



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DEL NIÑO Y ORTOPEDIA DENTOMAXILAR**

**COMPARACIÓN DE MEDICIONES PARA DIAGNÓSTICO ORTODÓNICO
MEDIANTE DOS MÉTODOS, INFORME PRELIMINAR.**

Alejandra Patricia Salomon Dümmer

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO-DENTISTA**

**TUTOR PRINCIPAL
Prof. Dr. Fernando Álvarez Jerez**

**TUTORES ASOCIADOS
Dr. Enrique Ramírez Cunillera
Dr. Hinrich Huber Haupt
Prof. Dr. Mauricio Rudolph Rojas
Dra. Carmen Lucía Guzmán Zuluaga**

**COLABORADOR
Prof. Flgo. Braulio Gómez Sánchez**

**Santiago - Chile
2010**

AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos van dirigidos principalmente a mis tutores, en especial al Dr. Enrique Ramírez y al Prof. Dr. Braulio Gómez, por el apoyo, la paciencia y los conocimientos entregados en forma desinteresada y constante.

También agradezco a mis padres y a mi familia por permitir mi formación universitaria, y a mi amigos, especialmente a Francisco, por acompañarme durante ella.

Muchas gracias a los examinadores Emilio, Eduardo, Gabriel y David, sin cuya colaboración y amistad este estudio no podría haberse llevado a cabo.

ÍNDICE

Resumen	4
Introducción	5
Diagnóstico en Ortodoncia.....	6
Los registros diagnósticos y su digitalización.....	14
TAC 3D Cone Beam.....	15
Planteamiento del problema de investigación.....	16
Hipótesis y Objetivos	17
Materiales y Método	19
Selección de los pacientes.....	19
Examen Radiográfico.....	20
Análisis de los registros diagnósticos	20
Análisis de modelos de estudio	20
Análisis de TAC 3D Cone Beam.....	24
Resultados	27
Discusión	32
Conclusiones	37
Sugerencias	38
Referencias Bibliográficas	39
Anexos	42
Anexo 1.....	42
Anexo 2.....	44
Anexo 3.....	45

RESUMEN

Cuando un paciente consulta por un tratamiento ortodóncico, el clínico debe ser capaz de formular un diagnóstico, plan de tratamiento y pronóstico, para lo cual debe reunir una serie de antecedentes. Los modelos de estudio generan problemas a muchos ortodoncistas, principalmente por el gran espacio físico que se requiere para su almacenamiento. En la actualidad existe una tendencia creciente hacia la digitalización de estos antecedentes. Ya hay varios sistemas de modelos digitales y estudios en la literatura que avalan su uso.

El objetivo de este estudio era determinar si la TAC 3D Cone Beam puede ser un método alternativo a los modelos de estudio de yeso para realizar el análisis transversal de la arcada superior. Con este fin, cinco examinadores midieron el ancho transversal anterior y posterior de la arcada superior de cinco pacientes en los modelos de yeso y en la TAC 3D Cone Beam.

Los resultados demuestran algunas diferencias estadísticamente significativas en dos de los seis valores de medición, que son ancho posterior de la hemiarcada izquierda y ancho posterior de toda la arcada. Aunque son pequeñas, habría que determinar si son clínicamente aceptables. Se puede concluir entonces que la TAC 3D Cone Beam es un método útil para medir el ancho anterior de ambas hemiarcadas y el ancho anterior de la arcada completa, así como también el ancho posterior de la hemiarcada derecha.

INTRODUCCIÓN

La ortodoncia y la ortopedia dentomaxilar componen una rama de la Odontología que permite solucionar múltiples problemas que afectan con alta frecuencia al territorio bucomaxilofacial. Entre un 80 y un 90% de los pacientes que consultan por tratamiento ortodóncico es por factores estéticos. Las principales razones son apiñamiento dentario, dientes anteriores prominentes –ya sea por protrusión dentoalveolar o por vestibularización de incisivos–, problemas en la curva de Spee y problemas entre las líneas medias dentarias y esqueléticas (1).

El diagnóstico acertado de la patología que afecta a un paciente, tanto en ortodoncia como en cualquier otra rama de la odontología o medicina, es el punto de partida en el proceso de un tratamiento exitoso y un elemento fundamental para establecer y definir sus metas (1,12). Por lo tanto, cualquiera sea el motivo de consulta, el clínico debe obtener todos los antecedentes necesarios para formular un correcto diagnóstico, con su consecuente plan de tratamiento y pronóstico (2). En ortodoncia, las radiografías, fotografías y modelos de estudio, en conjunto con la historia clínica, son herramientas fundamentales para determinarlos (3).

En los últimos años ha aumentado la tendencia hacia la digitalización de estos registros diagnósticos (4), y se han logrado grandes avances en lo que respecta a la fotografía y radiografía (3). Con el desarrollo de la tecnología se han creado nuevas herramientas en el ámbito de la imagenología, como la tecnología Cone Beam generada a partir de la tomografía computarizada convencional (16). La TAC 3D Cone Beam reconstruye una imagen en tres dimensiones mediante sistemas informáticos a partir de una serie de imágenes transversales del paciente obtenidas con rayos X (6), la cual puede mostrar detalles anatómicos en todos los planos imaginables libres de magnificación y distorsión (15).

Diagnóstico en Ortodoncia

Los antecedentes necesarios para obtener un diagnóstico en ortodoncia son la historia clínica, el análisis facial y el estudio de los registros diagnósticos (fotografías, radiografías y modelos de estudio) (2). Además, en función de diversas patologías – como problemas de ATM, asimetrías o casos quirúrgicos –, puede necesitarse una telerradiografía frontal de cráneo, una radiografía carpal, una laminografía o una resonancia nuclear magnética, entre otros (2).

I. Historia clínica

La historia clínica es el conjunto de datos de un paciente, escritos ordenadamente, que aportan la principal información para formular un diagnóstico. Este documento consta de dos partes: la anamnesis y el examen físico (10,12).

➤ *Anamnesis*

Es la entrevista que hace el clínico al paciente, o a sus allegados, con el objeto de reunir el máximo de información sobre él, que comprende los datos de filiación (nombre, sexo, edad, estado civil, nacionalidad, domicilio, profesión u oficio y otros que se estimen convenientes consignar), el motivo de consulta y la anamnesis propiamente dicha, compuesta por la anamnesis próxima o enfermedad actual y la anamnesis remota personal y familiar (11).

➤ *Examen físico*

Es realizado por el clínico, quien debe examinar sistemáticamente al paciente mediante la inspección, palpación, percusión y auscultación. Constituye parte esencial de la historia clínica, ya que describe los signos físicos que “son las marcas objetivas y verificables de la enfermedad y representan hechos sólidos e indiscutibles” (Isselbacher, 1994) (12).

II. Análisis facial (2)

Puede realizarse a través de la inspección directa del paciente o a partir de las fotografías.

1. Análisis de frente:

- a. Tipo facial
 - i. Según forma del cráneo
 - ii. Según forma de la cara
- b. Altura facial: Se estudian los tres tercios de la cara, teniendo mayor relevancia el tercio inferior, cuyo análisis es extremadamente importante en el diagnóstico y la planificación del tratamiento de las deformidades dentofaciales (13).
- c. Simetría facial: Se analiza respecto a la línea media sagital. Existen líneas horizontales de referencia como la línea bipupilar y la comisural, que en caso de normalidad son paralelas entre sí y perpendiculares a la línea media sagital. Todos los seres humanos presentan cierto grado de asimetría, siendo sólo las mayores al 3% clínicamente identificables (2).

2. Análisis de perfil:

- a. Tipo de perfil
 - i. Cóncavo
 - ii. Recto
 - iii. Convexo
- b. Plano estético (Ricketts): Se traza entre el punto más prominente de la nariz y del mentón blando. Los labios deben situarse por detrás de él, con el labio inferior más cercano que el superior. Si esto no se cumple, habrá una relación labial alterada.
- c. Línea de las mejillas: Une el punto más prominente de los tejidos blandos que recubren el arco cigomático y del mentón blando. Forma un ángulo con el plano estético, cuya bisectriz indica la posición ideal de los labios.

3. Armonía labial:

- a. Dimensiones de los labios
 - i. Transversales
 - ii. Verticales

- b. Leyes de la relación labial o armonía labial: Los labios en reposo deberían estar contenidos en el plano estético, tener contornos suaves y estar cerrados.

III. Estudio fotográfico (2)

El estudio fotográfico sirve principalmente para tener un registro visual de los observado en el examen físico. Se toman las siguientes fotografías:

1. *Fotos extraorales*

- a. De frente
 - i. Tipo de cara
 - ii. Simetría
 - iii. Equilibrio entre tercios faciales
 - iv. Presencia o ausencia de cicatrices
 - v. Análisis funcional
- b. De perfil
 - i. Angulación general del perfil
 - ii. Mejillas
 - iii. Ojos
 - iv. Nariz
 - v. Labios
 - vi. Mentón
 - vii. Orejas:
- c. De sonrisa
- d. De $\frac{3}{4}$

2. *Fotos intraorales*

Aportan información sobre higiene, estado de las mucosas y encías, patología dentaria visible, problemas de maloclusión visibles y clases molar y canina de Angle. Se toman fotografías:

- i. De frente
- ii. Lateral derecha e izquierda

- iii. Arcada superior e inferior
- iv. Otras:
 - hábitos
 - localizada en factor característico
 - funcionales: • amígdalas
 - frenillos

3. Otras fotografías

- i. De modelos
- ii. Montaje en articulador
- iii. Radiografías, etc.

IV. Estudio radiográfico (2)

1. De la ortopantomografía

El estudio de la ortopantomografía aporta una visión general de los tejidos duros del sistema estomatognático, aportando información sobre tipo de dentición, cronología y secuencia del recambio dentario, agenesias, supernumerarios, patología dentaria y ósea, presencia de terceros molares y su relación con la mandíbula, entre otros.

2. De la telerradiografía lateral de cráneo

La telerradiografía lateral de cráneo se usa principalmente para realizar el análisis cefalométrico. La cefalometría se basa en puntos o relieves óseos fácilmente reconocibles para medir ángulos o dimensiones lineales del cráneo y de la cara. Desde el punto de vista clínico, puede ser utilizada para valorar, comparar, expresar y predeterminar las relaciones espaciales del complejo craneomaxilofacial en un momento cronológico determinado a lo largo del tiempo (26).

