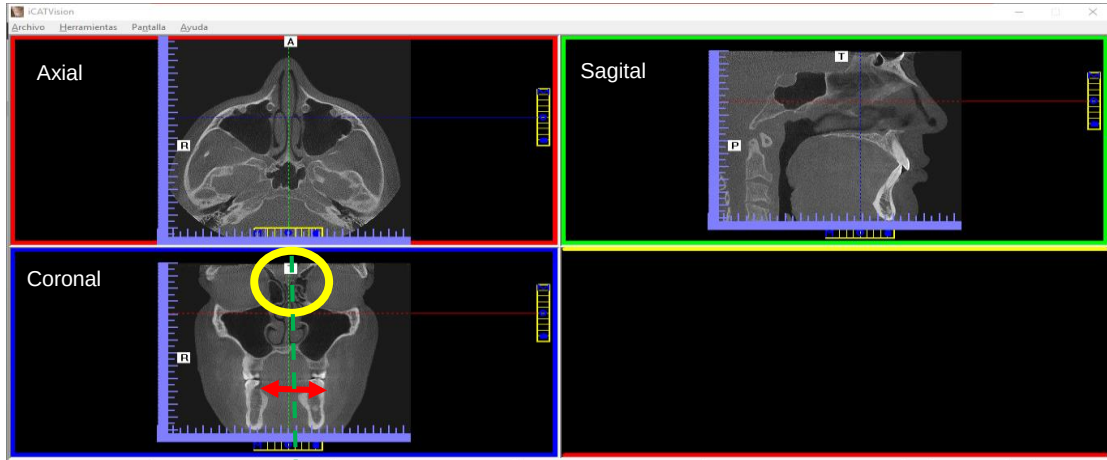
Tercer punto de referencia *plano de frankfort*: plano desde el punto cefalométrico infraorbitario hasta el punto cefalométrico Porion (punto más superior del meato acústico externo).

Arrastrar línea verde vertical del plano axial en sentido lateral hasta observar en el plano sagital el cóndilo a evaluar. Posteriormente, rotar la imagen en el plano sagital hasta que la línea roja de este plano quede justo por encima del punto cefalométrico porion. Esta ubicación debe hacerse coincidir con el punto cefalométrico infraorbitario bilateral anteriormente mencionado del plano coronal.

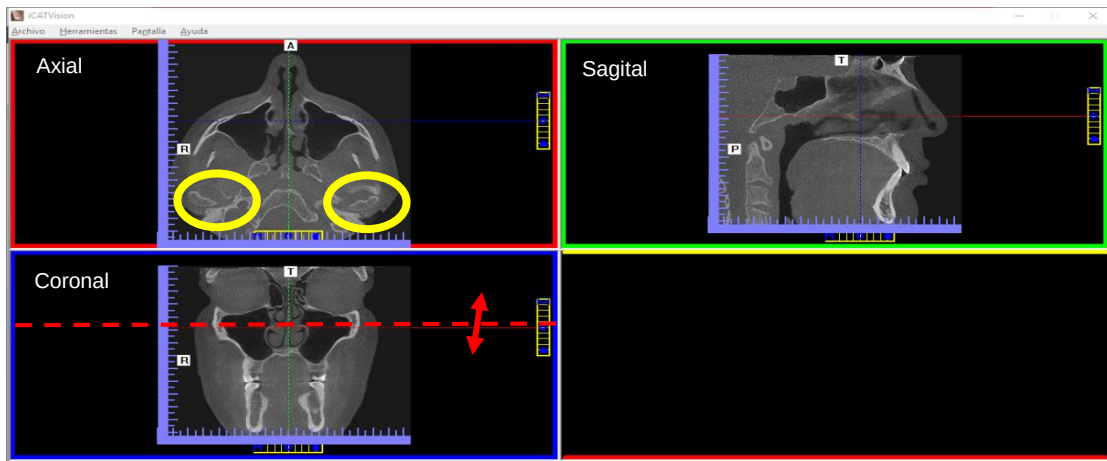
Para rotar la imagen se ubica el cursor en el extremo derecho del recuadro a evaluar hasta que aparezca un símbolo en forma de U y con clic sostenido se moviliza la imagen hacia el lado que se requiera.



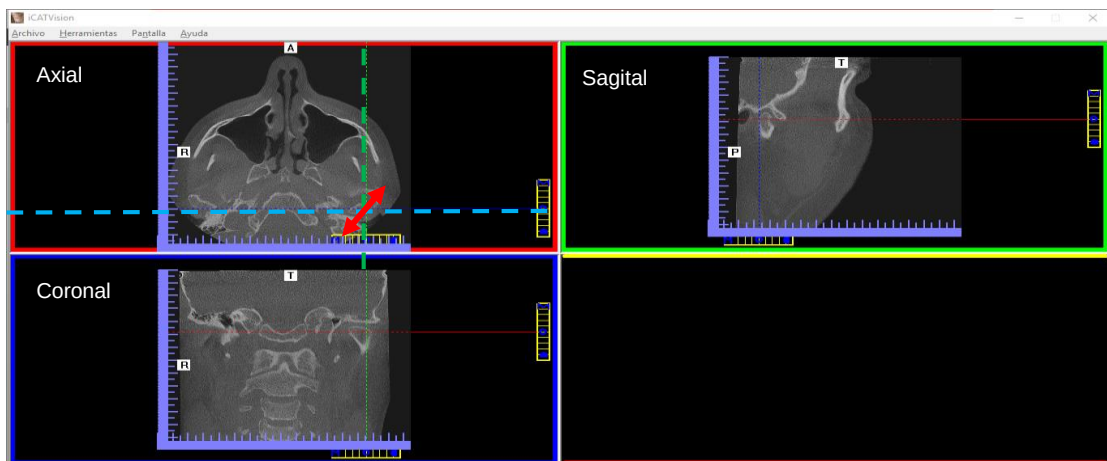
Devolver línea verde del plano coronal hasta el centro de la cresta Galli.

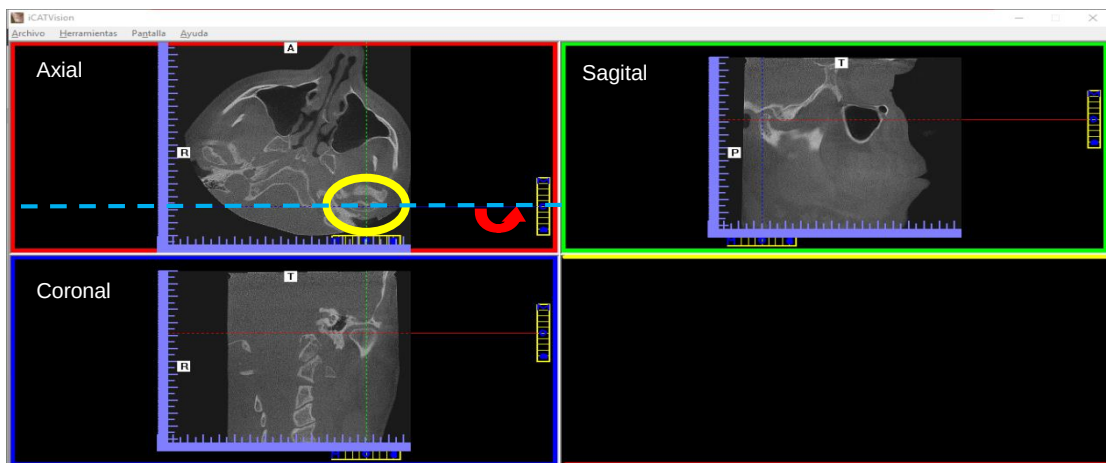


Una vez posicionada la cabeza del paciente se procede a ubicar la parte más ancha medio-lateral de los cóndilos en el plano axial, arrastrando la línea roja horizontal del plano coronal hasta visualizar en el plano axial los cóndilos mandibulares.

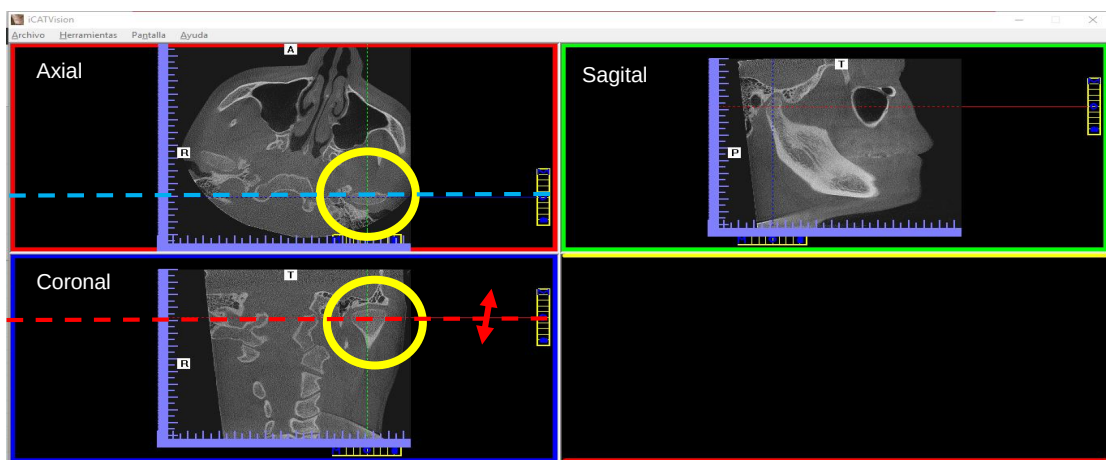


Arrastrar la intersección (línea verde vertical y azul horizontal) del plano axial hasta el cóndilo izquierdo y posteriormente rotar la imagen si es necesario hasta que la línea azul quede paralela a la parte más ancha medio-lateral del cóndilo.



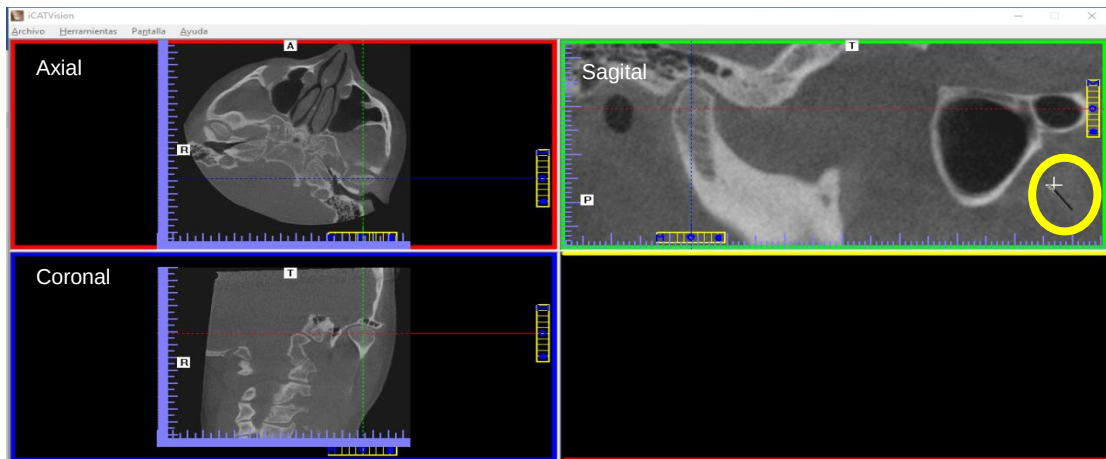


Nota: Si al rotar la imagen, el cóndilo en la vista axial desaparece, se debe arrastrar la línea roja del plano coronal, hasta ubicar nuevamente la parte más ancha del cóndilo que coincidirá con la parte más ancha medio-lateral del plano axial.



