

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
UNIDAD ACADÉMICA DE ODONTOLOGÍA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA



**“La inclinación radicular de caninos determinada con
tomografía, comparada con su apreciación en la
radiografía panorámica”**

TESIS

Que para obtener el diploma de
ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA

presenta

Rogelio Coyac Aguilar

Director

M.O. Rafael Rivas Gutiérrez

Asesores

M.S.P. Saúl Hernán Aguilar Orozco
C.D. Enrique Sierra Rosales

Tepic Nayarit, Noviembre de 2010

Agradecimientos:

He llegado al final de este camino y en mi han quedado marcadas huellas profundas de éste recorrido. Son Madre tu mirada y tu aliento. Son Padre tu trabajo y esfuerzo. Son Maestros tus palabras y sabios consejos, mi trofeo es también vuestro.

A mis padres:

Por ser las personas que todo lo comprenden y dan lo mejor de sí mismos sin esperar nada a cambio, que han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme, gracias a su apoyo y consejos he llegado a realizar la más grande de mis metas. La cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir. Por esto y más... Gracias

A mis hermanos:

Como un testimonio de gratitud por haber significado la inspiración que necesitaba para terminar mi carrera profesional, prometiendo superación y éxitos sin fin, para devolver el apoyo brindado.

Al director de la tesis:

Al apoyo incondicional brindado durante estos años de estudio y en los cuales he logrado terminar mi carrera profesional, en el que usted constituye un aliciente para continuar con mi superación.

Contenido

Capítulo	Página
I. Resumen	1
II. Introducción	2
III. Materiales y método.....	11
IV. Resultados	18
V. Discusión y conclusiones.....	19
VI. Referencias bibliográficas.....	21
VII. Anexos.....	24

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAHAMAS



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

I. Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar el grado de distorsión en la apreciación de la inclinación radicular de los dientes en la radiografía panorámica en relación al grado de inclinación radicular dental determinada en la tomografía axial computarizada (TAC).

La muestra se conformó por 300 estudios de TAC y radiografía panorámica, de caninos superiores del lado izquierdo, de los cuales sólo 114 cumplieron con los criterios de inclusión y pasaron a formar parte de la muestra.

Se les midió la inclinación vestibulo palatina y mesio distal del eje longitudinal en la TAC y la inclinación mesio distal en la radiografía panorámica.

Una vez obtenidos los datos se procedió a realizar una prueba de t, para correlacionar las variables. El primer análisis de correlación fue con la inclinación mesio distal de la TAC con la inclinación mesio distal de la panorámica en la que se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Cuando se buscó la asociación entre la variable de inclinación vestibulo palatina en la TAC con la inclinación mesio distal de panorámica no se encontraron diferencias significativas entre ellas.

Posteriormente, se realizó una prueba de regresión lineal para buscar una ecuación que permitiera tener un elemento de predicción de la inclinación mesio distal de la TAC en la que se encontró con un porcentaje de fidelidad del 32%.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se corrobora que la imagen panorámica no provee una información precisa en relación a la inclinación radicular de caninos superiores.

De la misma manera, la inclinación vestibulo palatina no tuvo efecto en la inclinación mesio distal medida en la radiografía panorámica.

I. Introducción

La evaluación de las posiciones dentales en el tratamiento ortodóncico se entiende como el medio para decidir la finalización o alargamiento del mismo. Comúnmente, la radiografía panorámica es utilizada como el medio ideal para la valoración de las inclinaciones radiculares. Es conocido que esta radiografía se ve afectada con un 25 a 30% de distorsión, lo cual no ayuda en la obtención de un resultado plenamente fidedigno para una adecuada valoración.

La radiografía panorámica es el medio más utilizado por los practicantes en ortodoncia, sin embargo, su incorrecta lectura o incorrecta observación puede hacer caer en errores en cuanto a la percepción de inclinaciones radiculares al realizarse la evaluación del paralelismo radicular antes de finalizar el tratamiento.

Se deben buscar métodos que permitan una adecuada visualización de las inclinaciones radiculares que permitan una adecuada finalización de los tratamientos ortodóncicos en cuanto a posición radicular como posición coronal.

Actualmente, la tomografía axial computarizada (TAC), podría ser, por sus ventajas, la modalidad en imagen de elección entre los distintos estudios radiográficos en la especialidad ortodóncica.

Con los avances en 3D dentales y software ortodóncicos, se pueden realizar los exámenes en los tres planos del espacio de los dientes y tener una visualización más fiable sobre la proximidad y paralelismo radicular.

Aunque ya es conocido que en las radiografías panorámicas existe cierto grado de distorsión en la apreciación de las inclinaciones radiculares en caninos y premolares, hay pocos estudios que determinen cómo varía la apreciación de la inclinación radicular vista en la radiografía panorámica de acuerdo a la dirección real hacia donde ésta se encuentra desplazada.

Durante el diagnóstico, planeación de tratamiento y antes de finalizar el tratamiento ortodóncico, el ortodoncista toma radiografías para evaluar las angulaciones de los dientes tanto en el maxilar como en la mandíbula.