V. Estudio de modelos (2)

Forma parte de la rutina diagnóstica en Ortodoncia, constituyendo un pilar básico en el diagnóstico y establecimiento del plan de tratamiento. Consta de varias etapas (18):

1. *Análisis de los modelos por separado*

a. Determinación de fórmula dentaria presente

- i. Dentición temporal
- ii. Dentición mixta 1ª fase
- iii. Dentición mixta 2ª fase
- iv. Dentición permanente

b. Análisis individual de los dientes

- i. Número: Se debe cotejar con ortopantomografía para identificar elementos no presentes en la cavidad oral.
- ii. Tamaño
- iii. Forma de la corona dentaria
- iv. Patologías

c. Análisis de las arcadas dentarias

- i. Forma de la arcada:
 - En V (estrecha)
 - En U (ancha)
 - Intermedia / normal
- ii. Anomalías transversales:
 - Compresión: dimensión transversal deficiente
 - Dilatación o expansión: dimensión transversal excesiva

El análisis transversal de las arcadas dentarias comienza con la determinación de la línea media en los modelos. Luego se mide cada hemiarcada desde ésta hasta los segmentos laterales anteriores y

posteriores, tanto superiores como inferiores. Su comparación determinará la presencia o ausencia de simetría transversal. Los puntos laterales utilizados para las mediciones varían según el tipo de dentición y el modelo a analizar. Las mediciones a realizar por hemiarcada en cada tipo de dentición son:

1) Dentición temporal

➤ *Modelo superior*

- Zona anterior: desde la línea media a la cúspide del canino temporal.
- Zona posterior: desde la línea media hasta la fosa central del segundo molar temporal.

➤ *Modelo inferior*

- Zona anterior: desde la línea media hasta el punto de contacto entre canino y primer molar temporales por su cara vestibular.
- Zona posterior desde la línea media hasta la cúspide central vestibular del segundo molar temporal.

2) Dentición mixta 1ª fase

➤ *Modelo superior*

- Zona anterior: desde la línea media a la cúspide del canino temporal.
- Zona posterior: desde la línea media hasta la fosa central del primer molar permanente.

➤ *Modelo inferior*

- Zona anterior: desde la línea media hasta el punto de contacto entre canino y primer molar temporales por su cara vestibular.
- Zona posterior: desde la línea media hasta la cúspide medio vestibular del primer molar permanente.

3) Dentición mixta 2ª fase

➤ *Modelo superior*

- Zona anterior: desde la línea media a la parte media del surco del primer premolar.
- Zona posterior: desde la línea media hasta la fosa central del primer molar permanente.

➤ *Modelo inferior*

- Zona anterior: desde la línea media hasta el punto de contacto entre el segundo premolar y el segundo molar temporal por su cara vestibular.
- Zona posterior: desde la línea media hasta la cúspide medio vestibular del primer molar permanente.

4) Dentición permanente

➤ *Modelo superior*

- Zona anterior: desde la línea media a la parte media del surco del primer premolar.
- Zona posterior: desde la línea media hasta la fosa central del primer molar permanente.

➤ *Modelo inferior*

- Zona anterior: desde la línea media al punto de contacto entre el primer y el segundo premolar por su cara vestibular.
- Zona posterior: desde la línea media hasta la cúspide medio vestibular del primer molar permanente.

Una herramienta que permite determinar la presencia de compresiones o expansiones en dentición permanente es el índice de Pont, el cual se basa en la relación existente entre la suma de los diámetros mesiodistales de los incisivos y la distancia interpremolar (índice premolar) e intermolar (índice molar). Se calcula mediante las siguientes fórmulas:

❖ **Índice premolar**

$$\frac{\text{Suma Incisivos superiores}}{\text{Ancho anterior del arco}} \times 100 = 85\%$$

❖ **Índice molar**

$$\frac{\text{Suma Incisivos superiores}}{\text{Ancho posterior del arco}} \times 100 = 65\%$$

Valores mayores indicarán compresión, mientras que valores menores indicarán expansión.

iii. Anomalías sagitales

- Protrusión o retrusión de dientes anteriores
- Mesialización o distalización de piezas dentarias posteriores

iv. Anomalías verticales

- Intrusión y/o retención
- Extrusión y/o elongación
- Curva de Spee:
 - normal
 - acentuada
 - plana
 - invertida
- Rotaciones: Se debe especificar la(s) pieza(s) dentaria(s) y el sentido de la rotación.
- Inclinaciones axiales:
 - en sentido mesiodistal
 - en sentido vestibulolingual

2. **Análisis de los modelos en oclusión**

Consiste en analizar ambas arcadas entre sí, estática y dinámicamente, mediante el montaje de los modelos de estudio en articuladores ajustables o semi ajustables (1).

3. **Cálculo de la discrepancia oseodentaria (DOD)**

El cálculo de la discrepancia oseodentaria se realiza mediante la siguiente fórmula: [DOD = Espacio Disponible – Espacio Necesario].

El espacio disponible se refiere a la longitud de la arcada clínica, es decir la medida del perímetro del arco alveolar desde mesial del primer molar hasta mesial del homónimo contralateral.

El espacio necesario se entiende como la suma de diámetros mesiodistales de todos los dientes situados por mesial de los primeros molares permanentes y se calcula de acuerdo al tipo de dentición del paciente.

4. **Armonía del tamaño dentario**

Se refiere a la armonía del tamaño de las piezas dentarias superiores en relación al de las inferiores.

Los registros diagnósticos y su digitalización

Las radiografías, fotografías y modelos de estudio son herramientas fundamentales para determinar un correcto diagnóstico y su consecuente plan de tratamiento. Éstos, muchas veces, deben obtenerse antes y después de realizar el tratamiento ortodóncico, e incluso durante el mismo. Tradicionalmente, las radiografías y fotografías se han obtenido en formato papel y los modelos de estudio son de yeso (3). Con el desarrollo de la tecnología, se ha comenzado a utilizar cada vez más la digitalización de estos registros, sustituyendo de forma creciente a los convencionales (4,23).

Los registros digitales poseen la ventaja de una adquisición, almacenamiento y recuperación mejores, así como también facilitan la comunicación con otros profesionales. También pueden ser incorporados fácil y rápidamente en una base de datos informática para facilitar su uso (4).

El uso de la fotografía digital ha aumentado tanto en los últimos años, que prácticamente ha dejado obsoleta a la fotografía tradicional de revelado químico en la práctica odontológica actual. Lo mismo está sucediendo con la radiografía digital, la cual presenta notables ventajas respecto a la convencional, tales como mejor calidad de imagen, posibilidad de visualizar y diagnosticar de inmediato, fácil manejo, reducción de la dosis de radiación para el paciente, ausencia de películas y líquidos reveladores – y así de desechos tóxicos medioambientales -, y posibilidad de modificación de la imagen y de aplicación de programas cefalométricos para localizar los puntos anatómicos y realizar el análisis cefalométrico deseado de manera automática. En cuanto a los modelos de estudio, debido al inconveniente que resulta su almacenamiento físico principalmente, su digitalización parece ser una idea atractiva (3). En las últimas décadas se han desarrollado sistemas para llevarla a cabo, como el método de la fotocopia en un principio, el cual seguía requiriendo los modelos de estudio y otorgaba una imagen bidimensional de un objeto tridimensional. Otros sistemas, como el sistema holográfico, eran más precisos que sus antecesores pero resultaron ser poco prácticos en la clínica (23).

Actualmente, los nuevos programas informáticos que se están utilizando y desarrollando se basan en imágenes en 3D, lo cual facilita enormemente la

localización de puntos, ya que los modelos se pueden observar desde todos los ángulos posibles (5). Entre éstos se puede nombrar a OrthoCAD[®] y a e-models[®].

TAC 3D Cone Beam

La imagenología dentomaxilofacial ha comenzado una nueva era gracias al desarrollo de la computación y a los avances tecnológicos. Por muchos años, la tomografía computarizada convencional fue la técnica de elección para la región maxilofacial cuando se requerían imágenes de calidad, pese a su alto costo y gran dosis de radiación, hasta que a fines de los '90 se introdujo la tecnología Cone Beam (16). Actualmente, se ha convertido en una herramienta popular en la práctica odontológica. Algunos equipos cubren toda el área maxilofacial, mientras que otros generan imágenes de un área mucho más pequeña pero generalmente con mejor resolución (15).

La TAC 3D Cone Beam genera un escáner de toda la cabeza con una sola rotación (en 360°) del brazo del equipo (14,15). La imagen en tres dimensiones es reconstruida mediante sistemas informáticos a partir de una serie de imágenes transversales del paciente (6) obtenidas con un haz de rayos X con forma de cono que irradia un área o panel detector (14). Es posible reconstruir una región volumétrica completa, la cual puede mostrar detalles anatómicos en todos los planos imaginables libres de magnificación y distorsión. Así, la TAC 3D Cone Beam permite ver imágenes no obtenibles con técnicas radiográficas convencionales (15) y supera algunas de sus limitaciones, como son la bidimensionalidad de la imagen, la incapacidad de distinguir tejidos blandos y la imposibilidad de cuantificar densidades óseas (7). También, su uso en la imagenología dentomaxilofacial tiene varias ventajas sobre la tomografía computarizada convencional que incluyen colimación del haz de rayos X, reducción de dosis efectivas y menos artefactos (14).

Otras ventajas son que el tiempo de la toma es rápido, comparable con el de una radiografía panorámica, y que se puede limitar la radiación, exponiendo sólo la zona de interés.

Con un registro digital y de tal exactitud como es el 3D Cone Beam podría prescindirse de otros registros diagnósticos clásicos en ortodoncia, como son la ortopantomografía y los modelos de estudio, para obtener algunos datos necesarios para el clínico, como son por ejemplo los tamaños mesiodistales de los dientes, las anchuras bicaninas y bimolares y la longitud de arcada. Desde este punto de vista, podría surgir como alternativa a los modelos digitalizados un estudio imagenológico que reconstruya la anatomía del paciente, como la TAC 3D Cone Beam, para llevar a cabo el análisis realizado en los modelos de estudio.

Planteamiento del problema de investigación

El análisis de los modelos de estudio es una piedra angular en la formulación del diagnóstico en ortodoncia (23). Aunque el almacenamiento de los modelos de yeso es necesario, rápidamente se convierte en un problema para el ortodoncista. Por lo mismo, la demanda por la digitalización, manipulación y completo uso de un modelo tridimensional virtual de los pacientes está creciendo (24).

La medición manual de los modelos de yeso con un pie de metro digital es considerada el *Gold Standard* hasta este momento (21,24). Como con cualquier nuevo método, se debe determinar la exactitud de éste comparándolo con el *Gold Standard*. El uso de la Tomografía Axial Computarizada (TAC) 3D Cone Beam podría ser un método útil para medir el ancho transversal de la arcada en los primeros premolares y los primeros molares permanentes superiores.

Este estudio propone ser un punto de partida en la investigación sobre la posibilidad de reemplazar el análisis de los modelos de estudio por el de la TAC 3D Cone Beam. Se compararán en él solamente los anchos transversales de la arcada superior, determinados mediante ambos métodos.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis

La Tomografía Axial Computarizada (TAC) 3D Cone Beam es un método alternativo a los modelos de estudio para realizar el análisis transversal de la arcada superior.

