COMPARACIÓN DE LA DISTANCIA INTERCONDILAR EN POSICIÓN ESTÁTICA DE MÁXIMA INTERCUSPIDACIÓN (MIC) Y EN POSICIÓN PROTRUSIVA ESTANDARIZADA,MEDIDA POR TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA DE HAZ DE RAYOS CÓNICOS

UNIVERSIDAD ANDRES BELLO

Chile

Institución Universitaria COLEGIOS de Colombia UNICOC

Colombia

MAURICIO DUARTE OROZCO .DDS, Especialista en Rehabilitación Oral

DIEGO ALEXANDER MOMPOTES BECERRA. DDS.

YAMILETH MOMPOTES BECERRA. DDS.

UNIVERSIDAD ANDRES BELLO

FACULTAD DE REHABILITACION

Chile 2014

COMPARACIÓN DE LA DISTANCIA INTERCONDILAR EN POSICIÓN ESTÁTICA DE MÁXIMA INTERCUSPIDACIÓN (MIC) Y EN POSICIÓN PROTRUSIVA ESTANDARIZADA,MEDIDA POR TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA DE HAZ DE RAYOS CÓNICOS

UNIVERSIDAD ANDRES BELLO

Chile

Institución Universitaria COLEGIOS de Colombia UNICOC

Colombia

INVESTIGADORES

MAURICIO DUARTE OROZCO .DDS, Especialista en Rehabilitación Oral

DIEGO ALEXANDER MOMPOTES BECERRA .DDS.

YAMILETH MOMPOTES BECERRA .DDS.

ASESORA

MARIA CLEMENCIA VARGAS VARGAS DDS, MSc, PhD.

UNIVERSIDAD ANDRES BELLO

FACULTAD DE REHABILITACION

Chile 2014

Nota de aceptación

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Firma de presidente del jurado

_____

Firma del jurado

_____

Firma del jurado

Chile, Noviembre 19 del 2014

**

Para la Sra. Carmen Alicia Orozco Rozo por tu inmenso apoyo y comprensión. Toda tu vida, ha dejado una huella muy fuerte en todos los que te rodean. Que la luz del Todopoderoso continúe iluminando tu camino. Gracias mamá !!!!!

MAURICIO DUARTE OROZCO

**

Lo dedicamos con mucho cariño a nuestros Padres, Esposo, Hija y para todos los que nos aportaron positivamente a lo largo de nuestra formación académica, dándonos el apoyo y la incentivación que necesitábamos; testigos del trabajo perseverante para lograr un nuevo éxito en nuestras vidas profesionales. Para Mauricio Duarte O por su dedicación y constancia.

YAMILETH y DIEGO MOMPOTES BECERRA

AGRADECIMIENTOS

- A la Dra. Clemencia Vargas Vargas, DDS, MSc, Phd, por su interés , su guía y oportunos consejos

- Al Dr. Manuel Roberto Sarmiento, DDS, decano de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, por permitirnos utilizar las instalaciones de la Unidad Radiológica y del Tomógrafo ubicados dentro de la Facultad

- Al Dr. Luis Rogelio Hernández, MSc, M.Ed., por su oportuno consejo en el análisis metodológico y estadístico del presente trabajo de investigación

- A la Dra. Hannia Camargo, DDS, MSc, jefe de la Unidad Radiológica y Tomográfica de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, por su acompañamiento, consejo, apoyo en el análisis y lecturas de las imágenes Tomograficas 3D.

- A todas las personas que participaron de manera voluntaria y contribuyeron en la realización de éste estudio.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

RESUMEN..... **11**

ABSTRACT..... **12**

INTRODUCCIÓN..... **15**

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA..... **17**

2. ARTICULACION TEMPOROMANDIBULAR..... **21**

2.1 CARACTERISTICAS **22**

2.2 Estado del conocimiento 25

3. DISEÑO TEORICO..... **27**

3.1 Problema 27

3.1.1 Área del problema 27

3.1.2 Delimitaciones del problema 28

3.1.3 Formulación del problema 28

3.2 Justificación 30

3.3 Hipótesis..... 31

4. OBJETIVOS..... **32**

4.1 Objetivo General..... 32

4.2 Objetivos Específicos..... 32

5. DEFINICIONDE CONCEPTOS Y VARIABLES..... 33

5.1 Pregunta de Investigación..... 34

6. DISEÑO METODOLOGICO..... 34

6.1 Tipo de Estudio..... 34

6.2 Población y Muestra..... 34

6.3 Unidad de Análisis..... 35

6.3.1 Tipo de Muestra..... 35

6.3.2 Criterios de Inclusión..... 35

6.3.3 Criterios de Exclusión..... 35

6.4 Aspectos Éticos..... 35

6.5 Materiales e Instrumentación..... 36

6.5.1 Materiales..... 36

6.5.2 Instrumento..... 36

6.6 Metodología Aplicada..... 37

6.6.1 Recolección..... 45

6.6.2 Calibración..... 47

7. RESULTADOS..... 47

8. DISCUSIÓN..... 49

CONCLUSIONES..... 54

RECOMENDACIONES..... 55

ANEXOS..... 56

BIBLIOGRAFIA..... 89

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1°. **Diferencias entre los dos Sistemas TC Y CBCT..... 20**

Tabla 2°. **Campo de Visión Maxilofacial y Bucal con el Sistema CBCT..... 21**

Tabla 3°. **Distancia Intercondilar (mm)..... 48**

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Radiografía Dental tomada por el Dr. Otto Walkoff.....	13
Figura 2.	Primera Imagen Tomográfica.....	14
Figura 3.	Diferencias en el tipo de Escaneado: haz plano (TC) y haz de tipo Cónico (CBCT).....	15
Figura 4.	Componentes de la ATM.....	19
Figura 5.	CS Carestream C 9300 3D.....	37
Figura 6.	Tamaño de imagen.....	38
Figura 7.	Contextura mediana.....	39
Figura 8.	Parámetros de la imagen.....	39
Figura 9.	Calibración equipo para ATM.....	40
Figura 10.	Utilización posicionador para exámenes de ATM.....	41
Figura 11.	Resolución de la imagen.....	41
Figura 12.	Integración y Realce	41
Figura 13.	Integración de la imagen a 29,4 mm.....	43
Figura 14.	Ejes para mejorar la sensibilidad.....	44
Figura 15.	Software CS 3D Utilizado para imágenes 1:1.....	45

TITULO EN ESPAÑOL: COMPARACIÓN DE LA DISTANCIA INTERCONDILAR EN POSICIÓN ESTÁTICA DE MÁXIMA INTERCUSPIDACIÓN (MIC) Y EN POSICIÓN PROTRUSIVA ESTANDARIZADA,MEDIDA POR TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA DE HAZ DE RAYOS CONICOS

TITULO EN INGLES: COMPARISON OF INTERCONDYLAR DISTANCE IN STATIC OF MAXIMUM INTERCUSPIDATION POSITION (MIC) AND STANDARDIZED IN PROTRUSIVE POSITION, AS ME ASURED BY CT SCAN X-RAY BEAM TAPERED.

RESUMEN

La estructura ósea mandibular en humanos ha sido estudiada tradicionalmente dentro de un concepto gnatológico estático. La distancia intercondilar se consideró invariable hasta cuando algunos modelos matemáticos y consideraciones teóricos comenzaron a sugerir que tiene cierta flexibilidad durante el proceso masticatorio.

El objetivo del presente estudio fue medir la distancia intercondilar en sujetos sanos, en dos posiciones mandibulares: máxima intercuspidación (MIC) y protrusión estandarizada (PR), mediante CBCT de última generación.

El estudio se realizó con la colaboración de 26 mujeres que participaron voluntariamente y firmaron un consentimiento informado. Se empleó el tomógrafo Carestream® 9300 con un software CS 3D Imaging que permite localizar los polos lateral y medial de cada cóndilo

mandibular y mide la distancia intercondilar en dos posiciones mandibulares: posición estática (MIC) y posición protrusiva estandarizada con un dispositivo llamado activador craneomandibular helicoidal Rocabado (ACMHR).

El promedio ± desviación estándar de la distancia intercondilar en mm en posición MIC fue 114,93 ± 5,43 y en protrusión fue 115,76 ± 5,36. La diferencia fue de 0,7 ± 1,22 mm. El 80,7 % de las participantes (n = 21) presentaron divergencia o separación intercondilar y solamente en 5 (19,3%) hubo convergencia. El cambio fue estadísticamente significativo (p = 0.01).

Lo encontrado en el presente estudio es compatible con lo publicado y enseñado por el Kinesiólogo Chileno Dr. M. Rocabado y es clínicamente relevante porque ayuda a entender que la divergencia o convergencia intercondilar puede actuar como factor predisponente, desencadenante y/o perpetuante de un desorden intracapsular específicamente en el complejo cóndilo-disco.

PALABRAS CLAVE: Kinesiología. ATM. Cóndilo mandibular. Distancia intercondilar. Tomografía computarizada de rayo cónico.

ABSTRACT

The human mandibular structure has been traditionally considered as rigid and static. The intercondylar distance was considered as invariable until some mathematic models and theoretical considerations suggested a degree of flexibility during dynamic masticatoryactivities.

The objective of this study was to measure the intercondylar distance in healthy young adult subjects, in two mandibular positions: maximumintercuspidation (MIC) and standardized protrusion (PR), using last generation CBCT images.

The study was carried out in 26 voluntary women that signedan informed consent. It was used a Carestream® 9300 CBCT equipment with software CS 3D Imaging to measure the intercondylar distance in static position (MIC) and protrusion, standardized with an appliance known as Rocabadocraneomandibularhelycoidal activator (ACMHR for its Spanish name).

The average ± standard deviation intercondylar distance in mm in MIC position was 114,93 ± 5,43 and in protrusive position was 115,76 ± 5,36. The difference was: 0,7 ± 1,22 mm. 80.7 % participants (n = 21) presented divergence or intercondylar distance increment while only 5 (19,3%) presented convergence. The change was statistically significant (p = 0.01).

The results are compatible with previous published results obtained by Dr. Rocabado in Chile and are clinically relevant as they may help to understand how either intercondylar divergence or convergence may play a role as a factor predisposing, initiating or perpetuating some intracapsulardisorders, specifically affecting the condyle-disc complex.

KEY WORDS: Kinesiology. TMJ.Mandibular condyle.Intercondylar distance. Cone beam Computerized Tomography.

INTRODUCCIÓN

El estudio de los componentes articulares fue muy importante en la segunda mitad del siglo pasado, cuando los Dres. B.B McCollum y Harvey Stallart hicieron valiosos aportes tanto documentales como bibliográficos, aunados a lo planteado por el Dr. Mc Horris con relación al estudio de la Gnatología. Los estudios a principios de siglo del cóndilo mandibular en cuanto a su forma y función, han sido complementados con imágenes radiográficas panorámicas, transcraneales, y también con tomografía computarizada (TC), pero estas solo permiten una visión bidimensional de la imagen condilar, por lo cual cuando se pretende determinar la distancia intercondilar, se toma generalmente una imagen en posición de mordida habitual. El concepto tradicional es que la estructura mandibular es rígida pero con distancias intercondilares variables en cada sujeto, que pueden ser programadas en un instrumento llamado Articulador de tipo semiajustable o Totalmente ajustable.

Los avances tecnológicos, condujeron a que se lograran imágenes tridimensionales, como las obtenidas por tomografía computarizada con haz cónico (CBCT), permitiendo obtener imágenes más cercanas a la realidad. Lo anterior, se utilizó en este proyecto para poder medir la variación de la distancia intercondilar en 26 sujetos de género femenino, en dos posiciones límites de la mandíbula: posición estática de máxima intercuspidación (MIC) y en una posición protrusiva estandarizada con el dispositivo denominado ACMHR (Activador Craneomandibular Helicoidal Rocabado). El objetivo era poder determinar si se presentaba algún tipo de convergencia o divergencia en esa distancia, considerando que los músculos que permiten el desplazamiento de

la mandíbula podrían generar alguna variación en la distancia intercondilar, por la característica física de flexibilidad de la mandíbula, tanto en su cuerpo como en la rama ascendente.

El proyecto se desarrolló a través de una investigaciónmorfométrica, con un diseño descriptivo de corte transversal, en una muestra de 26 mujeres que no presentaban alteraciones en sus ATM.La medida de la distancia se tomó entre los polos externos de cada cóndilo mandibular, utilizando un CBCT desde el plano axial u horizontal con excelente precisión y exactitud. La distancia intercondilar se midió en mm obteniendo el promedio, la mediana y la desviación estándar para las dos posiciones mandibulares. Como la diferencia era de signo variable se evaluó estadísticamente mediante la prueba T de Wilcoxon.

El análisis de los resultados, permitió comprobar la hipótesis de que sí hay cambios en la distancia intercondilar. Se espera que este proyecto se convierta en un importante aporte para la resolución de la controversia sobre la inmodificabilidad de la distancia intercondilar.

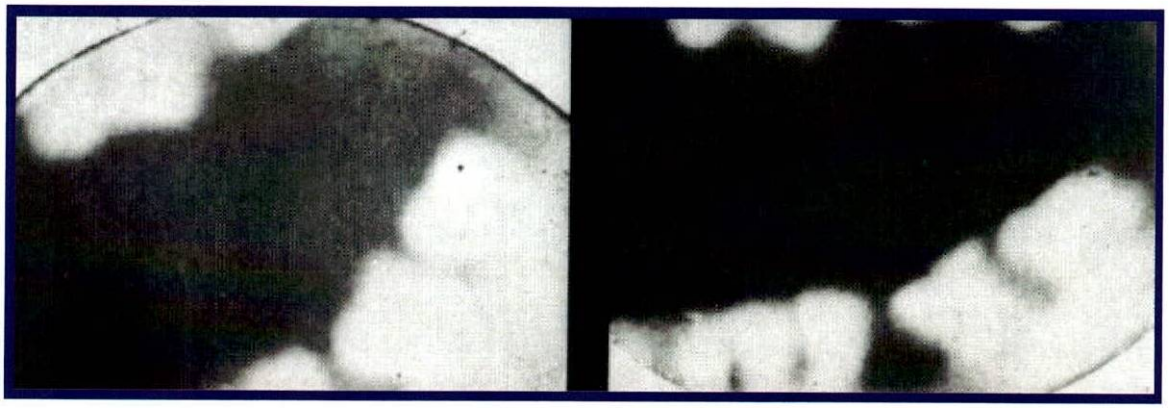
Con respecto a los tratamientos de tipo Ortodóntico, el conocer el grado de divergencia o convergencia de la distancia intercondilar, es de mucha importancia no solamente para poder escoger la técnica ortodóncica más pertinente, sino para seleccionar los métodos más adecuados para realizar un ajuste oclusal y para diseñar un retenedor más seguro. Entre más variación haya de la distancia intercóndilar, mayor va a ser la probabilidad de que el tratamiento terminado tenga unaestabilidad con un pronóstico desfavorable.

En cuanto a los tratamientos protésicos implanto soportados podrían tener mejor pronóstico los que se realicen de manera segmentada o los que estén ferulizados por segmentos utilizando barras, para realizar tratamientos sobre éstas barras tangentes al reborde residual utilizando prótesis totales o Parciales con mejor pronóstico.

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En 1895, el físico alemán WilhemConradRöengten durante su experimentación con rayos catódicos en un tubo de Hittorff-Crookes, descubre la emisión de unos rayos que atravesaban diferentes tipos de materiales, excepto el plomo, y los llamó X, porque en ese momento no sabía que eran. Al imprimir en papel fotográfico la imagen de la mano de su esposa expuesta a la emisión de los rayos X obtuvo la primera radiografía de la historia. Muy poco tiempo después, en enero de 1896, el odontólogo alemán Otto Walkoff, tomó la primera imagen radiográfica dental, de sí mismo (Figura 1).[1]

Figura 1. Radiografía dental tomada por el Dr. Otto Walkoff

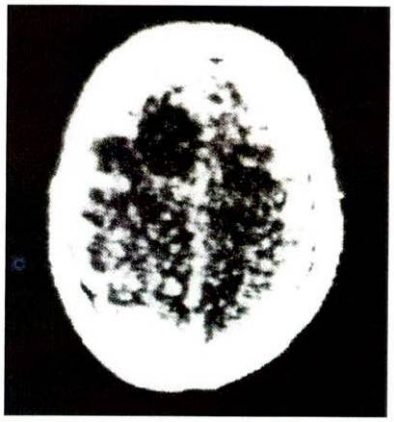


FUENTE: Tomado de http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/29891/1/historia.pdf.

En 1923 se produjo el primer aparato radiológico dental. [2]

El desarrollo tecnológico, permitió que de las radiografías se avanzara a la tomografía. La tomografía axial computarizada (TAC), tiene su inicio cuando el Ingeniero GoodfreyN.Hounsfield, en 1967, propone la construcción del scanner EMI, con la finalidad de "Crear una imagen tridimensional de un objeto, tomando múltiples mediciones del mismo con rayos X desde diferentes ángulos y utilizar una computadora que permita reconstruirla a partir de cientos de "planos" superpuestos y entrecruzados.[3] La primera imagen tomográfica, corresponde a una imagen cerebral tomada con el primer prototipo de TAC (Figura 2).

Figura 2. Primera imagen tomográfica



FUENTE: Tomado de http://www.medicinajoven.com/2010/04/el-primer-tac-de-la-historia.html

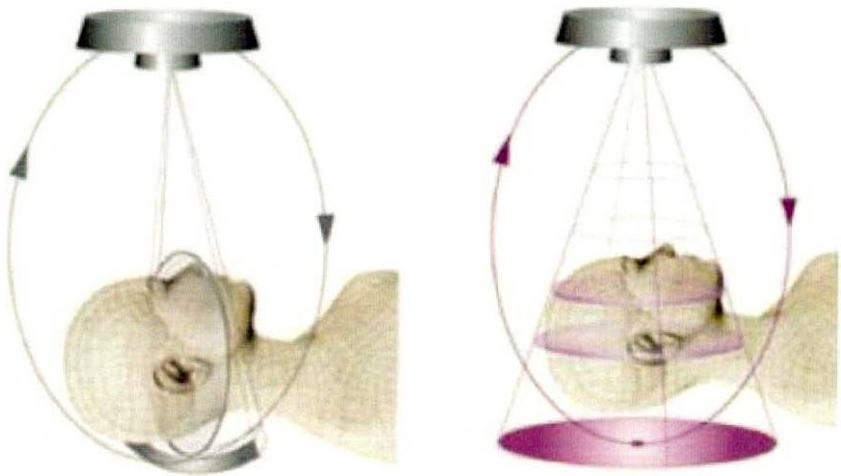
La aplicación clínica de la TAC, se inició a partir de 1971, y en el año 1979 Hounsfield y Cormack, premios Nobel, convierten esta en uno de los exámenes radiológicos diagnósticos de mayor importancia en el ámbito médico mundial.[4] Tanto las imágenes radiográficas como tomográficas, solo permiten una interpretación bidimensional de las mismas, y muchas veces se presenta superposición de estructuras en la imagen, lo que es una limitante para los procesos diagnósticos. "El desarrollo en 1989 de la TC espiral, y la introducción de detectores de múltiples

cortes en 1998, aceleraron las técnicas de TC. En 1998, Mozzo y colaboradores, introdujeron un nuevo tipo de TC en odontología y radiología máxilofacial" [4], la tomografía computarizada de haz cónico, (en inglés ConeBeamComputedTomography: CBCT), con el objetivo de obtener escaneos tridimensionales del esqueleto maxilofacial, con una dosis de radiación mucho más baja que la de la tomografía convencional, con el beneficio adicional de obtener imágenes sin superposición, sin distorsión y con una resolución sub-milimétrica de las imágenes diagnósticas. [5][6]

La tomografía computarizada de haz cónico, también llamada tomografía computarizada de haz volumétrico, "emplea un ánodo de baja energía dentro de un tubo fijo. Para capturar la imagen emplea un haz de rayos en forma de cono que es más estrecho y emplea una sola rotación de Rayos X de 194 a 360, tomando en cada grado una o dos imágenes alrededor de la cabeza del paciente para adquirir los datos (similar a un aparato para radiografías panorámicas), en lugar de múltiples rotaciones como en la TC convencional o espiral". [4]

En la siguiente figura, se observa la diferencia en la emisión de los rayos en la tomografía computarizada convencional y en la tomografía computarizada con haz cónico:

Fig. 3. Diferencias en el tipo de escaneado: haz plano (TC) y haz de tipo cónico (CBCT)



FUENTE: Tomado de http://www.revistadeortodoncia.com/files/2011_41_1_031-037.pdf

Además de la diferencia en la emisión de los rayos, hay otras diferencias, que se compendian en la Tabla 1:

Tabla 1. Diferencias entre los dos sistemas: TC y CBCT

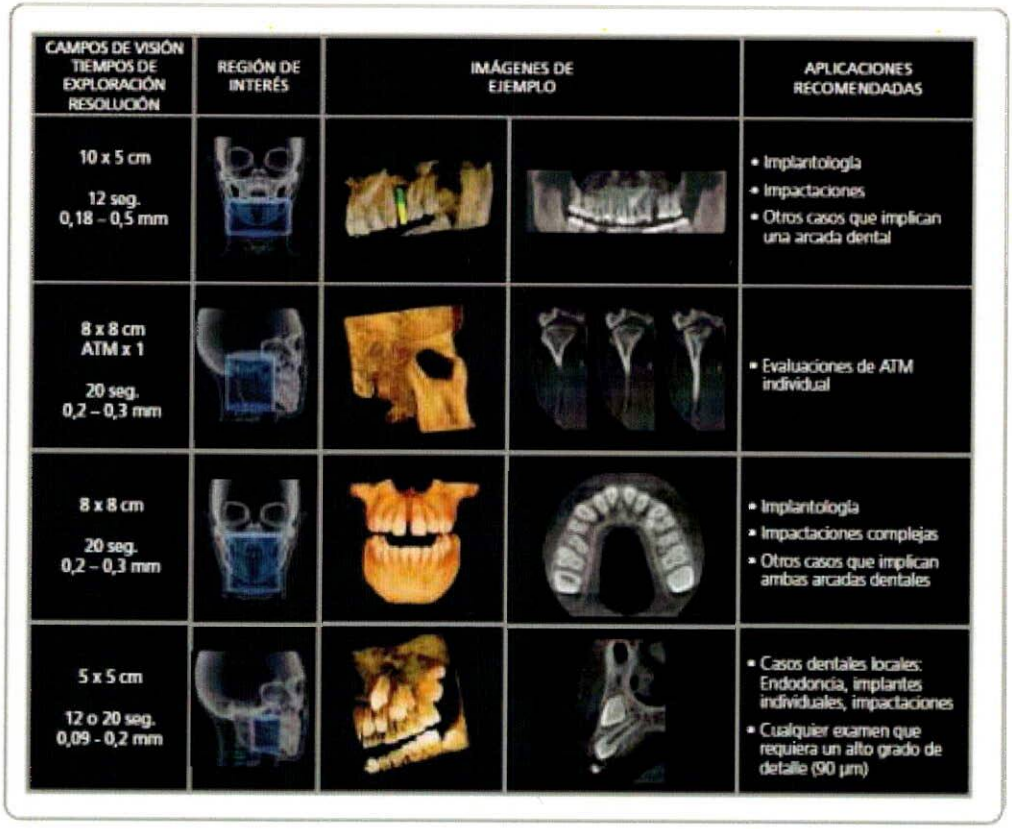
TC	CBCT
Detector CCD	Detector CCD o de panel plano
Haz plano	Haz cónico
Múltiples rotaciones de 360°/en cada rotación 1 imagen	1 rotación de 360°/por cada grado 1-2 imágenes
Vóxeles anisotrópicos	Vóxeles Isotrópicos
Grosor de los cortes ± 1 mm	Grosor de los cortes < 1 mm
Dosis de radiación elevadas	Dosis de radiación bajas

FUENTE: Adaptado de http://www.revistadeortodoncia.com/files/2011_41_1_031-037.pdf

Las imágenes que se obtienen con el sistema CBCT, son de carácter tridimensional, lo cual permite una mejor visualización de las situaciones clínicas, permitiendo el logro de un mejor proceso diagnóstico. Siendo una tecnología joven, ha despertado mucho interés para su utilización en el campo clínico odontológico, llegando a encontrarse en el mercado hasta 14 opciones de equipos del sistema CBCT; para el caso del presente proyecto de investigación, se utilizó el equipo CS 9300 C Carestream, el cual no solo está diseñado para un amplio conjunto de aplicaciones dentales, sino también para imágenes de senos paranasales y hueso temporal. Ofrece además opciones de imágenes panorámicas, y cefalométricas; los campos de visión CBCT, se pueden seleccionar de 5 cm x 5 cm a 17 cm x 13,5 cm.[5] Al igual que los demás equipos de este sistema, la dosis de radiación es muy baja (0.02 a 2.0 mSv (milisievert).[5]

En la Tabla 2, se puede observar una variedad de imágenes tomadas con el sistema CBCT, y las aplicaciones clínicas de las mismas.

Tabla 2.Campos de visión maxilofacial y bucal con el sistema CBCT



FUENTE: Tomado de http://www.carestream.com/cs9300-brochure-m1-452.pd 5.1

2. ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR

La tomografía axial computarizada ha sido una valiosa ayuda en la evaluación de la ATM, superior a la tomografía helicoidal.[6] El TAC proporciona excelente visualización de un amplio espectro de patologías óseas o cambios, como osteofitos, erosión condilar, fracturas, anquilosis, dislocación y anormalidades del crecimiento tales como hiperplasia condilar. En 1987 Westesson y colaboradores[7] demostraron que la TC manifiesta una sensibilidad de 75% y una especificidad de 100% para detectar cambios óseos, con un valor predictivo positivo del 100% y un valor

predictivo negativo de 78%. Sin embargo, el alto costo, que conduce a un acceso limitado del equipo y la alta dosis de radiación relativa, han limitado el uso generalizado de TC para investigaciones de evaluación de la ATM.