La finalización en ortodoncia es, como su nombre lo indica, acabar, terminar, concluir, llegar a la meta deseada o dar fin a los movimientos ortodóncicos necesarios para la precisa corrección de la maloclusión, esta etapa consiste en lograr una perfecta paralelización radicular y en sobre corregir los detalles que lo requieran, por ejemplo, las giroversiones dentales, las cuales tienen alta tendencia a la recidiva.¹

Justus habla sobre las razones de finalizar con paralelismo radicular, lo cual lo maneja como un método imprescindible ya que, si no se logra, compromete la salud, función, estética, estabilidad y el prestigio del ortodoncista. El nicho interproximal, correspondiente a dos dientes cuyas raíces se encuentran divergentes, será más amplio dando como resultado una acumulación mayor de placa dentobacteriana, teniendo afecciones periodontales. Además, las raíces inclinadas recibirán fuerzas oclusales no paralelas a su eje comprometiendo la función y teniendo consecuencias en estabilidad y estética.²

Mayoral,³ en 1982, estudió casos a los cuales se les realizaron extracciones terapéuticas de los primeros premolares como parte del tratamiento ortodóncico, en su estudio se utilizaron radiografías panorámicas con la finalidad de medir las inclinaciones de los ejes longitudinales de las raíces de los caninos y segundos premolares los cuales fueron trazados y medidos para determinar la calidad final del paralelismo radicular. Mayoral clasifica sus resultados en cuatro grupos de acuerdo a la angulación radicular de la siguiente forma:

Maxilar superior:

1. Paralelismo bueno: de -5 grados a 5 grados
2. Paralelismo aceptable: de 6 grados a 10 grados
3. Paralelismo deficiente: mayor a 11 grados

4. Sobretratado: mayor a -6 grados

Maxilar inferior

1. Paralelismo bueno de 0 grados a 12 grados
2. Paralelismo aceptable de 13 grados a 18 grados
3. Paralelismo deficiente mayor a 19 grados
4. Sobretratado menor a 0 grados

El tratamiento de ortodoncia requiere de una serie de objetivos que son considerados de importancia y que deben de tomarse en cuenta desde el diagnóstico y plan de tratamiento hasta la fase de retención. El paralelismo radicular es uno de estos objetivos.⁴

La importancia del paralelismo radicular se menciona frecuentemente en la literatura ortodóncica. El paralelismo radicular es de importancia si se desea obtener una adecuada alineación de los dientes con sus respectivas bases apicales y una oclusión estable entre dientes superiores e inferiores.⁵

Graber⁶ menciona que los sitios de la extracción se abrirán si las raíces de los dientes adyacentes no se encuentran paralelas por lo que recomienda la revisión radiográfica periódicamente durante el tratamiento ortodóncico para lograr las metas propuestas del tratamiento.

Giles menciona que la angulación de los brackets debe seguir el eje axial del diente favoreciendo así la posición radicular desde el inicio del tratamiento, obteniendo un tratamiento más estable.⁷

McNamara afirma que antes de retirar los brackets, el clínico deberá evaluar profundamente la oclusión para determinar si existen otros ajustes necesarios en la posición dental. Tal evaluación esta indicado mediante la fabricación de modelos dentales o la utilización de una radiografía panorámica para evaluar las angulaciones radiculares.⁸

Las radiografías panorámica y lateral de cráneo tienen un rol muy importante en ortodoncia, como evaluadora del inicio y finalización del tratamiento ortodóncico.⁹

La literatura muestra que la radiografía panorámica es comúnmente utilizada para evaluar la inclinación y paralelismo radicular. En el 2002, se realizó una encuesta a ortodoncistas de Estados Unidos, en la cual el 79.1% entrevistados respondieron que toman la radiografía panorámica en el progreso de tratamiento y al finalizar el tratamiento respectivamente.¹⁰

Las principales ventajas de la radiografía panorámica son: baja dosis de radiación, confort del paciente al momento de realizar la toma y la aproximación a tamaño real de las estructuras maxilofaciales; sin embargo, su principal deficiencia es la distorsión que se presenta a nivel de caninos y premolares.¹¹

La radiografía panorámica también es requerida por la American Board of Orthodontics para examinar el éxito del tratamiento y, en general, es utilizado para la evaluación del paralelismo radicular ya que es un medio eficiente para la visualización de imágenes que representan ambos arcos dentales y sus estructuras aledañas.¹²

Andrews¹³ en su artículo "Las seis llaves de la oclusión" habla acerca de los parámetros dentales en los cuales se deben encontrar las piezas tanto en inclinación como en torque. En 120 casos normales no ortodóncicos sin rotaciones, sin espacios interdentes. El plano oclusal no era idéntico en toda la muestra pero aparecía en un rango claro y delimitado de variación que claramente suponía un atributo diferencial, la segunda llave de oclusión habla sobre el grado de "tip" o angulación coronal (mesiodistal) es el ángulo formado entre el eje mayor de la corona y una línea perpendicular al plano oclusal, se expresa en grados: positivos cuando la porción gingival es distal a la porción incisal, y negativos cuando la porción gingival es mesial a la porción incisal. La tercera llave de oclusión habla del ángulo formado entre una línea tangente al lugar del bracket (en el centro del eje mayor de la corona clínica) y una línea perpendicular al plano oclusal, se expresa en

grados positivos cuando la porción gingival es lingual a la incisal, y negativos cuando la porción gingival es labial a la incisal.

Ronald Roth¹⁴⁻¹⁶ hablaba sobre el rol de la equilibración en el cual hacía énfasis en una adecuada relación céntrica con oclusión céntrica para poder concluir en una adecuada finalización de tratamiento ortodóncico y poder garantizar la permanencia de las piezas en esa posición.