Objetivo general

Comparar las mediciones realizadas para el análisis transversal de la arcada superior en los modelos de estudio y en la TAC 3D Cone Beam de cinco pacientes con dentición permanente que no han recibido tratamiento ortodóncico.

Objetivos específicos

1. Determinar el ancho transversal de la arcada superior en los primeros premolares y en los primeros molares permanentes en los modelos de estudio de cinco pacientes con dentición permanente que no han recibido tratamiento ortodóncico, por cinco examinadores.
2. Determinar el ancho transversal de la arcada en los primeros premolares y en los primeros molares permanentes superiores en las TAC 3D Cone Beam en los mismos cinco pacientes con dentición permanente que no han recibido tratamiento ortodóncico, por cinco examinadores.
3. Determinar el ancho transversal anterior de ambas hemiarquadas superiores desde los primeros premolares superiores a la línea media en los modelos de estudio de cinco pacientes con dentición permanente que no han recibido tratamiento ortodóncico, por cinco examinadores.

4. Determinar el ancho transversal anterior de ambas hemiarcadas superiores desde los primeros premolares superiores a la línea media en las TAC 3D Cone Beam de cinco pacientes con dentición permanente que no han recibido tratamiento ortodóncico, por cinco examinadores.
5. Determinar el ancho transversal posterior de ambas hemiarcadas superiores desde los primeros molares permanentes superiores a la línea media en los modelos de estudio de cinco pacientes con dentición permanente que no han recibido tratamiento ortodóncico, por cinco examinadores.
6. Determinar el ancho transversal posterior de ambas hemiarcadas superiores desde los primeros molares permanentes superiores a la línea media en las TAC 3D Cone Beam de cinco pacientes con dentición permanente que no han recibido tratamiento ortodóncico, por cinco examinadores.
7. Obtener los promedios y desviaciones estándar de las mediciones realizadas por los cinco examinadores.
8. Realizar la estadística inferencial de los datos mediante la prueba de “t de Student” de muestras pareadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron mediciones del ancho transversal de la arcada superior mediante el método del Análisis de Modelos y de la TAC 3D Cone Beam a una muestra reducida.

Selección de los pacientes

La muestra está compuesta por cinco pacientes adultos que acudieron a clínicas particulares de odontólogos y ortodoncistas, quienes cumplían con los siguientes criterios de inclusión: paciente con dentición permanente y que posee su fórmula dentaria completa (excepto terceros molares), ausencia de anomalías dentomaxilares y piezas dentarias bien alineadas. Los criterios de exclusión eran que hubiese recibido tratamiento de ortodoncia en el pasado y que presentara los surcos mesiodistales de los primeros premolares y/o las fosas centrales de los primeros molares superiores restaurados o con gran destrucción por caries. El rango de edad de los pacientes fue entre 20 y 47 años.

A partir de esos cinco pacientes se obtuvieron las TAC 3D Cone Beam y los modelos de estudio mediante impresiones de alginato vaciadas en yeso piedra blanco de acuerdo al protocolo de la asignatura de Biomateriales Odontológicos, de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile. Al momento de la toma de impresión, el clínico midió con un pie de metro digital marca Redline Mechanics^{MR} (China) el ancho transversal de la arcada en la parte posterior, desde el centro de la fosa central del primer molar permanente superior derecho a su homónima en el lado izquierdo. Asimismo, midió el ancho transversal de la arcada en la parte anterior desde el centro del surco mesiodistal del primer premolar superior derecho hasta el punto homónimo en el lado izquierdo. Las mismas mediciones se realizaron en el modelo para determinar que éste fuera una reproducción fiel de las estructuras bucales del (los) paciente(s). Una vez aprobados, los modelos de estudio se mandaron al laboratorio para su reproducción, de manera que cada examinador tuviese uno para llevar a cabo su análisis. Los modelos se reprodujeron mediante impresiones con hidrocoloide reversible (8), ya que es un método ampliamente utilizado con excelentes

resultados en la duplicación de modelos (9). Cada reproducción fue medida y aprobada bajo el mismo criterio que el modelo original.

Se estudiaron las medidas del maxilar superior solamente. Se midieron seis valores por arcada con cada método: ancho anterior de la hemiarcada derecha (valor 1), ancho anterior de la hemiarcada izquierda (valor 2), ancho posterior de la hemiarcada derecha (valor 3), ancho posterior de la hemiarcada izquierda (valor 4), ancho anterior de la arcada (valor Ant) y ancho posterior de la arcada (valor Post).

Examen Radiográfico

El equipo radiográfico que se utilizó es el 3D Galileo^{MR}, marca Sirona^{MR} de la clínica “Sistemas Radiológicos Maxilofaciales” (Tabla 1). Para la toma radiográfica se retiraron todos los objetos metálicos en cabeza y cuello de los pacientes. Los pacientes se dispusieron de pie con el Plano de Frankfurt paralelo al piso utilizando un posicionador interincisal y otro frontal, además de un haz de luz guía para determinar la línea media facial.

El registro de los pacientes se hizo por medio de una ficha de estudio (ver Anexo 2).

Análisis de registros diagnósticos (ver Anexo 3)

Los exámenes radiográficos y los modelos de estudio fueron analizados por cinco examinadores trabajando individualmente, los cuales desarrollaron o están desarrollando sus trabajos de investigación con el uso de exámenes TAC 3D Cone Beam, por lo tanto saben utilizar el programa 3D Galileo® de la marca Sirona® y además realizar los análisis de modelos de estudio con la experiencia obtenida en el curso de Ortodoncia de quinto año de la carrera de Odontología en la Universidad de Chile.

Análisis de Modelos de Estudio

Para el Análisis de Modelos de Estudio se utilizó un pie de metro digital marca Redline Mechanics^{MR} (China), igual que el utilizado por el clínico al momento de la toma de impresiones, que entrega información en milímetros y sus

Tabla 1. Especificaciones técnicas del equipo 3D Galileo^{MR}, marca Sirona^{MR}.

Característica del equipo	Especificación técnica
Volumen de Radiografías	(15 x 15 x 15) cm ³
Resolución en 3D, Longitud de contorno, isótropa en voxels	0.3/0.15 mm
Duración de la radiografía / tiempo de exposición	14/2-6 s
Duración de la reconstrucción	4,5 min
Posicionamiento del paciente	En bipedestación / en sedestación
Emisor de rayos X Kv mA	85 5-7
Dosis efectiva	29 μ Sv (21 mAs, 85kV)
Necesidad de espacio mínima	1,8 x 1,8 x 2,5 m (profundidad x anchura x altura)
Dimensiones de la sala recomendadas	1,8 x 1,8 x 2,5 m (profundidad x anchura x altura)
Blindaje de plomo	Alemania: (en sala) como en radiografías panorámicas: ver CIN 8812: junio de 2002
Dimensiones de la puerta	Para exposición, al menos 66 cm
Peso	Dispositivo radiográfico aprox. 140 kg

fracciones (0,01 mm). Los examinadores ubicaron un punto anterior, ubicado por detrás de la última ruga palatina, y un punto posterior entre ambas fóveas palatinas (Fig. 1). Trazaron la línea media en el modelo (Fig. 2 y 3), teniendo como referencia dos puntos en el rafe medio: Además marcaron los puntos en el centro del surco mesiodistal de los primeros premolares (Fig. 4) y en el fondo de la fosa central de los primeros molares permanentes (Fig. 5).



Fig. 1: Determinación de puntos para establecer la línea media en los modelos de estudio.



Fig. 2: Trazado de línea media mediante la unión de puntos de referencia.



Fig. 3: Modelo de estudio con la línea media determinada.

El primer valor a consignar correspondió al ancho anterior de la hemiarcada derecha, es decir a la distancia en milímetros que hay del centro del surco mesiodistal del primer premolar superior derecho a la línea media (valor Mod 1) (Fig. 6), y el segundo al ancho anterior de la hemiarcada izquierda, es decir a la distancia que hay desde el centro del surco mesiodistal del primer premolar izquierdo a la línea media (valor Mod 2) (Fig. 7). El tercer valor correspondió al ancho posterior de la hemiarcada derecha, es decir la distancia existente entre la fosa central del primer molar permanente superior derecho y la línea media (valor Mod 3) (Fig. 8), y el cuarto al ancho posterior de la hemiarcada izquierda (valor Mod 4), distancia que hay entre la línea media y el centro de la fosa del primer molar izquierdo (Fig. 9). Estas mediciones se realizaron con un pie de metro digital posicionando una platina de Korkhaus sobre los modelos.



Fig. 4: Determinación de puntos en premolares.



Fig. 5: Determinación de puntos en molares.

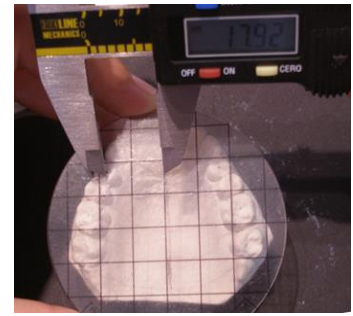


Fig. 6: Medición desde primer premolar derecho hasta la línea media.

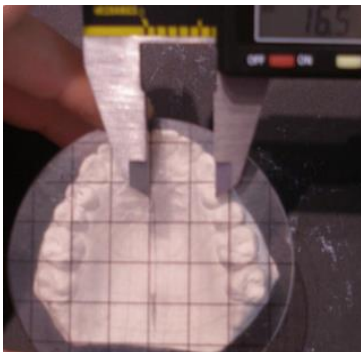


Fig. 7: Medición desde primer premolar izquierdo hasta la línea media.

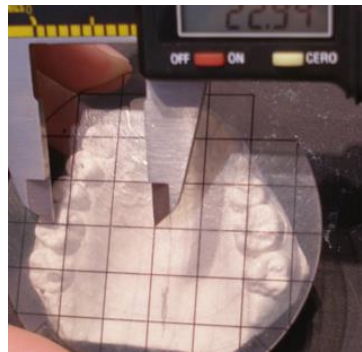


Fig. 8: Medición desde primer molar derecho hasta la línea media.

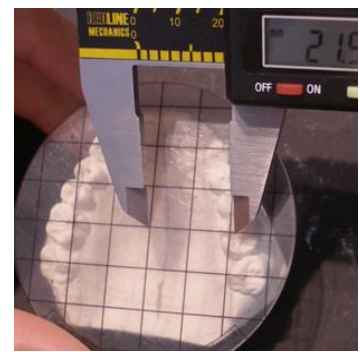


Fig. 9: Medición desde primer molar izquierdo hasta la línea media.