Evaluación de la forma del cóndilo en el plano sagital

Una vez se observe la parte medio-lateral más ancha del cóndilo en el plano axial, se procede a aumentar el zoom en el plano sagital, ubicando el cursor en el extremo derecho del recuadro a evaluar, hasta que aparezca la lupa y con clic sostenido se aumenta o disminuye el zoom para facilitar el análisis.



Analizar la imagen observada del plano sagital en el I-Cat Vision y determinar la forma del cóndilo mandibular de acuerdo con la clasificación utilizada por *Sonal et al*(42).

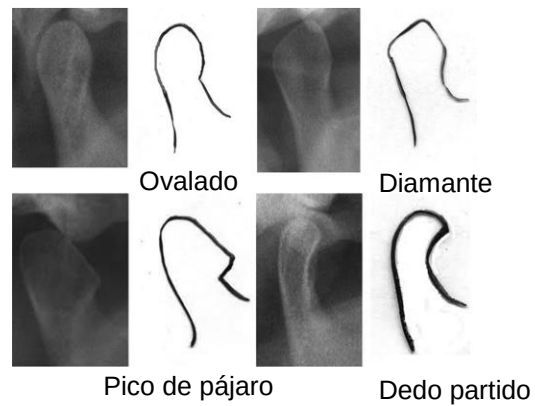
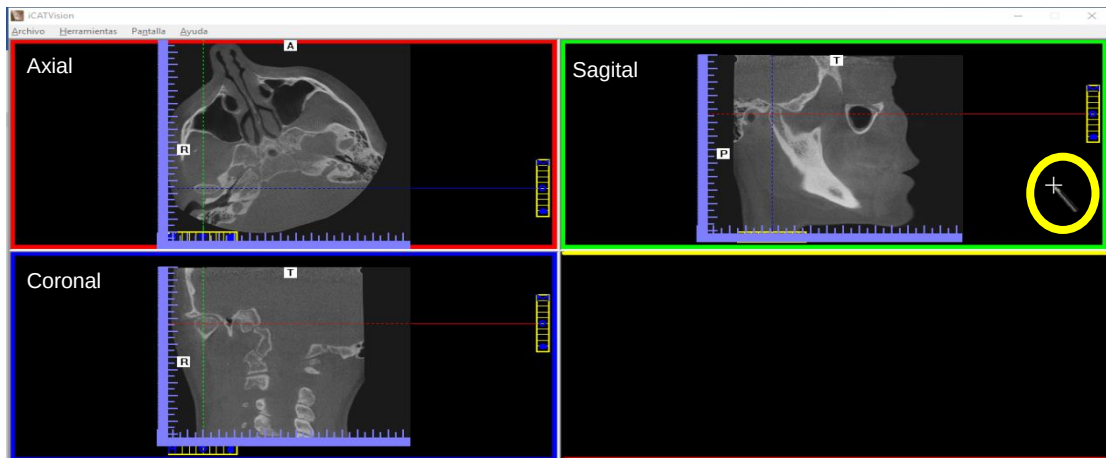


Imagen adaptada y modificada de *Vahanwala et al* (42)

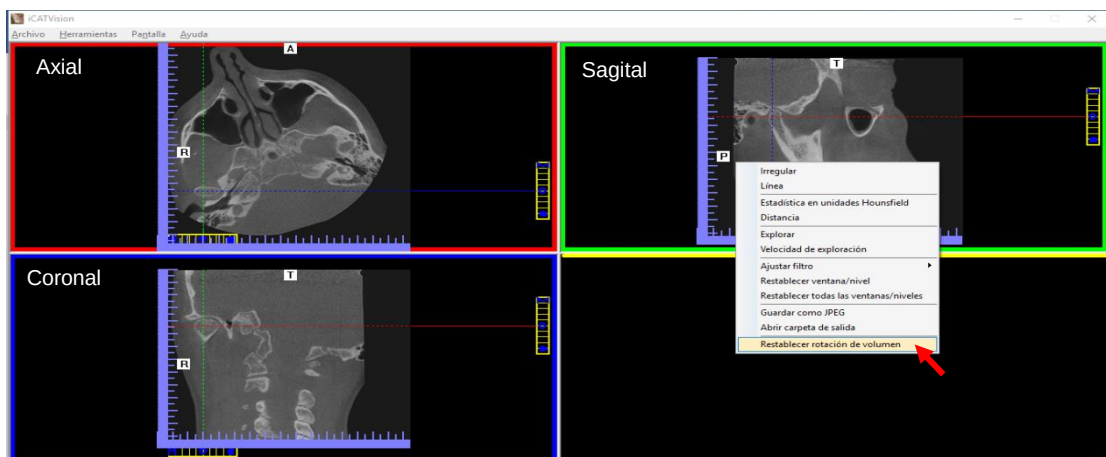
Una vez determinada la forma del cóndilo en el lado izquierdo, se continua con el análisis del cóndilo contralateral en el mismo plano sagital, repitiendo los pasos desde el posicionamiento de la cabeza.

Evaluación de la forma del cóndilo en el plano coronal

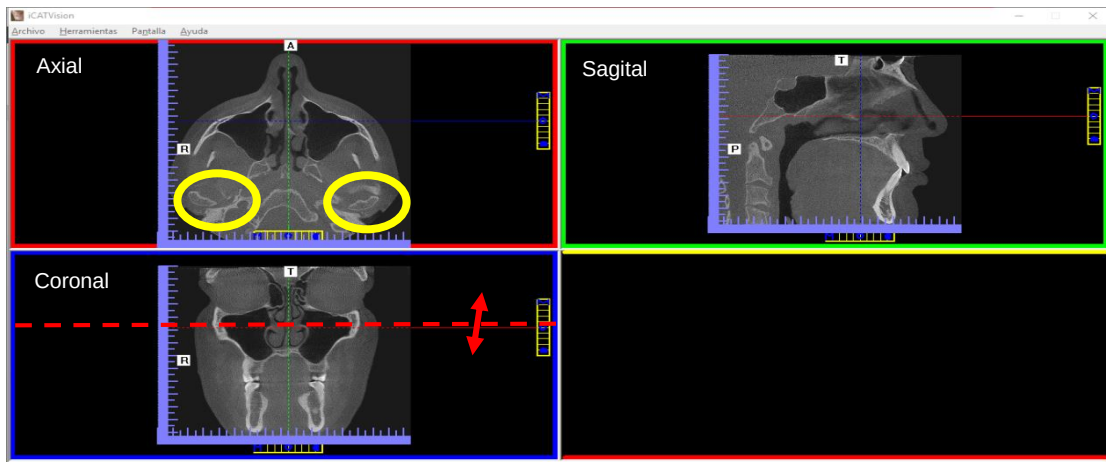
Disminuir el zoom del plano sagital para tener de nuevo la visualización completa en los tres planos.



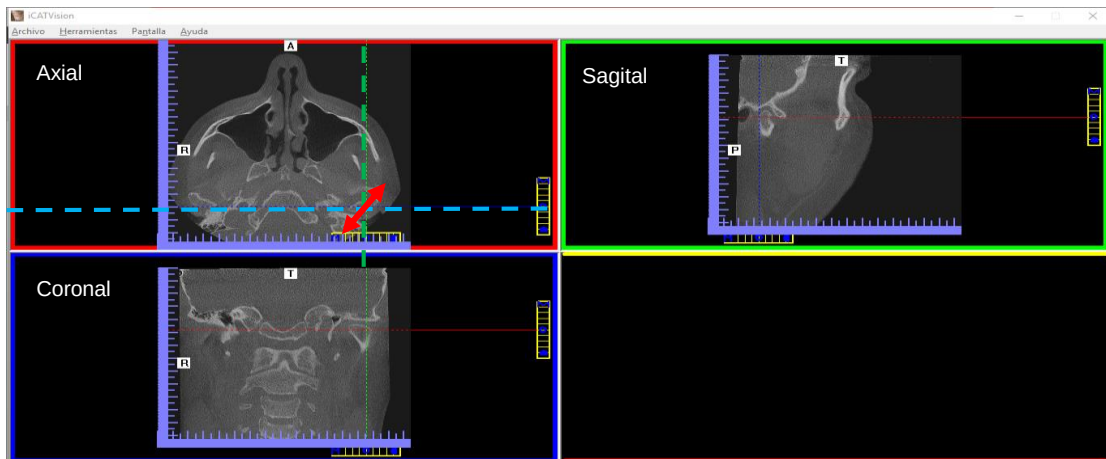
Restablecer la rotación de los planos haciendo clic derecho sobre cualquiera de las imágenes y seleccionar la opción restablecer rotación de volumen. Proceder a simular la posición natural de la cabeza en las tomografías con los tres puntos de referencia previamente descritos (infraorbitario bilateral, cresta de Galli, plano de Frankfort)

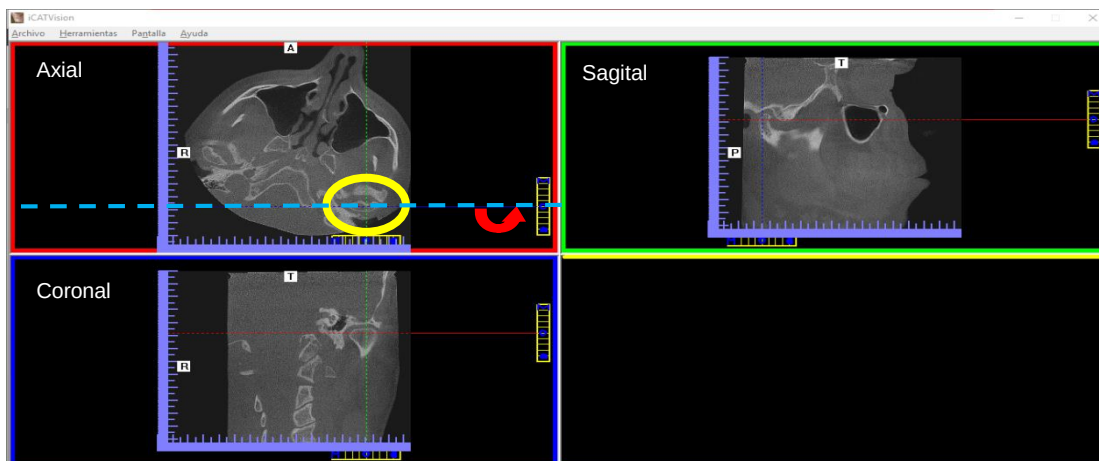


Una vez posicionada la cabeza del paciente en las tomografías se procede a ubicar la parte más ancha medio-lateral de los cóndilos en el plano axial, arrastrando la línea roja horizontal del plano coronal hasta visualizar en el plano axial los cóndilos mandibulares.

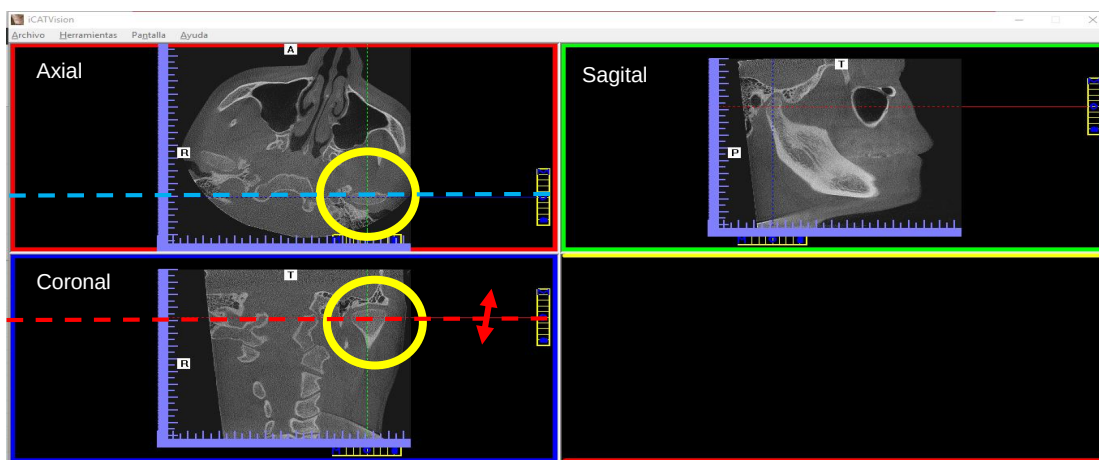


Arrastrar la intersección (línea verde vertical y azul horizontal) del plano axial hasta el cóndilo izquierdo y posteriormente rotar la imagen si es necesario hasta que la línea azul quede paralela a la parte más ancha medio-lateral del cóndilo.