En ortodoncia, el correcto posicionamiento dental, incluye los tres planos del espacio para obtener las correctas relaciones oclusales y un resultado estable. El paralelismo radicular, evaluado en sus planos del espacio, es un factor importante en la distribución de las fuerzas oclusales al cierre en sus puntos de contacto.¹⁹

La American Board of Orthodontics, establece siete criterios de evaluación para el terminado de casos, entre los que evalúa: angulación radicular, rebordes marginales, inclinación bucolingual, overjet, contactos oclusales, relaciones oclusales y contactos interproximales. Así mismo, reafirma que la radiografía panorámica no es el medio ideal para la evaluación de la angulación radicular, sin embargo lo considera hasta este momento como el medio que nos brinda lo más cercano a la evaluación de las angulaciones.²⁰

Una imagen radiográfica es realizada generalmente como una imagen en una capa tomada a través de la forma y tamaño de los maxilares, sin embargo alguna desviación o algún objeto no centrado en la placa radiográfica puede causar alguna distorsión, por esta razón la radiografía panorámica presenta defectos relacionados con la obtención de datos fiables de tamaño, posición y forma de la imagen creadas.²¹

Esto demuestra que la técnica radiográfica también tiene limitaciones en evaluar las medidas angulares de dientes inclinados. La distorsión angular en la radiografía panorámica resulta de la distorsión combinada en las dimensiones vertical y horizontal y de las diferentes localizaciones y profundidad del enfoque radiográfico.²²

Varios autores²² han evaluado la distorsión angular en las radiografías panorámicas, sin embargo, en muchos de estos estudios, consideraron solamente las angulaciones mesiodistales y no las angulaciones bucolinguales en las cuales hacen referencia a la profundidad del cuerpo al momento de la toma radiográfica.

Esto podría ser hipotetizar que los cambios dentales con orientación en el plano buco-palatino podrían tener cierto comportamiento en la expresión de la película con respecto al paralelismo radicular o bien en las inclinaciones mesio-distales.

Actualmente, la tecnología con tomografía computarizada permite tener toda la serie de imágenes en 3D que es necesaria para el adecuado diagnóstico ortodóncico.²³

Sin embargo, el problema actual se encuentra en que la mayoría de los clínicos fueron entrenados para la era de 2D y la transición a la era de 3D requiere de un entrenamiento adicional y la adquisición de hardware y software actualizados.²⁴

El Colegio Americano de Radiología y la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos unieron fuerzas para estandarizar la codificación de imágenes obtenidas a través de tomografías computarizadas y resonancias magnéticas. Después de mejoras sucesivas, en 1993, fue adoptado el término *imagen digital y comunicaciones en medicina* (DICOM).²⁴

Un registro DICOM consiste de un archivo, el cual incluye información del paciente, información específica de la adquisición de la imagen y una lista de imágenes que corresponden a cortes axiales que forman la imagen 3D y un número de imágenes codificadas secuencialmente que corresponden a los cortes axiales. (Cuando esos cortes axiales son combinados correctamente forman la imagen 3D).²⁵

Una imagen 3D está compuesta por una pila de imágenes de 2D o cortes. Las más comunes son sagitales, coronales y axiales.²⁶

Con base a la revisión bibliográfica realizada se observó que existen pocos estudios relacionados a la inclinación radicular y evaluación de paralelismo radicular.

Guzmán-Blastervold ⁴ en el 2003, realizó un estudio donde el objetivo fue buscar si los alumnos del Posgrado en Ortodoncia de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) detectaron las raíces que necesitaban un mejor paralelismo en la radiografía panorámica de avance, y si al final del tratamiento se logró un buen paralelismo radicular observable en la radiografía panorámica final. Con una muestra de 100 radiografías, 50 radiografías panorámicas de avance y 50 radiografías panorámicas finales, con extracciones de primeros premolares.

Se trazaron las radiografías panorámicas utilizando el método de Mayoral ³ con el fin de estudiar y comparar el paralelismo radicular entre ambas radiografías, una vez hecha la prueba estadística de los datos, se demostró que no hubo cambios estadísticamente significativos, por lo que concluye que los alumnos del posgrado de ortodoncia de la BUAP no notaron o tomaron en cuenta las raíces que requerían una mejor posición final y sugiere concientizar al ortodoncista de la importancia del paralelismo radicular en la etapa final del tratamiento y ser tomado como requisito antes de retirar los brackets.

En diversos estudios comparativos se ha confirmado la eficacia de la tomografía axial computarizada sobre la radiografía panorámica con respecto a la percepción del paralelismo radicular o proximidad radicular, entre los que se encuentra Peck²⁷ quien en el 2007 realizó un estudio en el que buscó determinar si la proyección de la radiografía panorámica era adecuada para determinar las angulaciones mesio-distales de la raíz dental utilizando 5 pacientes a los cuales se les tomó una radiografía panorámica y fue comparado con una toma en TAC. En este estudio encontró que la proyección panorámica es una buena herramienta diagnóstica, pero no provee una precisa información de angulación radicular, particularmente en la región de caninos y premolares, en contraparte la imagen en 3D de la tomografía computarizada crea la oportunidad para el clínico de una adecuada evaluación de angulación radicular.

Leuzinger,²⁸ en el 2010, realizó un estudio para evaluar la proximidad radicular comparando la ortopantomografía con la tomografía computarizada, teniendo una muestra de 22 pacientes cerca de finalizar el tratamiento con aparatología fija, se

evaluarán 235 zonas en ortopantomografía y tomografía computarizada. De las 235 zonas estudiadas 47 áreas mostraron contacto radicular en la radiografía panorámica de los cuales solo 5 de estas áreas se observó el contacto radicular en la tomografía computarizada, por lo tanto 11% de las diagnosticadas en radiografía panorámicas fueron verdaderos positivos, mientras que un 89% fueron falsos positivos. Y de 188 que no mostraron contacto con la radiografía panorámica los mismos fueron confirmados con la tomografía computarizada.