Se consignaron dos valores más midiendo con el pie de metro digital directamente sobre el modelo: uno anterior (valor Mod Ant), que correspondió al ancho anterior de la arcada (distancia interpremolar) (Fig. 10), y uno posterior (valor Mod Post), que correspondió al ancho posterior de la arcada (distancia intermolar) (Fig. 11).



Fig. 10: Medición en el modelo de la distancia entre premolares.

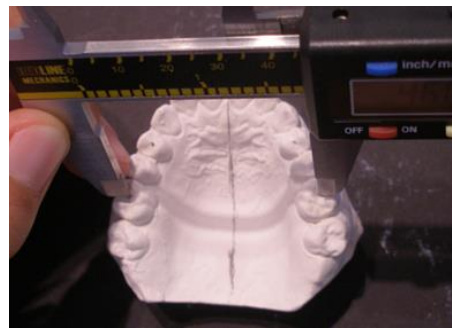


Fig. 11: Medición en el modelo de la distancia entre molares.

Análisis de TAC 3D Cone Beam

El análisis de la TAC 3D Cone Beam comenzó con la determinación de la línea media craneofacial, ubicando el corte axial a una altura en que se observaron la espina nasal anterior y posterior, entre otras estructuras (Fig. 12), con previa magnificación de la imagen para facilitar la localización de puntos.

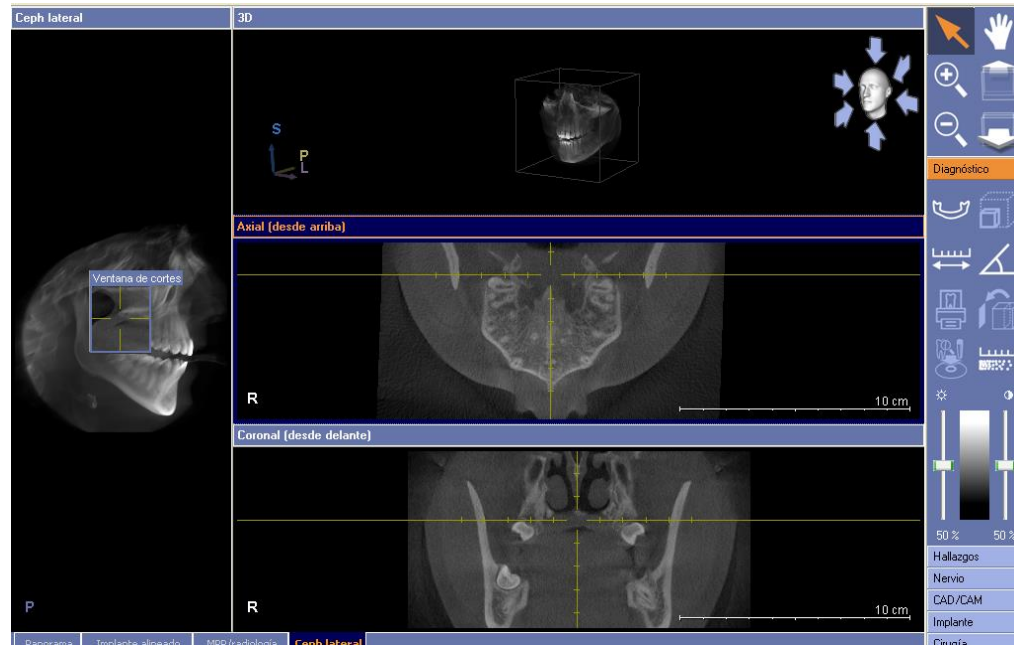


Fig. 12: Determinación de la línea media craneofacial ubicando el corte axial a la altura de las espinas nasales anterior y posterior. La línea de referencia vertical del programa debe coincidir con la línea media del paciente.

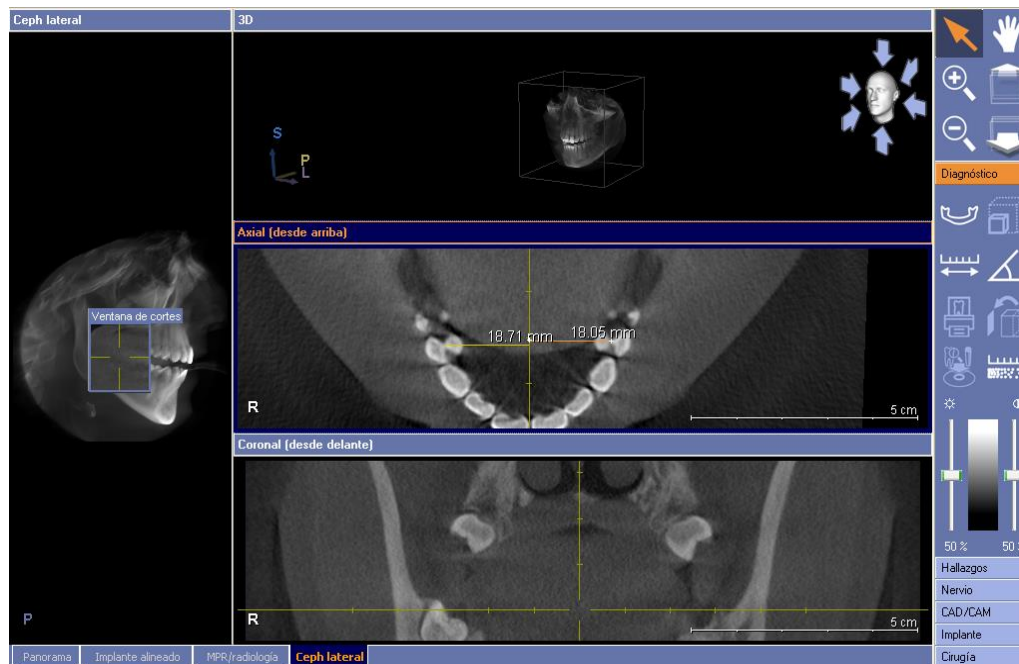


Fig. 13: Ubicación del corte axial a la altura donde se observe el centro del surco mesiodistal de los primeros premolares y medición desde estos puntos a la línea media.

Luego se ubicó el corte axial a la altura donde el centro del surco mesiodistal de los primeros premolares se observara con un diámetro de aproximadamente 0,5 mm. y se ubicó un punto determinado por el operador en el centro, desde el cual se midió hasta la línea media en ambos lados, obteniéndose el ancho anterior de cada hemiarcada (“valor TAC 1” para la derecha y “valor TAC 2” para la izquierda) (Fig. 13).

A continuación se ubicó el corte axial a la altura donde la fosa central de los primeros molares superiores fuera observable con un diámetro aproximado de 0,5 mm. Se realizó la medición desde ese punto en un lado hasta la línea media previamente establecida, y desde el mismo punto en el molar contralateral hasta la línea media, obteniéndose el ancho posterior de cada hemiarcada (“valor TAC 3” para la derecha y “valor TAC 4” para la izquierda) (Fig. 14).

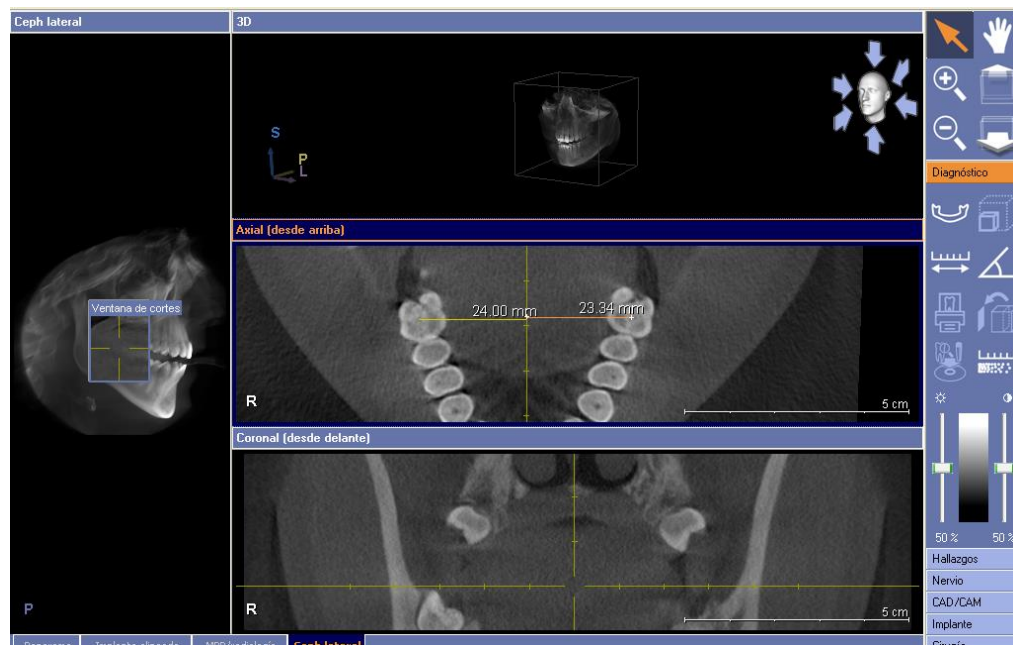


Fig. 14: Ubicación del corte axial a la altura donde se observe el centro de la fosa central de los primeros molares y medición desde estos puntos a la línea media.

Posteriormente se determinó el ancho anterior y posterior de la arcada. En los premolares se midió desde el centro del surco mesiodistal del primer premolar derecho al del izquierdo (valor TAC Ant) (Fig. 15), y en los molares desde el centro de la fosa central del primer molar derecho al izquierdo (valor TAC Post) (Fig. 16).

Se consignaron los valores obtenidos y se tabularon. Se compararon y analizaron los resultados.