Con el advenimiento de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), las desventajas enunciadas han sido superadas, lo que ha permitido aumentar el acceso a esta tecnología; también hay otras ventajas: la dosis de radiación de exámenes de CBCT es normalmente mucho menor que la de TC; en segundo lugar, la resolución espacial de las imágenes por técnica de haz cónico es notoriamente superior al de la TC convencional. La eficacia del diagnóstico con CBCT es superior a la de radiografías panorámicas o periapical.[7]

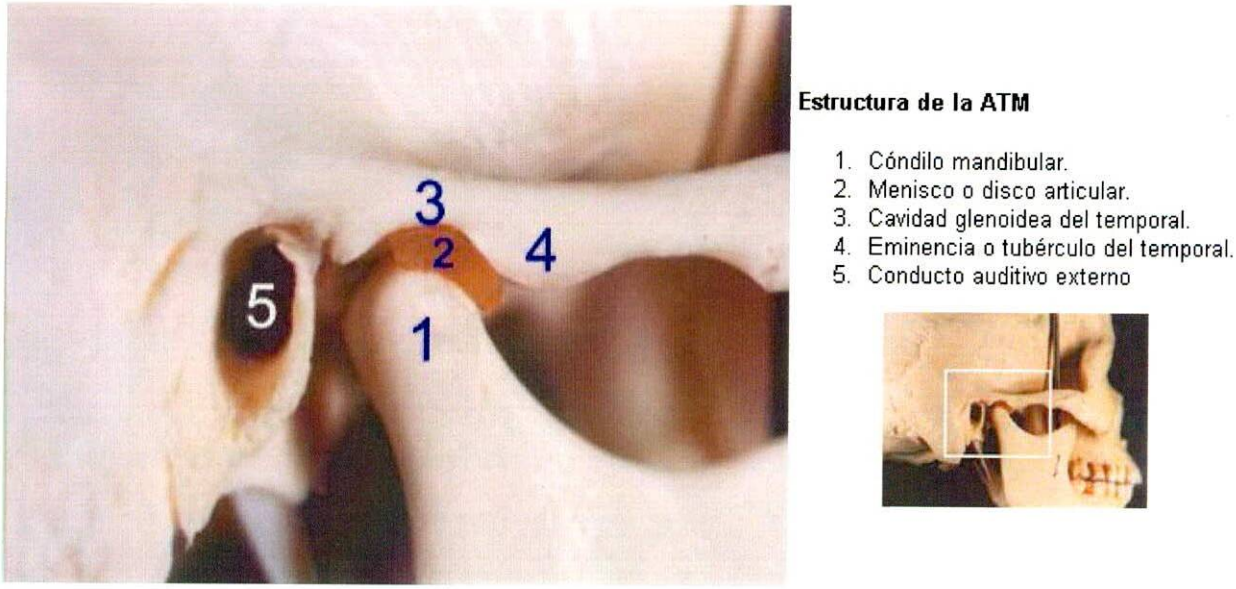
2.1 CARACTERISTICAS

La articulación temporomandibular (ATM), es una articulación diartrósicabicondílea.[8] Su funcionamiento hace que sea una articulación compleja, no solo por su estructura anatómica, sino por sus procesos de movimiento. Es la única articulación del cuerpo humano que se interrelaciona en toda su cinética con la articulación del lado opuesto, necesitando siempre de un trabajo sincrónico y dinámicamente estable en cada uno de los posibles movimientos que puede realizar: rotación, traslación y desplazamiento. Por ejemplo, al realizar un movimiento de lateralidad, en el lado de trabajo el cóndilo mandibular rota a expensas de la parte superior de la cavidad glenoidea, y en el lado contralateral, el cóndilo mandibular se traslada en dirección hacia delante, abajo y adentro de la pared anterior de la misma cavidad.

De manera resumida, la ATM está compuesta por dos superficies articulares, una que pertenece al hueso maxilar inferior (el cóndilo de la mandíbula), y otra al hueso temporal (superficie articular del temporal); Esas estructuras están mediadas por el disco articular, una membrana

sinovial que rodea al disco, y los elementos anatómicos que unen todos los componentes, la cápsula articular y los ligamentos.[9] Para una mejor comprensión, se puede observar la Fig. 4.

Fig. 4 Componentes de la ATM



FUENTE: Tomado de http://www.step.es/~jlarena/fotos2y3.htm

Con relación al maxilar inferior y antes de hablar acerca de la distancia intercondilar, es necesario mencionar el concepto de Echeverri y Sencherman en 1995[9] según el cual "es importante mencionar la elasticidad que posee el hueso mandibular, especialmente a nivel de su cuerpo y el cuello del cóndilo. Con relación al cuerpo, Faisol Pinto y colaboradores (1964) [9], comprobaron una dimensión menor en sentido transversal a nivel de premolares y molares cuando se presenta una apertura máxima, en contraposición a un estado fisiológico, acción debida principalmente a la acción de los milohioideos. En cuanto a la elasticidad del cuello del cóndilo, los estudios electromiográficos de Eugene Williamson y colaboradores (1980)[9], demuestran la posibilidad de flexión del cóndilo a nivel de su cuello cuando se ejerce una presión exagerada sobre un objeto

duro a nivel de dientes anteriores, durante el cierre". Lo anteriormente expuesto, conduce a pensar que, los músculos, que permiten diferentes movimientos mandibulares, generan fuerzas en la mandíbula, que pueden producir convergencia o divergencia, especialmente a nivel de la rama ascendente de la mandíbula y sus estructuras.

La distancia intercondilar se define como la línea imaginaria que une los centros rotacionales de los cóndilos de la mandíbula, cuando se encuentran en posición de relación céntrica, la cual en este momento se define como la máxima congruencia entre el cóndilo, disco y eminenciaarticular. Resulta interesante que se considere la definición de la distancia intercondilar, en una posición estática, cuando la mandíbula ejerce movimientos durante su funcionamiento a expensas de los músculos. La distancia intercondilar, también se conoce como Eje de rotación condilar posterior o Eje de bisagra terminal[9].

La distancia intercondilar es una medida que no se toma frecuentemente en los estudios sobre oclusión y ATM, porque solo se puede medir en imágenes antero-posteriores y axiales, en tanto que las imágenes sagitales o de perfil han sido las más utilizadas. Por otra parte, la distancia intercondilar se ha considerado como una medida que no varía, asumiendo una estructura ósea rígida. Estudios del Dr. Rocabado, publicados en 2011[10], indican que sí puede haber variaciones, interpretando la disminución o aumento de los espacios articulares a partir del polo lateral y medial del cóndilo mandibular, en posiciones estáticas y dinámicas, relacionado con desplazamientos discales normales en las zonas donde se presenta el aumento.

2.2 ESTADO DEL CONOCIMIENTO

Con relación al tema del presente estudio se puede aportar como referente más reciente, el trabajo del Dr. Mariano Rocabado[10], quien utilizando imágenes radiográficas, imágenes de Resonancias Magnéticas (RMI) y Tomografías Axiales, reportó el aumento del espacio medial articular cuando se realiza un movimiento protrusivo. El disco sería el tejido que se desplaza y ocupa dicho espacio, mientras que el cóndilo mandibular tuvo una leve divergencia cuando se redujo el espacio entre su polo externo y la referencia ubicada en la raíz longitudinal del cigoma. A lo encontrado por el Dr. Rocabado se le puede denominar el "Efecto Campana" del complejo cóndilo-disco, dentro de su cavidad glenoidea.

La Dra. Hannia Camargo comenta que, el tamaño de las pantallas utilizadas desde un Plano Frontal es de 6 cm x 6 cm, 8 cm x 6 cm en un TAC para evaluar la ATM, por lo que se puede ver una sola ATM y se necesita tomar referencias tanto en la estructura ósea fija como en la estructura ósea móvil, para poder analizar los espacios articulares. Sin embargo, estas medidas son válidas si se realizan basadas en una única posición mandibular, como por ejemplo la de Máxima Intercuspidación; pero, si se compara con otra posición mandibular, como por ejemplo Máxima Protrusión, los puntos de referencia tomados en la primera imagen no se repiten para la segunda imagen, debido a varios factores, como son la translación del elemento condíleo y la anatomía del límite interno de la cavidad glenoidea .Por lo anterior, muchos radiólogos al interpretar esas imágenes, no las consideran útiles para valorar estos espacios y menos para evaluar posibles divergencias y/o convergencias del elemento condilar con respecto a la cavidad glenoidea en diferentes posiciones condilares[11]. Pero si se utilizan pantallas más amplias como las de 10 cm x 6 cm o las de 17 cm x 6 cm, para hacer un análisis intercondilar, se logra mayor seguridad para evaluar puntos intercondilares confiables, como para evaluar divergencias y/o

convergencias en diferentes posiciones mandibulares. La relación 1 a 1 que todas las imágenes tomográficas de pantalla amplia dicen reproducir, es más segura y confiable cuando se emplea la pantalla 17 cm x 6 cm.[11] Las imágenes utilizadas por el Dr. Rocabado fueron Frontales de 6 x 6 o de 8x6. Lo anterior es óbice para el uso de imágenes CBCT, para el cumplimiento del propósito de esta investigación.

En el año 2011 los doctores Mupparapu, Chow u Uppal[12] demostraron la viabilidad del uso de TC helicoidal en la comparación de estructuras del tejido óseo en ATM de pacientes asintomáticos y sintomáticos, apreciando una leve modificación estructural al presentarse sintomatología articular. Al final del estudio, los autores recomiendan hacer la comparación con la técnica CBCT.

Existen muchos estudios sobre imágenes de perfil de la ATM para observar y medir el cóndilo mandibular, al igual que otras estructuras de la articulación. Sandra Collado en 2007 [13], realizó una revisión narrativa de la literatura sobre morfometría de la ATM en radiología sagital; pudiendo esclarecer los movimientos del disco articular en las ATM, en el plano sagital, a través de radiografías de perfil interpretando los espacios articulares. También Peroz y colaboradores en 2011[14] realizaron un estudio de morfometría articular con IRM, en el cual encontraron una gran variación de parámetros morfométricos en las articulaciones temporomandibulares de pacientes asintomáticos y sintomáticos de disfunción temporomandibular, encontrándose como mayores variaciones la reducción de la longitud del disco, el engrosamiento del mismo, el estrechamiento superior interarticular y de la zona retrodiscal, una posición superior-posterior del cóndilo, asociadas a presencia de patología de la ATM..

Dalili y colaboradores en 2012[15], evaluaron, mediante CBCT, la posición céntrica del cóndilo en la cavidad glenoidea y el espacio articular, no encontrando diferencias significativas

estadísticamente entre los valores y las proporciones del espacio articular. Es válido anotar que se examinaron pacientes sin disfunción temporomandibular y asintomáticos, y los autores recomiendan que debe realizarse la evaluación de espacios articulares independientemente en los lados derecho e izquierdo.

En el año 2000 Peck, Lagenbach y Hannam[16] investigaron la biomecánica de algunos de los componentes del sistema estomatognático, cuando se realizan movimientos de apertura normal y apertura máxima, utilizando un actuador lineal de fuerzas. De lo que concluyeron, es pertinente resaltar con relación al tema de la presente investigación que ambas ATM fueron cargadas compresivamente en todo el movimiento de apertura y que ambos cóndilos mandibulares recibían cargas compresivas durante todo el movimiento, pero de manera desigual en cada uno.

Se han utilizado otros métodos de análisis para lograr entender de una mejor manera el funcionamiento y las relaciones biomecánicas de los componentes del sistema estomatognático, principalmente músculos de la masticación y los componentes de la ATM; entre estos se encuentran las predicciones numéricas y el modelado matemático dinámico, de los cuales se han llevado a cabo varios estudios, pero no se ha tratado de verificar la convergencia o divergencia de la distancia intercondilar en dos posiciones mandibulares diferentes.[16][17]

3. DISEÑO TEÓRICO

3.1 PROBLEMA

3.1.1 Área del problema

Los desórdenes o transtornostemporomandibulares afectan a la población en general, pero como su etiología es multifactorial los estudios epidemiológicos no permiten establecer un protocolo o

reglasexactas generalizadas para una determinada población.[44]

Las diferentes clasificaciones de estos desórdenes, tratan de organizarlos de una manera pedagógica para permitir a los profesionales de diferentes áreas de la salud, que puedan formar un equipo multidisciplinario para buscar y conseguir el control de los signos y síntomas a nivel cérvicocráneo mandibular.

Dentro de las clasificaciones consultadas regularmente, el fenómeno de la Flexibilidad Estructuralósea mandibular no se enfatiza como un factor predisponente, desencadenante o perpetuante de los desórdenes anteriormente mencionados.[22][23]

3.1.2 Delimitación del problema

El presente trabajo de investigación determinará el comportamiento flexible de la estructura mandibular particularmente a nivel de la distancia intercóndilar en posición estática (MIC) y en una posición protruida estandarizada.

3.1.3 Formulación del problema

El problema planteado es de orden epistemológico: No se sabe si la distancia intercondilar, que es una medida horizontal del cráneo aumenta, disminuye o permanece constante cuando se realiza un movimiento mandibular prognático, es decir, cuando se mueve la mandíbula hacia delante en sentido antero-posterior. Al respecto, existe una clara controversia, pues hay investigadores que sostienen que la distancia intercondilar no puede variar, y otros como el Dr.

Rocabado, que afirman que sí varía al realizar ciertos movimientos mandibulares.[10] Si la distancia intercondilar cambia al realizar este movimiento mandibular se cambiaría el paradigma que afirma que las estructuras óseas son rígidas. Hay fundamento para suponer que no es así, pues el movimiento mandibular es ejercido por músculos que tienen conexión con las partes óseas y con ligamentos. De hecho, el cóndilo presenta movimientos bien establecidos durante la apertura y el cierre mandibular.

Aún con las numerosas investigaciones morfológicas y funcionales realizadas en la articulación temporomandibular humana, con la participación interdisciplinaria de odontólogos, kinesiólogos, fonoaudiólogos e ingenieros biomédicos así como fisiólogos y neurólogos, persisten diferencias en conceptos del funcionamiento normal y patológico de la ATM; la controversia que genera el problema a tratar en la presente investigación se refiere a los cambios que se presentan en la distancia intercondilar cuando se realizan movimientos mandibulares. El Dr. M. Rocabado ha planteado en su texto,[10] a partir de estudios con imágenes tomográficas convencionales de alta resolución, que los espacios articulares mediales aumentan, permitiendo que la distancia intercondilar aumente cuando se realizan movimientos mandibulares de protrusión a partir de la posición de máxima intercuspidación. Teóricamente el cambio en la distancia intercondilar podría ser de convergencia y no de divergencia, o la distancia intercondilar podría ser invariable por tratarse de estructuras óseas rígidas. Los estudios de ingeniería básica valoran la importancia de definir si se trata de estructuras rígidas, semirígidas o flexibles, para hacer un estudio en imágenes virtuales,[18][19] pero hay suficiente información disponible para sugerir que los tejidos de la ATM, de la cual hace parte importante el cóndilo, son de naturaleza viscoelástica[20] y por lo tanto, en principio pueden sufrir cambios a pesar de que el complejo óseo mandibular es una sola unidad, que une los dos cóndilos.

El estudio de los posibles cambios en la distancia intercondilar es relevante para entender las alteraciones temporomandibulares dentro de la clasificación que de ellas planteó el Dr. Rocabado en 2011. [10] Esta clasificación distingue entre:

1-Subluxación cóndilo discal posterior – disco temporal anterior

2- Luxación lateral del cóndilo con luxación medial del disco

3- Luxación medial del cóndilo con luxación lateral del disco

4-Luxación horizontal del disco.

Los anteriores tipos de luxación pueden ser acompañados o no de una enfermedad degenerativa de las superficies articulares. Según el investigador citado, cuando se presenta un desorden de tipo 2 la valoración tomográfica indica una posible divergencia o lateralización condilar en tanto que en los desórdenes de tipo 3 habría una convergencia o medializacióncondilar cuando se realiza un movimiento protrusivo. En un movimiento protrusivocondilar bilateral con los discos en posición correcta se presenta la posibilidad de una leve divergencia o lateralización condilar bilateral. Este hallazgo podría ser un factor predisponente, desencadenante o perpetuante del desorden tipo 2. Lo anterior, no ha sido reportado en las clasificaciones de los desórdenes temporomandibulares conocidas anteriormente, como las de Bumann y Lotzmann, 2000[20] y Okeson, 2008 [22] y 2013 .[23]

3.2 JUSTIFICACIÓN

La distancia intercondilar es una medida clínicamente importante porque agrega otro movimientocondilar no descrito previamente y controvertido, que se sumaría al estudiode la dinámica de los movimientos del disco de la ATM. De acuerdo con Rocabado[10]podría haber diferencias en el tipo de alteración de la ATM directamente relacionadascon la divergencia

intercondilar. Cuando se presenta un desorden de tipo 2 la valoracióntomográfica indica una posible divergencia o lateralización condilar en tantoque en los desórdenes de tipo 3 habría una convergencia o medializacióncondilarcuando se realiza un movimiento protrusivo.

Adicionalmente al comprobar que se presentan cambios en la distancia intercondilar sepodrá aceptar que el complejo mandibular no es totalmente rígido.

A partir de la comprobación de la hipótesis de Rocabado, utilizando técnicas deimagenología más confiables, se podrán realizar otros estudios tendientes a comprobarel efecto que tienen los cambios en la distancia intercondilar sobre signos y síntomas dedisfunciónteporomandibular. También se podrá en estudios futuros, verificar si hay ono dimorfismo sexual en la medida de distancia intercondilar y sus variaciones cuandose efectúan movimientos de la mandíbula hacia delante.

Debido a la alta prevalencia de alteraciones temporomandibulares, especialmente en elgénero femenino, cualquier estudio que esclarezca la etiología y el mecanismo de lasmismas es ampliamente justificado en términos de su impacto epidemiológico.

3.3 HIPÓTESIS

Hipótesis nula: No hay diferencia significativa[25] en la distancia intercondilar medida en mm en sujetos jóvenes, articular y oclusalmente sanos, en dos posiciones mandibulares diferentes: MIC y Protrusión estandarizada.

La hipótesis alterna (hipótesis de Rocabado) es que sí hay diferencia significativa en la distancia intercondilar medida en posición MIC versus la medida en una posición protrusiva estandarizada.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Comparar la distancia intercondilar medida en posición mandibular de máxima intercuspidación (MIC) y en protrusión mandibular estandarizada.

Estas distancias se tomarán en imágenes antero-posteriores de Tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) tomadas a sujetos jóvenes que cumplan con los criterios de inclusión que se definen más adelante.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a. Seleccionar para el estudio un grupo de sujetos voluntarios sanos que cumplan con los criterios de inclusión, los cuales se orientan a reducir el efecto de variables de confusión.

b. Utilizar el dispositivo llamado Activador Craneomandibular Helicoidal Rocabado (CMHR) que permita estandarizar el grado de movimiento protrusivo (medido en mm) que ejercen los sujetos del estudio para la toma de la segunda imagen tomográfica. La utilización de este dispositivo no es un objetivo del estudio sino un medio para estandarizar la distancia en mm de avance de la mandíbula.

c. Entrenar a los participantes para ejercer dicha protrusión mandibular con el ACMHR.

d. Estandarizar los parámetros de toma de las imágenes tomográficas y efectuar una calibración intraoperador determinando el error de reproducibilidad de las medidas de distancia intercondilar.

5. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS Y VARIABLES

La variable independiente (x) del estudio es la posición mandibular. Es una variable nominal que puede tener solo dos valores: MIC y protrusión definida en mm para todos los sujetos.

La variable dependiente (Y) es la distancia intercondilar. Es una variable paramétrica que se mide en mm en cortes determinados en forma estandarizada, utilizando para la medición el software de CBCT.[25]

La variable interviniente (z) que se controló son todos los parámetros de toma de las tomografías. Además se controlaron los efectos de cambios en la edad (todos los sujetos son adultos jóvenes, que ya han completado su crecimiento) y el género (todos los sujetos serán de género femenino).[25]

La posición de máxima intercuspidación (MIC) es definida por Biotti P. Jorge y Manns F. Arturo en 2006[24] como la intercuspidación máxima de las piezas dentarias antagonistas, independiente de la posición condilar.

La distancia intercondilar será la distancia en mm tomada desde el polo externo del eje longitudinal, en un corte de 1 mm de espesor en el plano axial a nivel de la zona de mayor longitud entre los polos del cóndilo. Se prefiere el punto de referencia indicado y no el centro geométrico, porque hay por lo menos un estudio que indica que a veces no hay centro geométrico y además se considera que este es más difícil de definir y por lo tanto menos reproducible. Además, se eliminan así las posibles diferencias en la dimensión axial del cóndilo, determinadas en o tras investigaciones.

Las variables tomográficas que se mantendrán controladas al estandarizar las condiciones de la toma y calidad de la imagen axial, son las siguientes:

Fecha de exposición: Ambas tomografías se obtuvieron el mismo día.

Tamaño de la imagen: Pantalla para ATM de un tamaño 17 mm x 6 mm

Tamaño del Voxel 200 um, Kilovoltaje: 90 Kv, Miliamperaje: 4 mA, Tiempo de exposición: 6.33 seg en la toma en MIC y 6.33 seg en la toma a 5 mm del movimiento protrusivo mandibular.

5.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La distancia intercondilarmandibular, medida en milímetros en condiciones estandarizadas, usando imágenes de Tomografía computarizada de haz de rayos cónico(CBCT), aumenta, disminuye o permanece invariable cuando se realiza el movimiento dinámico protrusivo?

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 Tipo de Estudio

Es una investigación morfométrica, descriptiva, transversal que compara dos medidas obtenidas en dos posiciones mandibulares diferentes (MIC y Protrusión).

6.2 Población y Muestra

La población objeto de estudio son mujeres entre 20 y 29 años de edad, que no presentan maloclusiones severas ni disfunciones temporomandibulares.

De esta población se escogió una muestra de n= 26 mujeres.

Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para que la muestra fuera representativa y homogénea.

6.3 Unidad de Análisis

Un sujeto.

6.3.1 Tipo de Muestra

No probabilística, se tomó de manera intencionada 26 pacientes libres de signos y síntomas a niveltemporomandibular.

6.3.2 Criterios de Inclusión

- Adultos jóvenes de 20 a 29 años de edad
- Sexo femenino
- Que acepten voluntariamente participar en el estudio y firmen el consentimiento Informado en el cual reconocen el riesgo mínimo derivado de la radiación tomográfica.
- Que sean clase I esquelética o clase II leve
- Que no presenten signos o síntomas de alteraciones temporomandibulares

6.3.3 Criterios de Exclusión

- Embarazo
- Enfermedad articular degenerativa sistémica o local
- Enfermedad sistémica que implique riesgo por radiación de rayos X

6.4 Aspectos Éticos

Se respetó el principio de beneficencia, debido a que los pacientes no sufrieron daños. Los gastos económicos fueron cubiertos completamente por los investigadores.

Se respetó la dignidad humana, el derecho de autodeterminación, siendo informados sobre el estudio; decidieron participar en ély se les permitió abandonar el estudio cuando quisieran sin ningún tipo de sanción.

Se respetó el derecho a la intimidad y confidencialidad. Los datos de los participantes no fueron ventilados, se manejó de manera confidencial y solo para el estudio.

Se respetó el consentimiento informado, se realizó un documento en el cual, los pacientes afirmaron conocer los fines de la investigación, la comprendieron y fueron capaces de ejercer su libre voluntad para participar en el estudio.[25]

6.5 MATERIALES E INSTRUMENTOS

6.5.1 Materiales

- Tomógrafo CS Carestream® C 3D imaging.
- Sistema computarizado de análisis.
- Un Activador Craneomandibular Helicoidal Rocabado (ACMHR)® por paciente
- Cámara fotográfica.

6.5.2 Instrumento

Los datos obtenidos del examen tomográfico realizado se consignaron en carpetas digitales del computador llamados:

ATM: Se consignaron los datos del paciente como Nombre, Edad, Fecha de Nacimiento

ATM-MIC: Se consignaron las imágenes tomadas en posición de máxima intercuspidación mandibular.

ATM-PR: Se consignaron imágenes tomadas en posición protrusiva mandibular estandarizada.

Se consignaron las medidas intercondilaresasí:

DIC PE MIC : Distancia intercondilar de polo externo a polo externo en MIC

DIC PE PR : Distancia intercondilar de polo externo a polo externo en protrusión

DIC PI MIC : Distancia intercondilar de polo interno a polo interno en MIC

DIC PI PR : Distancia intercondilar de polo interno a polo interno en protrusión

Las medidas fueron consignadas en una tabla Excel® para facilitar los procesos de aplicación de pruebas estadísticas.