Justificación

Durante el diagnóstico, planeación y antes de finalizar el tratamiento ortodóncico, el uso de radiografías panorámicas es un hecho común en la práctica diaria. Sin embargo, esta imagen radiográfica, aunque proporciona información útil sobre la morfología radicular y las interrelaciones entre ellas, tiene un carácter bidimensional, sin dar oportunidad de evaluar la posición dental en sus tres planos del espacio. Aunado a esto, la propia toma radiográfica genera ciertas distorsiones en la imagen, especialmente en áreas de caninos y premolares.

Las imágenes en tercera dimensión han tenido un gran desarrollo en los últimos años y tienen diversas aplicaciones en el área ortodóncica así como en la cirugía maxilofacial e implantología. Las aplicaciones en ortodoncia son variables previo al tratamiento y durante el mismo. Con la tecnología de tomografía axial computarizada (TAC) se incorpora un tercer plano el cual contribuye a determinar características de forma y posiciones dentales de suma importancia en el diagnóstico y trascurso de los tratamientos.

Es común que se hagan modificaciones o se tomen decisiones erróneas tanto en el diagnóstico, plan de tratamiento como durante el trascurso de éstos debido a que se toman como base imágenes que tienen limitaciones como es el caso de las obtenidas en las radiografías panorámicas. Por esto, es necesario utilizar recursos que aporten información más precisa como es el caso de la TAC.

Hay estudios donde se establece que la inclinación radicular en el sentido vestibulo-palatino influye en la apreciación de la inclinación radicular en sentido mesio-distal cuando se observa en una radiografía panorámica, sin embargo no se ha determinado en qué medida la afecta y si esta relación es directamente proporcional.

La adecuada colocación de las raíces dentro de su base apical permite tener un equilibrio entre el correcto posicionamiento dental, colocando en los tres planos del espacio y así obtener las correctas relaciones oclusales y un resultado favorable.

Evaluar la localización de las raíces dentales en sus planos del espacio es un factor importante en la distribución de las fuerzas oclusales al cierre en sus puntos de contacto, así como un factor de estabilidad postratamiento.

Con los avances en 3D dentales y software ortodóncicos, se pueden realizar los exámenes en los tres planos del espacio de los dientes y tener una visualización más fiable sobre la proximidad y paralelismo radicular.

A favor de la factibilidad de este estudio se cuenta con el apoyo de un gabinete radiológico dental de la ciudad de Guadalajara Jal. El cual facilitará el material de estudio.

Hipótesis

El grado de inclinación radicular de los dientes observado en la tomografía es directamente proporcional a la distorsión en la apreciación de la inclinación radicular de los dientes en la radiografía panorámica.

Objetivo general

Determinar el grado de distorsión en la apreciación de la inclinación radicular de los dientes en la radiografía panorámica en relación al grado de inclinación radicular dental determinada en la TAC.

II. Materiales y método

Este estudio es de tipo descriptivo, no experimental (observacional) y transversal.

El universo esta constituido por estudios de 3D de tomografía axial computarizada (TAC) de maxilar mediante el sistema DICOM, con cortes axiales en cada diente, así como radiografías panorámicas digitales de los mismos pacientes y radiografías panorámicas digitales de los archivos de un gabinete radiológico dental en la ciudad de Guadalajara Jal.

Se utilizó un tomógrafo NewTom horizontal de tercera generación (3G) por haz cónico. (fig.1)



fig.1 Tomógrafo NewTom horizontal de tercera generación (3G) por haz cónico.

Las radiografías panorámicas fueron tomadas con un ortopantomógrafo digital marca kodak 8000C. (fig. 2)



Fig. 2. Cinescopio/igrafo digital marca Kodak, 8000C.

De los archivos de la unidad radiológica, se consideraron para una primera etapa de selección aquéllos de los pacientes que tenían radiografía panorámica y TAC. Se revisaron 300 estudios correspondientes a los años 2009 y 2010.

De éstos fueron a su vez seleccionados los que cumplían con los criterios de inclusión. 114 estudios pasaron a formar parte de la muestra.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

- Imágenes de TAC y radiografía panorámica de caninos y premolares completamente erupcionados

Los criterios de exclusión fueron los siguientes:

- Dilaceración radicular afectando desde el tercio medio
- Caninos y/o premolares sobreerupcionados por falta de antagonista

Una vez obtenida la muestra, con los criterios antes descritos. Se utilizó el programa computacional Implant Viewer 2 para el manejo de las imágenes de TAC.

Se seleccionaron caninos superiores del lado izquierdo con distintas inclinaciones radiculares. Antes de iniciar a medir las inclinaciones radiculares, fue necesario colocar el maxilar superior nivelado con respecto a los tres planos del espacio de acuerdo al siguiente procedimiento:

En el plano sagital, se tomó como referencia al plano bipremolar que debería ser paralelo a una horizontal verdadera. (fig. 3)

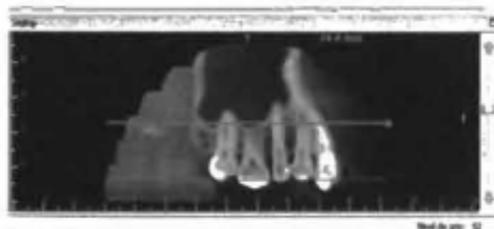


Fig. 3 Premolares superiores izquierdos nivelados en el plano sagital.