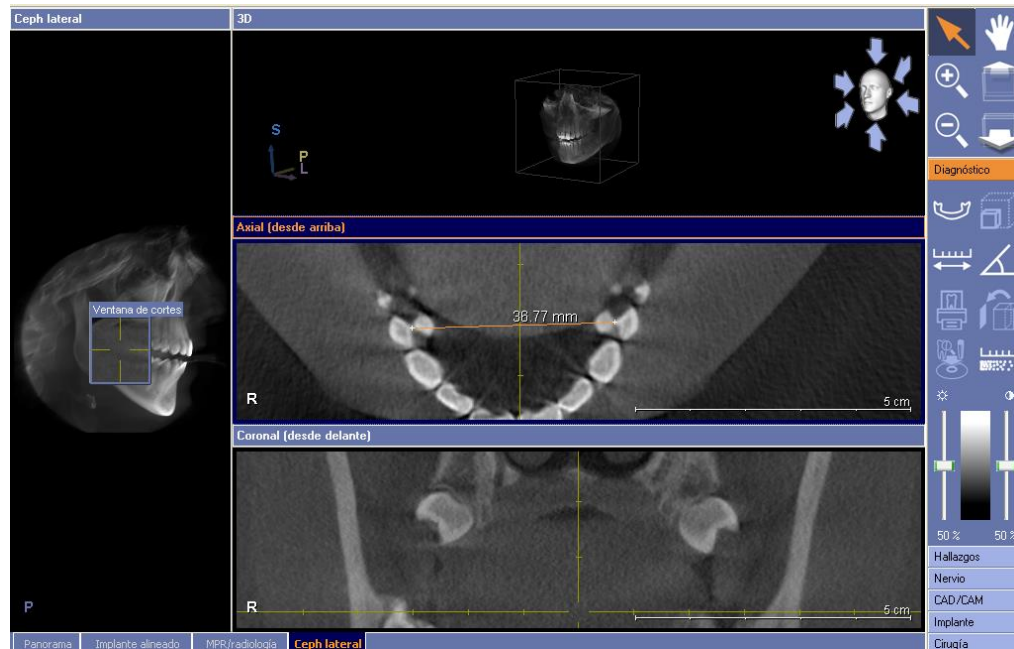


Fig. 15: Ubicación del corte axial a la altura donde el centro del surco mesiodistal de ambos primeros premolares sea observable (con previo ajuste del “bascular” en la generación de Ceph Lateral si es necesario) y medición desde un premolar al otro.

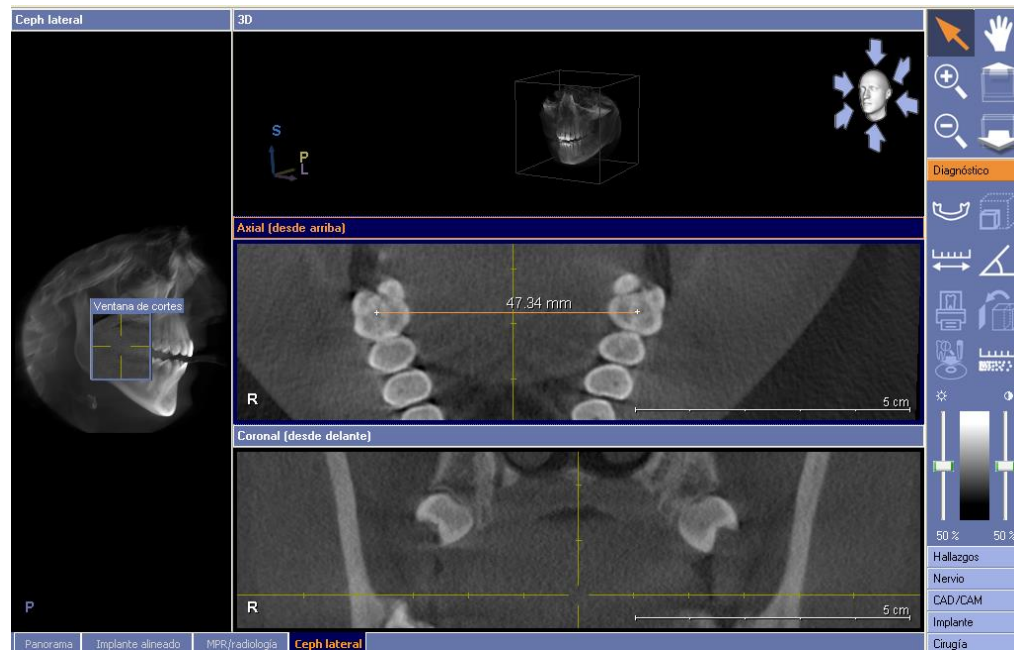


Fig. 16: Ubicación del corte axial a la altura donde el centro de las fosas centrales de ambos primeros molares sea observable (con previo ajuste del “bascular” en la generación de Ceph Lateral si es necesario) y medición desde un molar al otro.

RESULTADOS

Cinco examinadores realizaron seis mediciones con cada método por paciente en una muestra de cinco pacientes. El análisis estadístico de los resultados se realizó para comparar los métodos estudiados. Se calcularon las medias aritméticas y las desviaciones estándar de las mediciones realizadas en los modelos de yeso y las TAC 3D Cone Beam por cada examinador (N=5) (Tabla 2). También se calcularon para cada medición en forma global, considerando a todos los examinadores (N=25) (Tabla 3).

Tabla 2. Estadística descriptiva obtenida por examinador.

	Valor	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Examinador 1	TAC 1	18,2460	5	,84459	,37771
	Mod 1	18,4600	5	,49010	,21918
	TAC 2	17,6800	5	,48564	,21719
	Mod 2	17,3160	5	,55487	,24815
	TAC 3	23,7120	5	,54934	,24567
	Mod 3	23,3680	5	,86445	,38659
	TAC 4	23,9440	5	,68602	,30680
	Mod 4	22,7140	5	,50969	,22794
	TAC Ant	36,0960	5	1,08638	,48585
	Mod Ant	36,1360	5	,98619	,44104
	TAC Post	47,5640	5	,73466	,32855
	Mod Post	46,6220	5	1,12793	,50442
Examinador 2	TAC 1	18,1160	5	,71616	,32027
	Mod 1	18,3120	5	,63673	,28475
	TAC 2	18,1600	5	1,00042	,44740
	Mod 2	17,8920	5	,63235	,28280
	TAC 3	22,8300	5	1,30069	,58169
	Mod 3	23,3740	5	1,36194	,60908
	TAC 4	23,4520	5	1,14163	,51055
	Mod 4	23,4120	5	,28411	,12706
	TAC Ant	36,3780	5	1,11331	,49789
	Mod Ant	36,0420	5	,81653	,36516
	TAC Post	46,4600	5	1,37617	,61544
	Mod Post	46,7400	5	1,20158	,53736
Examinador 3	TAC 1	18,2040	5	,86347	,38616
	Mod 1	18,5380	5	,22884	,10234
	TAC 2	17,8540	5	,83164	,37192
	Mod 2	17,8820	5	,64372	,28788
	TAC 3	23,6960	5	,70127	,31362
	Mod 3	23,3940	5	,95359	,42646
	TAC 4	23,9500	5	,60548	,27078
	Mod 4	23,3740	5	,56805	,25404
	TAC Ant	36,1660	5	1,03181	,46144
	Mod Ant	36,1920	5	,93033	,41606
	TAC Post	47,1180	5	1,47461	,65946
	Mod Post	46,2240	5	1,15286	,51557

Examinador 4	TAC 1	17,5240	5	,15900	,07111
	Mod 1	17,5820	5	,52333	,23404
	TAC 2	18,4220	5	,75758	,33880
	Mod 2	18,7320	5	,81650	,36515
	TAC 3	23,3180	5	,64216	,28718
	Mod 3	22,5520	5	1,03873	,46454
	TAC 4	23,6080	5	,63802	,28533
	Mod 4	23,8380	5	,42798	,19140
	TAC Ant	36,2500	5	,68480	,30625
	Mod Ant	36,1820	5	,93956	,42018
	TAC Post	46,9220	5	1,10812	,49556
	Mod Post	46,8080	5	1,05848	,47336
	Examinador 5	TAC 1	18,4360	5	,46198
Mod 1		18,4000	5	,83615	,37394
TAC 2		17,6460	5	,53045	,23723
Mod 2		17,2180	5	,52595	,23521
TAC 3		23,8180	5	,64967	,29054
Mod 3		23,2280	5	,84206	,37658
TAC 4		23,4840	5	,88802	,39713
Mod 4		22,4520	5	,45702	,20439
TAC Ant		36,0160	5	1,00605	,44992
Mod Ant		35,7040	5	,88703	,39669
TAC Post		47,3740	5	1,10147	,49259
Mod Post		46,5080	5	1,15792	,51784

Valores obtenidos de Tomografía Axial Computada (TAC) y modelos de estudio (Mod) de: **1**, ancho anterior de hemiarcada derecha. **2**, ancho anterior de hemiarcada izquierda. **3**, ancho posterior de hemiarcada derecha. **4**, ancho posterior de hemiarcada izquierda. **Ant**, ancho anterior de la arcada. **Post**, ancho posterior de la arcada.

Mediante la prueba de “t de Student” de muestras pareadas se compararon ambos métodos en cada examinador (Tabla 4) y en forma global por medición (Tabla 5). Con esto se determinó que la dispersión en ambos métodos fue homogénea.

Existen algunas diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) (Tabla 4 y 5). Los examinadores 1 y 5 presentaron una media mayor en la medición del ancho posterior de la hemiarcada izquierda (valor 4) y del ancho posterior de la arcada (valor Post) con el método de la TAC 3D Cone Beam respecto a la realizada en los modelos de yeso. Obtuvieron un promedio de 23,944 mm y 23,484 mm al medir el ancho posterior de la hemiarcada izquierda en la TAC 3D Cone Beam (valor TAC 4) y de 22,714 y 22,452 mm en los modelos de yeso (valor Mod 4), respectivamente. En cuanto al ancho posterior de la arcada, el promedio fue 47,564 y 47,374 mm en la TAC 3D Cone Beam (valor TAC Post) y 46,622 y 46,508 mm en los modelos (valor Mod Post), respectivamente. El examinador 5 obtuvo además diferencias significativas estadísticamente en la medición del

Tabla 3. Estadística descriptiva de las mediciones realizadas por todos los examinadores.

Valor	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
TAC 1	18,1052	25	,68394	,13679
Mod 1	18,2584	25	,63510	,12702
TAC 2	17,9524	25	,74558	,14912
Mod 2	17,8080	25	,80478	,16096
TAC 3	23,4748	25	,83156	,16631
Mod 3	23,1832	25	,99530	,19906
TAC 4	23,6876	25	,77820	,15564
Mod 4	23,1580	25	,66353	,13271
TAC Ant	36,1812	25	,91862	,18372
Mod Ant	36,0512	25	,85444	,17089
TAC Post	47,0876	25	1,15204	,23041
Mod Post	46,5804	25	1,06226	,21245

Valores obtenidos de Tomografía Axial Computada (TAC) y modelos de estudio (Mod) de: **1**, ancho anterior de hemiarcada derecha. **2**, ancho anterior de hemiarcada izquierda. **3**, ancho posterior de hemiarcada derecha. **4**, ancho posterior de hemiarcada izquierda. **Ant**, ancho anterior de la arcada. **Post**, ancho posterior de la arcada.

ancho posterior de la hemiarcada derecha (valor 3), con un promedio de 23,818 mm en la TAC 3D Cone Beam y de 23,228 mm en los modelos.

El examinador 4 también presentó una media mayor al medir el ancho posterior de la hemiarcada derecha (valor 3) en la TAC 3D Cone Beam (23,318 mm) que en los modelos (22,552 mm). Los evaluadores 2 y 3 no presentaron diferencias entre ambos métodos en ninguna de las seis mediciones.