Figura 5. Equipo Tomográfico CS Carestream c 9300 3D

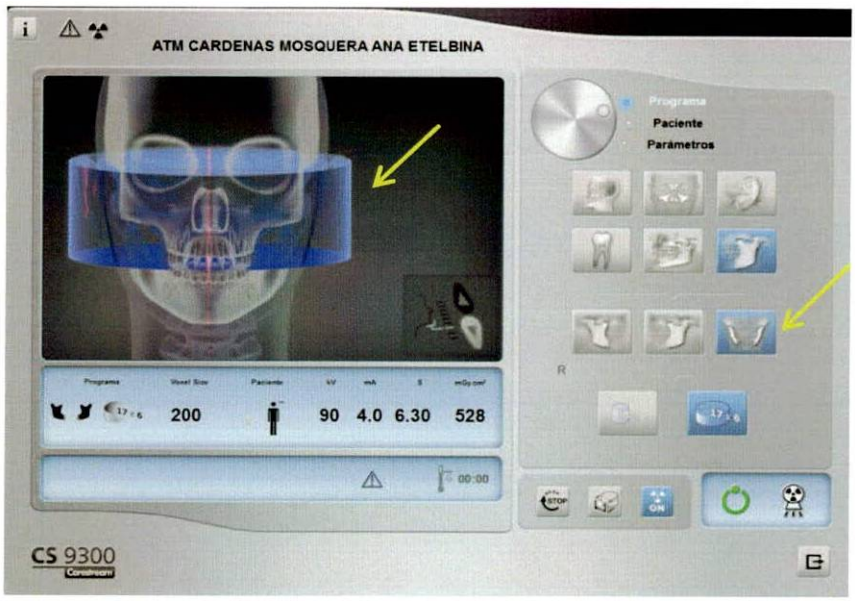


6.6 METODOLOGÍA APLICADA

Las imágenes fueron obtenidas en un equipo del Servicio de apoyo diagnóstico de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá: un Tomógrafo de haz cónico Carestream® CS 9300 3D de ventana flexible:

Se utilizó el campo de adquisición de tamaño 17cm x 6cm, indicado específicamente para la visualización bilateral de las ATM: Ver figura 6.

Figura 6.



Se eligió en todos los casos el parámetro de individuo de contextura mediana correspondiente a las características de todas las pacientes de la muestra estudiada: Ver figura 7.

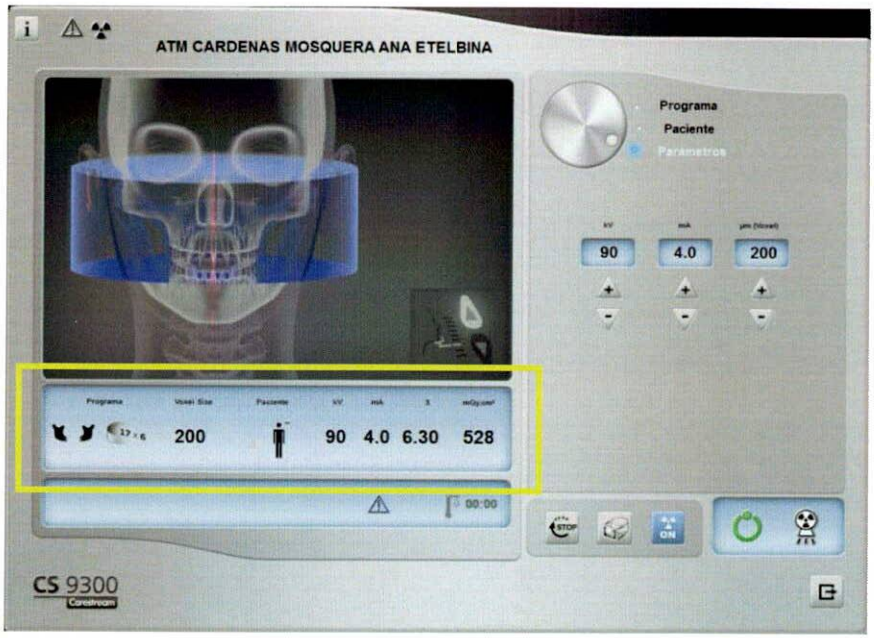
Figura 7. Contextura Mediana del paciente



En todas las tomas los parámetros fueron:

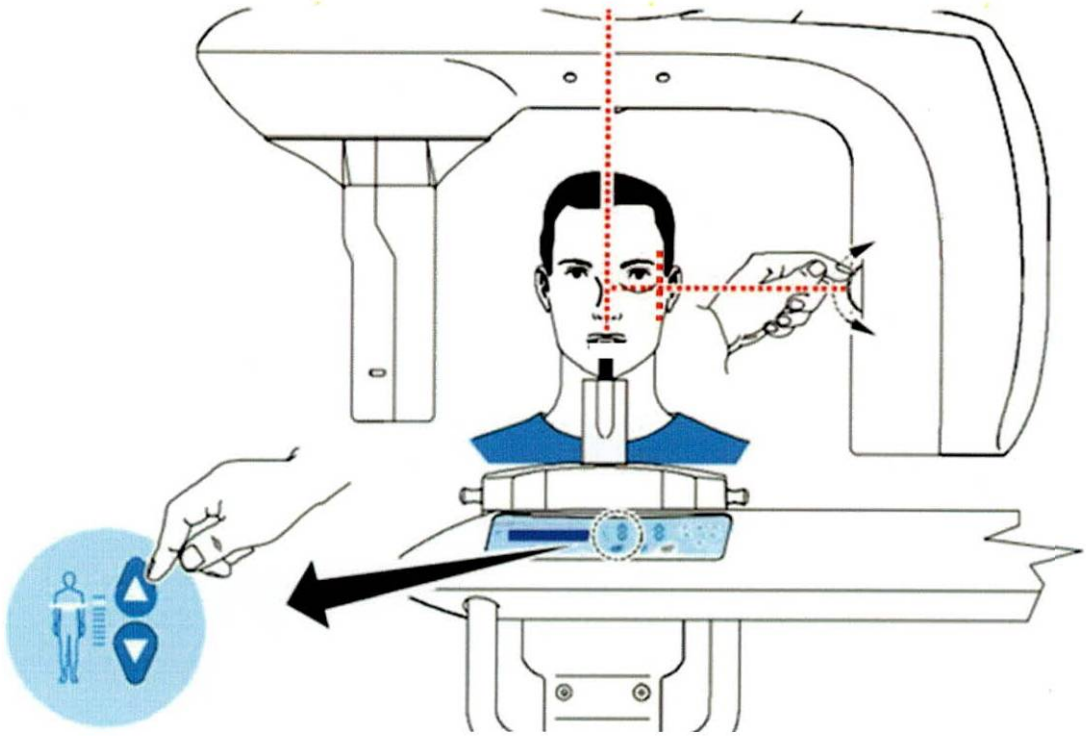
Vóxel de 200 µm, Kilovoltaje: 90 Kv, Miliamperaje: 4 mA, Tiempo de exposición: 6,33 seg, Exposición: 528 mGy/ cm^2: Ver figura 8.

Figura 8. Parámetros utilizados en la Imagen.



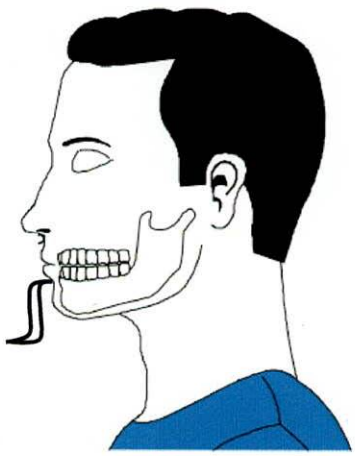
Las tomografías fueron tomadas por una sola técnica del Servicio quien preparó las pacientes colocándolas en el cefalostato del tomógrafo, localizando la guía láser central sobre la línea media facial, el plano Frankfourt paralelo al piso y la guía laser lateral en una posición en la que las ATM quedaran centradas sobre el eje vertical de la ventana de adquisición: Ver figura 9.

Figura 9. Calibración del equipo para ATM.



Se utilizó el posicionador para exámenes de ATM apoyado sobre el surco mento-labial tanto para la posición MIC como PR: Ver figura 10

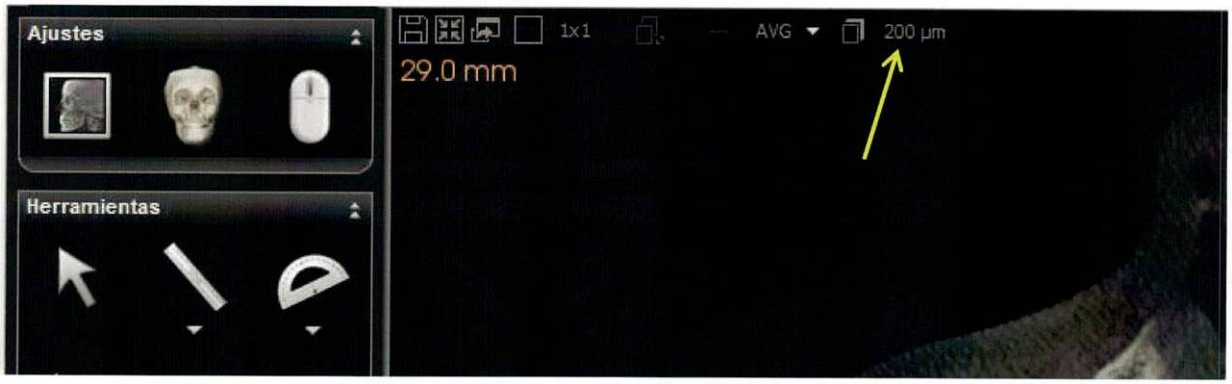
Figura 10. Utilización del Posicionador para exámenes de ATM



Se realizaron dos tomografías por paciente previo consentimiento informado. Una toma en posición de máxima intercuspidación (MIC) y otra en posición protrusiva (PR) utilizando para ello el hiperboloide.

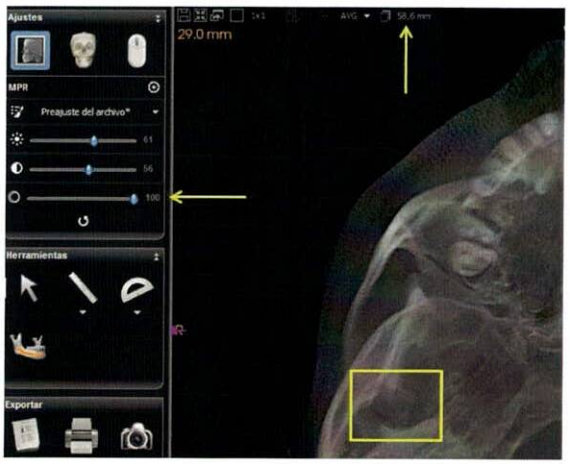
La ventana de 17cm x 6cm utiliza un tamaño de vóxel de 200 µm (0,2mm) el cual determinó la resolución de la imagen tomográfica: Ver figura 11.

Figura 11. Resolución de la imagen



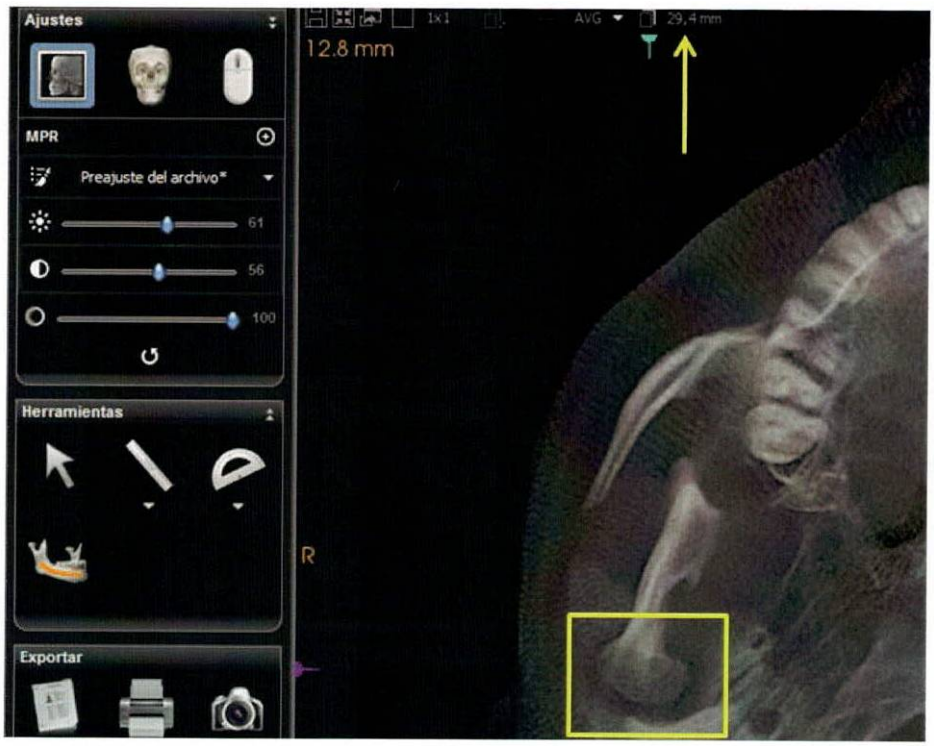
Las mediciones se realizaron sobre las imágenes axiales de las ATM (posiciones MIC yPR), integrando los cortes tomográficos a 58,6 mm (imagen de suma de rayos) a fin de visualizar los cóndilos mandibulares completos con sus ejes mayores. El filtro realce se ajustó al 100% logrando la máxima nitidez de la imagen, destacando los bordes condilares: ver figura 12

Figura 12. Integración y Realce



En los casos en los que la integración de 58,6 cm no evidenciaba nítidamente los bordes condilares, se observó la imagen con una integración a 29,4 mm:

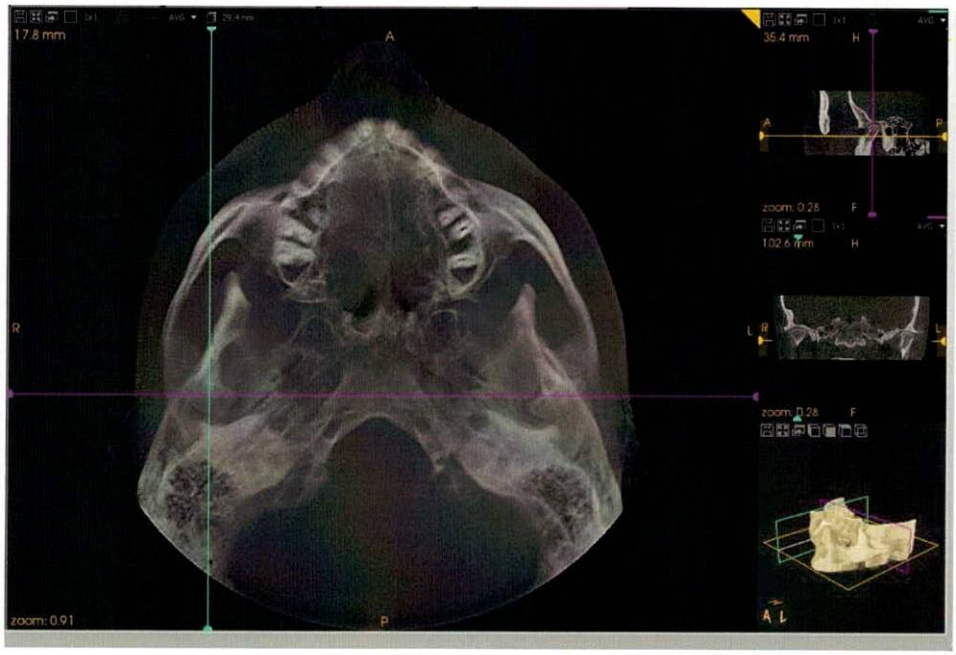
Figura 13. Integración de la imagen a 29,4 mm



Antes de tomar las mediciones se ajustó en cada tomografía el nivel de observación de la imagen axial así:

El eje axial facial se localizó a nivel del cuello condilar derecho, el eje horizontal facial se localizó a nivel medio coronal condilar y el eje vertical facial se localizó a nivel medio sagital condilar:

Figura 14. Ejes utilizados para mejorar la sensibilidad del observador calibrado



Se tomaron 4 mediciones en cada paciente por parte de una Odontóloga especialista en Radiología maxilofacial y entrenada en el diagnóstico de imágenes tomográficas de la ATM, previa calibración intraobservador. Dichas medidas fueron:

- Distancia Intercondilar entre los polos externos condilares en posición MIC
- Distancia Intercondilar entre los polos externos condilares en posición PR con el helicoidal.
- Distancia Intercondilar entre los polos internos condilares en posición MIC
- Distancia Intercondilar entre los polos internos condilares en posición PR con el helicoidal

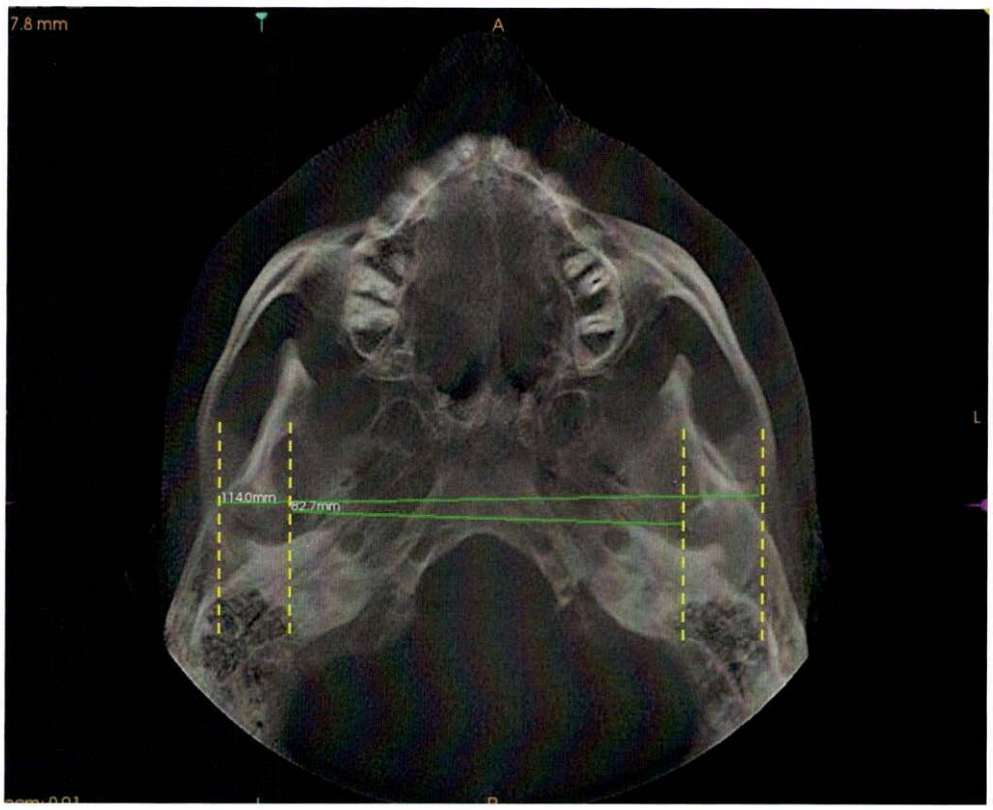
Las 4 mediciones fueron tomadas sobre las imágenes 1:1 sin distorsión de tamaño, utilizando la herramienta de multimedida del software CS 3D Imaging:

Figura 15. Software CS 3D Utilizado para imágenes 1:1



Las distancias fueron medidas entre los ejes trazados tangencialmente sobre los polos externos e internos condilares respectivamente, tanto en MIC como en PR. Se tomaron como polos los puntos anatómicos más sobresalientes de los rebordes condilares externos e internos.

Figura 16. Tangentes de los polos medial y lateral



Las medidas fueron registradas en una base de datos para su posterior análisis.

6.6.1 RECOLECCIÓN

- Invitación a participantes interesados
- Charla inductiva sobre el proyecto investigativo
- Listado para la programación examen clínico preliminar.
- Examen clínico preliminar de los participantes interesados , donde se tuvo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión .
- Listado definitivo de los participantes interesados que fueron seleccionados.

- Programación de citas para la Unidad Radiológica y Tomográfica
- Explicación a los participantes sobre el uso del Activador Craneomandibular Helicoidal Rocabado(ACMHR), logrando un adelantamiento mandibular estandarizado de 9 mm .
- Firma del consentimiento informado.
- Registro de datos del participante en la carpeta electrónica llamada ATM. Los datos fueron: Nombre, Edad , Fecha de nacimiento .
- Preparación del paciente por parte del técnico operador calibrado con anterioridad.
- Programación del cefalostato del instrumento tomográfico, por parte del técnico operador calibrado.
- Toma de la ImágenTomográfica en posición de máxima intercuspidación(MIC), supervisado por el Operador del Equipo Tomográfico.
- Registro de la imagen en la carpeta electrónica llamada ATM-MIC.
- Preparación del participante en una posición protrusiva estandarizada (PR) con el uso del ACMHR a 9 mm , por parte del investigador.
- Programación del posicionador del mentón y del equipo tomográfico por parte del técnico operador calibrado.
- Toma de la Imagen Tomográfica en posición protrusiva estandarizada (PR) a 9 mm usando el ACMHR, supervisado por el Operador del equipo Tomográfico.
- Registro de la imagen en la carpeta electrónica llamada ATM-PR.
- Retiro del dispositivo ACMHR y evaluación clínica posterior al procedimiento.

6.6.2 CALIBRACIÓN

Par los procesos clínicos, los investigadores fueron calibrados en los índices a ser usados en el presente estudio.

Para los procesos radiográficos participó la Dra. Hannia Camargo,especialista en imagenología y Magister en Antropología que es la jefe de la Unidad Radiológica de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, que estuvo calibrada para manejar todas las herramientas del equipo , para tener la mayor sensibilidad y poder ser muy exactos en la marcación de los puntos más externos los polos externos y los puntos más internos de cada polo interno condilar , desde un plano axial y , que sirvieron para obtener las mediciones automáticamente arroja el equipo tomográfico.

7. RESULTADOS

La muestra fue de 26 mujeres, sanas, con edad entre los 20 y 29 años, quienes voluntariamente aceptaron colaborar en el estudio y firmaron el respectivo consentimiento informado.

Los resultados de la distancia intercondilar medida en mm entre los polos externos de cada cóndilo se presentan en la tabla 3

TABLA 3 - DISTANCIA INTERCONDILAR (mm)

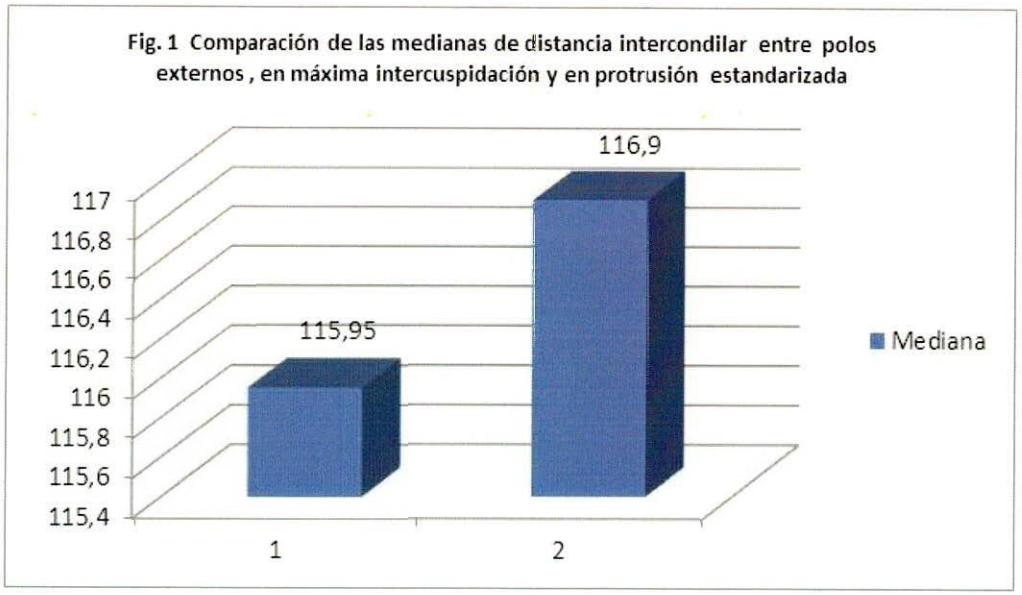
Posición mandibular	DI (mm) Promedio ± S y (Mediana)	Diferencia Entre las dos posiciones	I.C.95% Para la distancia
Máxima Intercuspidación (MIC)	114,93 ± 5,43 (115,95)	0,7 ± 1,22	112,74– 117.12
Prognática estándar (PR)	115,76 ± 5,33 (116,9)		113.63- 117.89

I.C.95%: Intervalo de confianza del 95%

La Frecuencia de divergencias (dif+) o sea de casos en los que hubo aumento en la medida intercondilar fue de 21 (80,7%) en tanto que la Frecuencia de convergencias (dif -) fue de 5 (19,3%).

El análisis de estos resultados mediante la prueba T de Wilcoxon para rangos con signos diferentes, dio un valor p = 0,01, por lo tanto el cambio en la medida intercondilar fue significativo.

La figura 1 presenta una comparación de las medianas de la distancia intercondilar en las dos posiciones: 1. MIC y 2. Protrusión



Los datos anagráficos para los 26 sujetos del estudio se encuentran en el anexo (Tabla 2). En dicha tabla se marcan en color los cinco resultados en los que la diferencia fue negativa.

8. DISCUSIÓN

Numerosos autores han publicado Libros , Manuales, Artículos y Guías, que reportan la importancia de conocer el funcionamiento normal del complejo craneomandibular, para reconocer con facilidad los desórdenes que lo afectan, que se han descrito indistintamente como Desórdenes o disfunciones temporomandibulares(DTM), Trastornos Temporomandibulares(TTM),Desórdenes Craneomandibulares (DCM), Desórdenes Cervicocraneomandibulares (DCCM)[10][22][23]

Dentro de las clasificaciones de los DTM, internacionalmente más consolidadas, encontramos la del Dr. Jeffrey Okeson,[22][23] la del Dr. Peter Dawson,[27] la de Bumann y Lotzmann[21] y la del Dr. Mariano Rocabado[10]. Cada clasificación intenta hacer más comprensible la forma de evaluar los

signos y síntomas del complejo cóndilo-disco, de los músculos masticatorios y los desórdenes de crecimiento y desarrollo tanto de las estructuras óseas, como también de las estructuras musculares.