En la relación transversal, desde un plano frontal, en un corte a nivel de segundos premolares, se trazó un plano de la parte más profunda de la bóveda palatina a ambos lados de la sutura media palatina, la cual tenía que ser paralela a una horizontal verdadera. (fig. 4)

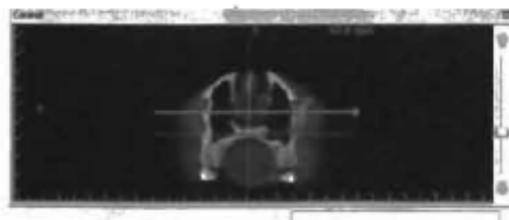


Fig. 4 Nivelación del plano transversal, desde una vista frontal

Finalmente, en el plano vertical, desde una vista axial inferior, se niveló de acuerdo al plano que va de espina nasal anterior a la espina nasal posterior, el cual debía ser perpendicular a la horizontal verdadera. (fig. 5)

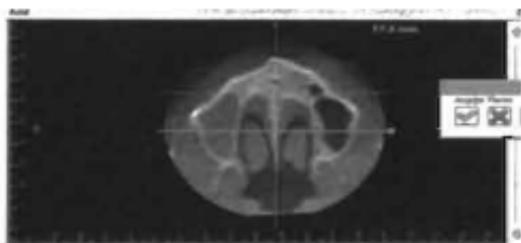


Fig. 5 Nivelación en el plano vertical

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NICARAGUA



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

Una vez nivelado, se buscó un corte frontal donde era factible observar el eje longitudinal y medir la inclinación vestibulo palatina del canino superior izquierdo con respecto a la horizontal. Se midió el ángulo del lado palatino. (fig. 6)



Fig. 6 inclinación vestibulo palatina de la bic.

Posteriormente, en un corte sagital se buscó el nivel adecuado para visualizar el eje longitudinal del mismo diente para medir la inclinación mesio distal con el ángulo que forma dicho eje con respecto a la horizontal verdadera. Se midió el ángulo distal. (fig. 7)

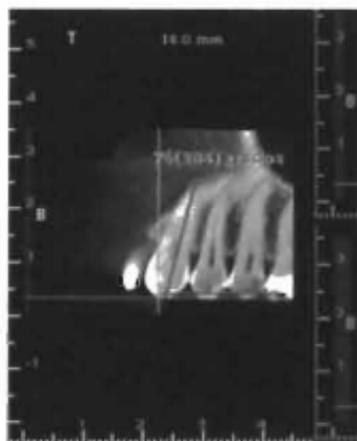


Fig. 7 Inclinación mesio distal de la tac

Para medir las inclinaciones mesio distales de los caninos superiores izquierdos de los mismos pacientes en las radiografías panorámicas digitales, se utilizó el programa Power Point para trazar el ángulo formado por los planos del eje longitudinal del diente y el plano bipremolar. De la misma forma que en la TAC, el ángulo que se midió fue el del lado distal. (fig. 8)



Fig. 8 Inclinación mesio distal de la panorámica

En el anexo No. 1 se muestra la hoja de registro donde se colocó el número de folio asignado así como las iniciales del paciente.

Todos los datos obtenidos, se concentraron como registros individuales y los valores de medición de cada variable se tabularon en las hojas de registro que se muestran en el anexo No. 2.

Los datos fueron capturados y colocados en tablas utilizando una computadora portátil (*acer Aspire 3680*).

Para realizar el análisis de la información se determinaron la media aritmética (\bar{x}) y desviación estándar (s) de cada una de las variables.

Las inclinaciones mesio distales de TAC y las inclinaciones mesio distales en panorámica se compararon por medio de la prueba de t para muestras dependientes, en busca de diferencias significativas. Se utilizó un nivel de confianza del 95% ($p \leq 0.05$).

La inclinación vestibulo palatino e inclinación mesio distal de la panorámica se compararon por medio de la prueba de t para muestras dependientes para buscar diferencias significativas.

Se realizó una prueba de regresión lineal para buscar una ecuación que permita tener un elemento de predicción o factor de corrección que ayude a calcular el valor de la inclinación mesio distal de TAC, la cual es considerada como la inclinación real dado las características que presenta esta imagen.

Se utilizó el valor de la inclinación mesio distal obtenida en la panorámica, en donde la incógnita es la inclinación mesio distal de TAC que fue representada como inclinación md tac y el valor de inclinación mesio distal panorámica es representado como inclinación md pam. Inclinación md tac es la variable dependiente, inclinación md pam es la variable independiente.

La ecuación se establece de la siguiente manera:

$$\text{Inclinación md tac} = a + (b) \text{ inclinación md pan}$$

En la misma prueba se determinaron los valores de correlación de Pearson (r y r^2).

Para el análisis de la información se contó con la asesoría de un experto en estadística.

El manejo de las imágenes tomadas de archivos del gabinete radiológico se realizó tomando en cuenta el precepto de confidencialidad considerando sólo la información necesaria para los fines de este estudio. No existían riesgos adicionales ya que se utilizaron imágenes obtenidas previamente con fines diagnósticos.

III. Resultados

Entre las variables de inclinación mesio distal de TAC y de inclinación mesio distal de panorámica ninguno de los datos fue coincidente, se afirma que la radiografía panorámica presenta un 100% de error en la medición de la inclinación mesio distal.