En cuanto a los promedios obtenidos con las mediciones realizadas por todos los evaluadores (N=25) también se encontraron diferencias con significancia estadística (Tabla 5). El ancho posterior de la hemiarcada izquierda (valor 4) y el ancho posterior de la arcada (valor Post) resultaron con un promedio mayor en la TAC 3D Cone Beam (23,6876 y 47,0876 mm respectivamente) que en los modelos de estudio (23,158 y 46,5804 mm respectivamente).

Tabla 4. Estadística inferencial de los datos por examinador.

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral) P
		Media	Desv. Est.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Examinador 1	TAC 1 – Mod 1	-,2140	,66225	,29617	-1,0363	,6083	-,723	4	,510
	TAC 2 – Mod 2	,3640	,54674	,24451	-,3149	1,0429	1,489	4	,211
	TAC 3 – Mod 3	,3440	,83554	,37367	-,6935	1,3815	,921	4	,409
	TAC 4 – Mod4	1,2300	,89227	,39904	,1221	2,3379	3,082	4	,037*
	TAC Ant – Mod Ant	-,0400	,33204	,14849	-,4523	,3723	-,269	4	,801
	TAC Post – Mod Post	,9420	,44813	,20041	,3856	1,4984	4,700	4	,009*
Examinador	TAC 1 – Mod 1	-,1960	,94079	,42073	-1,3641	,9721	-,466	4	,666
	TAC 2 – Mod 2	,2680	,76549	,34234	-,6825	1,2185	,783	4	,477
	TAC 3 – Mod 3	-,5440	1,25480	,56116	-2,1020	1,0140	-,969	4	,387
	TAC 4 – Mod4	,0400	,97396	,43557	-1,1693	1,2493	,092	4	,931
	TAC Ant – Mod Ant	,3360	,41974	,18771	-,1852	,8572	1,790	4	,148
	TAC Post – Mod Post	-,2800	,59021	,26395	-1,0128	,4528	-1,061	4	,349
Examinador 3	TAC 1 – Mod 1	-,3340	,70723	,31628	-1,2121	,5441	-1,056	4	,351
	TAC 2 – Mod 2	-,0280	1,05535	,47197	-1,3384	1,2824	-,059	4	,956
	TAC 3 – Mod 3	,3020	1,15170	,51506	-1,1280	1,7320	,586	4	,589
	TAC 4 – Mod4	,5760	,77787	,34787	-,3899	1,5419	1,656	4	,173
	TAC Ant – Mod Ant	-,0260	,98124	,43882	-1,2444	1,1924	-,059	4	,956
	TAC Post – Mod Post	,8940	1,16522	,52110	-,5528	2,3408	1,716	4	,161
Examinador	TAC 1 – Mod 1	-,0580	,55567	,24850	-,7480	,6320	-,233	4	,827
	TAC 2 – Mod 2	-,3100	1,37768	,61612	-2,0206	1,4006	-,503	4	,641
	TAC 3 – Mod 3	,7660	,51120	,22862	,1313	1,4007	3,351	4	,029*
	TAC 4 – Mod4	-,2300	,30919	,13828	-,6139	,1539	-1,663	4	,172
	TAC Ant – Mod Ant	,0680	1,08491	,48518	-1,2791	1,4151	,140	4	,895
	TAC Post – Mod Post	,1140	,49130	,21972	-,4960	,7240	,519	4	,631
Examinador	TAC 1 – Mod 1	,0360	1,20459	,53871	-1,4597	1,5317	,067	4	,950
	TAC 2 – Mod 2	,4280	,88271	,39476	-,6680	1,5240	1,084	4	,339
	TAC 3 – Mod 3	,5900	,34475	,15418	,1619	1,0181	3,827	4	,019*
	TAC 4 – Mod4	1,0320	,60425	,27023	,2817	1,7823	3,819	4	,019*
	TAC Ant – Mod Ant	,3120	1,75031	,78276	-1,8613	2,4853	,399	4	,711
	TAC Post – Mod Post	,8660	,39791	,17795	,3719	1,3601	4,867	4	,008*

Resultados de la prueba "t de Student" de los datos obtenidos por examinador.

* $P < 0,05$, con significancia estadística.

Tabla 5. Estadística inferencial entre ambos métodos de medición.

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral) <i>P</i>
	Media	Desv. Est.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
TAC 1 – Mod 1	-,1532	,7839 5	,15679	-,4768	,1704	-,977	24	,338
TAC 2 – Mod 2	,1444	,9265 5	,18531	-,2381	,5269	,779	24	,443
TAC 3 – Mod 3	,2916	,9352 6	,18705	-,0945	,6777	1,559	24	,132
TAC 4 – Mod4	,5296	,8909 6	,17819	,1618	,8974	2,972	24	,007*
TAC Ant – Mod Ant	,1300	,9708 8	,19418	-,2708	,5308	,669	24	,510
TAC Post – Mod Post	,5072	,8019 5	,16039	,1762	,8382	3,162	24	,004*

Resultados de la prueba “t de Student” de los datos obtenidos entre ambos métodos de las mediciones realizadas.

* $P < 0,05$, promedios con significancia estadística.

DISCUSIÓN

En los resultados se puede apreciar que tres de los cinco examinadores obtuvieron algunos valores de medición con diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos. Todas estas diferencias se generaron a partir de la obtención de valores mayores con el método de la TAC 3D Cone Beam. En las mediciones realizadas por el examinador 1 la diferencia en el ancho posterior de la hemiarcada izquierda (valor 4) fue de 1,23 mm y en el ancho posterior de la arcada (valor Post) fue de 0,94 mm. En las realizadas por el examinador 4, la diferencia en el ancho posterior de la hemiarcada derecha (valor 3) fue de 0,77 mm aproximadamente. El examinador 5 obtuvo una diferencia en el ancho posterior de la hemiarcada derecha (valor 3) de 0,59 mm y en el de la izquierda (valor 4) de 1,03 mm. En el ancho posterior de la arcada (valor Post) la diferencia fue de 0,87 mm aproximadamente.

Lo importante para comparar ambos métodos en este estudio son los resultados obtenidos en forma global para cada valor, es decir los que consideran las mediciones realizadas por todos los examinadores (N=25). Con esto en consideración, se encontraron dos valores con diferencias estadísticamente significativas cuyos promedios fueron mayores en la TAC 3D Cone Beam. La diferencia observada en este estudio en forma global para el ancho posterior de la hemiarcada izquierda (valor 4), es decir para la distancia que existe entre el fondo de la fosa central del primer molar superior izquierdo y la línea media, es de 0,53 mm aproximadamente. En el ancho posterior de la arcada (valor Post), es decir la distancia que hay entre el fondo de la fosa central de un primer molar superior y del otro contralateral, la diferencia entre ambos métodos fue de 0,5 mm aproximadamente. La significación clínica de estas diferencias es motivo de otro estudio, ya que para poder saberlo realmente habría que determinar si el plan de tratamiento generado a partir de la TAC 3D Cone Beam difiere significativamente del generado a partir de los modelos de yeso. Para esto sería necesario comparar los resultados obtenidos una vez realizados ambos tratamientos (22).

A excepción de la medición del ancho posterior de la hemiarcada superior izquierda y del ancho posterior de la arcada superior, denominadas "Valor 4" y "Valor Post" respectivamente, que tuvieron un promedio estadísticamente

significativo mayor en la TAC 3D Cone Beam que en los modelos de yeso, los resultados fueron similares y la dispersión en ambos métodos fue homogénea. Es necesario mencionar que valores mayores obtenidos con el método de la TAC 3D Cone Beam se condicen con los resultados obtenidos por Quimby y cols. (22), quienes compararon mediciones realizadas en modelos digitales y en modelos de yeso con pie de metro digital. Ellos obtuvieron valores mayores en los modelos digitales. Una de las explicaciones que postulan es la ausencia de familiarización de los examinadores con los programas computacionales para medir en ellos (22,23). De acuerdo con Santoro y cols. (21), las mediciones realizadas en una pantalla de computador pueden ser más o menos precisas dependiendo de las habilidades, el entrenamiento y las preferencias del clínico. Además, la exactitud y repetibilidad de estas mediciones está influenciada por un factor importante, que es la variabilidad interexaminador (19). Según Quimby y cols. (22), las diferencias también pueden radicar en la localización de puntos en los distintos métodos. Stevens y cols. estudiaron la validez, fiabilidad y reproducibilidad de los modelos de estudio de yeso en comparación con los digitales. Asumiendo que el modelo digital fuese una réplica exacta del modelo de yeso, la explicación más probable a las diferencias obtenidas en su estudio es que las mediciones realizadas en forma digital sean más válidas debido a que no hay barreras físicas que determinen la posición del pie de metro digital en el punto de medición, aunque esto también pueda permitir que el examinador determine el punto de medición ya sea dentro o en la superficie exterior del diente. Ellos postulan que mientras se seleccione cuidadosamente un punto de medición en la pantalla del computador sería razonable creer que las mediciones realizadas en los modelos digitales tienen mayor validez que las realizadas con un pie de metro digital en los modelos de yeso (24). El-Zanaty y cols. (23) también concuerdan con esta afirmación.

En este estudio, no es posible atribuir las diferencias encontradas entre ambos métodos a las impresiones de alginato, ya que se verificó que cada modelo y todas sus réplicas tuvieran las mismas dimensiones medidas directamente en la boca de los pacientes. Esto no se realiza normalmente en la práctica odontológica y es común que los modelos presenten distorsiones que puedan alterar significativamente las mediciones realizadas para el análisis de modelos de estudio y de esta manera llegar a un diagnóstico errado. En la TAC 3D Cone

Beam, en cambio, no hay distorsiones significativas de la anatomía del paciente (14,15). Un aspecto importante es que permite visualizar las estructuras óseas del cráneo y la cara. Con esto es factible determinar la línea media craneofacial del paciente y utilizarla como referencia al realizar mediciones transversales de la arcada y determinar asimetrías, en contraste con los modelos de yeso, donde la determinación de la línea media la realiza el examinador en base a referencias anatómicas no siempre presentes, evidentes o reproducidas en los modelos. Además, la TAC 3D Cone Beam podría ser una herramienta muy útil en pacientes con dentición temporal y mixta, cuyos dientes permanentes están semi y/o no erupcionados, para determinar con certeza el tamaño de sus coronas y así el espacio necesario para una correcta alineación de las piezas dentarias. Otra ventaja importante de la TAC 3D Cone Beam es que de ella se puede generar una telerradiografía lateral de cráneo y una ortopantomografía, ambos recursos infaltables para el ortodoncista al momento de formular un diagnóstico, plan de tratamiento y pronóstico (2), sin necesidad de irradiar nuevamente al paciente. Sin embargo, habría que investigar en la literatura existente o determinar en nuevos estudios si existen diferencias entre las radiografías convencionales y las originadas a partir del programa de la TAC 3D Cone Beam, de manera de poder aplicar los análisis realizados rutinariamente en ellas.