La mandíbula se ha considerado tradicionalmente como una estructura sólida, pero que reacciona ante un trauma con un comportamiento flexible[28]. Sin embargo, la clasificación del Dr.Rocabado en 2011[10] supone que la estructura mandibular es flexible. Para evaluar la flexibilidad de la estructura mandibular[18][19] es necesario comprender que la estructura ósea mandibular está sujeta a diversas tensiones[28] y tener en cuenta la morfología de la eminencia articular o cóndilo del temporal[27] y el comportamiento del disco en diferentes posiciones mandibulares[22][23]. La flexibilidad de las estructuras músculo-esqueléticas ya había sido propuesta y demostrada en estudios de modelación matemática con elementos finitos. Ver por ejemplo, M.E. González en una tesis de maestría en ingeniería presentada en la Universidad EAFIT, 2014[34]

La eminencia articular, que es el límite anterior de la cavidad glenoidea, comparada con el límite posterior que son los labios anteriores de la cisura de Gasser, tienen como característica morfológica el ser divergentes en sentido medio-lateral, cuando se analizan desde un plano axial [27].

El disco articular forma con el cóndilo mandibular un complejo debido a los ligamentos que los interrelacionan[10][22][23], pero hay dos teorías acerca de su funcionamiento. Okeson[22][23] describe que, en condiciones normales, el disco acompaña al cóndilo en dirección y magnitud del desplazamiento[21][22][23] mientras que Rocabado habla de un disco que acompaña al cóndilo en dirección y magnitud opuesta[10], fenómeno al que se hace referencia como " efecto campana".

Las características morfológicas y fisiológicas anteriormente descritas podrían ser determinantes de los cambios en la distancia intercondilar, que han sido un tema manejado dentro de los conceptos gnatológicos que tradicionalmente afirman que el cóndilo puede determinar la morfología de las caras

palatinas de los dientes anteriores superiores y la dirección de los surcos de la cara oclusal de los dientes posteriores[9][29].

La distancia intercondilar no ha merecido suficientes estudios in vivo o in vitro, que permitan establecer su importancia para entender los hallazgos de signos y síntomas a nivel articular, a nivel de los músculos masticatorios y a nivel de las vértebras cervicales con sus ligamentos y músculos.

Cuando existe un desorden temporomandibular en un paciente, los profesionales que interdisciplinariamente buscan su alivio, deben saber que hay factores que predisponen, determinan y/o perpetúan el desorden [22][23] y el tema de la distancia intercondilar sería uno de éstos factores[10]. Si se encuentra una convergencia intercondilar al realizar un movimiento protrusivo, éste fenómeno podría ser un factor predisponente para un desplazamiento o luxación discal en sentido lateral. Pero si el fenómeno intercondilar es divergente durante el mismo movimiento, podríamos decir que es un factor predisponente para un desplazamiento o luxación discal en sentido medial, de acuerdo a la filosofía del Dr. Rocabado, pero que no se ha reportado en las clasificaciones internacionales más consultadas por los profesionales de la Odontología, como son las de Okeson[22][23], Bumman y Lotzmann[21], Manns[26][29].

La Tomografía computarizada es un instrumento valioso para el estudio y valoración de las estructuras óseas a nivel Cervico-Cráneo-Mandibular, produciendo imágenes de tipo 2D, y la última generación que se denomina haz de rayos cónico 3D o CBCT,quefue la empleada en el presente estudio [10][12]

Las pantallas utilizadas para el estudio de la distancia intercondilar con Tomografía CBCT de diferentes fabricantes, como el ICAT ®con pantalla de 10 X 5, CARESTREAM ® con pantalla de 17 X 6, PLANMECA ® con pantalla de 13 X 6 han sido evaluadas o analizadas desde un plano Frontal o Axial. El plano axial brinda información más clara del polo externo de cada cóndilo en las dos

posiciones escogidas, la primera en máxima intercuspidación y la segunda en una posición protrusiva estandarizada con el dispositivo interincisal descrito en este estudio. En el presente estudio se midió la distancia intercondilar medida entre los dos polos externos condilares, en las dos posiciones mandibulares, por ser una medida muy reproducible y el error de la medida obtenida con el software del instrumento fue mínimo (< 0,05 mm)

La divergencia en posición protrusiva estandarizada que se encontró predominantemente en el presente estudio, y la convergencia hallada en menor número de sujetos, demuestran que hay una flexibilidad estructural natural como lo proponía Rocabado. En efecto, en ninguno de los sujetos del estudio la distancia intercondilar se mantuvo constante, y los cambios fueron estadísticamente significativos (T de Wilcoxon, $p < 0,05$). Sin embargo, los resultados obtenidos no permiten explicar por qué en cerca de 80% de los casos hubo divergencia y en 20% hubo convergencia.

Como todos los sujetos de la muestra eran mujeres jóvenes, sistémica y articularmente sanas, la interpretación de los cambios observados no es atribuible a ninguna disfuncionalidad del complejo craneofacial. También es importante resaltar que se eliminó la posibilidad de que los sujetos realizaran otro tipo de movimiento que no fuera el de protrusión, por ejemplo una combinación con lateralidad no se presentó debido a las condiciones controladas en que se hacía la medición con el ACMHR(Activador craneomandibular helicoidal Rocabado).[30]

Los resultados del presente estudio corroboran la hipótesis de Rocabado empleando una tecnología muy confiable para medir la distancia intercondilar en dos posiciones mandibulares diferentes, con un mínimo error en la medición, y en una muestra suficientemente grande para obtener un poder estadístico adecuado. En futuros estudios se podrá determinar el motivo por el cual en algunos sujetos normales se presenta convergencia en lugar de la divergencia predominantemente esperada.

Igualmente se podrán comparar estos resultados con los obtenidos mediante imágenes de resonancia magnética y los determinados en pacientes con síntomas / signos de una disfunción temporomandibular específica y en pacientes con diferentes clases de maloclusión, así como en otros tipos de movimiento dinámico mandibular. Igualmente sería muy importante que en un estudio futuro se mida el cambio en la distancia intercondilar para diferentes grados de protrusión mandibular con el fin de establecer si hay correlación entre el cambio de esta distancia y el grado de protrusión.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio demuestran claramente que la hipótesis de Rocabado es correcta: se presenta un incremento significativo de la distancia intercondilar en 80% de los sujetos cuando se compara la medida en máxima intercuspidación con la obtenida en protrusión estandarizada.

Los pacientes que presenten mayor divergencia o convergencia intercondilar pueden reportar con mayor facilidad la aparición de signos o síntomas TM durante los primeros 6 meses de iniciados los tratamientos, debido a la inestabilidad oclusal y a la inestabilidad articular.

A los participantes en el presente estudio que no presentaban signos y/o síntomas a nivel temporomandibular y que presentaron variación de la distancia intercondilar en una posición protrusiva estandarizada , se les entregaron los resultados del presente estudio y además , recibieron unas recomendaciones para mantener estas condiciones estables, como lo son el controlar cualquier hábito como la mala postura , la onicomicosis , el uso frecuente de gomas de mascar , las masticaciones unilaterales y los episodios de bruxismo ; éstas condiciones pueden actuar como factores predisponentes para la aparición de signos y síntomas a nivel cérvico-craneo mandibular. Además , se les recomendó un control anual con profesionales de diferentes disciplinas como la Medicina ,la Odontología y la Kinesiología .

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar éste estudio en pacientes con los mismos criterios de inclusión pero, reunidos en grupos que han sido diagnoticados con desórdenes del complejo cóndilo-disco; por ejemplo , para evaluar el comportamiento de la distancia intercondilar en articulaciones diagnosticadas condesplazamientos discales, luxaciones discales con reducción y luxaciones discales sin reducción.
- Se recomienda realizar un análisis frontal con pantalla de 17 X 6 en pacientes con iguales criterios de inclusión y exclusión, donde se estudie el comportamiento de la distancia intercondilar en dos posiciones mandibulares y después se tomen imágenes de Resonancia Magnética desde el mismo plano frontal y se pueda determinar cómo se mueve el disco articular en caso de divergencias intercondilares y en casos de convergencias intercondilares.
- Realizar un estudio con Modelado matemático o elementos finitos donde se simulen los comportamientos, en unas articulaciones temporomandibulares sanas, de las distancia intercondilares desde un plano Frontal y un plano Axial.
- Realizar un estudio en donde se compare el grado de divergencia o convergencia intercondilar en dos posiciones mandibulares, con el grado de divergencia de la pared posterior de la eminencia articular[27] desde un plano axial.

ANEXOS

BASE DE DATOS (ATM) MEDICIONES

Anexo. 1

PACIENTE	NOMBRE	DIC PE MIC(mm)	DIC PE PR(mm)
1	ADRIANA MARCELA [redacted]	112,5	117,6
2	ANA ETELVINA [redacted]	116	116,9
3	DANIELA [redacted]	110,9	111,1
4	KAREN [redacted]	108,4	108,6
5	KAREN JOHANNA [redacted]	124,3	126
6	LAURA MILENA [redacted]	113,7	114,9
7	JENNY [redacted]	116,1	115,1
8	KATERINE [redacted]	117,5	117,8
9	MARÍA FERNANDA [redacted]	105,4	106
10	MARÍA ALEJANDRA [redacted]	123,5	124
11	MARÍA PAULA [redacted]	120,4	120,2
12	STEFANY BRIGETTY [redacted]	105,2	105,6
13	KATHERINNE JOHANNA [redacted]	119,3	119,5
14	NATALIA [redacted]	113,4	113,5
15	ZULEY KATHERINE [redacted]	120,6	119,9
16	KATHERINE ANDREA [redacted]	110,9	113,1
17	ERIKA ALEXANDRA [redacted]	115,9	115,3
18	PAULA ANDREA [redacted]	119,2	118,5
19	ANA ISABEL [redacted]	111,1	112, 3
20	NATHALIA VANESSA [redacted]	116,7	117,8
21	ALEJANDRA [redacted]	117,9	118,1
22	JULY PAOLA [redacted]	112,3	112,5
23	JANE [redacted]	109,8	111,1
24	ANA MILENA [redacted]	120,6	121,2
25	YURI ANGÉLICA [redacted]	106,2	108,4
26	ANA MARÍA [redacted]	120,3	121,3

Anexo 2. Datos Anagráficos

PACIENTE	NOMBRE	DIC PE MIC(mm)	DIC PE PR(mm)	dif. Pr-mic
1	ADRIANA MARCELA [redacted]	112,5	117,6	5,1
2	ANA ETELVINA [redacted]	116	116,9	0,9
3	DANIELA [redacted]	110,9	111,1	0,2
4	KAREN [redacted]	108,4	108,6	0,2
5	KAREN JOHANNA [redacted]	124,3	126	1,7
6	LAURA MILENA [redacted]	113,7	114,9	1,2
7	JENNY [redacted]	116,1	115,1	-1
8	KATERINE [redacted]	117,5	117,8	0,3
9	MARÍA FERNANDA [redacted]	105,4	106	0,6
10	MARÍA ALEJANDRA [redacted]	123,5	124	0,5
11	MARÍA PAULA [redacted]	120,4	120,2	-0,2
12	STEFANY BRIGETTY [redacted]	105,2	105,6	0,4
13	KATHERINNE JOHANNA [redacted]	119,3	119,5	0,2
14	NATALIA [redacted]	113,4	113,5	0,1
15	ZULEY KATHERINE [redacted]	120,6	119,9	-0,7
16	KATHERINE ANDREA [redacted]	110,9	113,1	2,2
17	ERIKA ALEXANDRA [redacted]	115,9	115,3	-0,6
18	PAULA ANDREA [redacted]	119,2	118,5	-0,7
19	ANA ISABEL [redacted]	111,1	112, 3	1,2
20	NATHALIA VANESSA [redacted]	116,7	117,8	1,1
21	ALEJANDRA [redacted]	117,9	118,1	0,2
22	JULY PAOLA [redacted]	112,3	112,5	0,2
23	JANE [redacted]	109,8	111,1	1,3
24	ANA MILENA [redacted]	120,6	121,2	0,6
25	YURI ANGÉLICA [redacted]	106,2	108,4	2,2
26	ANA MARÍA [redacted]	120,3	121,3	1

Rango de edad de los participantes es de 20 a 29 años.

Anexo 3. Análisis intraobservador repetida en 5 casos

PACIENTE	NOMBRE	DIC PE MIC(mm)	DIC PE PR(mm)
3	DANIELA [redacted]	110,9	111
6	LAURA MILENA [redacted]	113,6	114,9
16	KATHERINE ANDREA [redacted]	110,9	113
19	ANA ISABEL [redacted]	111,1	112, 3
25	YURI ANGÉLICA [redacted]	106,1	108,3

Se aplica la fórmula de Dahlberg lo que da un error de reproducibilidad muy bajo: S = 0,045 mm lo que indica que el software utilizado para las mediciones es muy confiable, con un error de solo 0,045 mm entre cualquiera de las medidas repetidas, sin cambiar por la posición mandibular.

Anexo 4. Distancia intercondilar

	DIC PE MIC(mm)	DIC PE PR(mm)	Diferencia
Promedio	114,93	115,76	0,7
desv.std	5,43	5,33	1,22
min	105,2	105,6	-1
max	124,3	126	5,1

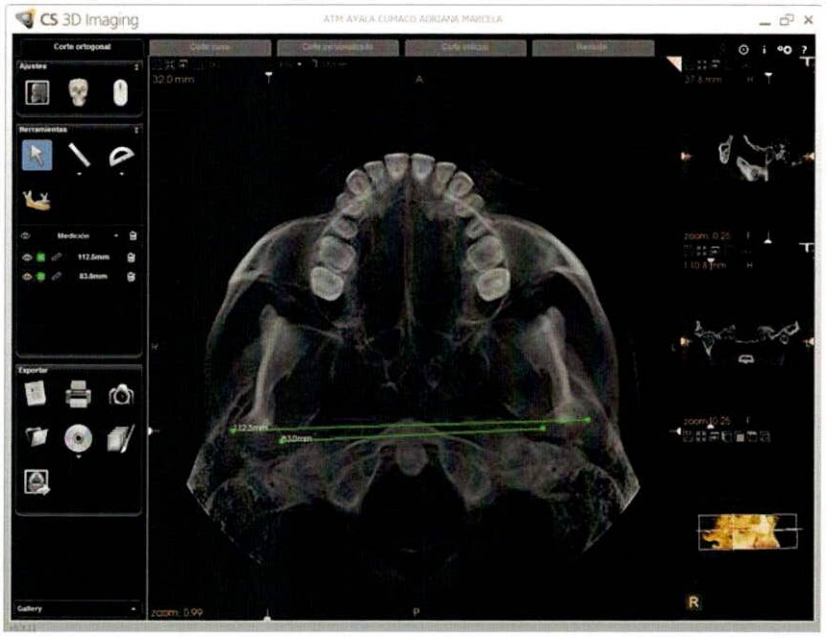
Anexo 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

	T	P
Comparación de las diferencias	15	**0,01**
entre posición mic y protrusión		

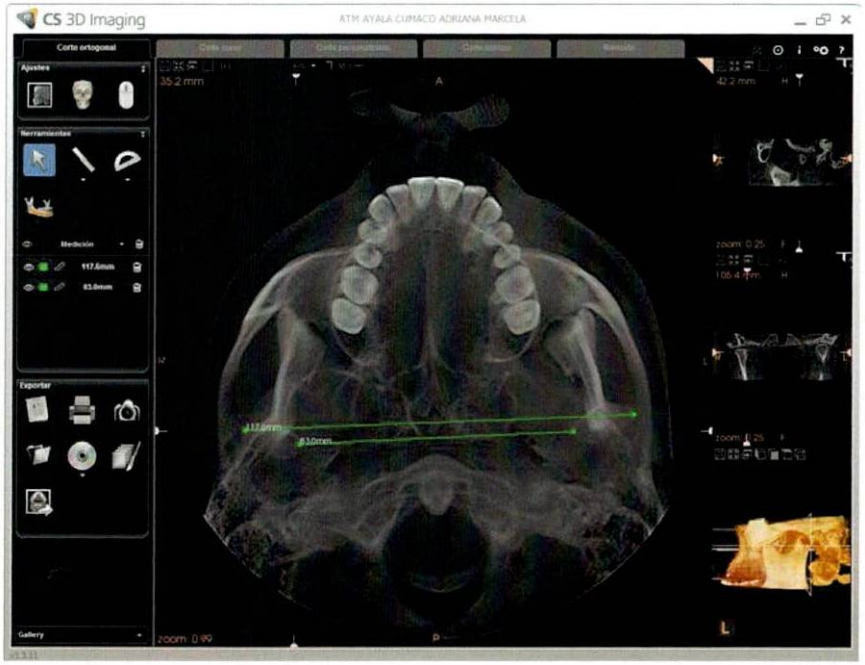
NOTA:
Si se usa la t pareada igualmente la diferencia da significativa entre polos externos pero no entre polos internos. (p = 0,011 vs p = 0,45)
Se usó la prueba T de Wilcoxon porque hay resultados con signos diferentes y porque la Distribución de los datos no es normal según la prueba de Anderson-Darling

BASE DE DATOS DE IMÁGENES

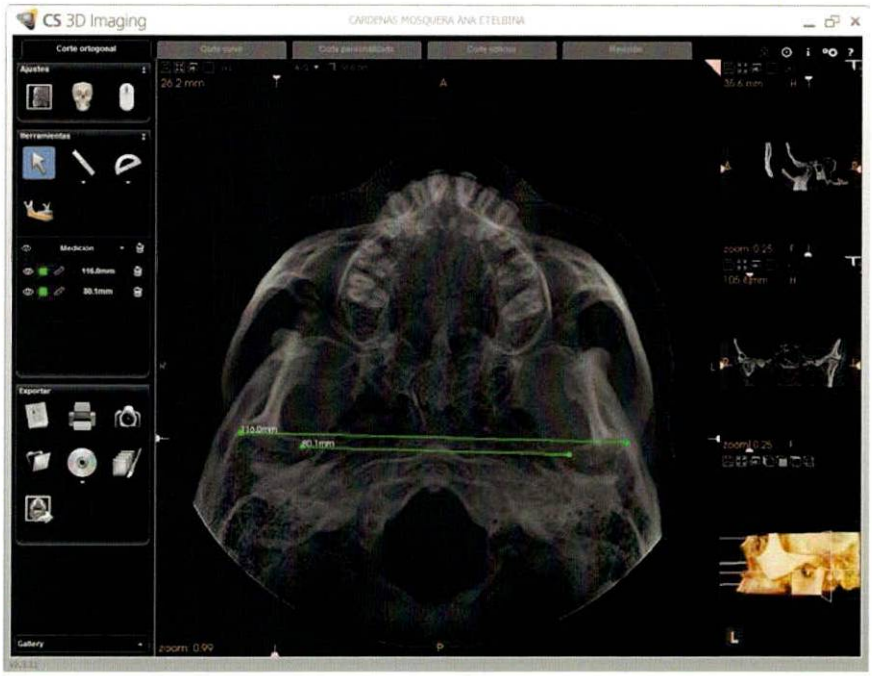
PACIENTE1 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



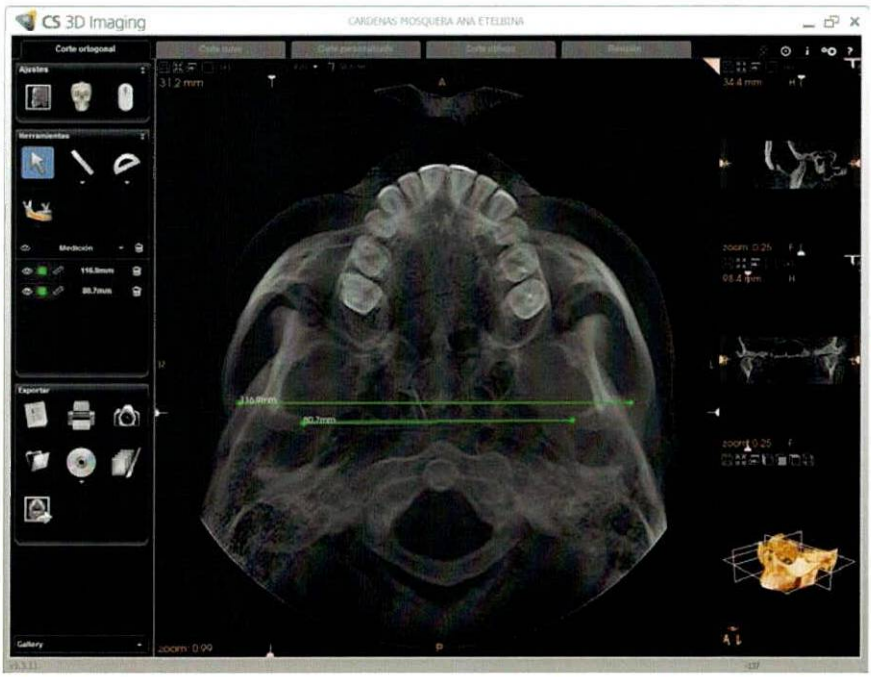
PACIENTE 1PROTRUSIÓN



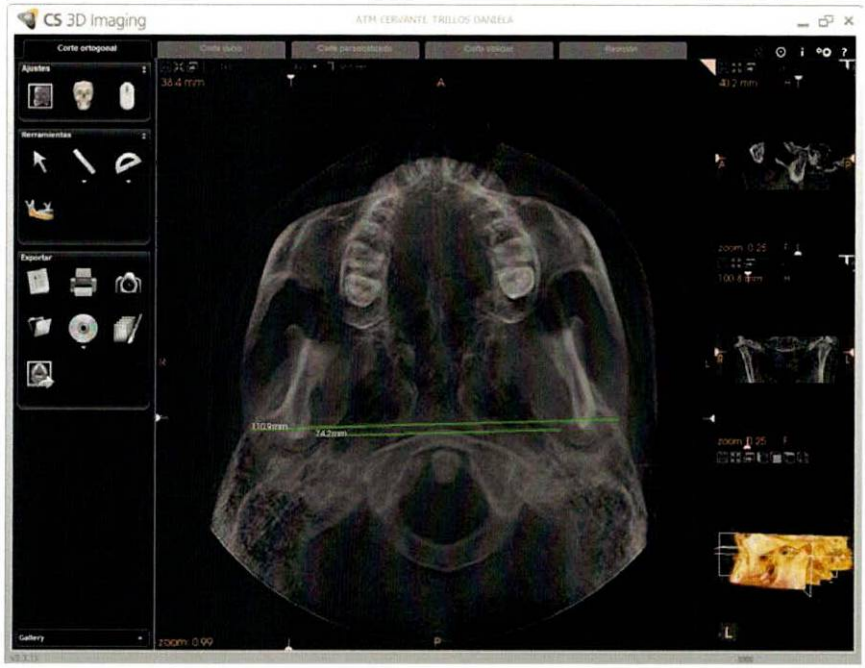
ACIENTE 2 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



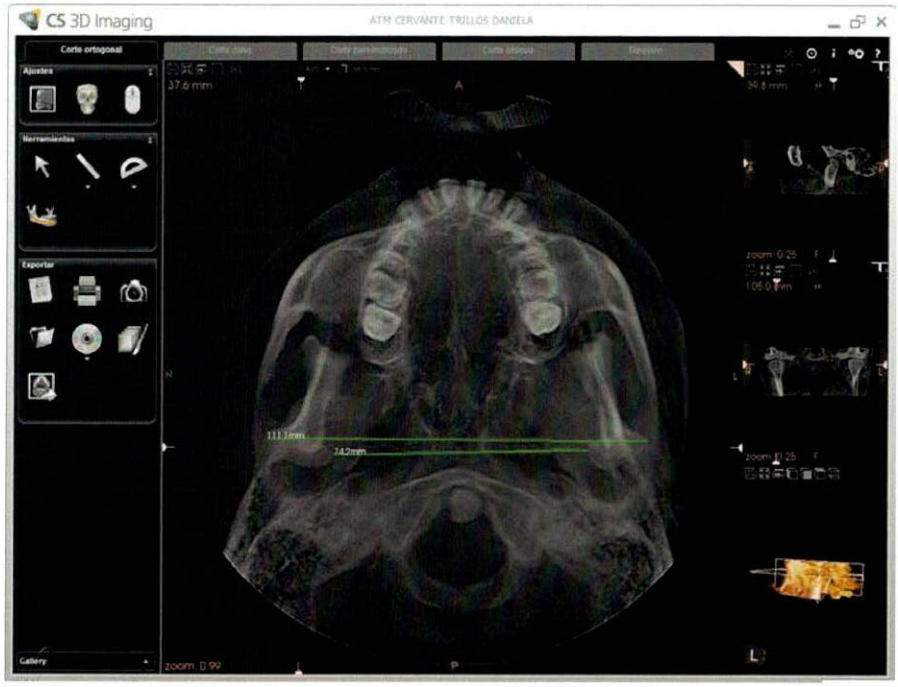
PACIENTE 2 PROTRUSIÓN



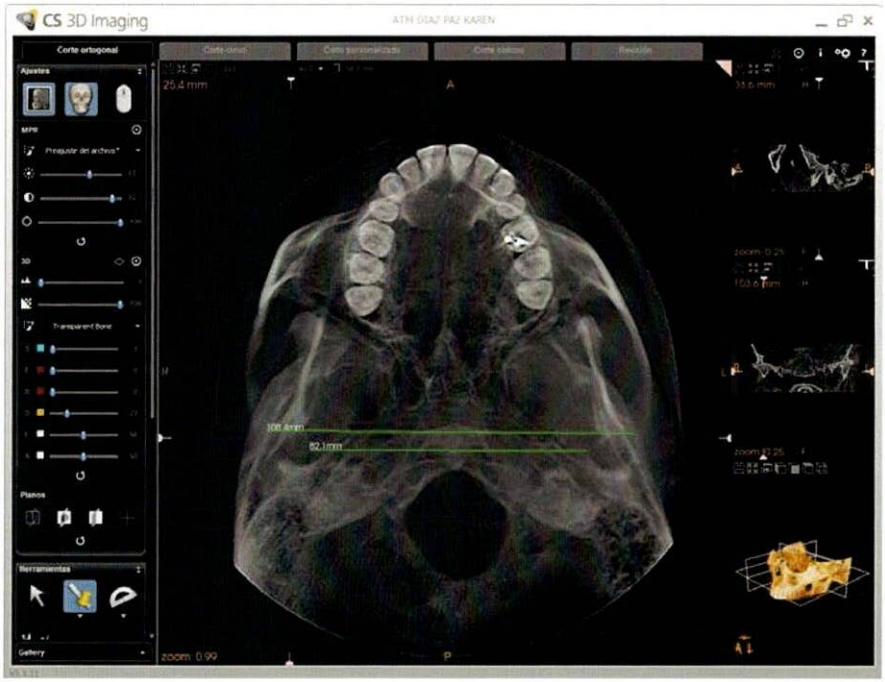
PACIENTE 3 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