Los valores promedio que se encontraron en las variables fue la siguiente, en la inclinación vestibulo palatina en TAC fue de 53.5° con una desviación estándar de 4.9°, inclinación mesio distal de TAC fue de 74.5° con una desviación estándar de 4.9° y finalmente la inclinación mesio distal de panorámica fue de 82° con una desviación estándar de 15.5°. (Anexo No. 3).

Como resultado del análisis estadístico donde se utilizó la prueba de t para muestras dependientes se observó que existieron diferencias significativas ($p < 0.001$) entre las inclinaciones mesio distales de la TAC y las inclinaciones mesio distales de la radiografía panorámica (Anexo No. 4).

Cuando se correlacionaron la variable de inclinación vestibulo palatina de TAC con la inclinación mesio distal de panorámica se encontró que no existe asociación entre ambas.

Con respecto a la prueba de regresión lineal se encontró que la ecuación del elemento de regresión, está determinada de la siguiente forma:

$$\text{Inclinación md tac} = 39.919 + (0.426) \text{ inclinación md pan}$$

Esta ecuación tiene un valor de r^2 de 0.32, por lo que se corrobora su bajo valor de correlación entre las variables de inclinación mesio distal de la tac e inclinación mesio distal de la panorámica.

Las tablas de la regresión se muestran en el anexo No. 5.

IV. Discusión y conclusión

El propósito de este estudio fue determinar el grado de distorsión en la apreciación de la inclinación radicular de los dientes en la radiografía panorámica en relación al grado de inclinación radicular dental determinada en la TAC.

Primero se determinó la inclinación mesio distal de los caninos superiores izquierdos con TAC, posteriormente se determinó la inclinación mesio distal de los mismos en panorámica, y una vez comparándolos se corroboró que existen diferencias significativas entre ellas.

Al igual que el estudio de Peck²⁷ se determina que la imagen panorámica es una buena herramienta diagnóstica, pero no proporciona la información de forma totalmente precisa en relación a las angulaciones radiculares, particularmente en el área de caninos y premolares.

Este estudio coincide con los resultados de Leuzinger²⁸ en el cual se determina un porcentaje alto de falsos positivos (89%) que presenta la radiografía panorámica. En este estudio no se presentó ninguna similitud en medidas angulares por lo que determinamos un porcentaje del 100% de error en las medidas mesio distales con la radiografía panorámica.

No se encontró asociación entre la inclinación vestibulo palatino de TAC y la inclinación mesio distal de panorámica, lo que contrasta con la investigación de García-Figueroa²⁹ quien concluye que el paralelismo radicular puede variar afectado por las angulaciones buco linguales en diferentes regiones de los maxilares.

En este estudio se puede determinar que la inclinación vestibulo palatina determinada en TAC no afecta la inclinación mesio distal medida en la radiografía panorámica.

En la ecuación de regresión lineal para buscar una predicción de la inclinación real o inclinación mesio distal de TAC se encontró que la variable de inclinación mesiodistal de la radiografía panorámica sólo explica un 32% de la inclinación real o sea de la inclinación mesiodistal de la TAC, por lo que la ecuación que las relaciona es de bajo poder predictivo, seguramente porque otros factores no incluidos es esta investigación también influyen en esa relación.

Conclusión

Con base en los resultados obtenidos en este estudio se concluye lo siguiente:

La radiografía panorámica presenta error en el 100% de las mediciones para determinar la angulación real mesio distal de caninos superiores.

Dado que la inclinación mesio distal de caninos superiores determinada con TAC presenta diferencias significativas comparadas con la inclinación mesio distal de caninos superiores medida en radiografías panorámicas, se confirma la TAC como el medio diagnóstico idóneo para obtener la información confiable en la toma de decisiones para determinar la angulación dental, por lo que se recomienda su uso clínico de manera cotidiana.

Entre las variables de inclinación mesio distal de la TAC e inclinación mesio distal de la panorámica se observa un cierto grado de asociación al hacer la ecuación de regresión lineal. Se confirma que su valor predictivo es muy bajo, por lo que se recomienda en próximos estudios seguir buscando los factores o variables que permitan acercarse a un valor de predicción más certero.

IX. Referencias bibliográficas

1. Swanson W. Riedel R. Danna J. Postretention study: incidence and stability of rotated teeth in humans. *Angle Ortho*, July 1975 vol 45, 3, (198-203)
2. Justus R. Finalización en ortodoncia. *Ortodoncia bases para una iniciación*, capítulo 31 pag (532-546)
3. Mayoral G. Treatment results with light wires studied by panoramic radiography, *AJO-DO*, June 1982 (489-497)
4. Guzmán-Blastervold A. Estudio comparativo del paralelismo radicular de caninos y premolares entre radiografías panorámicas de avance y el final del tratamiento ortodóncico. [tesis] Benemerita Universidad Autónoma de Puebla, mayo de 2003
5. Arbuckle G.R., Annoop S. Canine root movement: an evaluation of root springs *AJO-DO* June 1980 (623-635).
6. Graber T.M. Panoramic radiography in orthodontic diagnosis. *AJO-DO* 1967;53:799-821
7. Giles, Norman, Treatment philosophy, *J.C.O.* June 1969
8. McNamara, J. Jr., Tratamiento ortodóncico y ortopédico en la dentición mixta. Ed. Needham Press. E.E.U.U.
9. Anibal M. S. Panoramic Radiographic Assessment in Orthodontics, capítulo 8
10. Keim R.G., Gottlieb E.L., Nelson A.H., Vogels D.S. Study of orthodontic diagnosis and treatment procedures. Part 3. More breakdowns of selected variables. *J.C.O.* 2002;36:690-9.
11. Welander U., Nummikoski P., Tronje G., McDavid W.D., Legrell P.E., Langlais R.P. Standard forms of dentition and mandible for applications in rotational panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 1989;18:60-67 tomado de Anibal M. Silveira; Panoramic Radiographic Assessment in Orthodontics, capítulo 8
12. Grubb J. E., Greco P.M., Briss B., Radiographic and periodontal requirements of the American Board of Orthodontics, *AJO-DO July 2008* vol 134:1 (3-4)
13. Andrews L., The six keys to normal occlusion, *AJO-DO* Sept 1972
14. Roth H. R. Functional occlusion for the orthodontist, *JCO*, Jan 1981