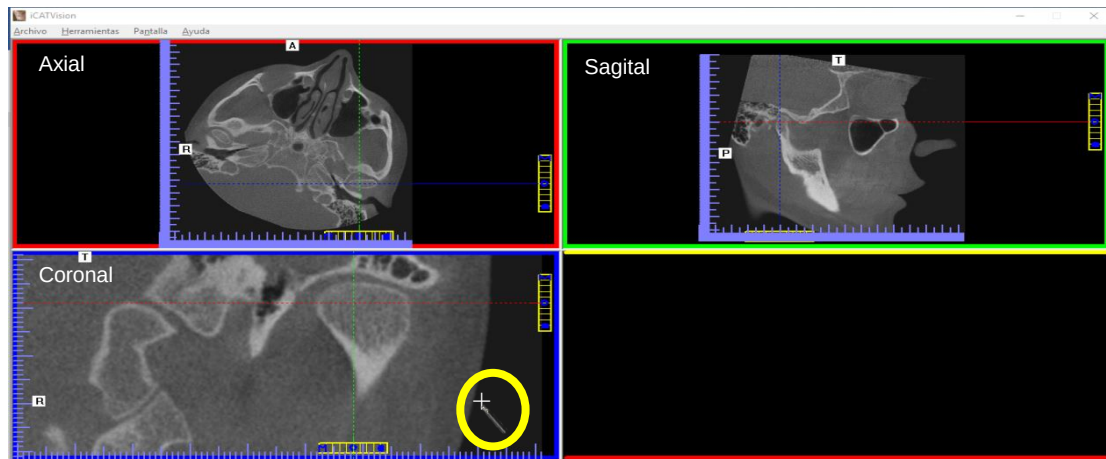




Nota: Si al rotar la imagen, el cóndilo en la vista axial desaparece, se debe arrastrar la línea roja del plano coronal, hasta ubicar nuevamente la parte más ancha del cóndilo que coincidirá con la parte más ancha medio-lateral del plano axial.



Una vez se observe la parte medio-lateral más ancha del cóndilo en el plano axial, se procede a aumentar el zoom en el plano coronal, ubicando el cursor en el extremo derecho del recuadro a evaluar, hasta que aparezca la lupa y con clic sostenido se aumenta o disminuye el zoom para facilitar el análisis.



Analizar la imagen observada del plano coronal en el I-Cat Vision y determinar la forma del cóndilo mandibular de acuerdo con la clasificación utilizada por *Yale et al(41)*

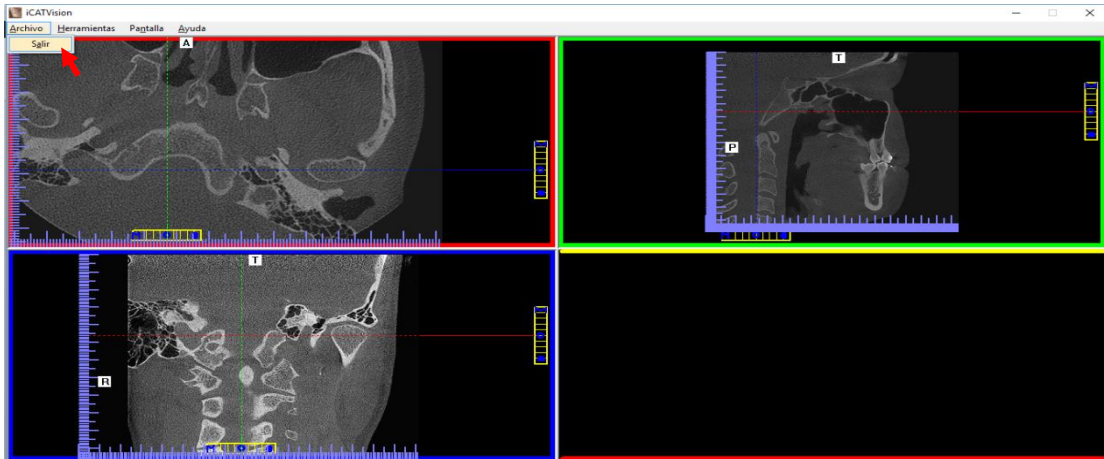


Imagen adaptada y modificada de *Yale et al(41)*

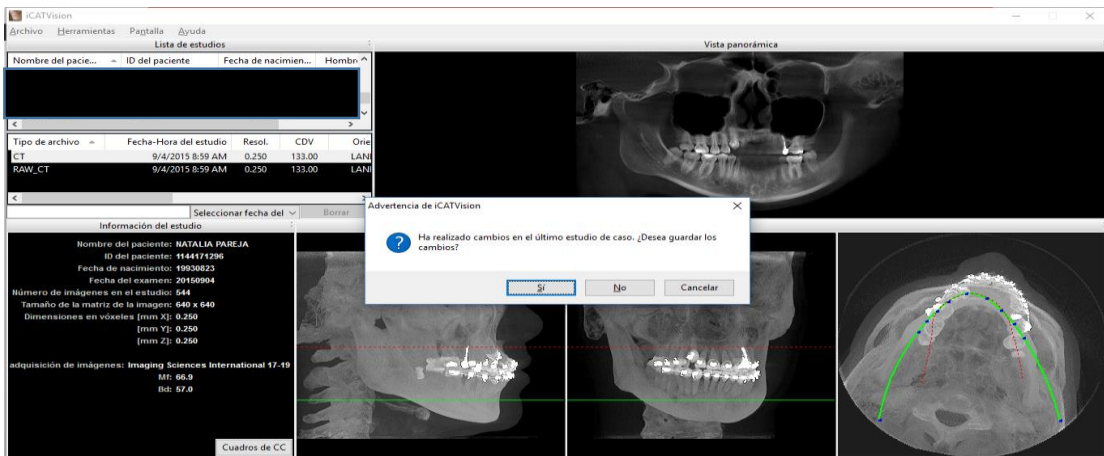
Una vez determinada la forma del cóndilo en el lado izquierdo, se continua con el análisis del cóndilo contralateral en el mismo plano coronal, repitiendo los pasos desde el posicionamiento de la cabeza.

Finalizar operación

Para salir del software seleccionar la opción archivo y luego salir.



El sistema mostrara una ventana para escoger la opción de guardar o no los cambios realizados.



Anexo 3. POE Morfometría del cóndilo mandibular en TCCB

	POE Morfometría del cóndilo mandibular en TCCB	CÓDIGO:
		VERSIÓN: 01
		FECHA DE VIGENCIA
		PÁGINAS: 1 DE 16
Elaboró Marcela Agudelo Ríos	Revisó Adriana Herrera Rubio	Aprobó Adriana Herrera Rubio
Fecha Diciembre 10 de 2018	Fecha Enero 18 de 2018	Fecha Enero 22 de 2018

Introducción

En 1998 surgió la tomografía computarizada de haz de cono con la cual se obtienen imágenes en dos dimensiones (2D) que pueden ser reconstruidas en tercera dimensión (3D), a partir de la utilización de una serie de algoritmos y un software como el I-Cat visión. Desde su invención, se convirtió en una herramienta importante para la evaluación de la morfometría y la morfología cráneo facial en ortodoncia, además de la detección precisa y eficaz tanto de la anatomía normal como anormal de las diferentes estructuras. La resolución espacial submilimétrica de esta tecnología permite al evaluador movilizarse de forma interactiva y multiplanar. (37, 39)

Objetivo

Brindar una guía para la realización de medidas del cóndilo mandibular en el software I- Cat visión.

Alcance

Facilitar al personal de salud que esté interesado en realizar medidas del cóndilo mandibular en la Universidad del Valle, un protocolo de Procedimiento Operacional Estándar (POE)

Responsabilidad

La responsabilidad es de cada persona que desarrolla este POE.

Materiales

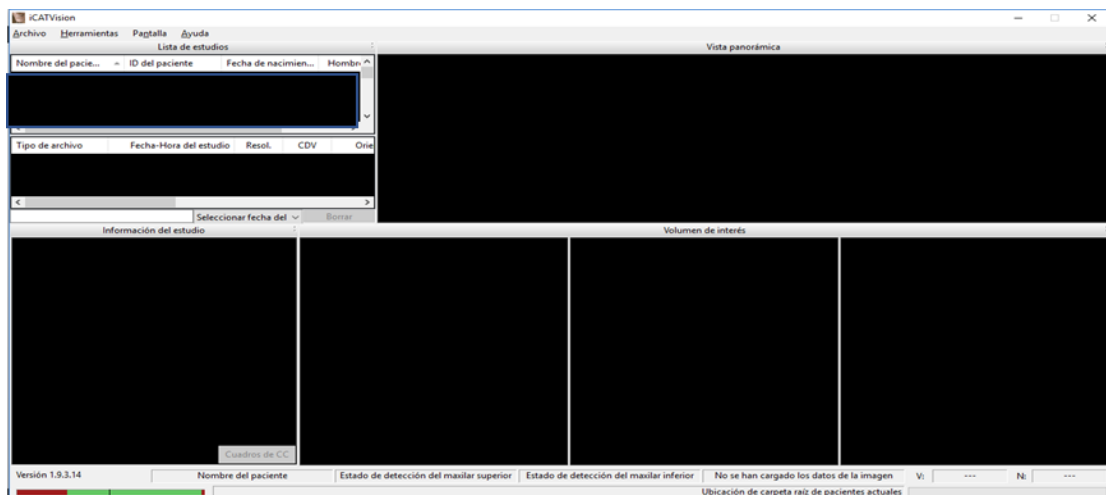
Computador de mesa o portátil, software I-Cat visión instalado en el computador en el que se va a trabajar, archivos Dicom

Procedimiento

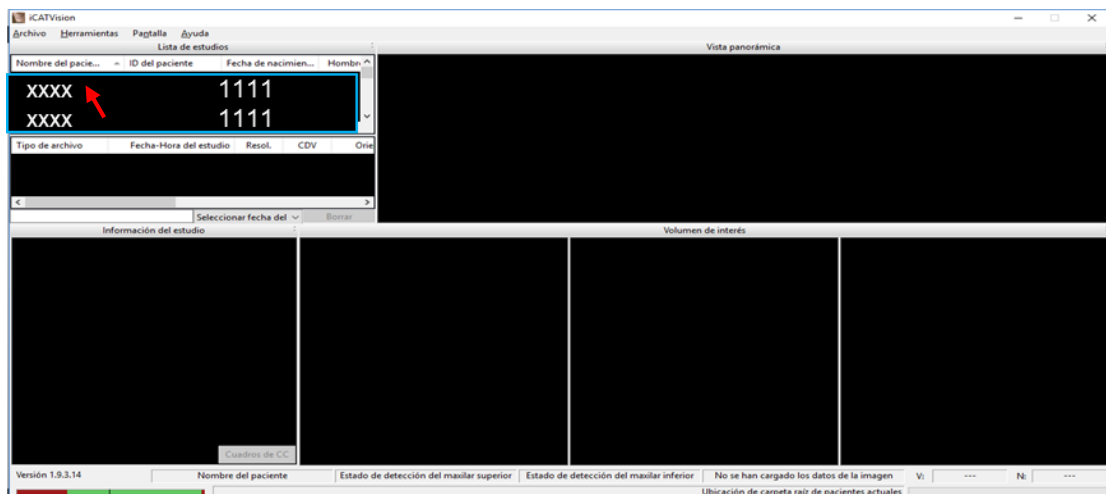
A continuación, se describe los pasos que se deben seguir para la realización de medidas del cóndilo mandibular en el software I-Cat Visión.