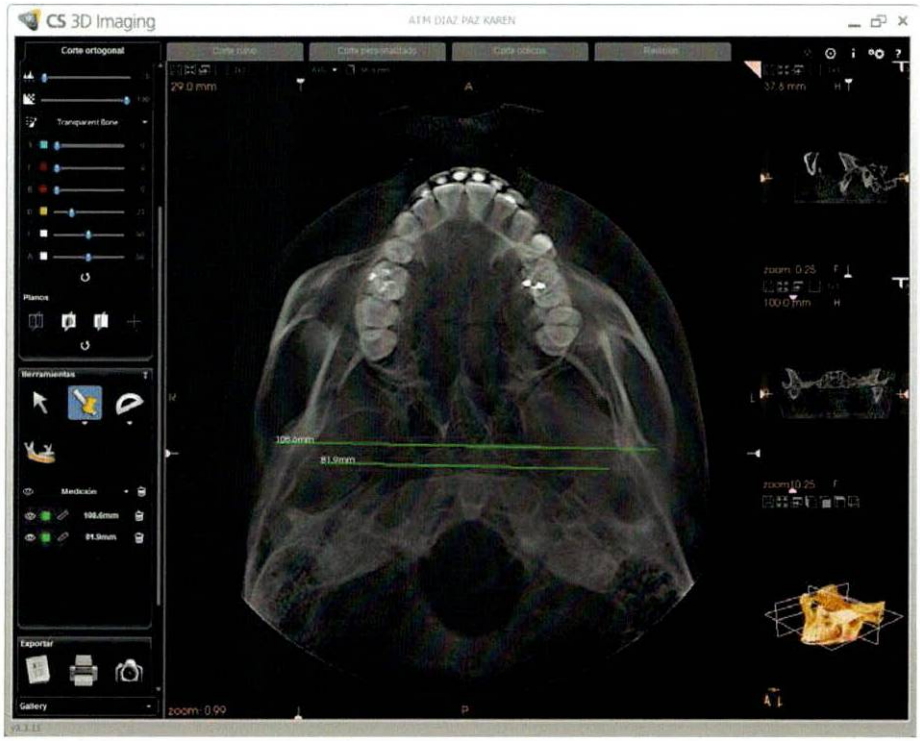
PACIENTE 3 PROTRUSIÓN



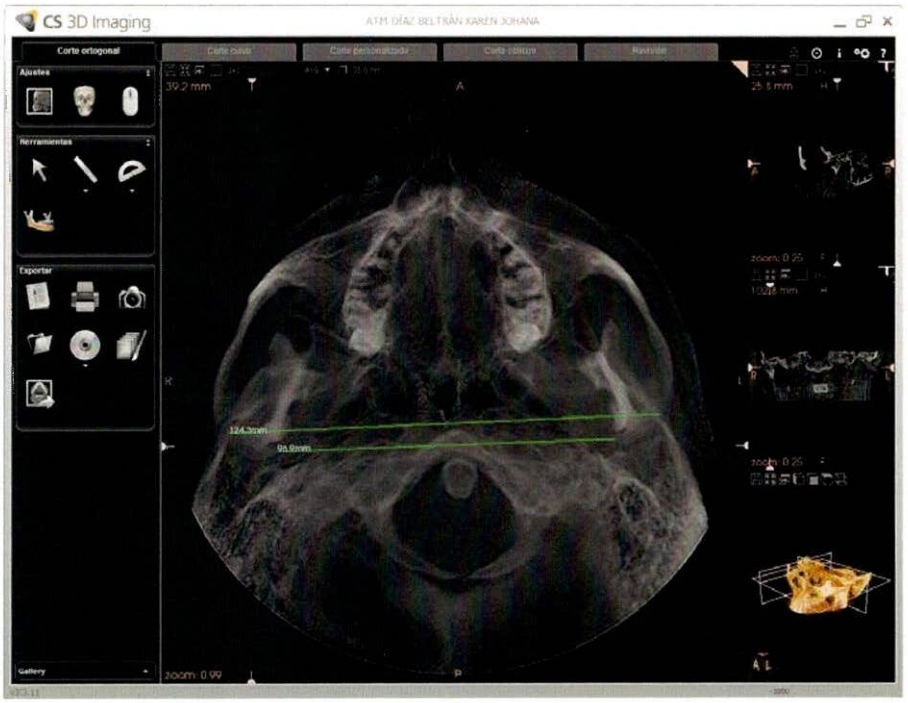
PACIENTE 4 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



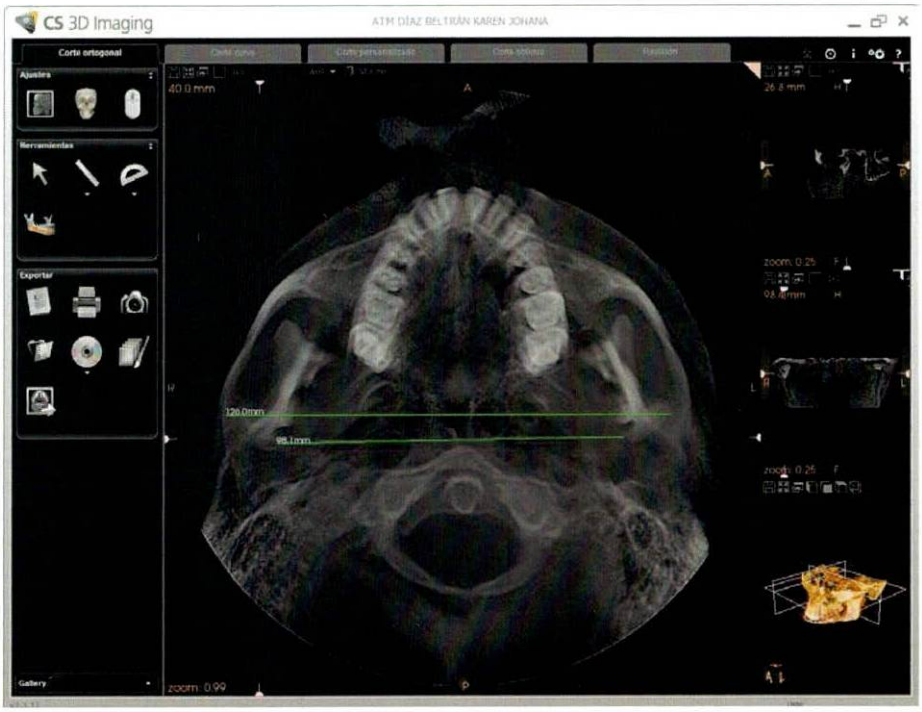
PACIENTE 4 PROTRUSIÓN



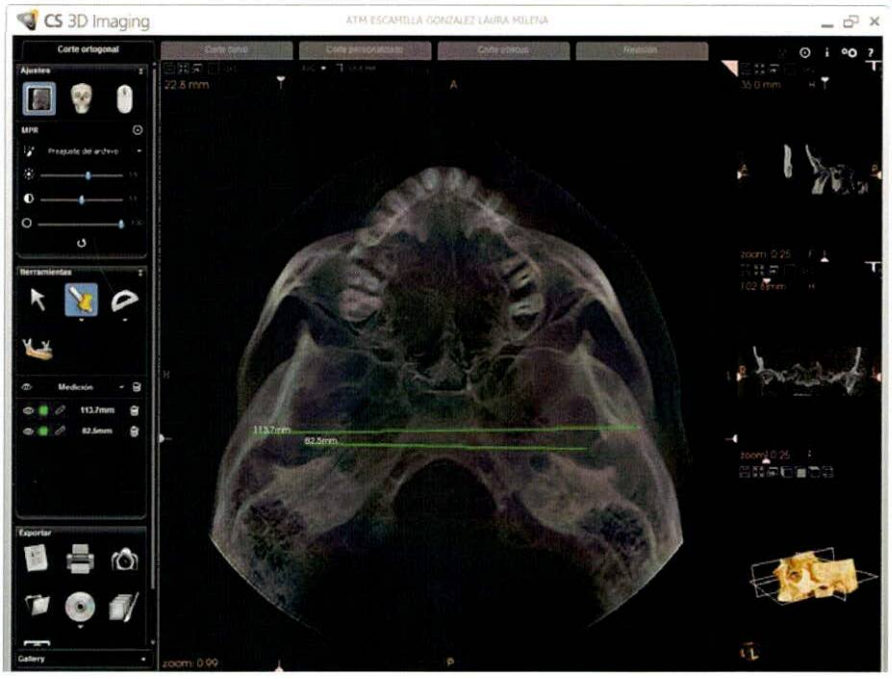
PACIENTE 5 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



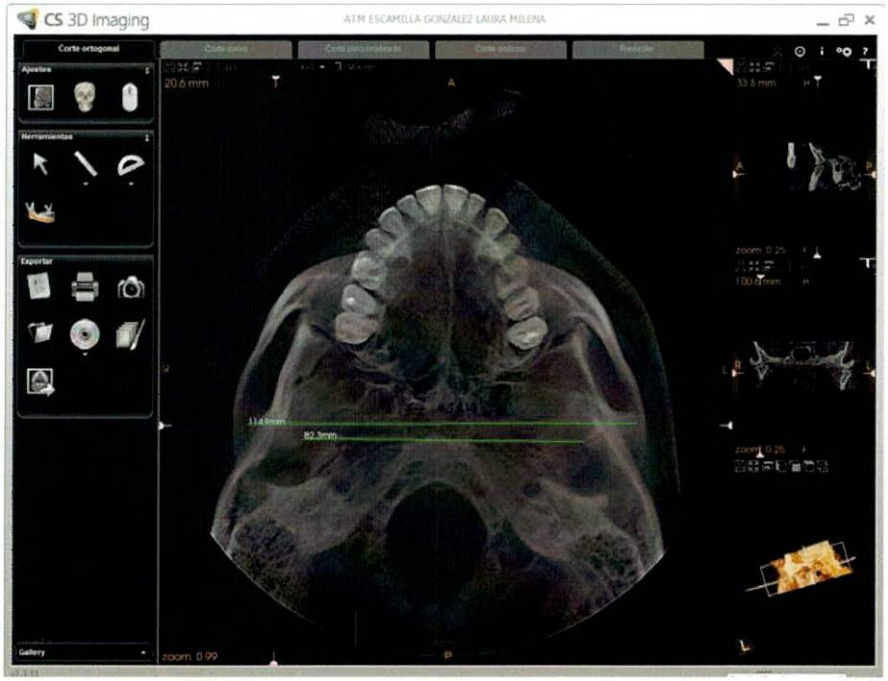
PACIENTE 5 PROTRUSIÓN



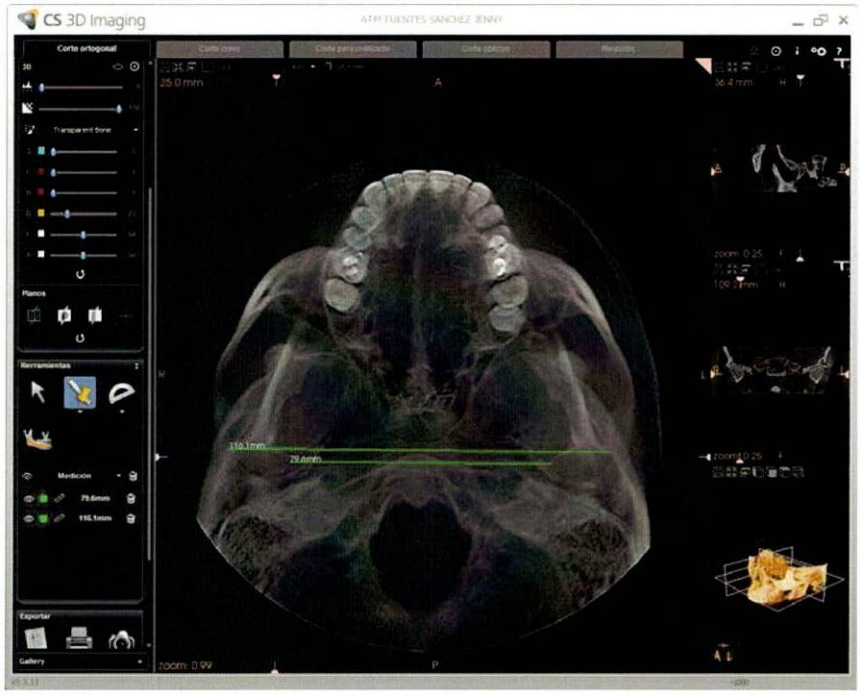
PACIENTE 6 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



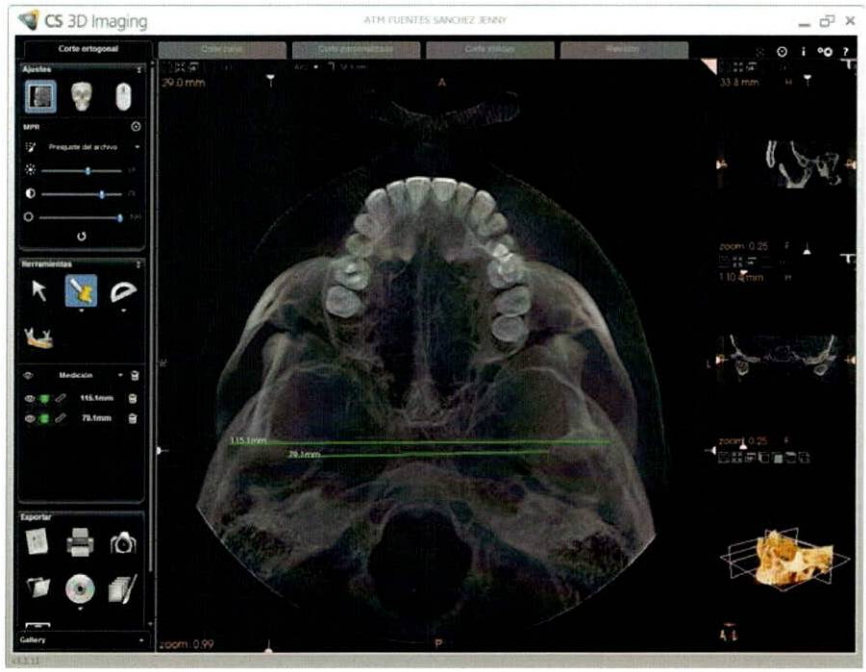
PACIENTE 6 PROTRUSIÓN



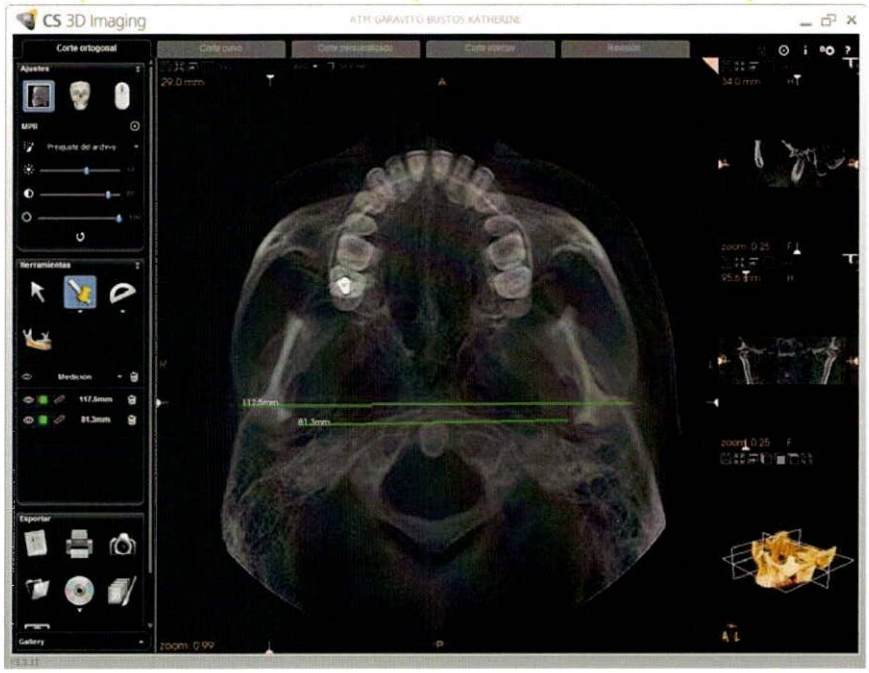
PACIENTE 7 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



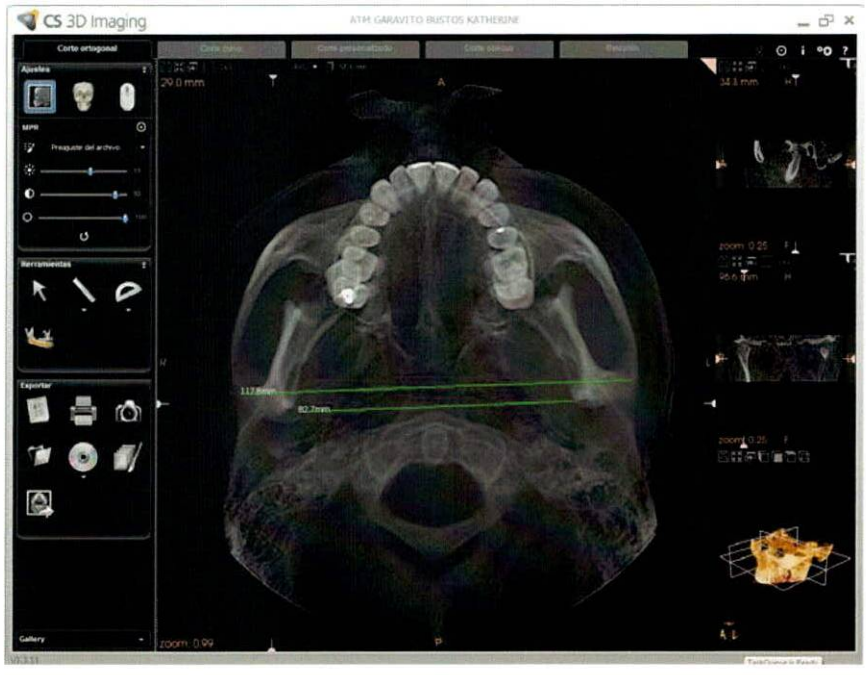
PACIENTE 7 PROTRUSIÓN



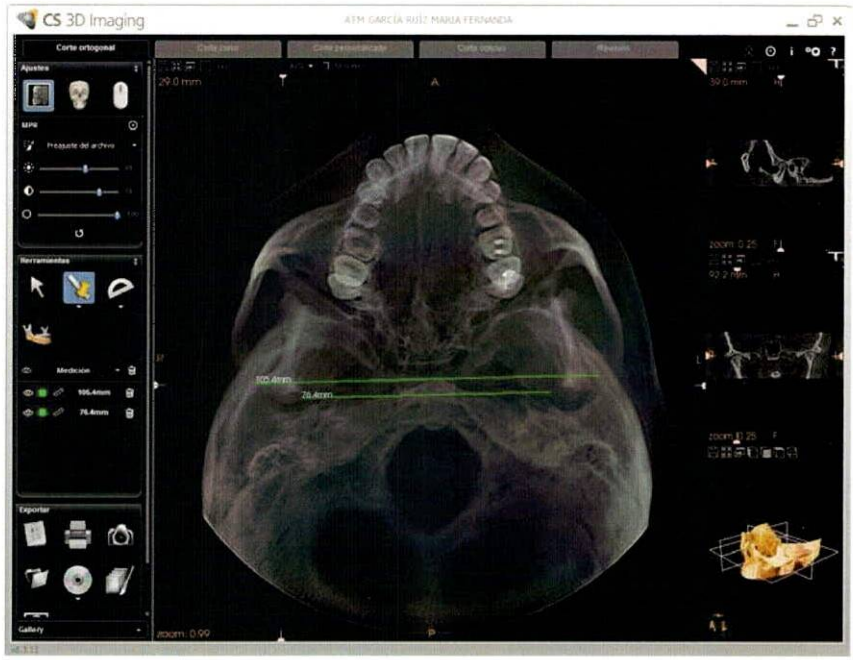
PACIENTE 8 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



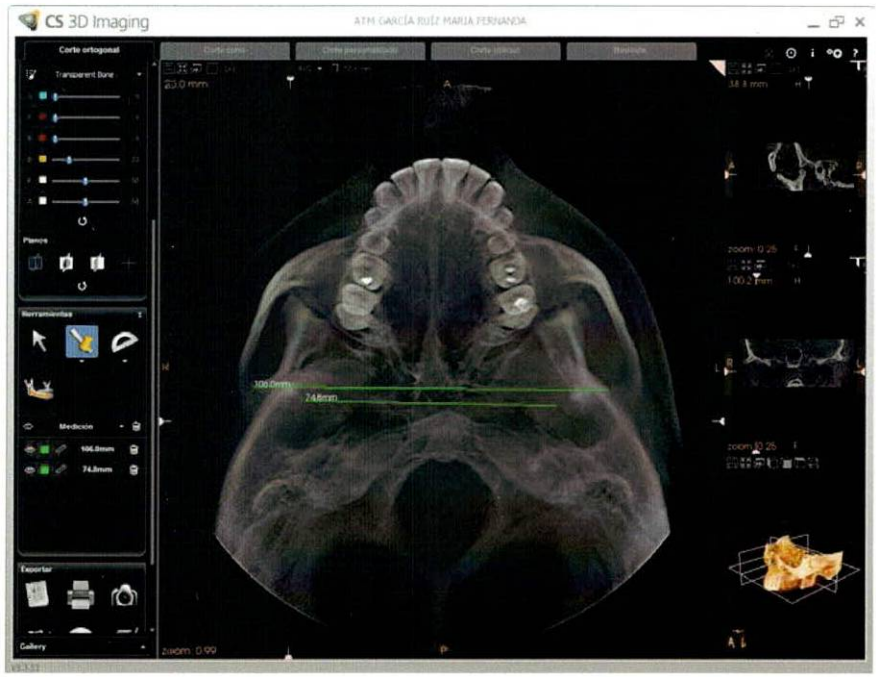
PACIENTE 8 PROTRUSIÓN



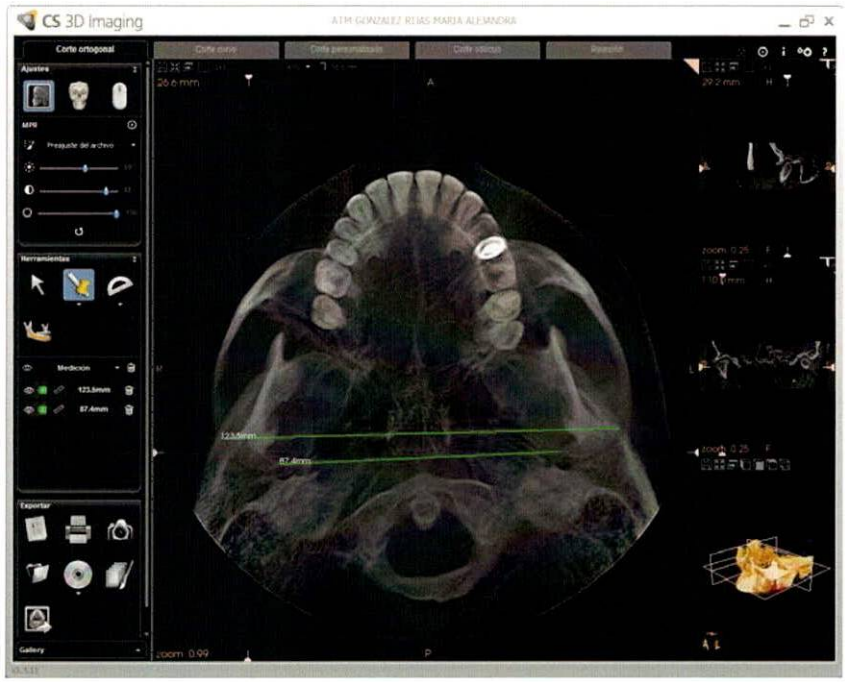
PACIENTE 9 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