Algunas desventajas de la TAC 3D Cone Beam, al igual que otros programas de modelos digitales, es la ausencia de sensación táctil por parte del ortodoncista y tiempo necesario para aprender a utilizar el sistema (21), aunque muchos investigadores concuerdan en que a medida que aumenten la habilidad y el aprendizaje de los examinadores para realizar mediciones exactas con el *mouse* en la pantalla del computador, más precisos serán todos los sistemas digitales (23,24). Stevens y cols. (24) además sugieren que probablemente la curva de aprendizaje será más corta en aquellos examinadores que estén más familiarizados con la computación en general.

Una desventaja que presenta la TAC 3D Cone Beam es la dificultad, e incluso imposibilidad, de determinar puntos de medición en pacientes que presenten los surcos, las fosas o los dientes en cuestión restaurados o con gran destrucción por caries. Aunque se podría pensar lo mismo de los modelos de yeso, el hecho de tener la estructura dentaria y los tejidos circundantes en tres

dimensiones facilitaría al examinador la ubicación de un punto más acercado a su localización original (previo a la restauración).

Otra de sus desventajas es su alto costo, motivo por el cual muchos pacientes no tienen acceso económico a este examen. Es por esta misma razón que el tamaño de la muestra de este estudio es tan reducido, con sólo cinco casos, convirtiéndolo en un estudio preliminar sobre el tema.

Santoro y cols. (21) midieron el ancho mesiodistal de piezas dentarias, escalón y resalte en modelos digitales en OrthoCAD y modelos de yeso, y concluyeron que tanto en la medición de anchos mesiodistales como del escalón habían diferencias estadísticamente significativas pero clínicamente aceptables entre ambos métodos y en la del resalte no habían diferencias, y que por lo tanto OrthoCAD era un método alternativo clínicamente aceptable a los modelos de yeso para realizar mediciones rutinarias de la práctica ortodóncica. Con el programa utilizado en este estudio no pueden realizarse mediciones de las arcadas en oclusión, como escalón y resalte, pero existe un estudio reciente realizado por Kau y cols. (25) en donde se utiliza un programa computacional llamado InVivoDental, el cual se utilizó para analizar escáners de Cone Beam y compararlos con modelos digitales de OrthoCAD. Ellos realizaron mediciones lineales de escalón, resalte y apiñamiento, y concluyeron que en los modelos digitales obtenidos con la TAC 3D Cone Beam eran tan exactas como en los obtenidos con OrthoCAD. Esto cobra validez sólo si los modelos digitales de OrthoCAD son generados a partir de modelos de yeso, cuyas impresiones estén libres de distorsión y sus vaciados hayan sido realizados como máximo una hora después de la toma de la impresión, lo cual no siempre es así. Este sistema permite que el clínico envíe el modelo de yeso o, en su defecto, la impresión de alginato junto con un registro de mordida para que sean procesados y convertidos en una imagen computarizada en tres dimensiones, virtual y descargable a los cinco días desde el sitio web de la compañía (24). En el caso de que el clínico envíe la impresión de alginato sin ser vaciada, aumentan considerablemente las posibilidades de obtener un modelo con diferencias dimensionales significativas respecto a la realidad anatómica del paciente.

En cuanto a la selección de los pacientes, el objetivo de que no presentaran anomalías dentomaxilares, al igual que en el estudio realizado por Moke y Cooke

(20), fue reducir el número de parámetros que fueran variables confundentes y pudieran afectar el resultado de la investigación.

En el estudio realizado por El-Zanati y cols. (23) se realizaron todas las mediciones dos veces con una semana de diferencia por cada examinador, de manera de determinar el error intraobservador y calibrar a los examinadores. En el realizado por Stevens y cols. (24), uno de los tres examinadores realizó tres veces las mismas mediciones para su posterior comparación. En este caso, en cambio, con el objetivo de representar a los ortodoncistas en general, los examinadores no realizaron mediciones repetidas ni se realizó una calibración, lo cual podría ser un sesgo del estudio.

CONCLUSIONES

El ancho anterior de ambas hemiarcadas superiores, el ancho anterior de la arcada completa y el ancho posterior de la hemiarcada derecha no presentan diferencias estadísticamente significativas entre los valores obtenidos con la TAC 3D Cone Beam y el análisis de los modelos de estudio de yeso.

La medición del ancho posterior de la hemiarcada izquierda y la del ancho posterior de toda la arcada presentan diferencias con significancia estadística ($P=0,007$ y $0,004$ respectivamente).

SUGERENCIAS

Se sugiere realizar futuras experiencias similares con un tamaño de muestra mayor que posibiliten otras conclusiones en torno al uso de TAC 3D Cone Beam como una metodología para realizar mediciones transversales en ortodoncia y ortopedia dentomaxilar.

Al mismo tiempo, se sugiere calibrar a los examinadores en las metodologías de análisis utilizadas y tener certezas en torno a la reproducción obtenida con el modelo de yeso. También analizar muestras poblaciones con rango etario pequeño, para así aislar la variable edad de la medición.

Son necesarios estudios posteriores que validen a la TAC 3D Cone Beam como una herramienta para medir otras dimensiones necesarias para un análisis acucioso de las arcadas dentarias por separado y en oclusión. De esta manera podría avalarse a la TAC 3D Cone Beam como un examen complementario que sustituya al análisis de modelos de yeso en el diagnóstico en ortodoncia, lo cual brindaría beneficios tanto al clínico como al paciente.

Al ser la TAC 3D Cone Beam una herramienta virtual, se almacena en forma digital sin necesitar espacio físico como en el caso de los modelos de yeso, permite rápida comunicación con otros profesionales, puede ser incorporado rápidamente en una base de datos informática y está libre de distorsión. Además genera comodidad al paciente al no someterlo a la toma de impresiones y se evitaría una nueva exposición a rayos X en caso de poder prescindir también de los otros estudios radiográficos (telerradiografía lateral de cráneo y ortopantomografía).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Uribe Restrepo, Gonzalo A. *Ortodoncia: Teoría y clínica*. Corporación para Investigaciones Biológicas, 2004.
- 2) Ustrell i Torrent, Joseph M. *Ortodoncia*. Edicions Universitat de Barcelona, 2002.
- 3) Paredes V, Gandia JL, Cibrián R. Registros diagnósticos digitales en ortodoncia. Situación actual. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006;11:E88-93.
- 4) Graber, Thomas M.; Vanasdall Jr., Robert L.; Vig, Katherine W.L.. *Ortodoncia: Principios y técnicas actuales*. 4ª Ed. Elsevier España S.A., 2006.
- 5) Harrel WE, Hatcher DC, Bolt RL. In search of anatomic truth: 3-dimensional digital modelling and the future of orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;122: 325-30.
- 6) Rabi Rabi, Gabriel. Tesis: Ortopantomografía versus 3D Cone Beam en la medición de la angulación mesiodistal de caninos en 30 pacientes en fase final de tratamiento ortodóncico. Universidad de Chile, Facultad de Odontología, 2009.
- 7) Hounsfield GN. Computed medical imaging. *Science* 1980;210:22-28
- 8) Djeredou KB, Thiam A, Pesson DM, Haidara-Ntagry F, Toure S. The reliability of class A alginate impressions. *Odontostomatol Trop*. 2001 Sep;24(95):29-32.
- 9) Morgano SM, Milot P, Ducharme P, Rose L. Ability of various impression materials to produce duplicate dies from successive impressions. *J Prosthet Dent*. 1995 Apr;73(4):333-40.
- 10) Duque Ramírez, Luis G.; Rubio Vanegas, Humberto. *Semiología médica integral*. Universidad de Antioquia, 2006.
- 11) Soto Obrador, Santiago. *Manual de Semiología*. 3ª Ed. Editorial Andrés Bello, 1984.
- 12) Suárez, Fernando; Zarante, Ignacio; Prieto, Juan Carlos. *Atlas de semiología médica y genética*. 1ª Ed. Bogotá, Editorial Pontificia Universidad Javeriana, 2007.

- 13) McLaughlin, Richard P.; Arnett, William. *Planificación facial y dental para ortodoncistas y cirujanos orales*. Elsevier España, 2005.
- 14) Kamburoğlu K, Kiliç C, Ozen T, Yüksel SP. Measurements of mandibular canal region obtained by cone-beam computed tomography: a cadaveric study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009 Feb;107(2):e34-42.
- 15) Noujeim M, Prihoda TJ, Langlais R, Nummikoski P. Evaluation of high-resolution cone beam computed tomography in the detection of simulated interradicular bone lesions. *Dentomaxillofac Radiol*. 2009 Sep;38(3):156-162.
- 16) Lund H, Gröndahl K, Gröndahl HG. Accuracy and precision of linear measurements in cone beam computed tomography Accuitomo[®] tomograms obtained with different reconstruction techniques. *Dentomaxillofac Radiol*. 2009 Sep;38(6):379-386.
- 17) Okano T, Harata Y, Sugihara Y, Sakaino R, Tsuchida R, Iwai K, Seki K, Araki K. Absorbed and effective doses from cone beam volumetric imaging for implant planning. *Dentomaxillofac Radiol*. 2009 Sep;38(2): 79-85.
- 18) Lara Habib, R. *Análisis de modelos: lectura dirigida*, 2008. Departamento del niño y ortopedia dentomaxilar, Facultad de Odontología, Universidad de Chile.
- 19) Leifert MF, Leifert MM, Efstratiadis SS, Cangialos TJ. Comparison of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:16.e1-16.e4.
- 20) Mok KHY, Cooke MS. Space Analysis: a comparison between sonic digitization (DigiGraphTM Workstation) and the digital caliper. *Eur J Orthod*. 1998 Dec;20(6):653-61.
- 21) Santoro M, Galkin S, Teredesai M, Nicolay OF, Cangialosi TJ. Comparison of measurement made on digital and plaster models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:101-5.
- 22) Quimby M, Vig KWL, Rashid RG, Firestone AR. The accuracy and reliability of measurements made on computer-based digital models. *Angle Orthod* 2004;74:298-303.

- 23) El-Zanaty HM, El-Beialy AR, El-Ezz AMA, Attia KH, El-Bialy AR, Mostafa YA. Three-dimensional dental measurements: an alternative to plaster models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:259-65.
- 24) Stevens DR, Flores-Mir C, Nebbe B, Raboud DW, Heo G, Major PW. Validity, reliability and reproducibility of plaster vs digital study models: comparison of peer assessment rating and Bolton analysis and their constituent measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:794-803.
- 25) Kau CH, Littlefield J, Rainy N, Nguyen JT, Creed B. Evaluation of CBCT Digital Models and Traditional Models Using the Little's Index. *Angle Orthod.* 2010 May;80(3):435-9.
- 26) Canut Brusola, José A. *Ortodoncia clínica y terapéutica*. 2ª Ed. Masson S.A., 2000.