Inicio de operación /selección del paciente

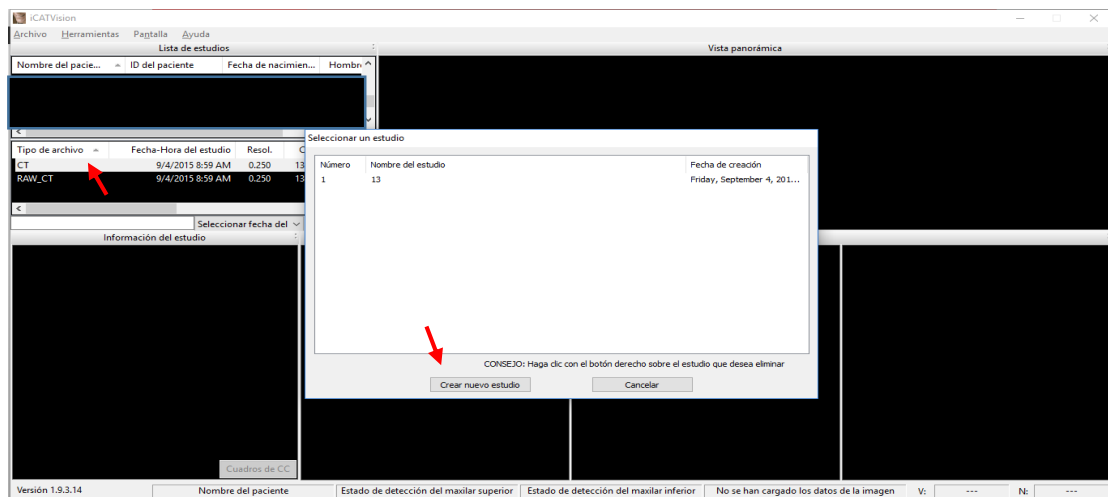
Abrir software.



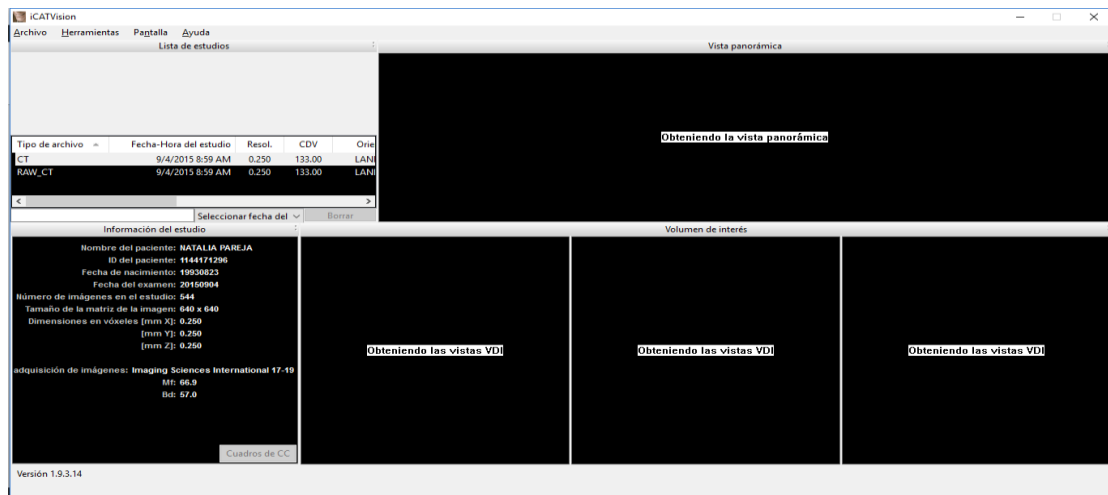
Seleccionar el paciente con el que se va a trabajar en el recuadro superior izquierdo.



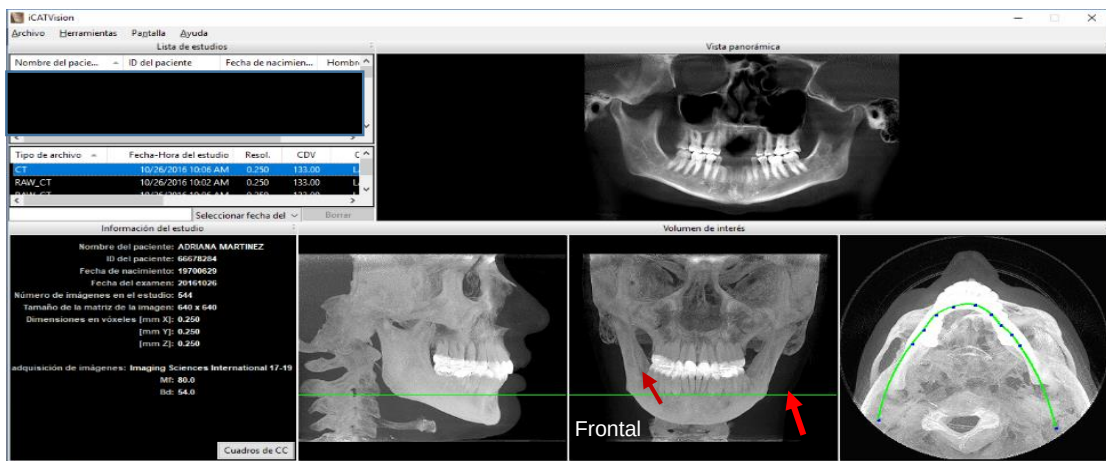
Una vez seleccionado el paciente, aparecerá inmediatamente por debajo dos opciones. Seleccionar CT y a continuación crear nuevo estudio.



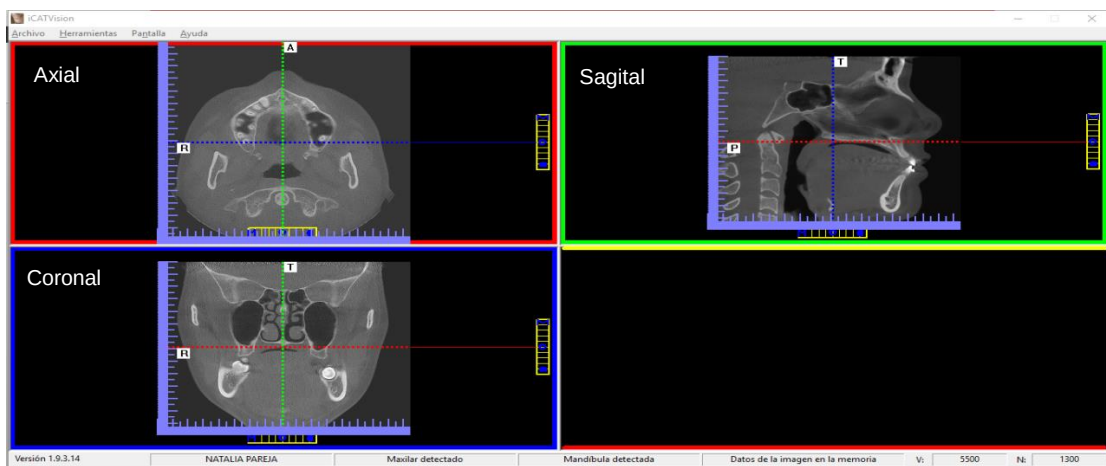
Después de seleccionar crear nuevo estudio, cargaran las imágenes del paciente seleccionado.



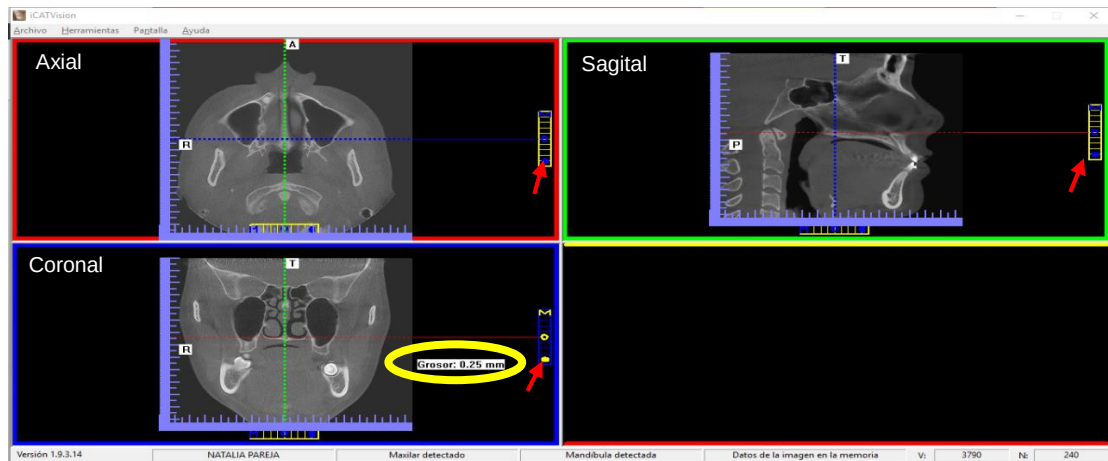
Seleccionar con doble clic la vista frontal



Una vez seleccionada la vista frontal obtendrá los siguientes recuadros. Recuadro superior izquierdo color rojo, vista axial. Recuadro superior derecho verde, vista sagital, Recuadro inferior izquierdo azul, vista coronal.



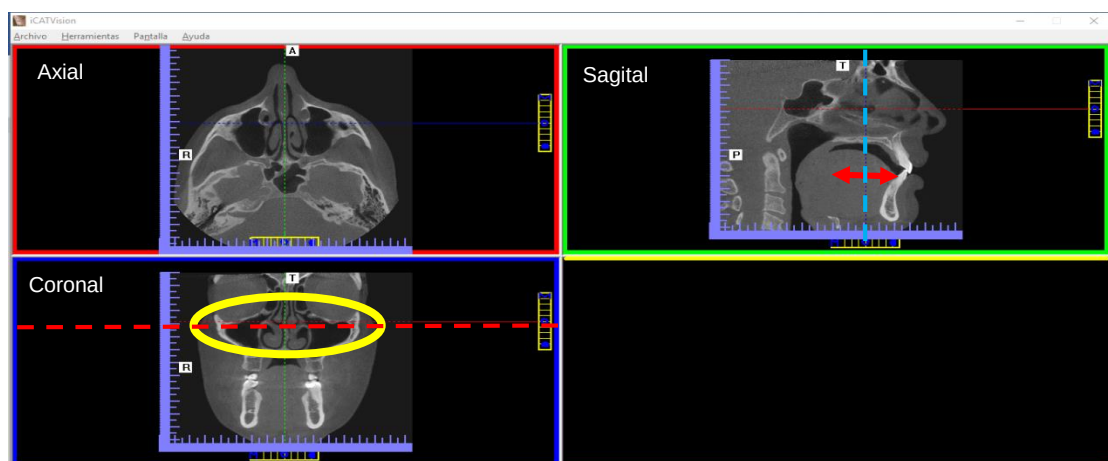
Disminuir el grosor a 0.25 mm en los tres planos, arrastrando el punto azul de cada barra lateral derecha.