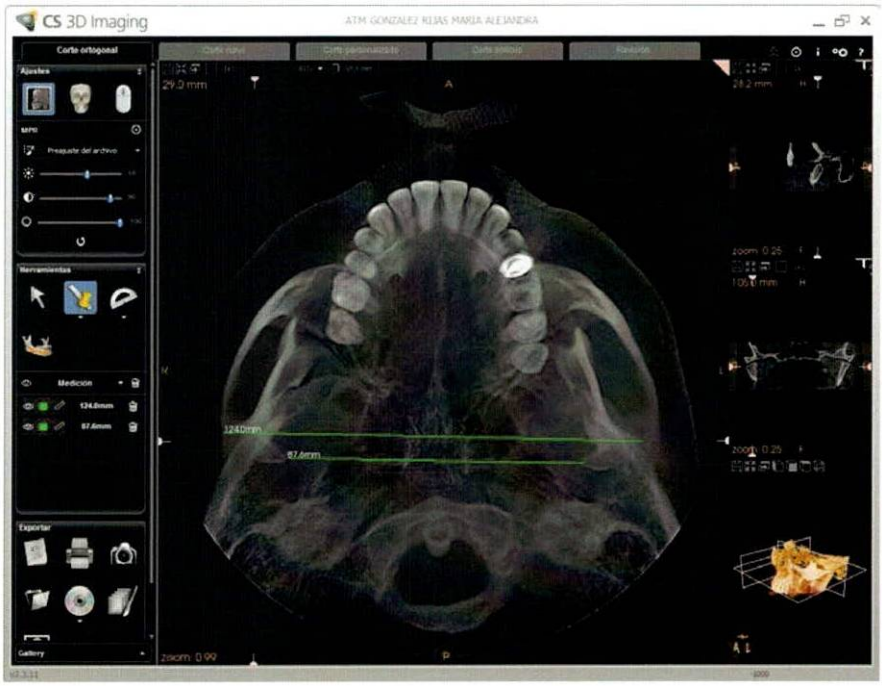
PACIENTE 9 PROTRUSIÓN



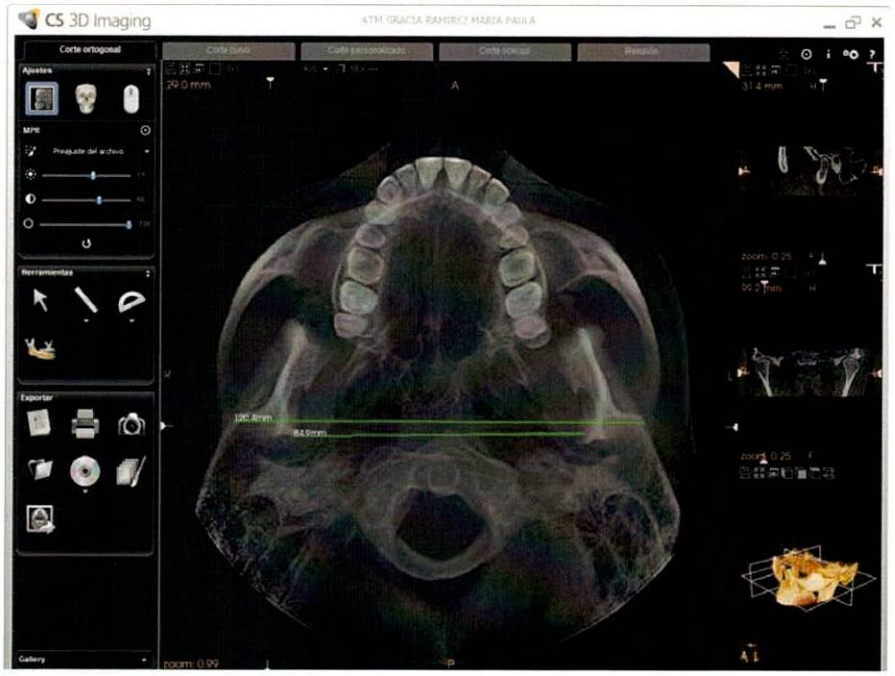
PACIENTE 10 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



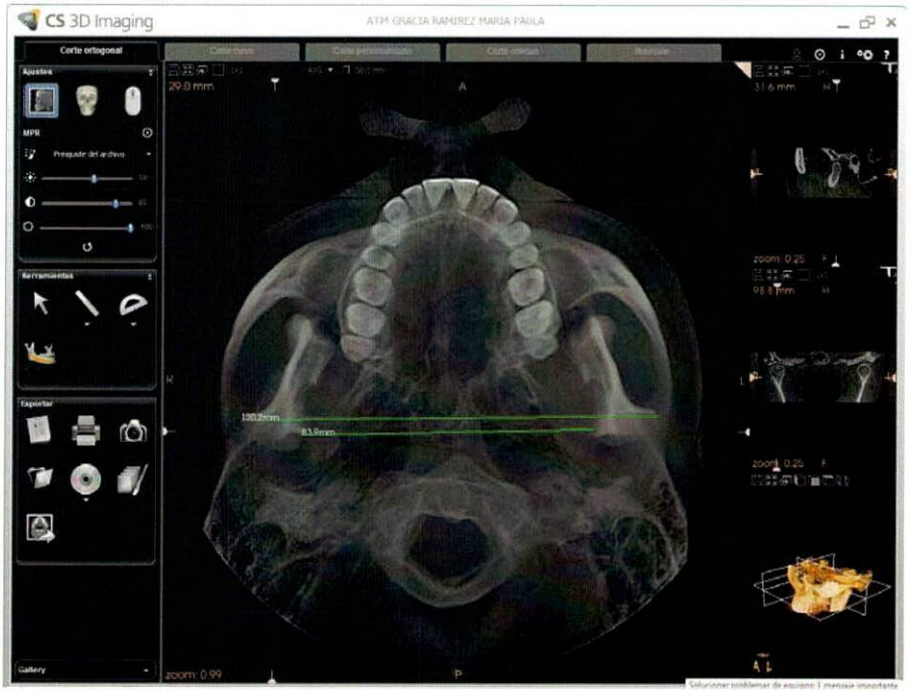
PACIENTE 10 PROTRUSIÓN



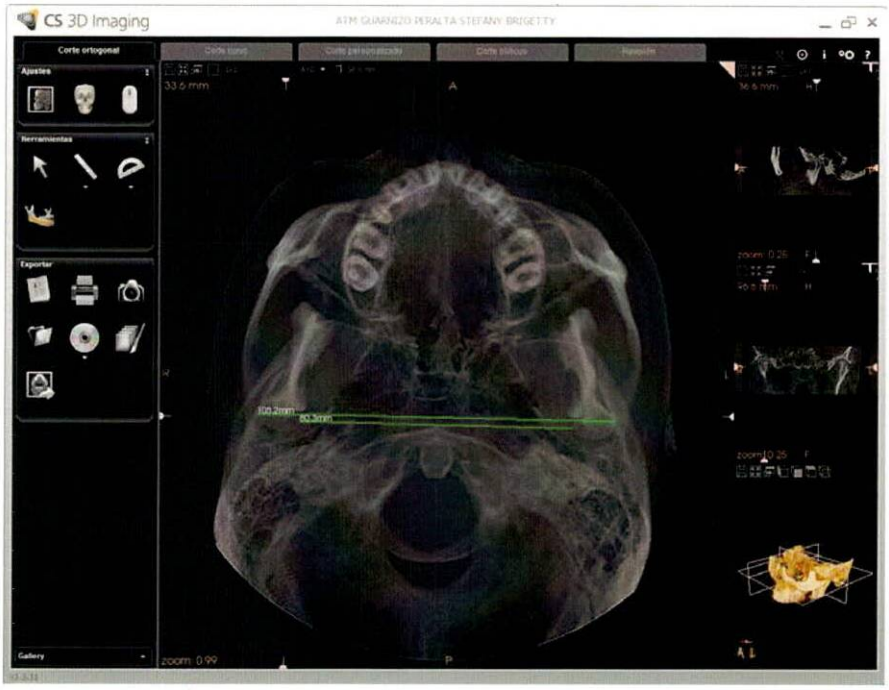
PACIENTE 11 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



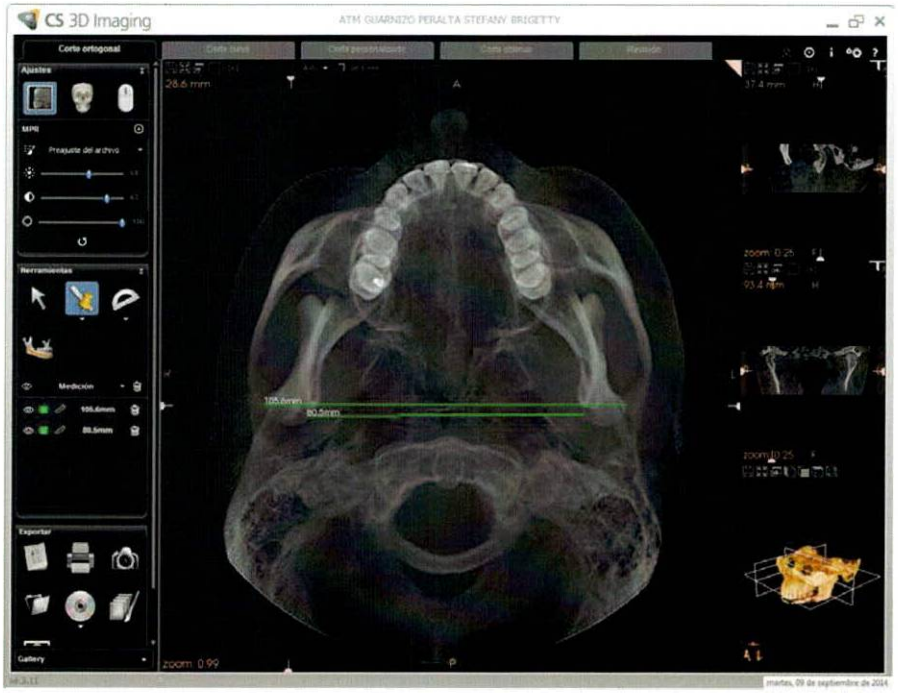
PACIENTE 11 PROTRUSIÓN



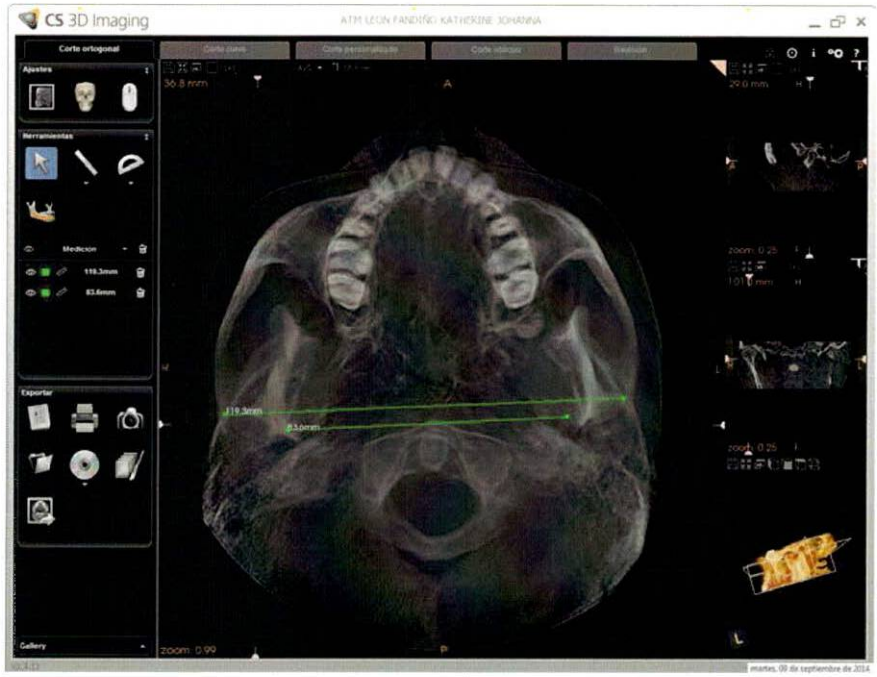
PACIENTE 12 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



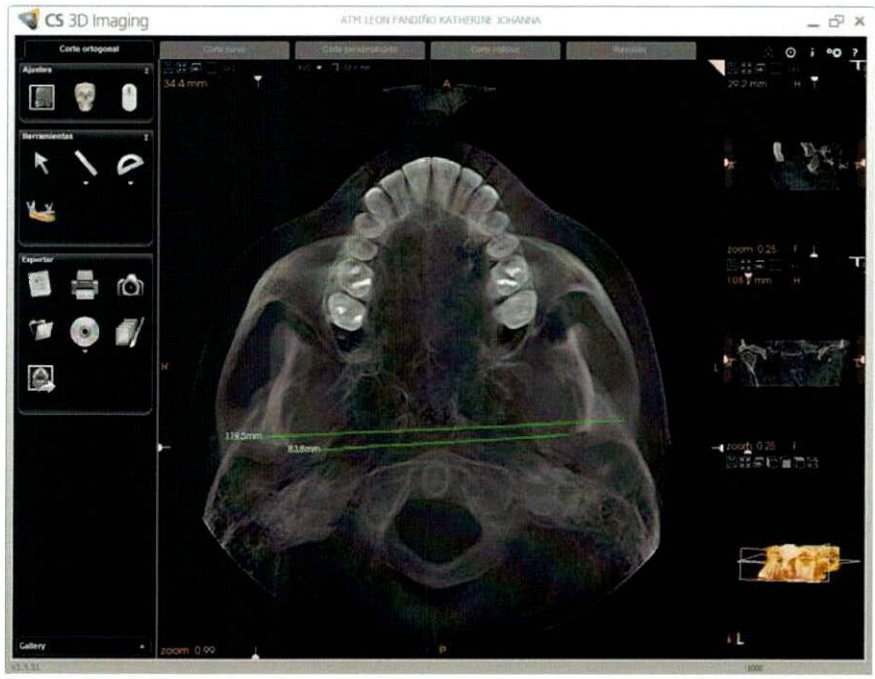
PACIENTE 12 PROTRUSIÓN



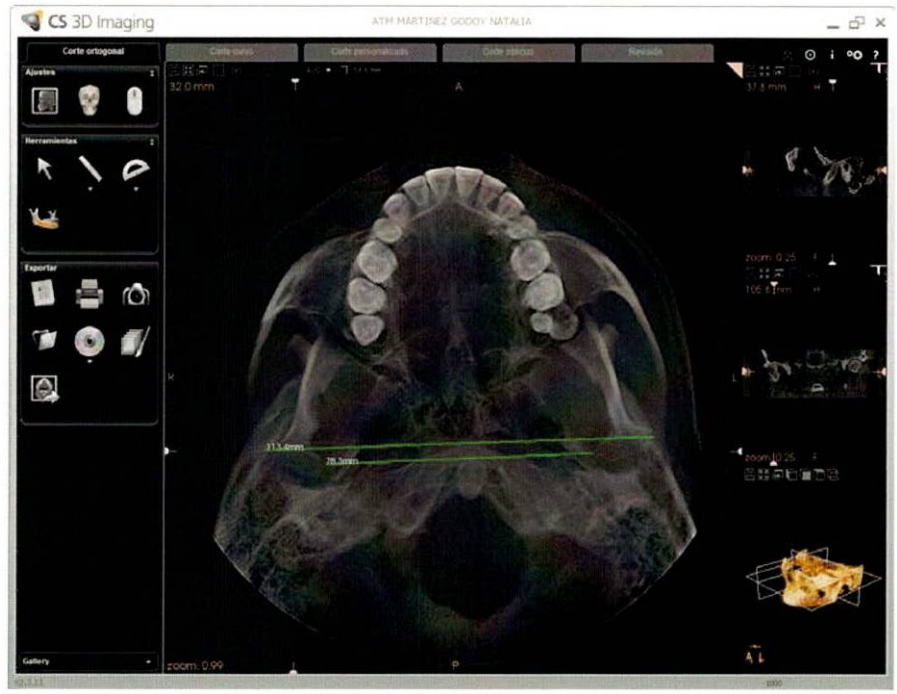
PACIENTE 13 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



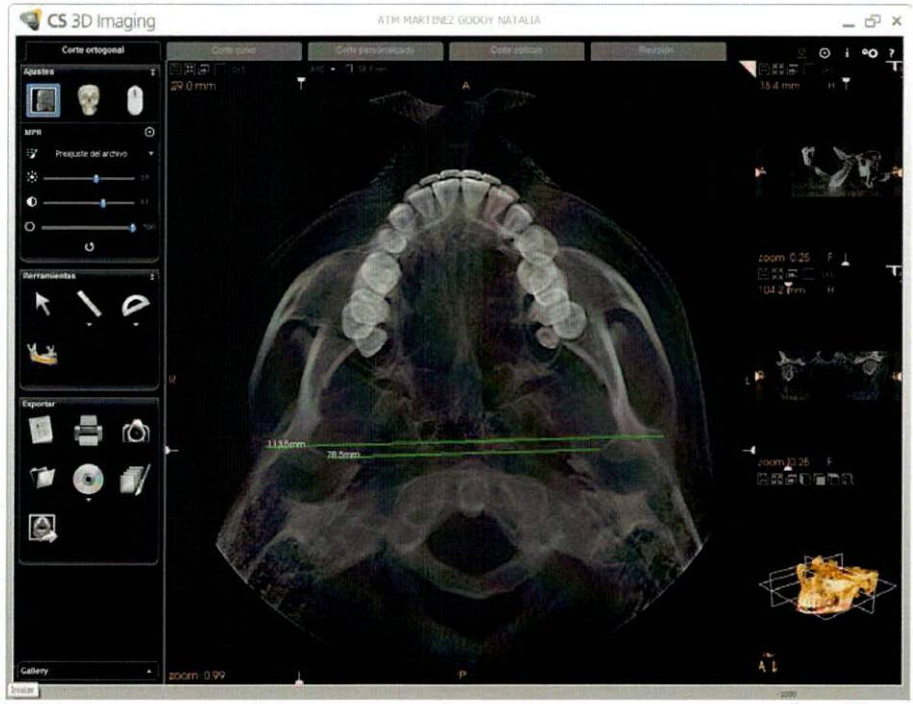
PACIENTE 13 PROTRUSIÓN



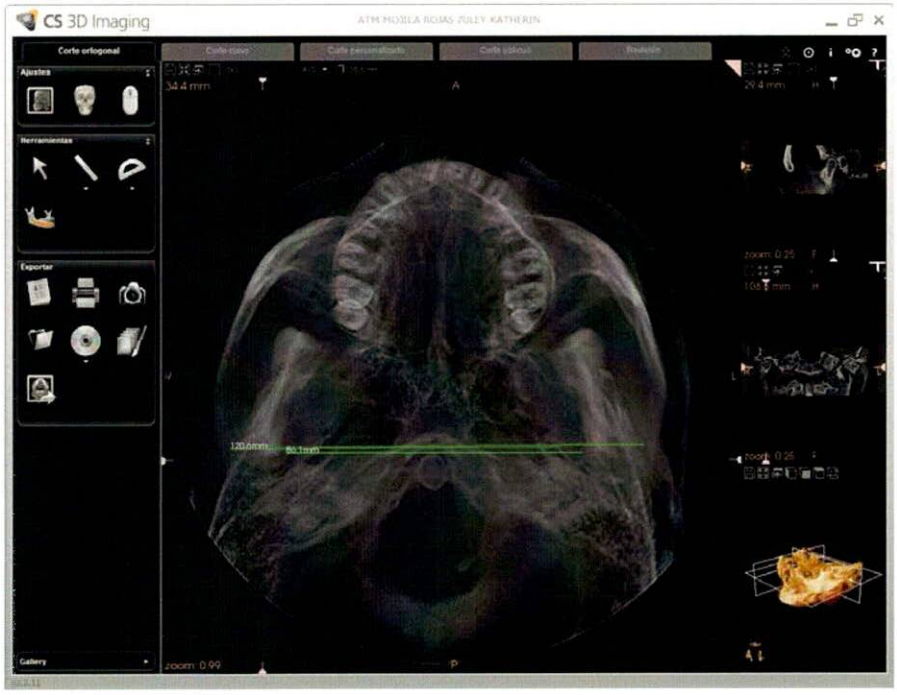
PACIENTE 14 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



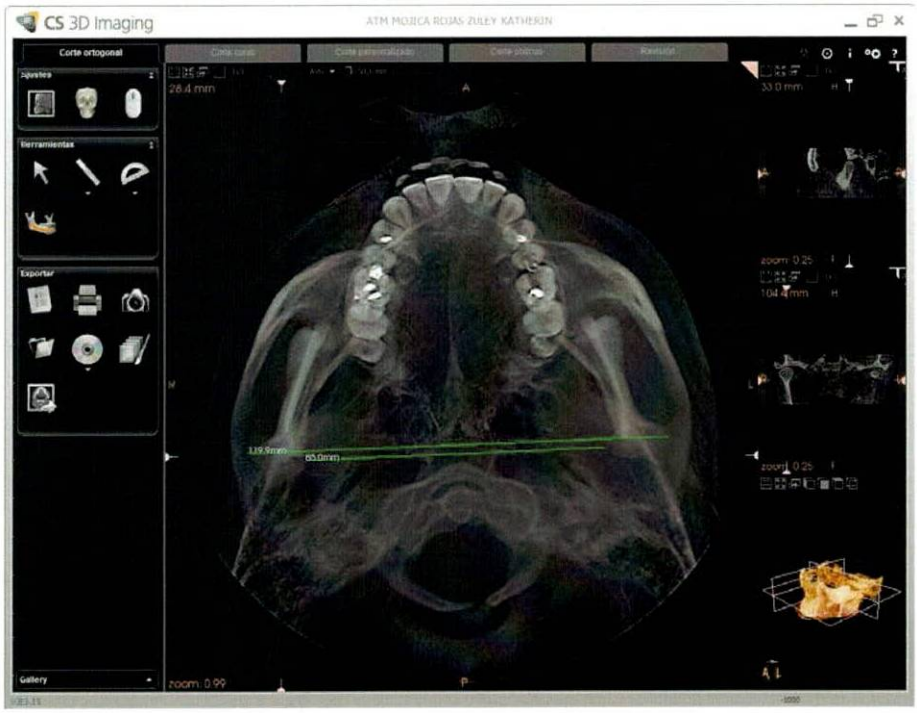
PACIENTE 14 PROTRUSIÓN



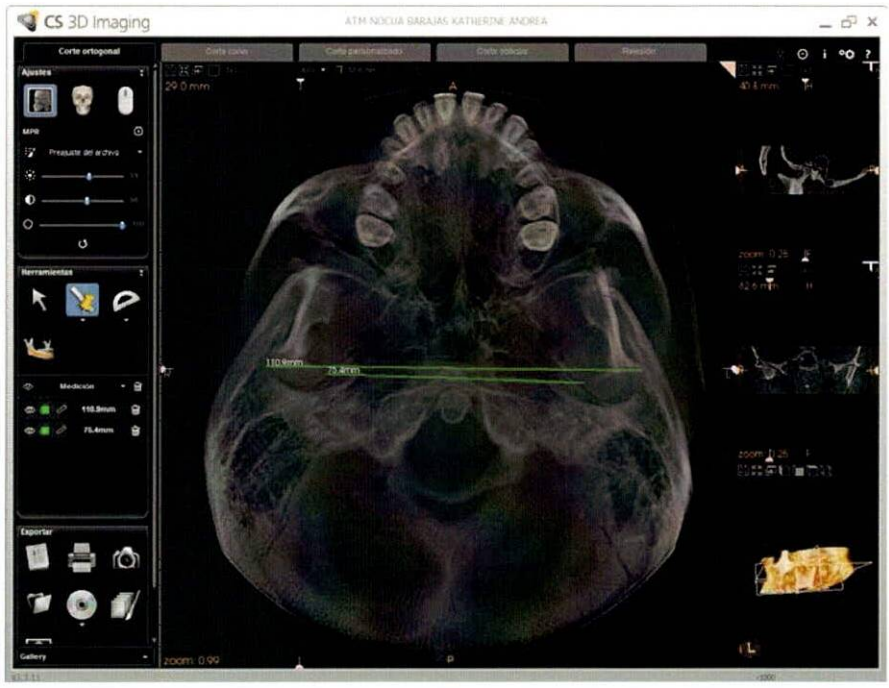
PACIENTE 15 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



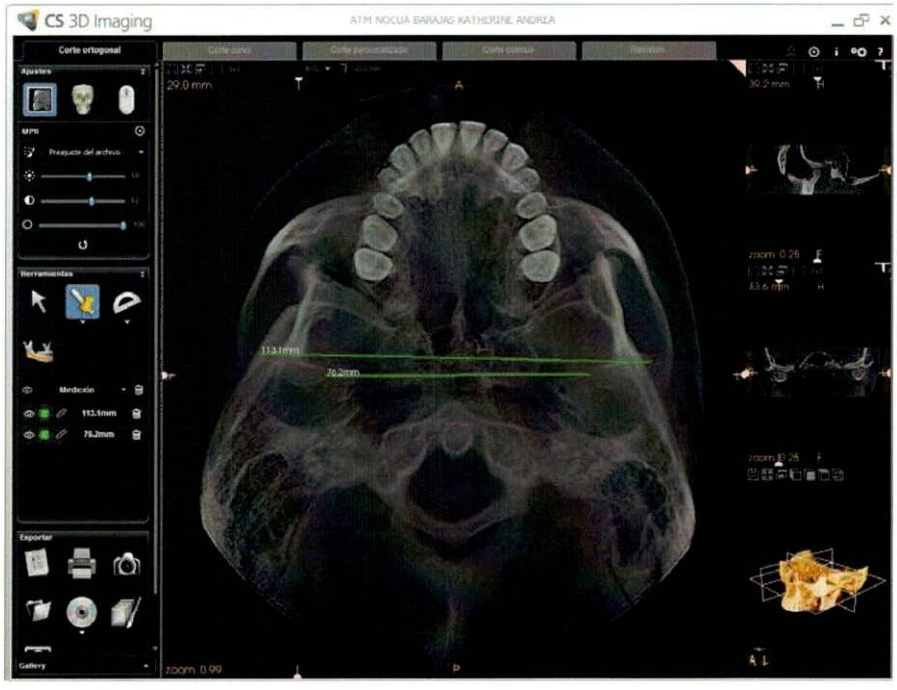
PACIENTE 15 PROTRUSIÓN



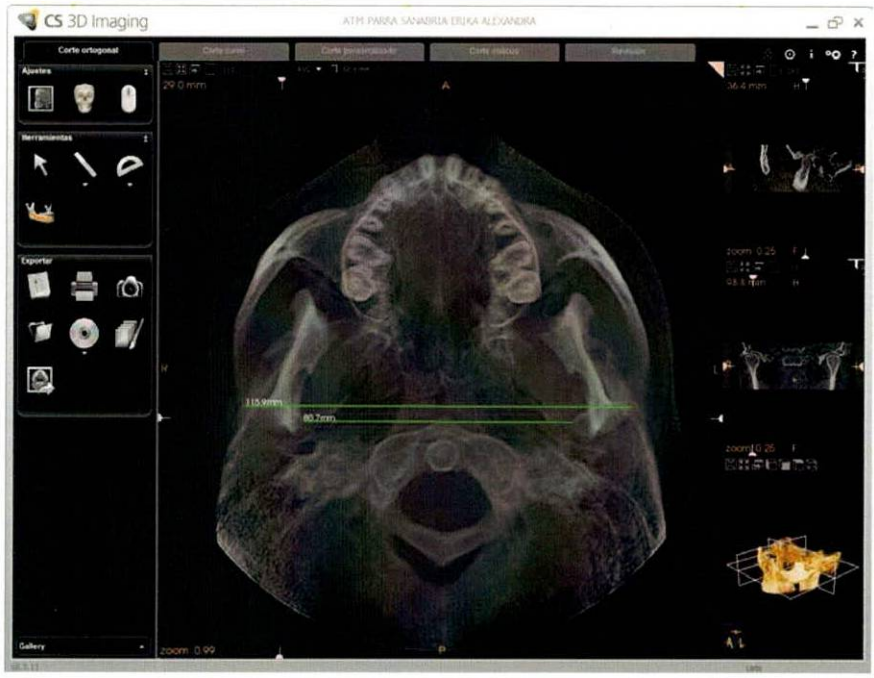
PACIENTE 16 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