15. Roth H. R. Functional occlusion for the orthodontist part 2, JCO, feb 1981(32-51)
16. Roth H. R. Functional occlusion for the orthodontist part 3, JCO, mar 1981 (100-123)
17. Roth H. R. Functional occlusion for the orthodontist part 4, JCO, apr 1981(174-198)
18. Roth H. R. Functional occlusion for the orthodontist part 5, JCO, may 1981(234-259)
19. Dewel BF. Clinical observations on the axial inclination of teeth. AJO-DO 1949;35: (99-115).
20. McKee IW, Williamson PC, Lam EW, Heo G, Glover KE, Major PW. The accuracy of 4 panoramic units in the projection of mesiodistal tooth angulations. AJO-DO 2002;121 (166-175)
21. Langland OE, Langlais RP, Preece JW. Principles of dental imaging. 2nd ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2002.
22. Wyatt DL, Farman AG, Orbell GM, Silveira AM, Scarfe WC. Accuracy of dimensional and angular measurements from panoramic and lateral oblique radiographs. Dentomaxillofac Radiol 1995;24:225-31
23. McKee IW, Glover KE, Williamson PC, Lam EW, Heo G, Major PW. The effect of vertical and horizontal head positioning in Panoramic radiography on mesiodistal tooth angulations. Angle Orthod 2001;71:442-51.
24. Dan Grauer and cols, Working with DICOM craniofacial images, AJO-DO, 2009; 136: (460-470).
25. Rosslyn, Va, DICOM digital imaging and communications in medicine. National electrical manufactures association (NEMA): 2008
26. Cevidane LH, Styrer MA, Proffit WR. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. AJO-DO 2007; 132:122-4
27. James L. Peck and cols; Mesiodistal Root Angulation Using Panoramic and Cone Beam CT, *Angle Orthodontist*, Vol 77, No 2, 2007
28. Leuzinger Michael and cols; Root-contact evaluation by panoramic radiography and cone-beam *computed tomography* of super-high resolution, AJO-DO; Marzo 2010, Vol. 137 Issue 3, (389-392)

29. Garcia-Figueroa M.A., Raboud D.W., Lam E.W., Heo G.d and Major P.W.
Effect of buccolingual root angulation on the mesiodistal angulation shown on panoramic radiographs. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;134:93-9

V. Anexos

Anexo no. 1**Hoja de registro**

Folio	Iniciales de paciente	Folio	Iniciales de paciente
1	F.G.	36	Z.C.
2	A.C.	37	L.C.
3	A.G.	38	A.O.
4	C.Q.	39	B.M.
5	E.H.	40	B.R.
6	F.G.	41	C.R.
7	G.R.	42	G.C.
8	G.O.	43	G.G.
9	G.A.	44	G.N.
10	J.O.	45	G.D.
11	L.V.	46	H.C.
12	L.G.	47	H.F.
13	L.M.	48	J.O.
14	L.M.	49	J.C.
15	M.O.	50	L.V.
16	M.G.	51	L.E.
17	M.H.	52	L.C.
18	O.H.	53	M.S.
19	R.M.	54	M.R.
20	R.R.	55	M.G.
21	R.R.	56	A.M.
22	R.V.	57	A.L.
23	R.M.	58	C.F.
24	S.R.	59	E.V.
25	S.C.	60	F.R.
26	G.L.	61	M.G.
27	G.H.	62	D.T.
28	J.J.	63	R.J.
29	J.M.	64	J.R.
30	M.R.	65	O.R.
31	M.A.	66	A.Q.
32	M.G.	67	H.F.
33	M.T.	68	A.A.
34	R.N.	69	E.G.
35	R.T.	70	E.G.

71	S.P.	103	J.R.
72	S.D.	104	M.L.
73	V.V.	105	V.N.
74	Y.C.	106	A.C.
75	A.M.	107	C.C.
76	A.M.	108	J.C.
77	E.S.	109	J.A.
78	H.C.	110	J.S.
79	I.L.	111	S.E.
80	J.B.	112	G.H.
81	J.L.	113	A.M.
82	J.S.	114	J.T.
83	J.A.		
84	J.S.		
85	J.C.		
86	L.N.		
87	M.G.		
88	M.S.		
89	P.C.		
90	R.R.		
91	T.R.		
92	W.G.		
93	B.S.		
94	C.R.		
95	C.E.		
96	C.N.		
97	A.O.		
98	T.O.		
99	L.G.		
100	I.G.		
101	P.E.		
102	L.M.		