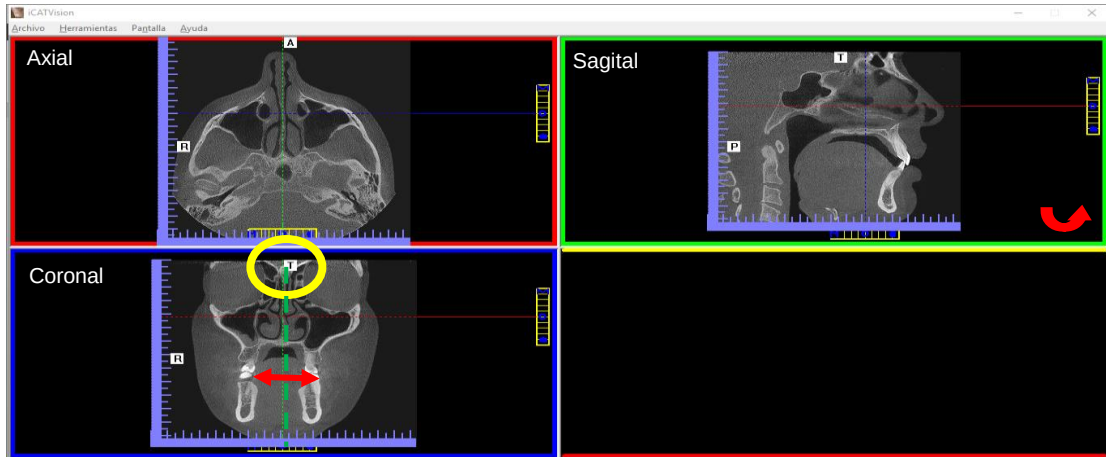
Posicionamiento de la cabeza del paciente

A continuación, se procede a posicionar la cabeza del paciente en la imagen tomográfica de acuerdo a tres puntos de referencia (infraorbitario bilateral, cresta Galli, plano de Frankfort) con el objetivo de simular la posición natural de la cabeza.

Primer punto de referencia *infraorbitario bilateral* (a nivel de los forámenes infraorbitarios). Arrastrar línea azul vertical del plano sagital hacia anterior hasta visualizar en el plano coronal el punto infraorbitario bilateral.



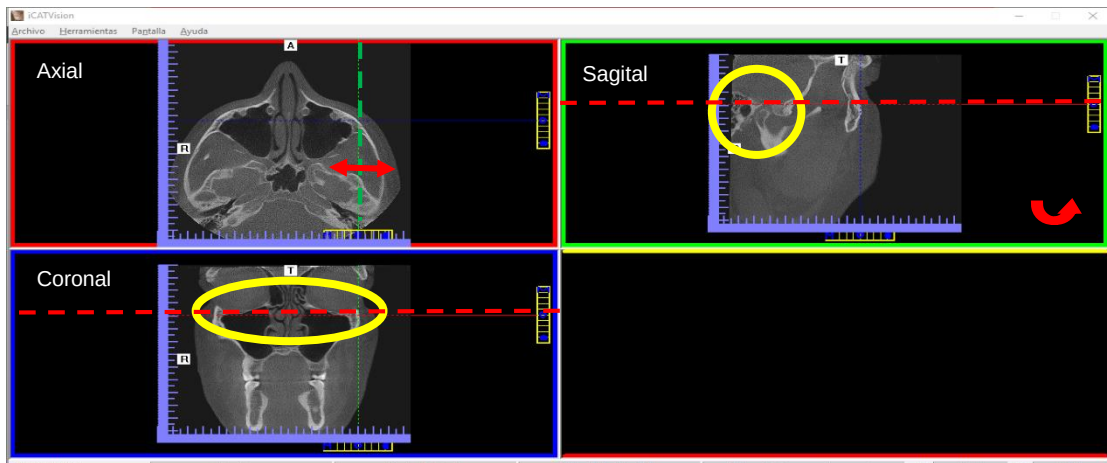
Segundo punto de referencia *cresta galli*. Arrastrar línea verde vertical del plano coronal hasta la parte central de la Cresta Galli.



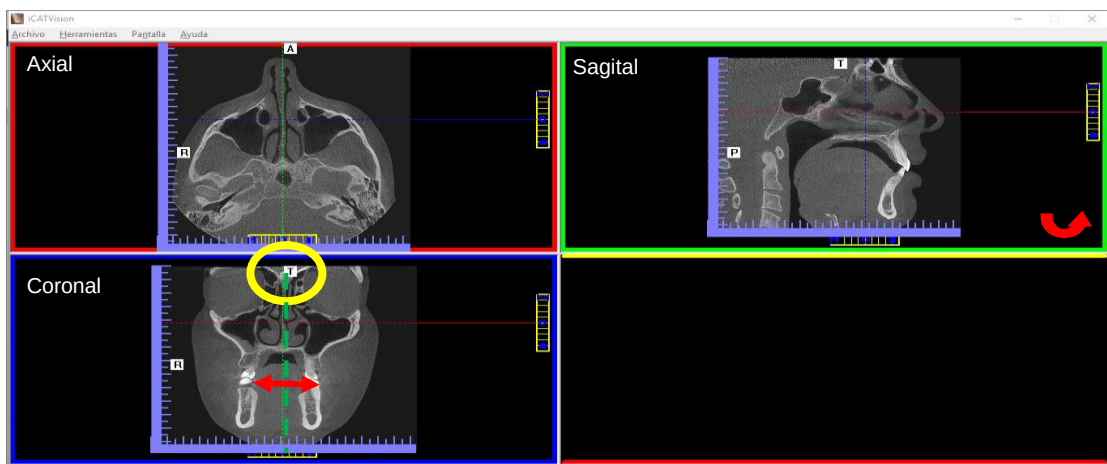
Tercer punto de referencia *plano de frankfort*: plano desde el punto cefalométrico infraorbitario hasta el punto cefalométrico Porion (punto más superior del meato acústico externo).

Arrastrar línea verde vertical del plano axial en sentido lateral hasta observar en el plano sagital el cóndilo a evaluar. Posteriormente, rotar la imagen en el plano sagital hasta que la línea roja de este plano quede justo por encima del punto cefalométrico porion. Esta ubicación debe hacerse coincidir con el punto cefalométrico infraorbitario bilateral anteriormente mencionado del plano coronal.

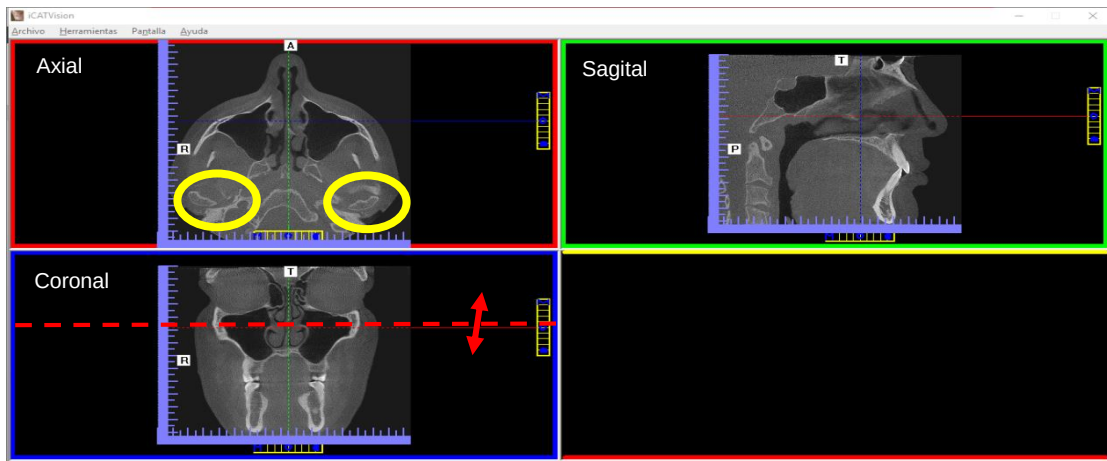
Para rotar la imagen se ubica el cursor en el extremo derecho del recuadro a evaluar hasta que aparezca un símbolo en forma de U y con clic sostenido se moviliza la imagen hacia el lado que se requiera.



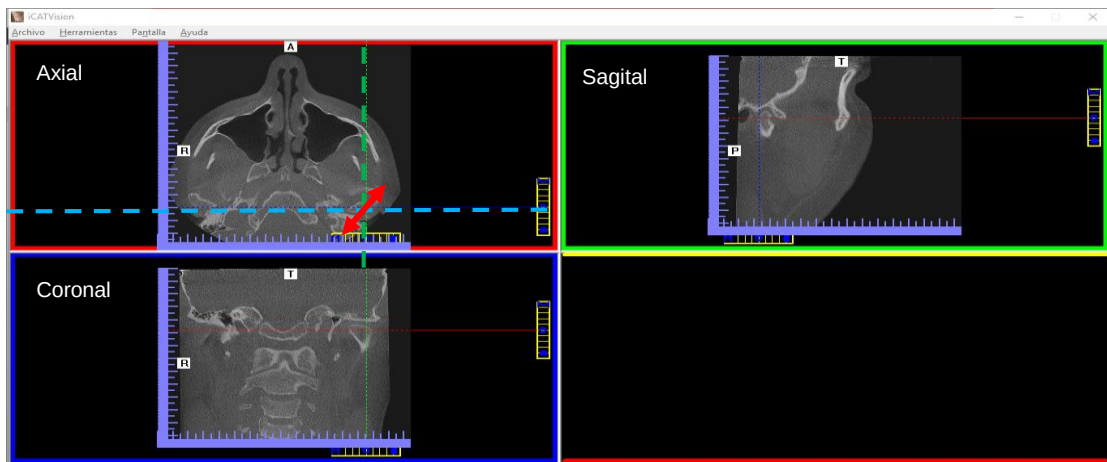
Devolver línea verde del plano coronal hasta el centro de la cresta Galli.

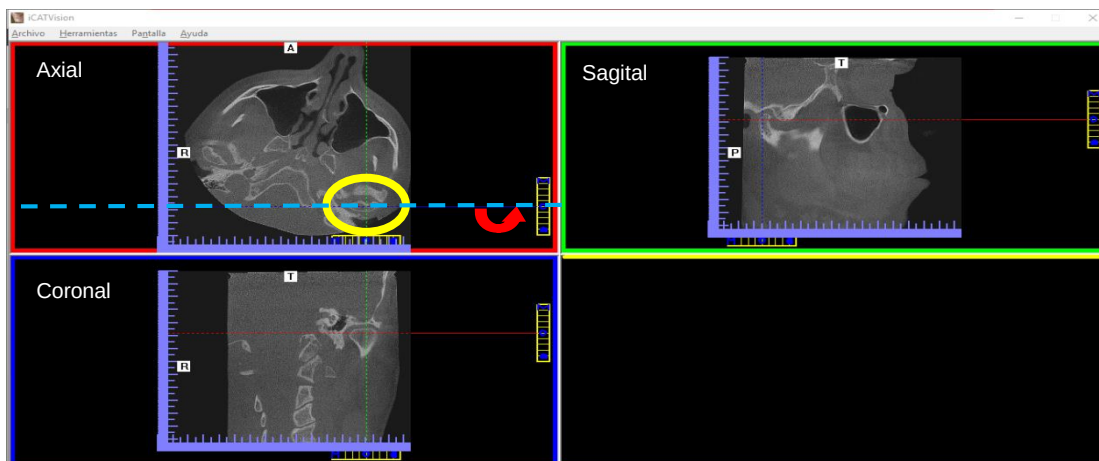


Una vez posicionada la cabeza del paciente se procede a ubicar la parte más ancha medio-lateral de los cóndilos en el plano axial, arrastrando la línea roja horizontal del plano coronal hasta visualizar en el plano axial los cóndilos mandibulares.