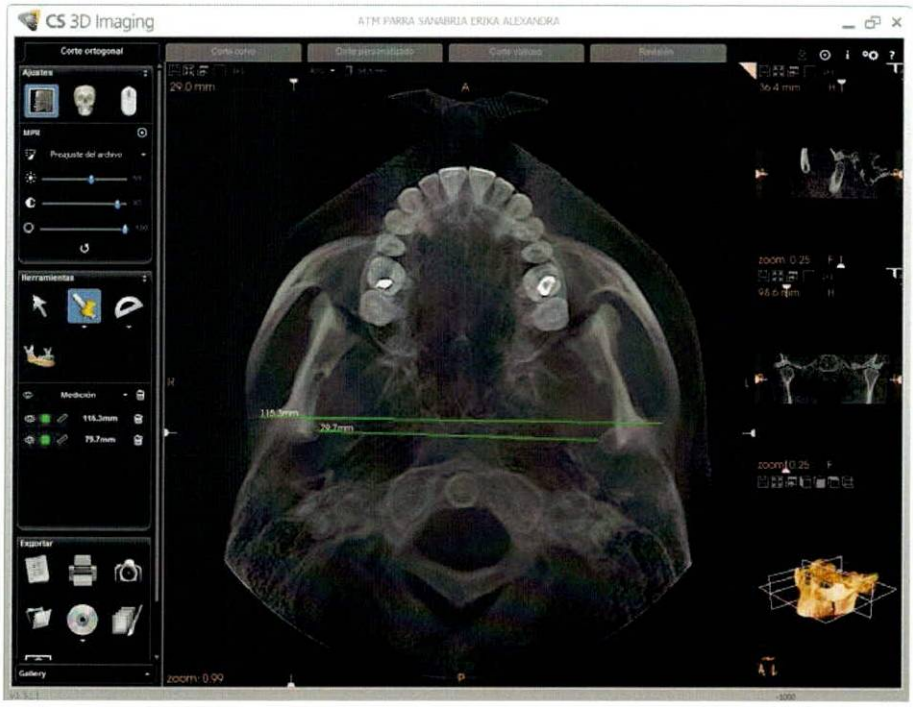
PACIENTE 16 PROTRUSIÓN



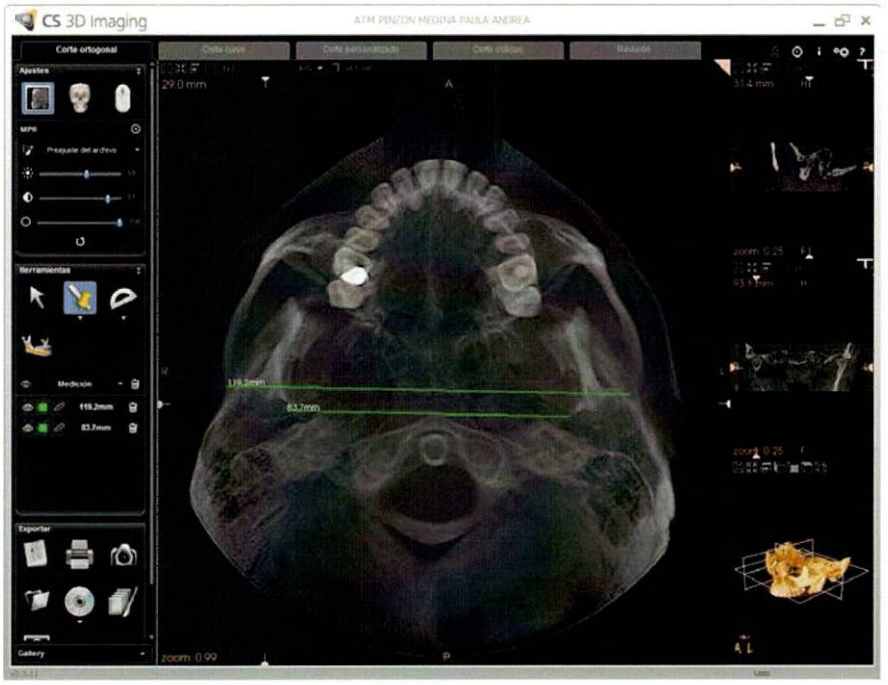
PACIENTE 17 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



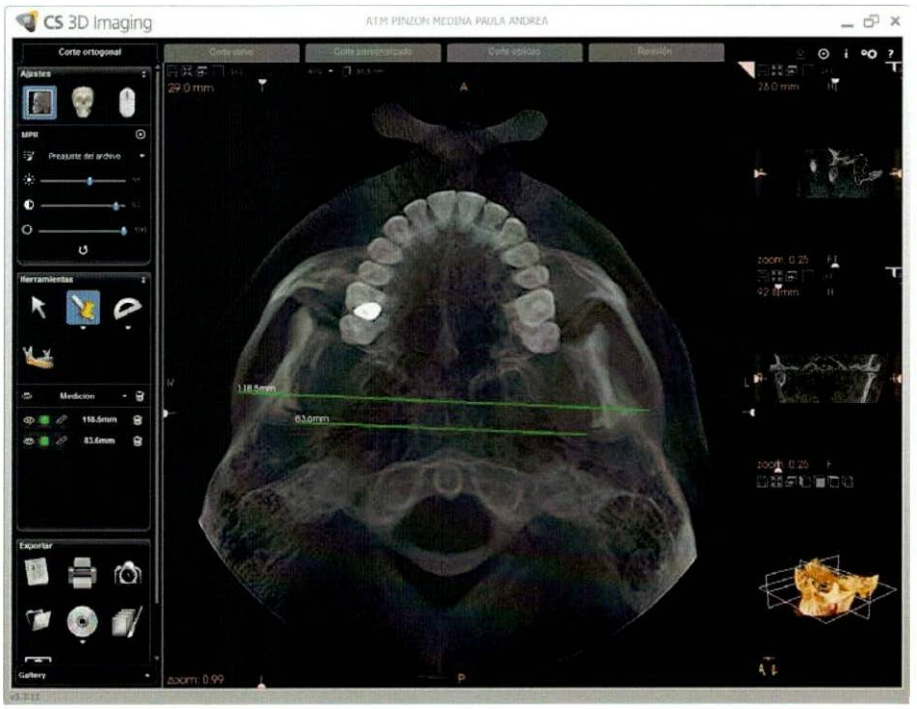
PACIENTE 17 PROTRUSIÓN



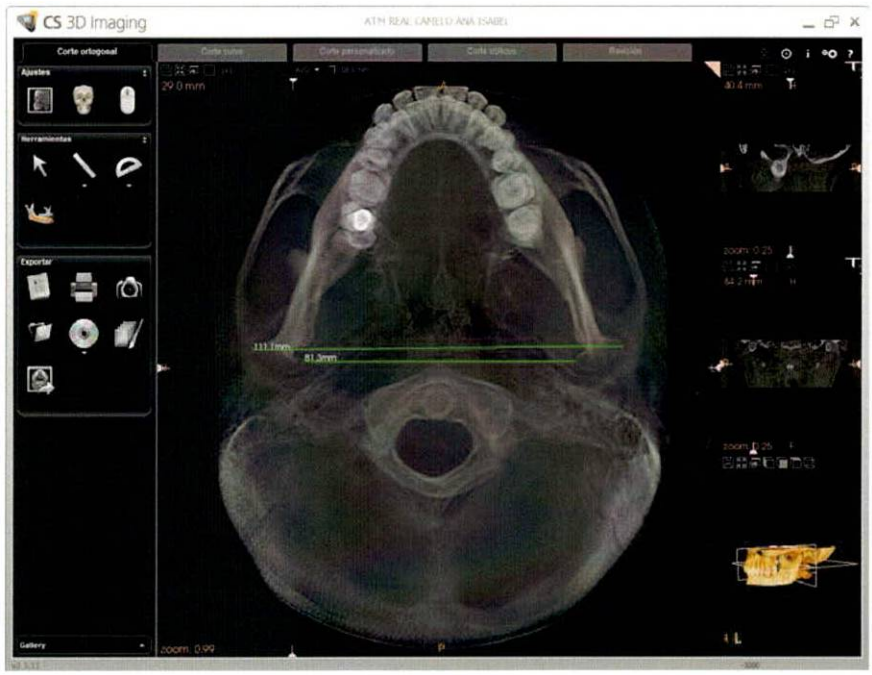
PACIENTE 18 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



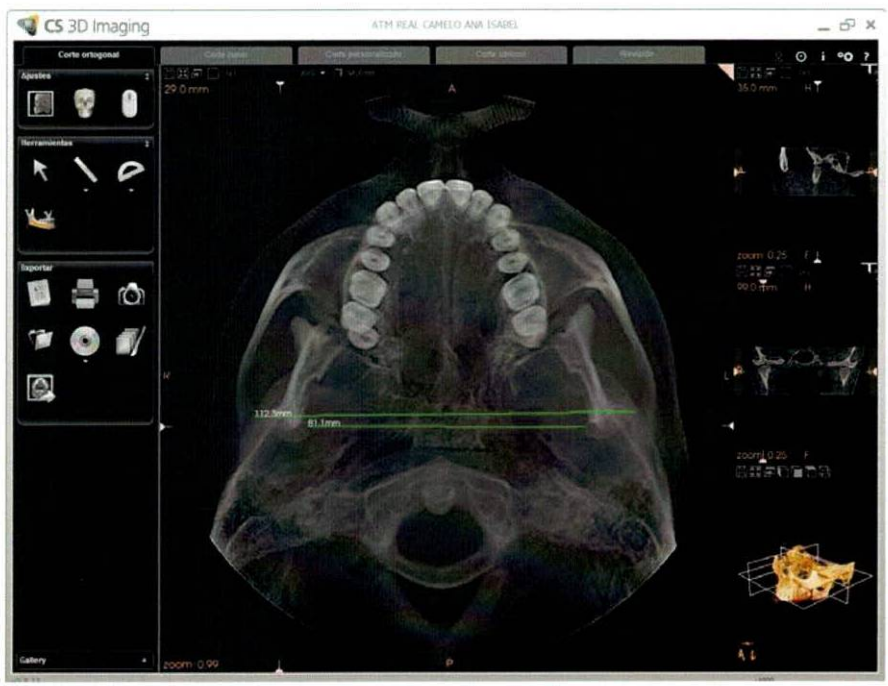
PACIENTE 18 PROTRUSIÓN



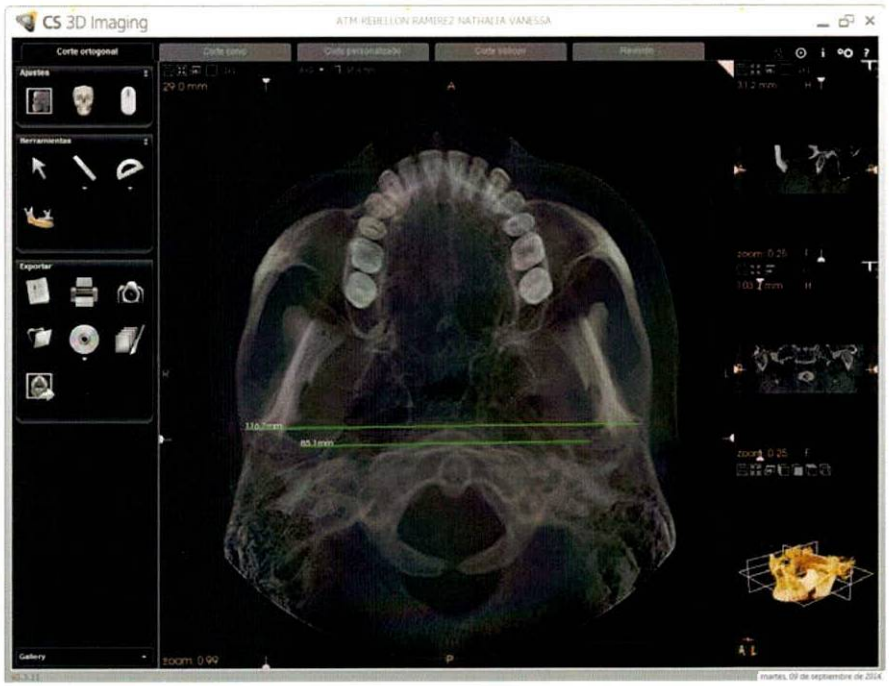
PACIENTE 19 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



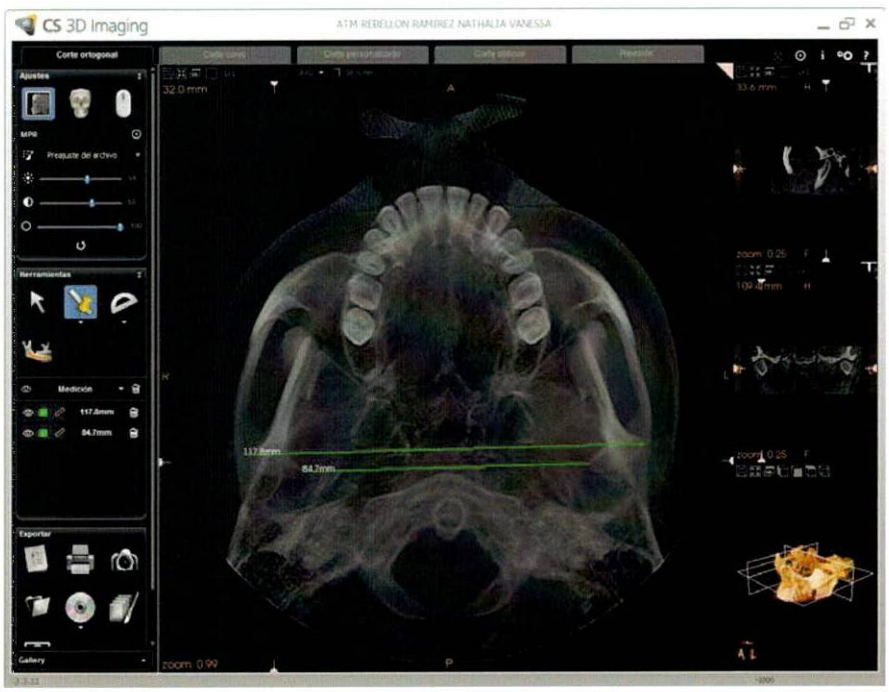
PACIENTE 19 PROTRUSIÓN



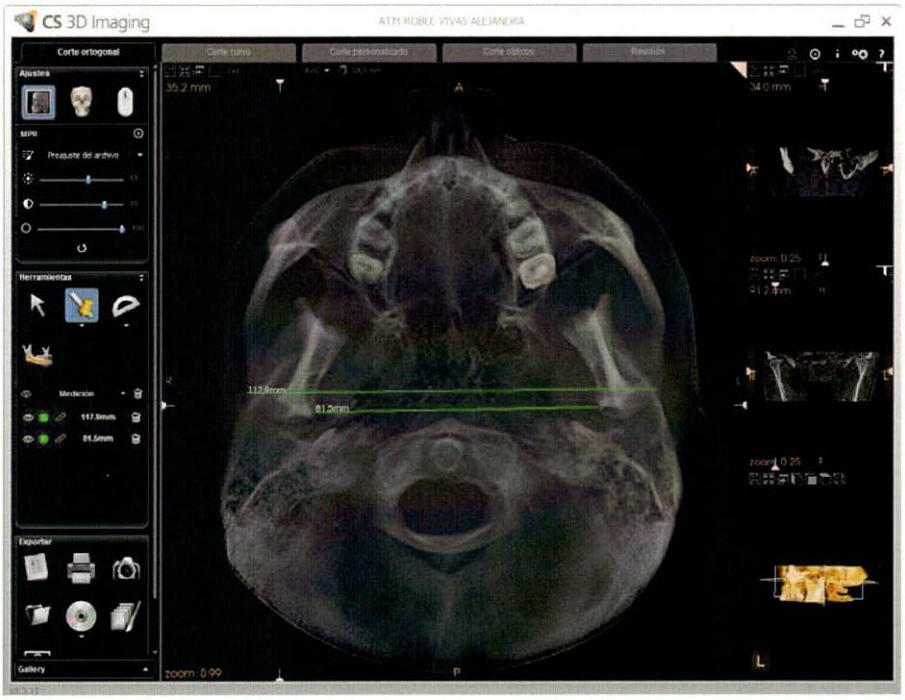
PACIENTE 20 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



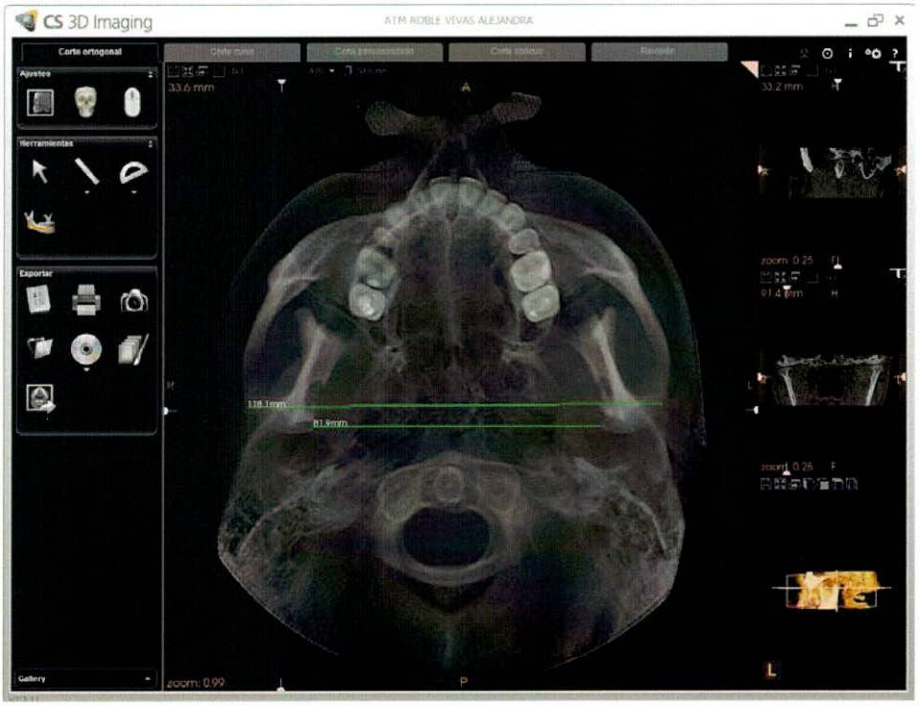
PACIENTE 20 PROTRUSIÓN



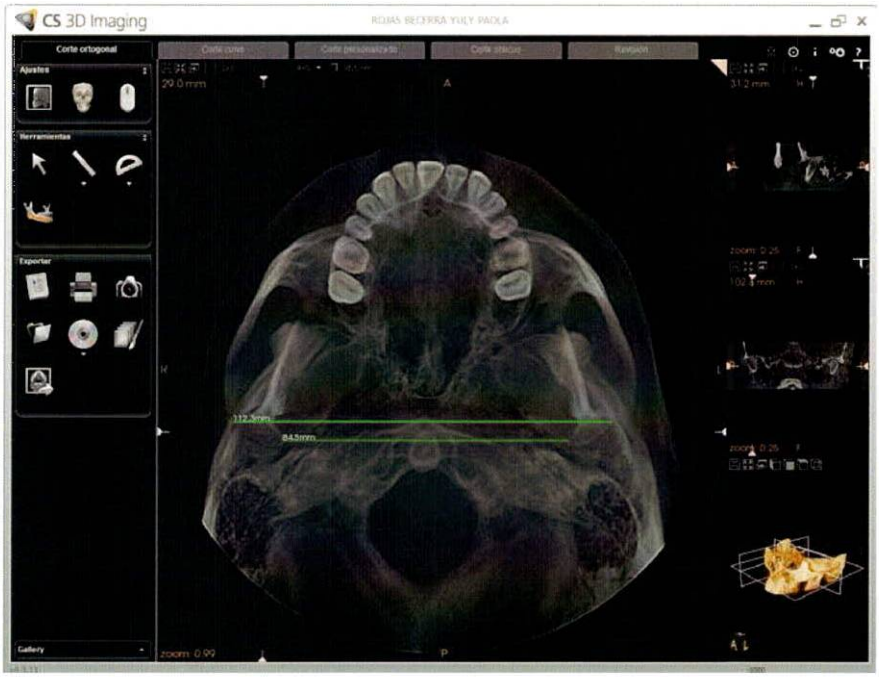
PACIENTE 21 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



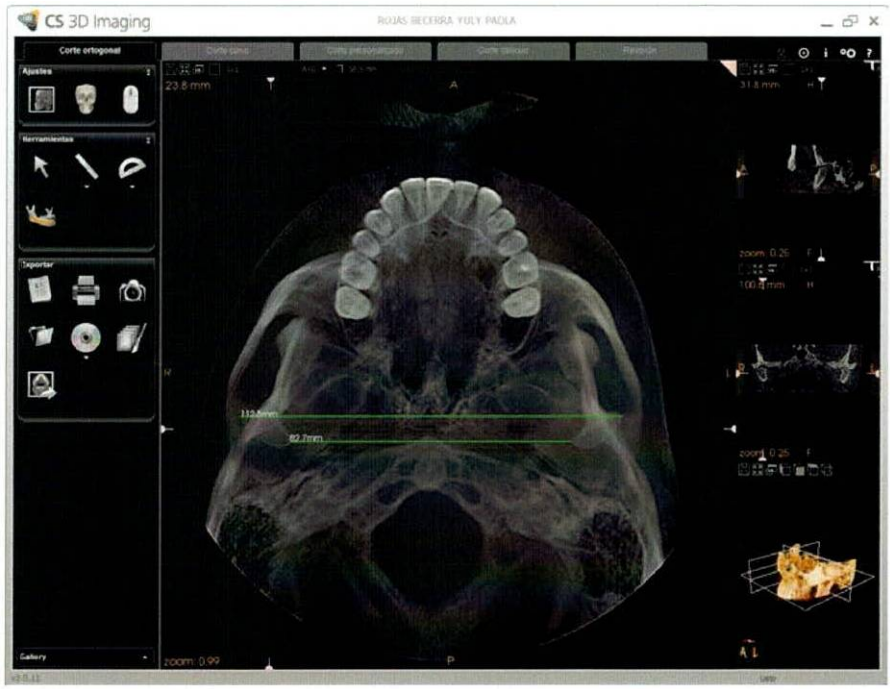
PACIENTE 21 PROTRUSIÓN



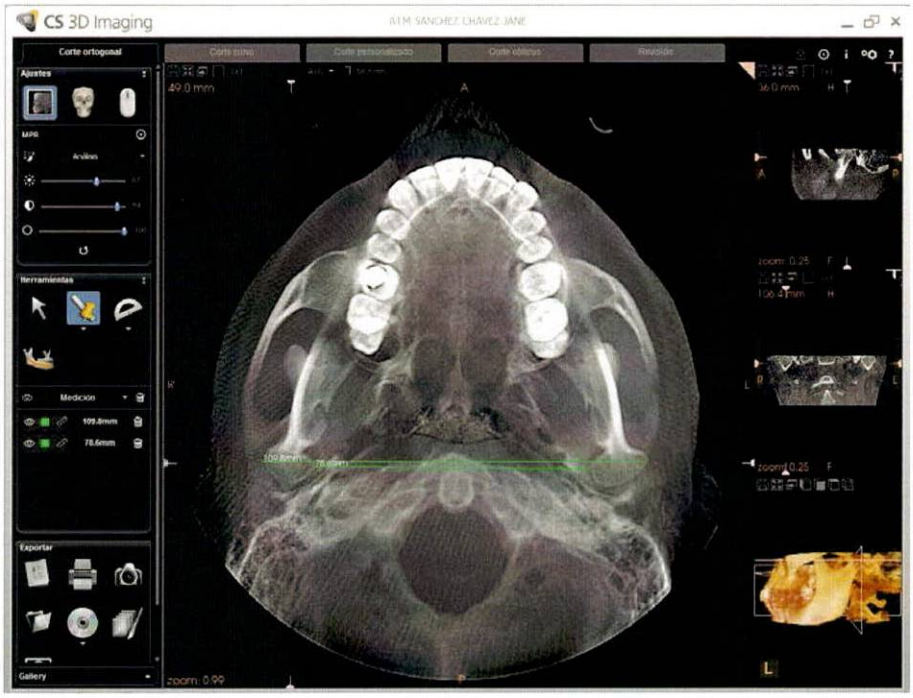
PACIENTE 22 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