Fuente: hoja de registro



Anexo no. 2

Concentrado de valores de medición

Folio	Inclinación v p tac medida en grados	Inclinación md tac medida en grados	Inclinación md panorámica medida en grados
1	50	71	71
2	81	79	67
3	64	68	79
4	58	70	73
5	64	72	80
6	56	72	78
7	67	75	86
8	59	70	81
9	64	74	83
10	56	63	73
11	65	77	85
12	55	69	84
13	59	67	68
14	60	76	75
15	59	75	85
16	66	71	75
17	62	75	71
18	60	80	80
19	60	72	83
20	60	78	90
21	46	64	66
22	63	74	80
23	52	62	76
24	43	59	65
25	58	69	78
26	53	66	73
27	54	53	45
28	61	72	86
29	77	75	77
30	65	71	75
31	73	82	84
32	62	79	90
33	56	83	85
34	57	69	78
35	76	82	79
36	61	72	81
37	69	77	82
38	55	63	76
39	53	77	89

40	53	73	89
41	62	74	83
42	63	82	87
43	57	78	80
44	59	61	79
45	60	73	72
46	62	75	84
47	68	87	91
48	62	79	88
49	72	82	86
50	75	76	79
51	56	71	85
52	75	80	85
53	55	79	84
54	78	77	78
55	58	70	76
56	66	69	82
57	70	76	77
58	72	77	75
59	73	80	70
60	58	75	77
61	62	74	75
62	78	76	74
63	77	79	81
64	61	74	83
65	60	75	74
66	71	78	70
67	60	74	81
68	62	72	71
69	59	75	90
70	81	75	64
71	61	75	80
72	58	70	61
73	59	72	79
74	63	74	71
75	76	83	83
76	66	75	84
77	68	72	80
78	53	71	80
79	56	66	79
80	82	84	85
81	76	90	90
82	60	74	84
83	73	85	84
84	73	81	89

85	59	65	68
86	77	72	72
87	90	79	91
88	70	82	87
89	54	75	89
90	85	72	79
91	66	76	95
92	45	81	99
93	63	71	85
94	82	82	99
95	56	68	85
96	73	74	80
97	72	71	78
98	59	74	80
99	59	71	76
100	45	68	78
101	69	78	86
102	64	71	74
103	58	73	84
104	62	74	82
105	83	75	79
106	66	74	73
107	52	75	83
108	78	73	79
109	53	67	79
110	53	67	85
111	81	77	82
112	75	78	87
113	60	76	78
114	57	78	93

Fuente: hoja de registro

Anexo no.3

Valores promedio y desviación estándar de la inclinación radicular

	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Inclinación vestibulo palatina de TAC	53.5	4.9
Inclinación mesio distal de TAC	74.5	4.9
Inclinación mesio distal de panorámica	82	15.5

Fuente: hoja de registro

Anexo no.4

Prueba de t de inclinación mesio distal de la tac con la inclinación mesio distal de la panorámica

Estadísticos de muestras relacionadas					
		Media	N	Desviación tip.	Error tip. de la media
Par 1	inclinación md tac	74,02	114	5,807	,544
	inclinación md panorámica	79,96	114	7,754	,726

Correlaciones de muestras relacionadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	inclinación md tac y inclinación md panorámica	114	,569	,001

Prueba de muestras relacionadas									
		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación tip.	Error tip. de la media	95% intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	inclinación md tac - inclinación md panorámica	-5,947	6,524	,811	-7,158	-4,737	-9,733	113	,001

Fuente: hoja de registro

Anexo no. 5

Tablas de regresión lineal

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregido	Error tip. de la estimación
1	.569 ^a	.324	.318	4,795

a. Variables predictoras: (Constante), inclinación md panorámica

ANOVA ^b						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1235,363	1	1235,363	53,742	.000 ^a
	Residual	2574,562	112	22,987		
	Total	3809,965	113			

a. Variables predictoras: (Constante), inclinación md panorámica

b. Variable dependiente: inclinación md tac

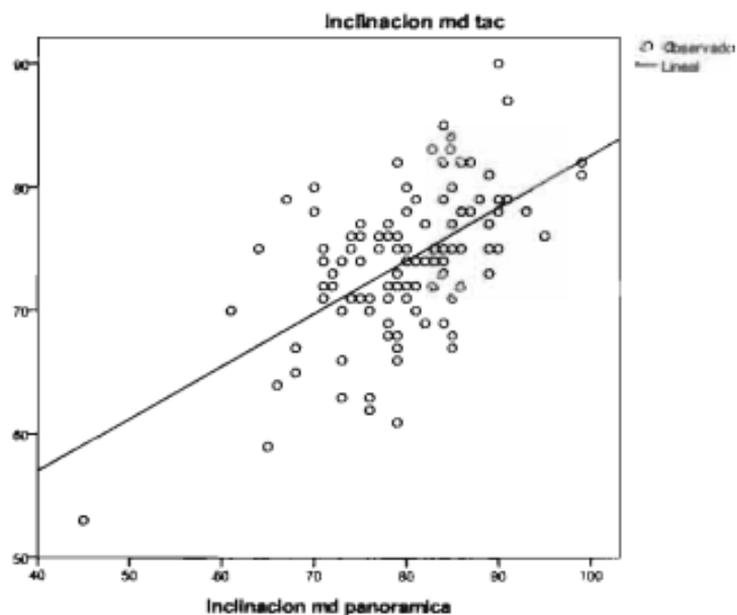
Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
		B	Error tip.	Beta		
1	(Constante)	39,919	4,673		8,542	.000
	inclinación md panorámica	.426	.058	.569	7,331	.000

a. Variable dependiente: inclinación md tac



Anexo no.6

Distribución de datos y ajuste curvilíneo



Fuente: hoja de registro

Fuente: tabla 1