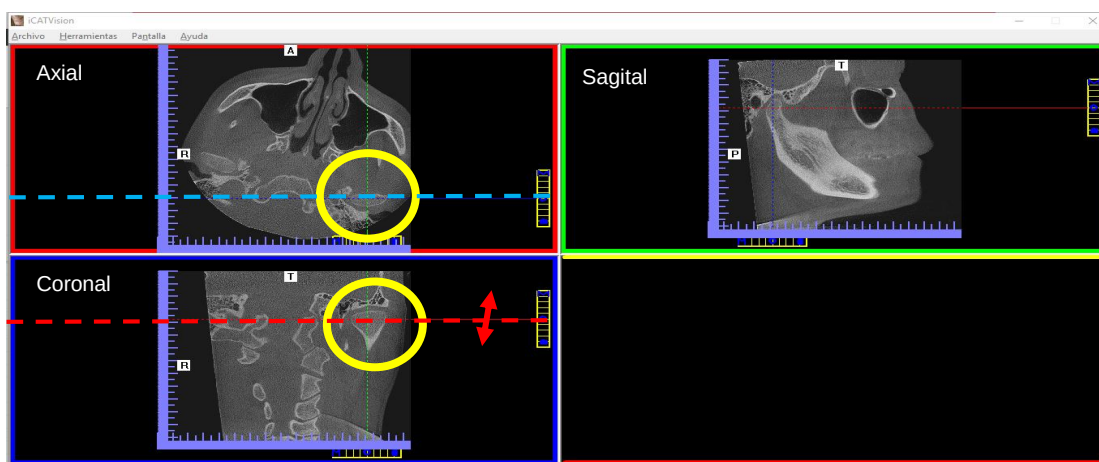


Arrastrar la intersección (línea verde vertical y azul horizontal) del plano axial hasta el cóndilo izquierdo y posteriormente rotar la imagen si es necesario hasta que la línea azul quede paralela a la parte más ancha medio-lateral del cóndilo.



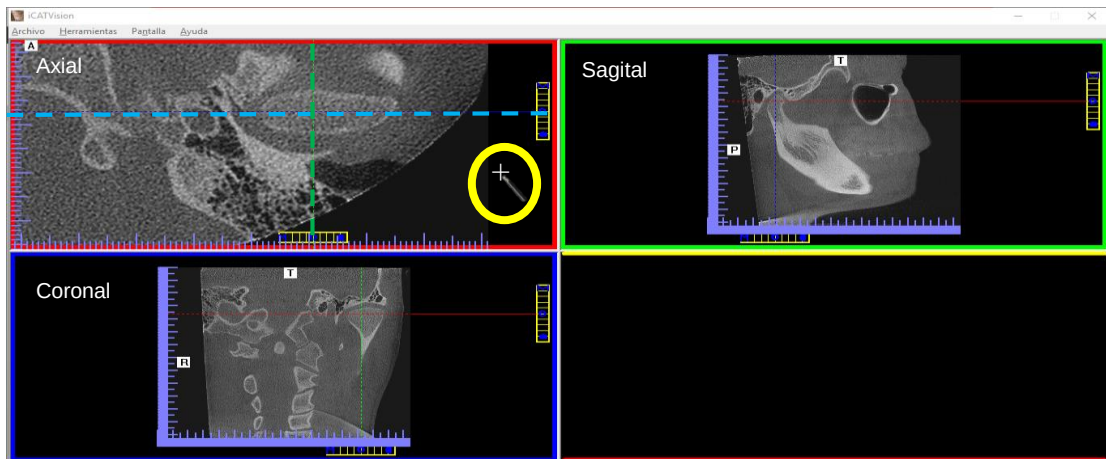


Nota: Si al rotar la imagen, el cóndilo en la vista axial desaparece, se debe arrastrar la línea roja del plano coronal, hasta ubicar nuevamente la parte más ancha del cóndilo que coincidirá con la parte más ancha medio-lateral del plano axial.

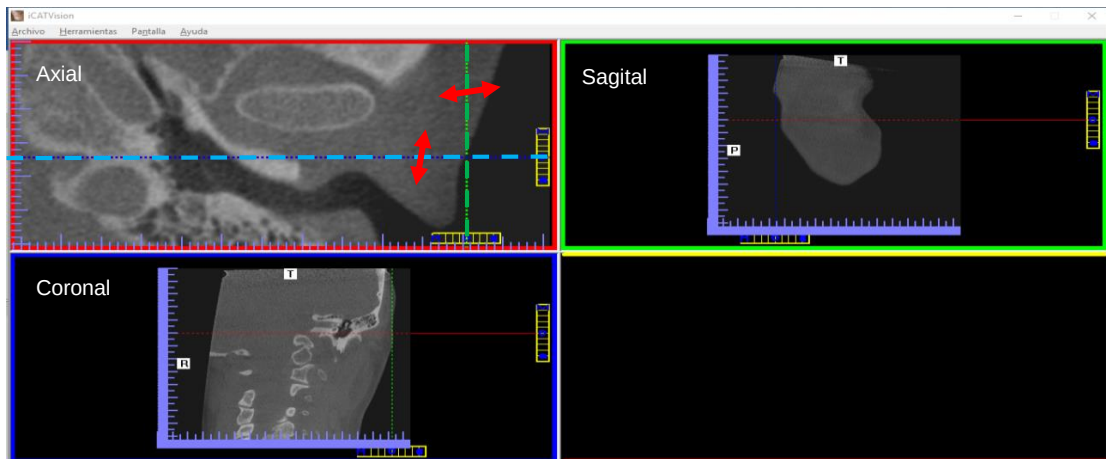


Medición plano axial

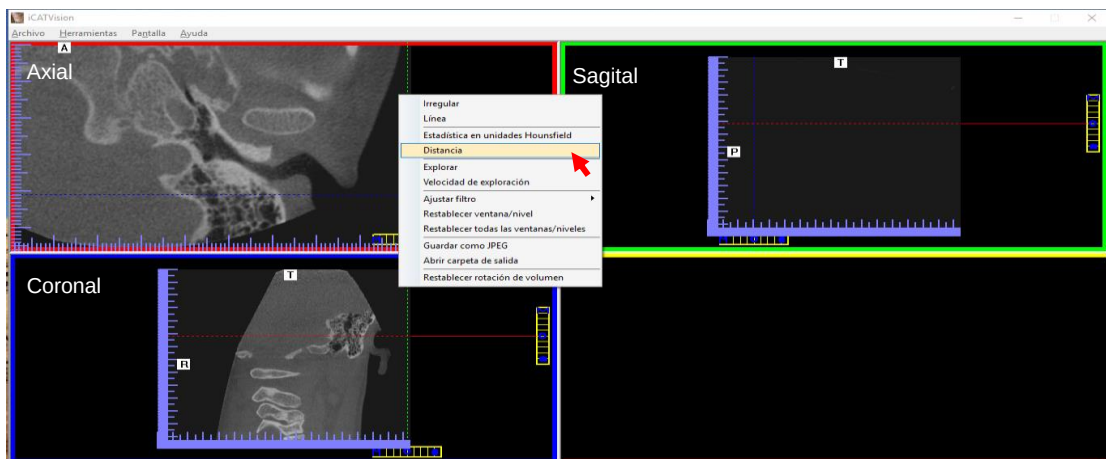
Una vez se observe la parte medio-lateral más ancha del cóndilo en el plano axial, se procede a aumentar el zoom en dicho plano, ubicando el cursor en el extremo derecho del recuadro a evaluar hasta que aparezca la lupa y con clic sostenido se aumenta o disminuye el zoom para facilitar la medición.



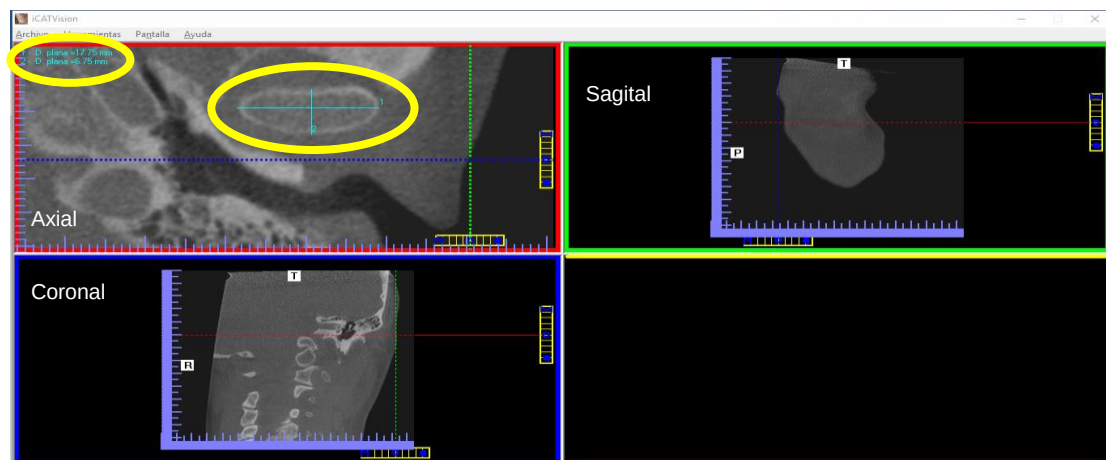
Retirar línea verde y azul del plano axial para tener visualización completa del cóndilo y poder realizar medición.



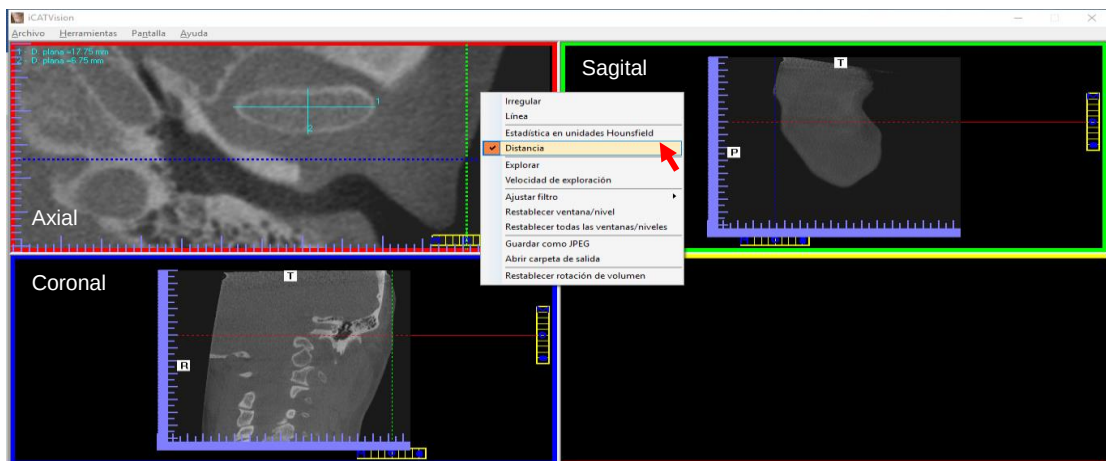
Hacer clic derecho y seleccionar opción distancia



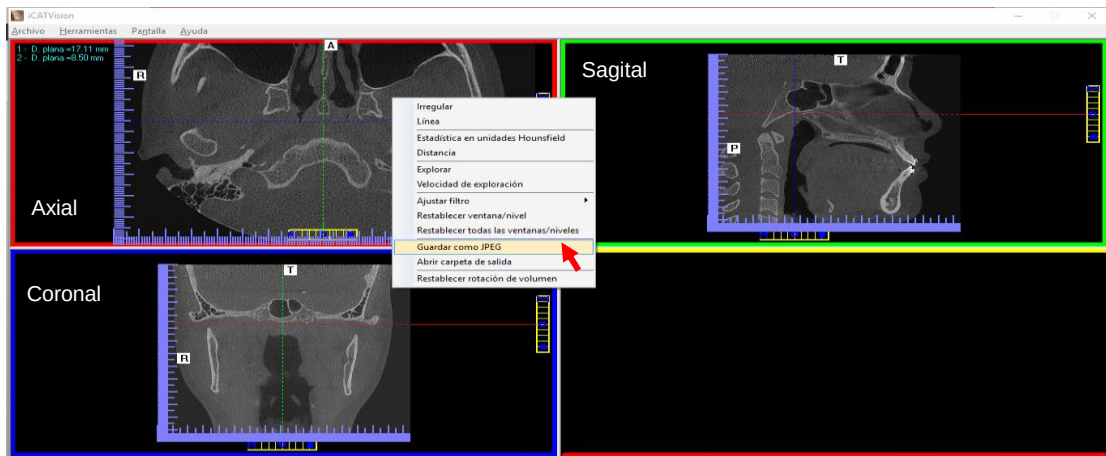
Iniciar medición trazando una línea con clic sostenido, desde el polo medial al polo lateral del cóndilo en su porción más ancha y una línea perpendicular a esta en la parte más ancha del cóndilo en sentido antero-posterior. El resultado de las mediciones aparecerá en la parte superior izquierda del recuadro expresado en milímetros.