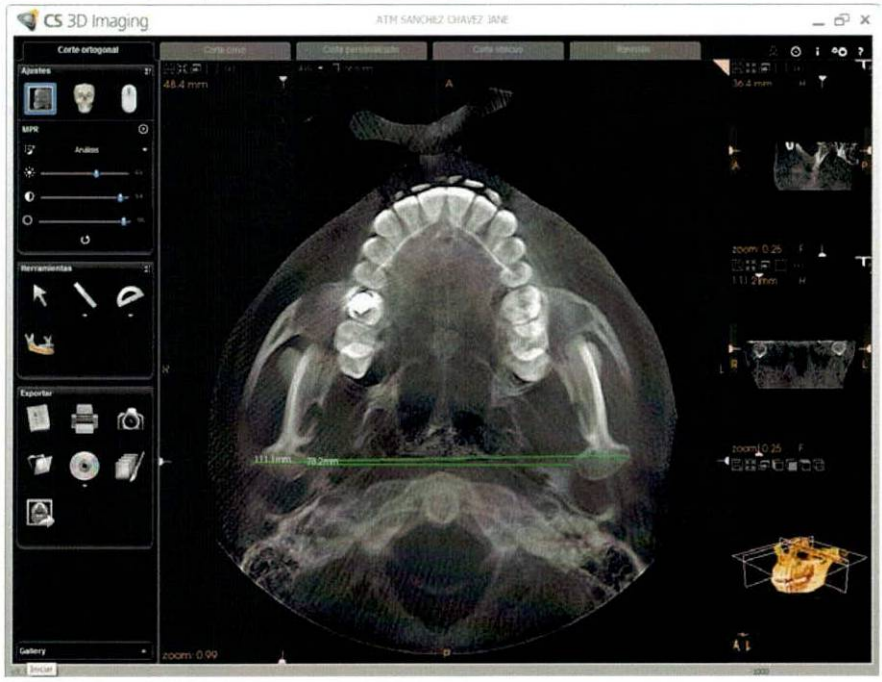
PACIENTE 22 PROTRUSIÓN



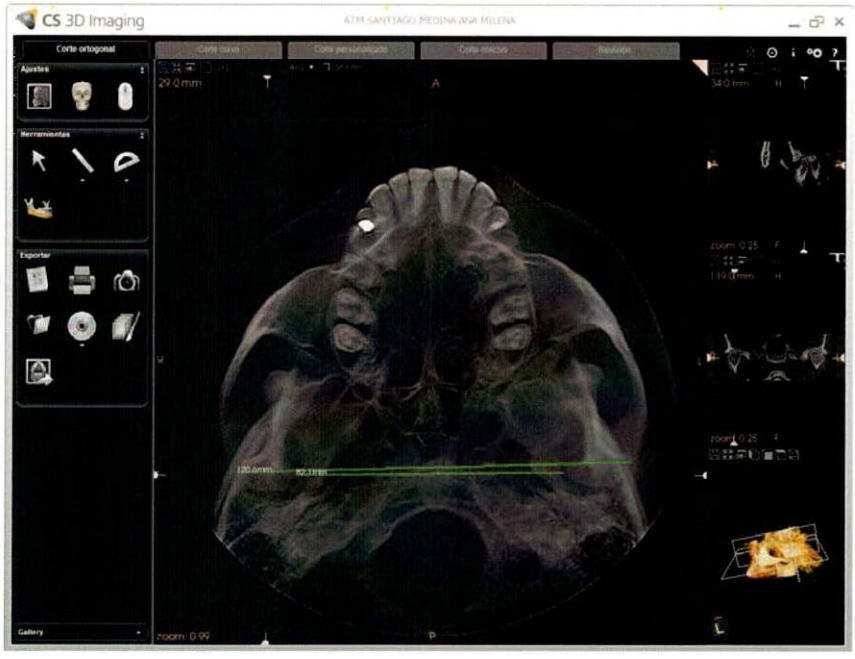
PACIENTE 23 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



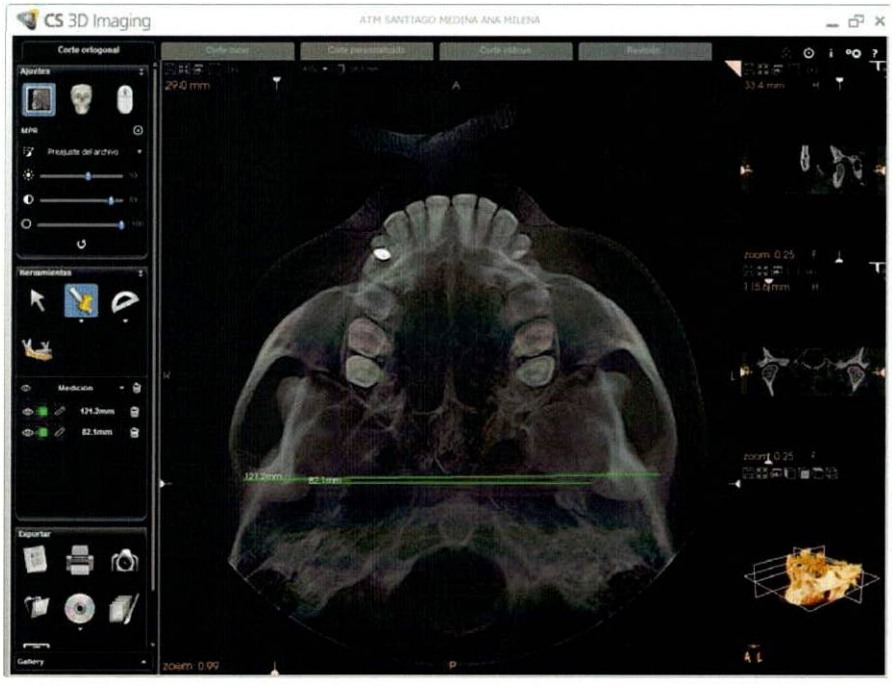
PACIENTE 23 PROTRUSIÓN



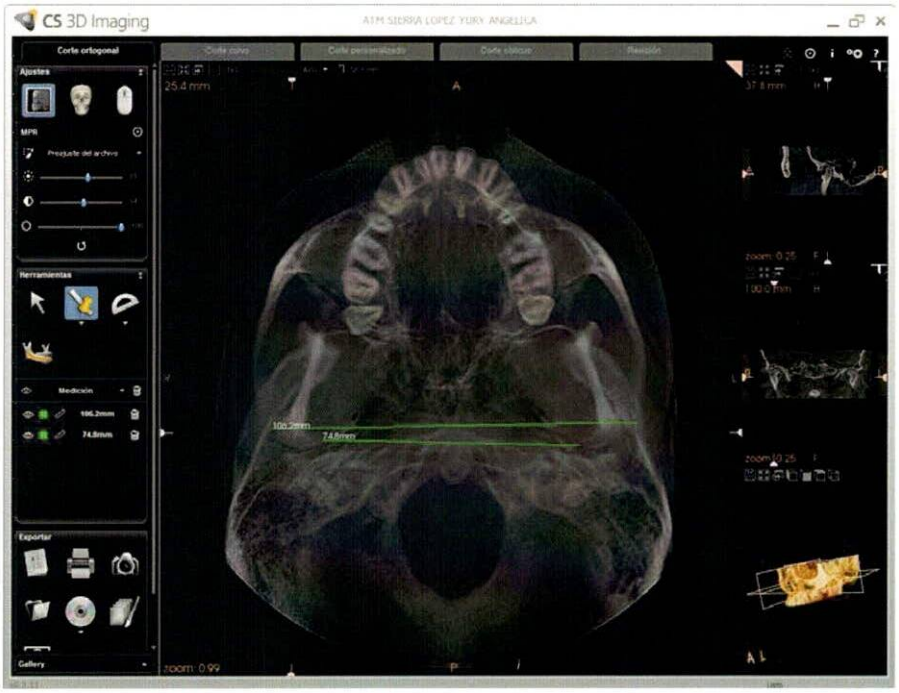
PACIENTE 24 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



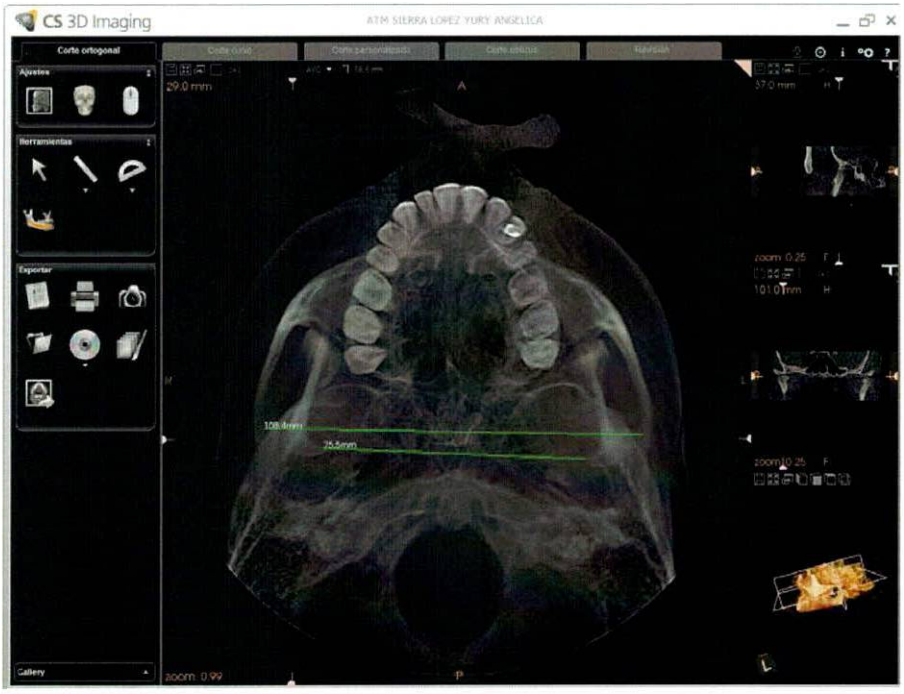
PACIENTE 24 PROTRUSIÓN



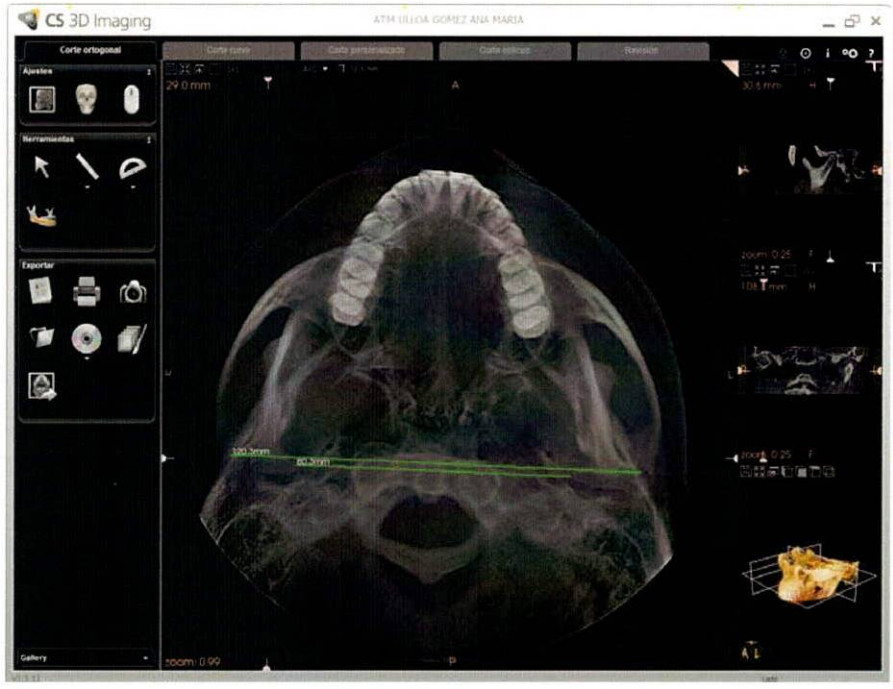
PACIENTE 25 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



PACIENTE 25 PROTRUSIÓN



PACIENTE 26 MAXIMA INTER-CUSPIDACIÓN



PACIENTE 26 PROTRUSIÓN

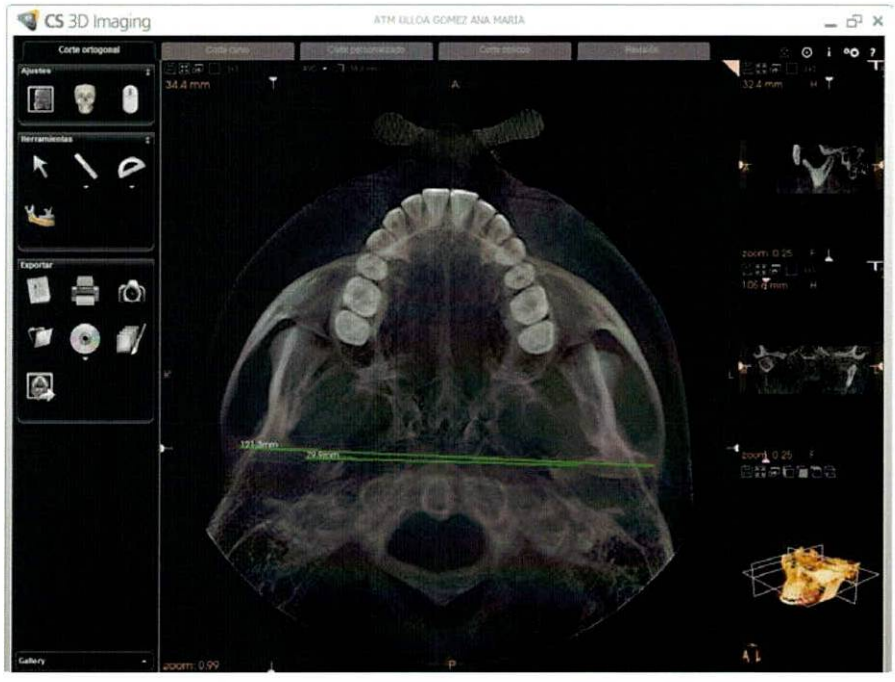


Foto 1. Líneas de referencia en MIC



Foto 2. Activador Craneo Mandibular Helicoidal Rocabado (ACMHR)®



Foto 3. Posición Madibular protrusiva estandarizada con el ACMHR a 9 mm



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo ,_____ con cédula de ciudadanía # _____,
después de haber recibido una inducción y explicación, he decidido participar de una manera libre y espontánea como paciente en el Trabajo de Investigación titulado COMPARACIÓN DE LA DISTANCIA INTERCONDILAR EN POSICIÓN ESTÁTICA (MIC) Y EN POSICIÓN PROTRUSIVA ESTANDARIZADA MEDIDA POR TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ DE RAYOS CÓNICO.

Autorizo a los investigadores a tomar imágenes de mis articulaciones temporomandíbulares con el equipo Tomográfico CS CARESTREAM 9300 que está perfectamente calibrado y que se encuentra en la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia al servicio del Centro Radiológico de la Institución Educativa.

Los investigadores me han explicado ampliamente y yo he aceptado, que estudiarán las imágenes Tomográficas y los resultados de los mismos, serán utilizados en eventos de tipo científico y publicados además, en revistas indexadas.

Por lo tanto firmo a conformidad el presente consentimiento en la ciudad de Bogotá, D.C-Colombia1 de septiembre del 2014.

_____.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Padilla A., Ruprecht A. Historia de la Radiología Oral y Maxilofacial. [diapositivas en pdf]. 2007. [citado 12 Sep. 2014]: 121 p. Disponible en: http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/29891/1/historia.pdf..

2. Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin. Reseña histórica de la radiología dental. [base de datos en Internet]. Holguín, Cuba.[citado 14 Sep. 2014]. Disponible en: http://www.hvil.sld.cu/radiologia/historia%20web/historia.html

3. Francisco PJ.El primer TAC de la historia. MedJov[página en Internet]. 2010. [citado 12 Sep. 2014] disponible en:http://www.medicinajoven.com/2010/04/el-primer-tac-de-la-historia.html.

4. Zamora Martínez N, Paredes Gallardo V, Cibrián Ortiz de Anda R M, Gandía Franco J L. Funcionamiento de la TC médica y de la TC en odontología. ¿Qué debemos hacer? RevEspOrtod. [Serial en Internet]. 2011. [citado 10 Sep. 2014]; 41:6 p. Disponible en: http://www.revistadeortodoncia.com/files/2011_41_1_031-037.pdf

5. Carestream. Un sistema para la obtención tanto de imágenes dentales como Otorrinolaringológicas.Brochure. 2014

6. Larheim TA, Kolbenstvedt A. Osseous temporomandibular joint abnormalities in rheumatic disease. Computed tomography versus hypocycloidal tomography.ActaRadiol.[serial en Internet].1990 jul [citado 10 Sep. 2014]; 31(4): 5 p. Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2206695

7. Barghan S, S Tetradis, SM Mallya Tomografía computada de la aplicación del haz de cono para la evaluación de las articulaciones temporomandibulares. AustDent J. [serial en Internet].

2012 Mar, [consultado 15 Sep. 2014]. 1: 9 p. Disponible en: ybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3386/1/carrión_pr.pdf

8. Lenguas Silva A L, Ortega Aranegui R, Shukeir S, López G, Bermejo M Á. Tomografía computarizada de haz cónico. Aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas. Cientdent [serial en Internet]. 2010 ago. [consultado 112 Sep. 2014].7 (2): 12 p. Disponibleen: http://www.ortoface.com/pdfs/Tomograf%C3%ADa%20computerizada%20de%20haz%20c%C3%B3nico.pdf

9. Echeverri Guzmán E., Sencherman Kovalski, G. Neurofisiología de la oclusión. 2a. ed. Bogotá: Ediciones Monserrate; 1995

10. Rocabado Seaton, M. Atlas clínico. 1a. ed. Santiago de Chile: CEDIME; 2011

11. Camargo H. Odontóloga y Magister en Manejo e interpretación de imágenes diagnósticas. Profesor Asociado y Jefe del Departamento de Imagenología de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia. Communication Personal Agosto 2014.

12 Mupparapu M, Chow I, Uppal A. Hard tissue structural changes in TMJ morphology prior to orthodontic therapy: A complex motion tomographic study. QuintessenceInt [serial en Internet]. 2011, May [consultado 18 Sep. 2014]; 42(5): 17 p. Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21519564

13 Collado Beneyto, S. Estudio morfométrico de la articulación temporomandibular en radiología. Rev fisioter; [serie en Internet]. 2007 [consultado 18 Sep. 2014]; 6 (1): 7 p.

14. Peroz I, Seidel A, Griethe M, Lemke AM. Morphometric comparison of asymptomatic volunteers and symptomatic patients. Quintaessence Int. [serie en Internet]. 2007 Sep [consultado 10 Sep. 2014]; 42(8): 5 p. Disponible en: http://www.ucam.edu/revistafisio/numeros

15 Dalili Z, Khaki1 N, Kia SK, Salamat F. Assessing joint space and condylar position in the people with normal function of temporomandibular joint with cone-beam computed tomography. Dent Res J [serie en Internet]. 2012 Sep[consultado 10 ene 2014]; 9 (5): 6 p. Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23559927

16. Peck A, Langenbach G, Hannam AG. Dynamic simulation of muscle and articular properties during human wide jaw opening.Ar Oral Bio[serie en Internet].2000 Nov [consultado 10 ene 2014]; 45(11): 20 p. Disponible en: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003996900000716

17. Christopher C. Peck A, Hannam AG. Human jaw and muscle modelling.Ar Oral Bio[serie en Internet].2007 Abr [consultado 10 ene 2014]; 52(4): 45:5 p. Disponible en: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003996906003074

18. Verdi C. Cátedra de estructuras III. Facultad de Ingeniería UNLP Flexibilidad y Rigidez. [página en Internet]. 2013 [consultado 10 ene 2014];Disponible en: http://www.ing.unlp.edu.ar/constr/estructuras3htm .

19. De VirgillisM. Cátedra de estructuras III Facultad de Ingeniería UNLP Teorema de los trabajos virtuales. [Página en Internet]. 2013 [consultado 10 ene 2014];Disponible en: http://www.ing.unlp.edu.ar/constr/estructuras 3htm .

20. Chin L.P, Aker F.D. Zarrinnia K. The viscoelastic properties of the human temporomandibular joint disc.J.OralMaxillofacSurg [serial en Internet].1996 [consultado 10 ene 2014];54:5 p. Disponible en:
http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S027823919690751X

21. Bumann A. Lotzman U. Atlas de diagnóstico funcional y principios terapéuticos en Odontología. 2ª. ed. Barcelona:Ed.Masson. 2000

22. Okeson J. Tratamiento de los desórdenes oclusales y temporomandibulares. 4ª. ed. Saint Luis: Ed. Mosby .2008

23. Okeson J. Tratamiento de Oclusión y afecciones temporomandibulares. 3ª. ed. Madrid: Ed.Elsevier.2013

24. BiottiP,Jorge;MannsF,Arturo; GonzálezC,Carolina ; Loeff M, Nicole . Glosario de Oclusión Dentaria y Trastornos Temporomandibulares. 1a. Ed. Caracas: Actualidades Medico Odontológicas. 2006

25. Hernández Luis R. Metodología de la investigación en ciencias de la salud Editorial ECOE Colombia Tercera ed. 2013

26. Bedoya A, Mosquera I.J.; Salamanca M.A: Descripción morfométrica de la cavidad glenoidea de la ATM en pacientes entre 8 y 12 años con maloclusión clase II.1 utilizando tomografía helicoidal espiral J.odontol.Colegial 2010; 5:5-8

27. Dawson Peter. Oclusión funcional. Diseño de sonrisa a partir de la ATM. Primera Parte .Ed.Amolca. 2009

28. Viaño, J.M y col. Simulación numérica en Odontología y Ortodoncia. La gaceta de la RSME, 10 (2) 297-331. 2007

29 .Manns F Arturo, Biotti P Jorge. Manual práctico de oclusión dentaria .Ed Amolca.2006

30. Rocabado.M,MarfullN, Yaksic. C. Sistema Osteoarticular, Nivel M2. Ed Cedime.2013

31. Bedoya N.A.; Potes F.A.; Ramírez F Morfometría y posición del cóndilo mandibular por medio de tomografía helicoidal espiral en pacientes de 8 a 12 años con maloclusión clase II.1 Journalodontol.Colegial 2011; 7:6-8

32. TsurutaAkami, Yamada K, Hanada K, Hosogai A, Kohno S, Koyama J, et al The relationship between morphological changes of the condyle and condylar position in the glenoid fossa J.Orofacial Pain 2004; 18 (2):148-155

33. Dailli Z, Khaki N, Salamat F. Assessing joint space and condylar position in the people with normal function of temporomandibular joint with cone-beam computed tomography Dental Research journal 2012; 9(5): 607-615

34. Gonzales B,Maria E. Eficacia del método de elementos finitos para cuantificar la variación de las medidas cefalométricas en el tratamiento maloclusión clase III con tracción cervical mandibular. [Página en Internet]. 2013 [consultado 10 ene 2014];Disponible en: Trabajo de Grado para Magister en Ingenieria. Universidad Eafit.Bogotá, D.C.. 2014.

35. Major P.W.; Kinniburg R.D.; Nebbe Br. Prasad N.G.; Glover K.E. Tomographic assessment of temporomandibular joint osseous articular surface contour and spatial relationships associated with disc displacement and disc length Am.J.OrthodDentofacialOrthop 2002; 121: 152-161

36. Xi T., van Loon B,Fudalej P, Berge S, Swennen G,Maal T Validation of a novel semi-automated method for three-dimensional surface rendering of condyles using computed tomography data Int. J.Oralmaxillofac.Surg. 2013; 42: 1023-1029

37. Chen Chien-Chih, Lin Cheng-Chung, Lu Tung-Wu, Chiang Hao, Chen Yunn-Jy Feasibility of differential quantification of 3D temporomandibular kinematics during various oral activities

using a cone-beam computed tomography-based 3D fluoroscopic method J.Dental Sciences 2013; 8:151-159

38. Yang Il-Yung, Moon Beom-Seok, Lee Seung-Pyo, AbnSug-Joon Skeletal differences in patients with temporomandibular joint disc displacement according to sagittal jaw relationships Int.J.Oralmaxillofac Surg. 2012; 70:e349-360

39. Amaral R., Nolasco N, Azevedo L, Lopes K Magnetic resonance images of patients with temporomandibular disorders: prevalence and correlation between disk morphology and displacement European J. Radiology 2013; 82;990-994

40. Jung W.S., Kim H, Jeon D.M., Mah S.J. Magnetic resonance imaging-verified temporomandibular joint disk displacement in relation to sagittal and vertical jaw deformities Int.J.Oralmaxillofac. Surg. 2013; 42: 1108-115

41. FrigiBissoliC.; et al. Importance and applications of cone beam computed tomography CBCT.ActaOdontol.venez 2007; 45 (4).Dic. 2007

42. ScarfeW.C.;Farman A.G.;Sukovic P. Clinical applications of Cone-Beam computed tomography in dental practice. J Can Dent Assoc.2006; 72 (1) : 75-80

43. AranyarachkulP, Caruso J.;GantesB.;SchulzE.;Riggs M.;DusI;Yamada J.M.;Crigger M. Bone density assessments of dental implant sites: 2 quantitative cone beam computed tomography. Int J Oral MaxillofacImplants. 2005; 20 (3): 416-424.

44. Gallo,A,Miguel,J. Manual Teorico-práctico de Oclusión y Articulación temporomandibular Ed Unicoc .Colombia.1998.