ANEXO 1

Información relevante para el paciente previa a sometimiento al Estudio

Título del Estudio:

“Medición de anchos transversales de maxila en modelos de estudio *versus* TAC 3D Cone Beam”.

Descripción del Estudio:

El presente estudio consiste en comparar dos métodos diagnósticos, el análisis de los modelos de estudio y la Tomografía Axial Computarizada (TAC) 3D Cone Beam, en la medición de los anchos transversales de los primeros premolares y los primeros molares permanentes superiores. Para dicho propósito, es necesario que el paciente acceda voluntariamente a la toma del examen imagenológico (TAC 3D Cone Beam) y de impresiones de alginato para obtener los modelos de estudio.

La TAC 3D Cone Beam es una técnica diagnóstica que utiliza rayos X y sistemas informáticos para conseguir una serie de imágenes transversales, que en su conjunto reconstruyen una imagen tridimensional de la anatomía del paciente sin distorsiones ni sobreproyecciones, la cual se puede analizar en modelos computacionales 3D, permitiendo la obtención de mucha información de gran importancia y utilidad para el ortodoncista tratante. Las desventajas de esta técnica son el costo y la exposición a radiación.

La realización del estudio brindará información de gran utilidad para el clínico tratante en cuanto al diagnóstico, plan de tratamiento y pronóstico, sin costo alguno para el paciente.

Riesgos del Estudio:

Irradiación: La toma del examen imagenológico expone al paciente a radiaciones ionizantes (rayos X) por lo que se debe evitar en mujeres embarazadas.

Declaración de Consentimiento Informado

Yo, Sr(a). _____,
 R.U.T. _____ - ___, declaro haber entregado en forma fidedigna todos los datos que me fueron preguntados y he decidido voluntariamente formar parte de la muestra necesaria para llevar a cabo un estudio de investigación sin fines de lucro que será realizado por la alumna de 6º año de la carrera de Odontología de la Universidad de Chile, Srta. Alejandra Salomon Dümmer.

Tengo conocimiento de que para pertenecer a dicha muestra debo someterme a un examen imagenológico (TAC 3D Cone Beam) que utiliza rayos X y la toma de impresiones para la obtención de modelos de estudio.

Accedo a que la información obtenida sea utilizada de forma anónima para el desarrollo del estudio.

Declaro también que me han sido explicados los beneficios y desventajas que el presente estudio me brinda, y que he comprendido adecuadamente la información que se me ha dado.

Santiago, de de 2009

Firma Paciente

Universidad de Chile, Facultad de Odontología

Departamento del Niño y Ortopedia Dento-Maxilar

Trabajo de Investigación:

“Comparación de mediciones para diagnóstico ortodóncico mediante dos métodos, informe preliminar.”

Alumno:

Alejandra Salomon Dümmer

Tutor Principal:

Prof. Dr. Fernando Álvarez

ANEXO 2

Ficha de Estudio

Fecha de Registro: __ / __ / __

Modelo: _____

TAC: _____

Datos del Paciente

NOMBRE COMPLETO		R.U.T	EDAD	FECHA NACIMIENTO
DOMICILIO			COMUNA	
ESTADO CIVIL	OCUPACIÓN	TELÉFONO		

			SI	NO
FÓRMULA DENTARIA	TEMPORAL			
	MIXTA			
	PERMANENTE	COMPLETA		
		INCOMPLETA		
TRATAMIENTO ORTODÓNCICO PREVIO				
OBTURACIONES	SURCO OCLUSAL PRIMEROS PREMOLARES SUPERIORES			
	FOSA CENTRAL PRIMEROS MOLARES SUPERIORES			

ANEXO 3**Manual para Análisis de Modelos***Instrucciones*

1. En la hoja que se le entregó junto con este manual, anote el número de modelo a analizar en la Tabla de Datos bajo “N° modelo”.
2. Ponga el modelo superior sobre una superficie lisa, como una mesa.
3. Para determinar la línea media superior, marque con lápiz mina dos puntos en el plano del rafe medio:
 - un punto anterior por detrás de la última ruga palatina
 - un punto posterior entre las fóveas palatinas
4. Trace una línea con una regla rígida que una ambos puntos y proyéctela hacia vestibular.
5. Marque en el modelo un punto al centro del surco mesiodistal del primer premolar de cada lado.
6. Posicione la platina de Korkhaus sobre el modelo. Con el pie de metro digital, mida la distancia que va desde la línea media trazada al punto marcado en el primer premolar derecho. Consígnelo en la tabla bajo “Valor mod 1”.
7. Posicione la platina de Korkhaus sobre el modelo. Con el pie de metro digital, mida la distancia que va desde la línea media trazada al punto marcado en el primer premolar izquierdo. Consígnelo en la tabla bajo “Valor mod 2”.
8. Con el pie de metro digital, mida directamente en el modelo la distancia que va desde el punto marcado en el primer premolar derecho al izquierdo. Consígnelo en la tabla bajo “Valor mod ant”.
9. Marque en el modelo un punto al centro de la fosa central del primer molar permanente de cada lado.
10. Posicione la platina de Korkhaus sobre el modelo. Con el pie de metro digital, mida la distancia que va desde la línea media trazada al punto marcado en el primer molar derecho. Consígnelo en la tabla bajo “Valor mod 3”.
11. Posicione la platina de Korkhaus sobre el modelo. Con el pie de metro digital, mida la distancia que va desde la línea media trazada al punto marcado en el primer molar izquierdo. Consígnelo en la tabla bajo “Valor mod 4”.

12. Con el pie de metro digital, mida directamente en el modelo la distancia que va desde el punto marcado en el primer molar derecho al izquierdo. Consígnelo en la tabla bajo “Valor mod post”.

Manual para Análisis de TAC 3D Cone Beam

Instrucciones

1. En la hoja que se le entregó junto con este manual, anote en la Tabla de Datos el número de examen TAC que analizará bajo “N° TAC”.
2. Abra el examen y vaya a la barra superior. Posicione la flecha del “*mouse*” en donde “Análisis” y cliquee en “Ceph Lateral”.
3. Luego determine la línea media craneofacial, ubicando el corte axial a una altura en que se observen la espina nasal anterior y posterior y el tabique nasal, entre otras estructuras. Mediante la ayuda de la rejilla, rote la imagen para que ésta quede paralela a la línea media del paciente. Presione “Aceptar”.
4. En el corte axial, cerciórese de que la línea amarilla utilizada para marcar la línea media craneofacial coincida con ésta a la altura donde observe la espina nasal anterior y posterior y el tabique nasal, entre otras estructuras.
5. Ubique el corte axial a la altura donde el centro del surco mesiodistal del primer premolar derecho se observe con un diámetro de aproximadamente 0,5 mm.
6. Determine un punto en el centro del surco mesiodistal del primer premolar derecho. Trace con el “*mouse*” una línea perpendicular a la línea media y mida la distancia que hay entre ésta y el punto determinado. Consigne el valor en la Tabla de Datos bajo “Valor TAC 1”.
7. Ubique el corte axial a la altura donde el centro del surco mesiodistal del primer premolar izquierdo se observe con un diámetro de aproximadamente 0,5 mm.
8. Determine un punto en el centro del surco mesiodistal del primer premolar izquierdo. Trace con el “*mouse*” una línea perpendicular a la línea media y

mida la distancia que hay entre ésta y el punto determinado. Consigne el valor en la Tabla de Datos bajo “Valor TAC 2”.

9. Ubique el corte axial a la altura donde el centro de la fosa central del primer molar permanente derecho se observe con un diámetro de aproximadamente 0,5 mm.
10. Determine un punto en el centro de la fosa central del primer molar permanente derecho. Trace con el “*mouse*” una línea perpendicular a la línea media y mida la distancia que hay entre ésta y el punto determinado. Consigne el valor en la Tabla de Datos bajo “Valor TAC 3”.
11. Ubique el corte axial a la altura donde el centro de la fosa central del primer molar permanente izquierdo se observe con un diámetro de aproximadamente 0,5 mm.
12. Determine un punto en el centro de la fosa central del primer molar permanente izquierdo. Trace con el “*mouse*” una línea perpendicular a la línea media y mida la distancia que hay entre ésta y el punto determinado. Consigne el valor en la Tabla de Datos bajo “Valor TAC 4”.
13. Vaya nuevamente a la barra superior y genere el “Ceph lateral”.
14. Ajuste el “Bascular” y presione “Aceptar” hasta que los primeros premolares superiores se observen a una misma altura.
15. Ubique el corte axial a la altura donde los surcos mesiodistales de ambos primeros premolares sean observables. Trace con el “*mouse*” una línea que una el centro del surco del lado derecho con el del izquierdo. Consigne el valor en la Tabla de Datos bajo “Valor TAC ant”.
16. Genere otra vez el “Ceph lateral” y ajuste el “Bascular” hasta que los primeros molares superiores se observen a una misma altura.
17. Ubique el corte axial a la altura donde las fosas centrales de ambos primeros molares sean observables. Trace con el “*mouse*” una línea que una el centro de la fosa del lado derecho con el del izquierdo. Consigne el valor en la Tabla de Datos bajo “Valor TAC post”.

NOMBRE EXAMINADOR: _____

Tabla de Datos obtenidos

Valor 1: Distancia medida desde el centro del surco mesiodistal del primer premolar superior derecho a la línea media. Corresponde al ancho anterior de la hemiarcada derecha.

Valor 2: Distancia medida desde el centro del surco mesiodistal del primer premolar superior izquierdo a la línea media. Corresponde al ancho anterior de la hemiarcada izquierda.

Valor 3: Distancia medida desde la fosa central del primer molar permanente superior derecho a la línea media. Corresponde al ancho posterior de la hemiarcada derecha.

Valor 4: Distancia medida desde la fosa central del primer molar permanente superior derecho a la línea media. Corresponde al ancho posterior de la hemiarcada izquierda.

Valor ant: Distancia medida desde el centro del surco mesiodistal del primer premolar superior izquierdo a su contralateral (izquierdo). Corresponde al ancho anterior de la arcada.

Valor post: Distancia medida desde la fosa central del primer molar permanente superior derecho a su contralateral (izquierdo). Corresponde al ancho posterior de la arcada.

N° Modelo	Valor mod 1	Valor mod 2	Valor mod 3	Valor mod 4	Valor mod ant	Valor mod post

N° TAC	Valor TAC 1	Valor TAC 2	Valor TAC 3	Valor TAC 4	Valor TAC ant	Valor TAC post