Retirar opción distancia para poder seguir manipulando las imágenes, hacer clic derecho y seleccionar nuevamente distancia.



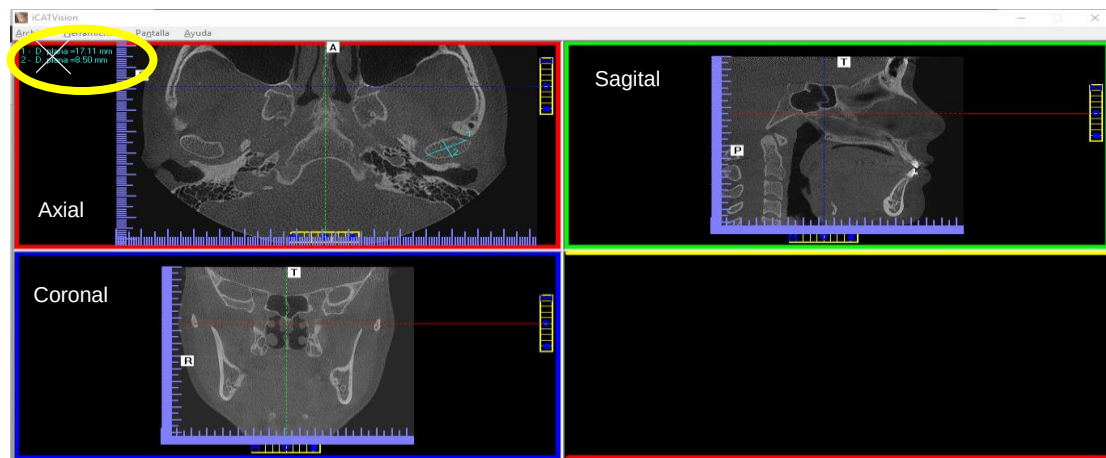
Para guardar la imagen de la medición realizada, hacer clic derecho y seleccionar guardar como JPEG.

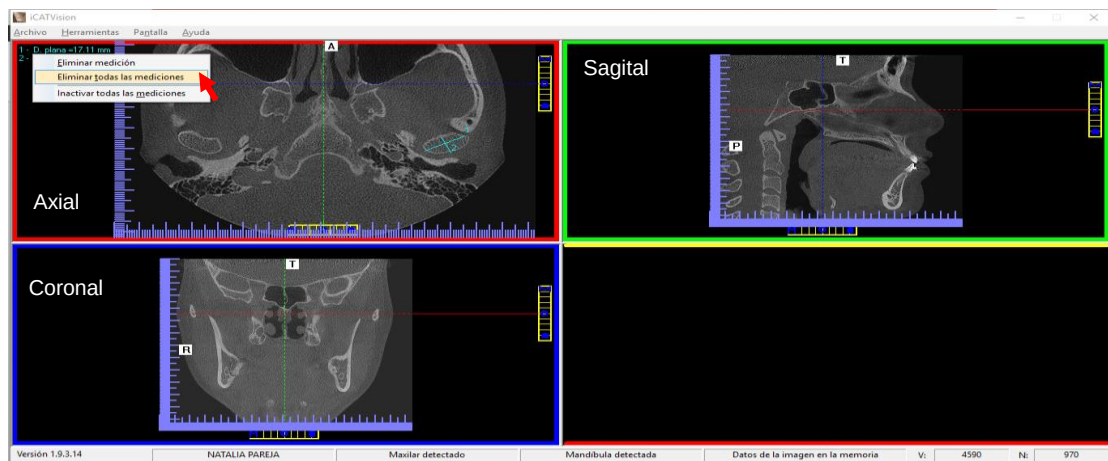


Hacer clic derecho y opción abrir carpeta de salida para visualizar la carpeta donde fue descargada la imagen.

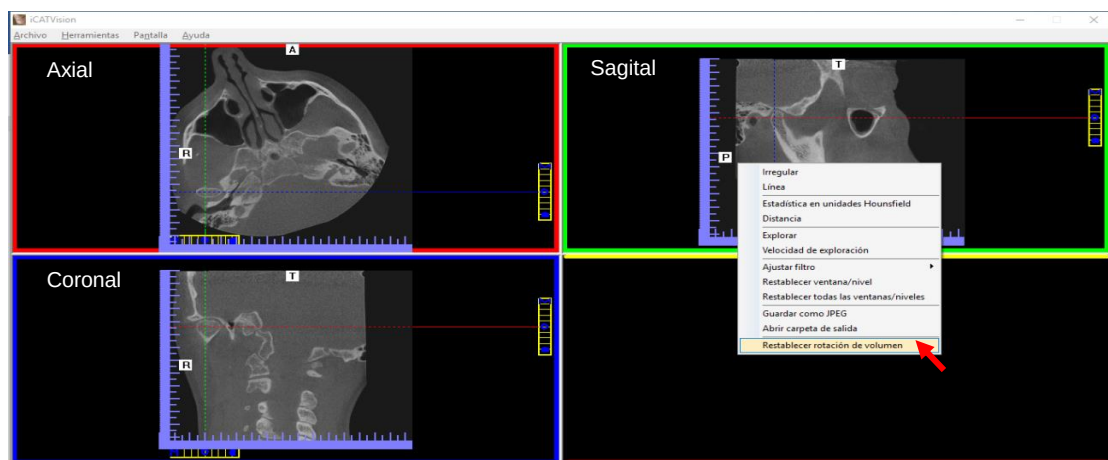


Retirar las mediciones realizadas, para facilitar la medición del cóndilo contralateral, haciendo clic derecho sobre la (X) que aparece al posicionar el cursor sobre el resultado de las mediciones, seleccionar opción eliminar mediciones.





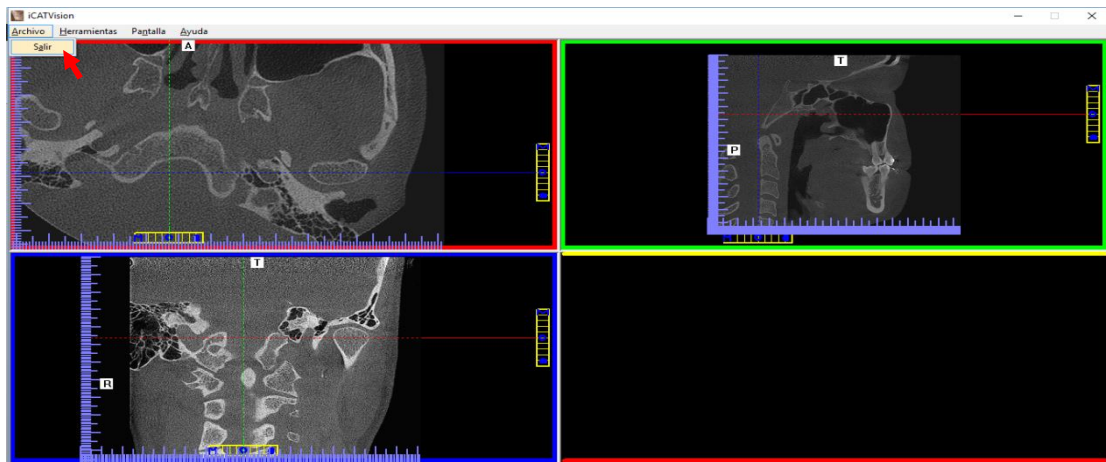
Para el posicionamiento del cóndilo derecho, se debe restablecer la rotación de los planos haciendo clic derecho sobre cualquiera de las imágenes y seleccionar la opción restablecer rotación de volumen.



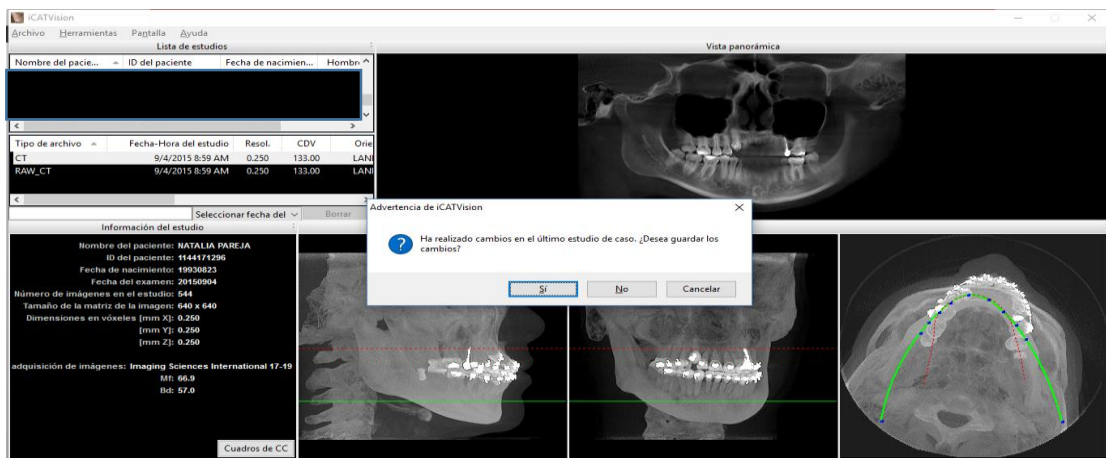
Proceder a simular la posición natural de la cabeza en las imágenes tomográficas con los tres puntos de referencia previamente descritos (infraorbitario bilateral, cresta de Galli, plano de Frankfort) e iniciar la medición del cóndilo derecho.

Finalizar operación

Para salir del software seleccionar la opción archivo y luego salir.



El sistema mostrara una ventana para escoger la opción de guardar o no los cambios realizados.



REFERENCIAS

1. Hinton RJ, Carlson DS. Regulation of Growth in Mandibular Condylar Cartilage. *Seminars in Orthodontics*. 2005; 11:209-18.
2. Saccucci M, Polimeni A, Festa F, Tecco S. Do skeletal cephalometric characteristics correlate with condylar volume, surface and shape? A 3D analysis. *Head & Face Medicine*. 2012; 8(1):15-22.
3. Karusu A, Horiuchi M, Soma K. Relationship between Occlusal Force and Mandibular Condyle Morphology. *Angle Orthodontist*. 2009; 79(6).
4. Ugalde FJ. Clasificación de la maloclusión en los planos anteroposterior, vertical y transversal. (Spanish). *Revista ADM*. 2007; 64(3):97.
5. Turp JC, Greene CS, Strub JR. Dental occlusion: a critical reflection on past, present and future concepts. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2008(6):446.
6. Burgos D. Prevalencia de Maloclusiones en Niños y Adolescentes de 6 a 15 Años en Frutillar, Chile / Prevalence of Malocclusion in 6 to 15-year-old Children and Adolescents in Frutillar, Chile. *International journal of odontostomatology*. 2014(1):13.
7. Tokunaga S, Katagiri M, K, Elorza H. Prevalencia de las maloclusiones en el Departamento de Ortodoncia de la División de Estudios de Postgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México. *Revista odontológica mexicana*. 2014; 18:175-9.
8. ENSAB IV Estudio Nacional de Salud Bucal: Minsalud; 2014 [Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENSAB-IV-Situacion-Bucal-Actual.pdf>].
9. Agarwal SS, Chopra SS, Jayan B, Verma M. Epidemiology in Orthodontics- A Literature Review. *Orthodontic Cyber journal*. 2014(January):1-14.
10. Garza Cerna C Disfuncion temporo mandibular en los diferentes tipos de maloclusion. [Tesis Maestría]. Monterey. Universidad Autónoma de Nuevo león; 1993.
11. Lux CJ, Conradt C, Burden D, Komposch G. Three-dimensional analysis of maxillary and mandibular growth increments. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal: Official Publication Of The American Cleft Palate-Craniofacial Association*. 2004; 41(3):304-14.

12. Mizoguchi I, Toriya N, Nakao Y. Review article: Growth of the mandible and biological characteristics of the mandibular condylar cartilage. *Japanese Dental Science Review*. 2013; 49:139-50.
13. Ren C, Yang Y. Mandibular Condyle: Structure Properties and Growth Regulation. *Journal of Oral Science and Health*. 2014; 9075(1):1-6.
14. Thomé MC, Rezende RA, Bertollo RM, Gonçalves GM, Matos AS. Condylar hyperactivity: Diagnosis and treatment - case reports. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2010; 15(4):77.
15. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. An Improved Version of the Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Mandibular Growth. *Angle Orthodontist*. 2002; 72(4):316.
16. Madhavan S. Mandibular development and its age change. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2014;6(11):360-2.
17. Zhou Y, Wang Y, Wang X, Volière G, Hu R. The impact of orthodontic treatment on the quality of life a systematic review. *BMC Oral Health*. 2014.
18. Feu D. Why orthodontists should be aware of the quality of life of their patients. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2011; 16(1):13.
19. Applied anatomy of the temporomandibular joint. A System of Orthopaedic Medicine. [En línea]. Elsevier 2013:e198-e201. URL disponible en http://www.orthopaedicmedicineonline.com/downloads/pdf/B9780702031458000788_web.pdf
20. Hylander WL. Functional anatomy and biomechanics of the masticatory apparatus. *Functional Anatomy of the TMJ*. Quintessence publishing; 2006.p3-34.
21. Delgado A. Anatomía humana funcional y clínica. Cali-Colombia. Ed. Universidad del Valle; 1994.
22. Valladares J, Estrela C, Bueno M, Aguirre O, Lyra C, et al. Mandibular condyle dimensional changes in subjects from 3 to 20 years of age using Cone-Beam Computed Tomography: A preliminary study. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2010; 15(5):172.
23. Norton NS. Anatomía de cabeza y cuello para odontólogos. Vol 2. Barcelona: Ed. Elsevier Masson; 2012.

24. Quijano Y. Anatomia clinica de la articulacion temporomandibular (ATM). Morfolia. 2011; 3(4):23-33.
25. Schünke M, Schulte E, Schumacher M. Prometheus: Texto y atlas de anatomía. Cabeza y neuroanatomía. Vol 3. Ed Panamericana; 2010.
26. Standring S. Gray's anatomy the anatomical basis of clinical practice. (39th edn). Ed. Elsevier; 2005
27. Latarjet M, Liard AR. Anatomía humana: Ed. Médica Panamericana; 2004.
28. Copray J, Dibbets J, Kantomaa T. The role of condylar cartilage in the development of the temporomandibular joint. The angle orthodontist. 1988:369-79.
29. Björk A. Prediction of mandibular growth rotation. Am J Orthod. 1969; 55(6):585-99.
30. Enlow DH, Hans MG. Essentials of facial growth. Ann Arbor, MI: Distributed by Needham Press; 2008.
31. Yang Y, Ren C. Factors Involved in Mandibular Condylar Growth: An Overview. Orthodontics, Faculty of Dentistry, the University of Hong Kong. 2014; 13(4):6.
32. Urrutia Gnepf O. Evaluacion de la posicion sagital de los maxilares en pacientes clase II esqueleticos. [Tesis Maestría]. San salvador. Universidad Autónoma de Nuevo león; 1997.
33. Steiner C. Cephalometrics for you and me. American journal of orthodontic. 1953; 39:729-55.
34. Mangla R, Singh N, Dua V, Padmanabhan P, Khanna M. Evaluation of mandibular morphology in different facial types. Contemporary Clinical Dentistry. 2011;2(3):200.
35. Baba I, Najmuddin M, Shah A, Yousuf A. TMJ Imaging: A Review. International Journal of contemporary Medical Reserch. 2016; 3(8):2253-6.
36. Peltonen LI, Aarnisalo AA, KÄSer Y, Kortensniemi MK, Robinson S, Suomalainen A, et al. Cone-Beam Computed Tomography: A New Method for Imaging of the Temporal Bone. Acta Radiologica. 2009; 50(5):543-8.

37. Kapila SD, Nervina JM. CBCT in orthodontics: assessment of treatment outcomes and indications for its use. *Dento Maxillo Facial Radiology*. 2015; 44(1):20140282.
38. Machado G. CBCT imaging – A boon to orthodontics. *Saudi Dental Journal*, Vol 27, Iss 1, Pp 12-21 (2015). 2015(1):12.
39. Honey OB, Scarfe WC, Hilgers MJ, Klueber K, Silveira AM, Haskell BS, et al. Original article: Accuracy of cone-beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: Comparisons with panoramic radiology and linear tomography. *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics*. 2007; 132:429-38.
40. Cevidanes L, Oliveira AE, Motta A, Phillips C, Burke B, Tyndall D. Head orientation in CBCT-generated cephalograms. *The Angle orthodontist*. 2009; 79(5):971-7.
41. Yale SH, Allison BD, Hauptfuehrer J. An epidemiological assessment of mandibular condyle morphology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1966; 21(2):169-77.
42. Vahanwala S, pagare S, Gavand K, Roy C. Evaluation of condylar morphology using panoramic radiography. *Journal of Advanced Clinical \& Research Insights*. 2016; 3:5-8.
43. Muñoz G, Olate S, Cantín M, Vásquez B, Del Sol M. TMJ in facial class III deformity. Condylar morphology relations. *International Journal Of Clinical And Experimental Medicine*. 2014; 7(9):3113-7.
44. Agrawal JM, Agrawal MS, Nanjannawar LG, Parushetti AD. CBCT in orthodontics: the wave of future. *The Journal Of Contemporary Dental Practice*. 2013; 14(1):153-7.
45. Caruso S, Storti E, Nota A, Ehsani S, Gatto R. Temporomandibular Joint Anatomy Assessed by CBCT Images. *BioMed Research International*. 2017:1-10.
46. Fonseca LM, De Castro AC, Pedron PV, De Lima R, Rodrigues M. Tomographic evaluation of the temporomandibular joint in malocclusion subjects: condylar morphology and position. *Brazilian Oral Research*. 2016(1).

47. Saccucci M, D'Attilio M, Rodolfino D, Festa F, Polimeni A, Tecco S. Condylar volume and condylar area in class I, class II and class III young adult subjects. *Head & Face Medicine*. 2012;8(1):34-41.
48. Yale SH, Rosenberg HM, Ceballos M, Hauptfuehrer J. Laminagraphic cephalometry in the analysis of mandibular condyle morphology: a preliminary report. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1961;14(7):793-805.
49. Magnusson C, Malin M, Magnusson T. A description of a contemporary human skull material in respect of age, gender, temporomandibular joint changes, and some dental variables. *Swedish dental journal*. 2008;32(2):69.
50. Ishwarkumar S, Pillay P, Degama BZ, Satyapal KS. An Osteometric Evaluation of the Mandibular Condyle in a Black KwaZulu-Natal Population. Una Evaluación Osteométrica del Cóndilo Mandibular en una Población Negra KwaZulu-Natal. *International Journal of Morphology*. 2016; 34(3):848-53.
51. Oliveira C, Tarnoschi R, Alvarez AL. Mandibular condyle morphology on panoramic radiographs of asymptomatic temporomandibular joints. *IJD International Journal of Dentistry*. 2009; 8(3).
52. Singh M, Chakrabarty A. Anatomical Variations in Condylar Shape and Symmetry: Study of 100 Patients. 2015; 4(12).
53. Sherman SL, Woods M, Nanda RS. The longitudinal effects of growth on the Wits appraisal. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1988; 93(5):429-36.
54. Jacobson A. Update on the Wits appraisal. *The Angle Orthodontist*. 1988; 58(3):205-19.
55. Ishikawa H, Nakamura S, Iwasaki H, Kitazawa S. Seven parameters describing anteroposterior jaw relationships: postpubertal prediction accuracy and interchangeability. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2000; 117(6):714-20.
56. Katsavrias EG. Original article: Morphology of the temporomandibular joint in subjects with Class II Division 2 malocclusions. *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics*. 2006; 129:470-8.

57. Kinzinger G, Kober C, Diedrich P. Topography and morphology of the mandibular condyle during fixed functional orthopedic treatment --a magnetic resonance imaging study. *J Orofac Orthop*. 2007; 68(2):124-47.
58. Chen J, Sorensen K, Gupta T, Kilts T, Young M, Wadhwa S. Altered functional loading causes differential effects in the subchondral bone and condylar cartilage in the temporomandibular joint from young mice. *Osteoarthritis and cartilage*. 2009; 17(3):354-61.
59. Sulzmann C, Buckberry J, Pastor R. The utility of carpals for sex assessment: a preliminary study. *American Journal of Physical Anthropology*. 2008; 135(3):252-62.
60. Hinton RJ. Relationships between mandibular joint size and craniofacial size in human groups. *Archives of oral biology*. 1983; 28(1):37-43.
61. Liu Q, Wei X, Guan J, Wang R, Zou D, Yu L. Assessment of condylar morphology and position using MSCT in an Asian population. *Clinical oral investigations*. 2018:1-9.
62. Rodrigues AF, Fraga MR, Vitral RWF. Computed tomography evaluation of the temporomandibular joint in Class I malocclusion patients: condylar symmetry and condyle-fossa relationship. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009; 136(2):192-8.
63. Ballesteros LE, García JD. Morfometría de la Articulación Temporomandibular. Un estudio con material de autopsia. *Medunab*. 1998; 1(2).
64. Ali AM, Sharawy M. Enlargement of the rabbit mandibular condyle after experimental induction of anterior disc displacement: a histomorphometric study. *Journal of oral and maxillofacial surgery*. 1995; 53(5):544-60.
65. Willems NM, Mulder L, Langenbach GE, Grünheid T, Zentner A, van Eijden TM. Age-related changes in microarchitecture and mineralization of cancellous bone in the porcine mandibular condyle. *Journal of structural biology*. 2007; 158(3):421-7.