

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Postgrados

**Medición del grado de transportación a nivel apical utilizando la tomografía
computarizada Cone-Beam, para la comparación de los sistemas de
instrumentación rotatoria Twisted File y GT X**

Dra. Ana Cristina Viteri Suárez

Tesis de grado como requisito para la
Obtención del título de Endodoncista

Quito

Mayo 2010

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Postgrados

HOJA DE APROBACION DE TESIS

**Medición del grado de transportación a nivel apical utilizando la tomografía
computarizada Cone-Beam, para la comparación de los sistemas de
instrumentación rotatoria Twisted File y GT series X**

Ana Cristina Viteri Suárez

Dr. Juan Carlos Izquierdo
Director de Tesis y Coordinador
del Postgrado de Endodoncia

Dra. María Fernanda Mora
Miembro del Comité de Tesis

Dra. Silvana Terán
Miembro del Comité de Tesis

Dra. Raquel Guillén
Miembro del Comité de Tesis

Dr. Enrique Noboa
Decano del Colegio de Ciencias
De la Salud

Victor Viteri Breedy, PhD.
Decano del Colegio de Postgrados

Quito, Mayo del 2010.

Dedicatoria:

Para mi hijo, mi príncipe chiquito, quien con su carita de ternura llenó todos los instantes en los que no pude estar junto a él.

Para mi esposo, por tanta paciencia, comprensión y ayuda.

Para ustedes mis padres, por tanto amor, por tanta entrega y sobre todo por tanta confianza en mí.

Para mis hermanos, cómplices de travesuras e instantes inolvidables.

Para ti Tía María, por tanta fe, por el cariño y el apoyo durante toda mi vida.

Y para mi abuelita linda, por ese amor que me diste siempre y que logras transmitir aunque ya no estés cerca.

Agradecimientos:

Mi más sincero agradecimiento a:

Dr. Juan Carlos Izquierdo por su tutoría, su preocupación y confianza.

Dra. Anita Armas por su ayuda y comprensión.

Dra. Ana Corina Cisneros por su apoyo constante, su dedicación y cariño.

A todos y cada uno de mis profesores, quienes con sus enseñanzas, lograron implantar en mí, el deseo que ser mejor cada día.

A mi compañera de postgrado Patricia Sánchez, por tantas y tantas horas de alegría, de compañerismo y de amistad.

A Sybron Endo Internacional, por su donación de los instrumentos Twisted Files, utilizados en esta investigación.

Al Centro de Imagen Especializada, por su profesionalismo y Calidad Humana.

Resumen

La preparación ideal para el sistema de conductos radiculares tiene como norma el tener una conicidad cónica progresiva, que preserve el foramen apical y la curvatura original del conducto sin producir ningún tipo de transportación.

Dentro del tratamiento endodóncico las transportaciones son frecuentes, a pesar de la utilización de nuevos instrumentos basados en la aleación de níquel titanio.

Hoy en día existen dos tipos de instrumentos rotatorios, basados en dicha aleación que forman parte de la cuarta generación de limas de níquel titanio, los instrumentos GT series X y las limas Twisted Files.

Esta investigación está basada en un estudio comparativo de dichos instrumentos rotatorios mediante la Tomografía Computarizada Cone Beam, la misma que representa un nuevo enfoque en el diagnóstico odontológico.

Mediante trazados exactos obtenidos de cortes de raíces previamente estandarizadas y de un análisis estadístico exhaustivo, se logrará demostrar el índice de transportación de los instrumentos rotatorios GT series X y Twisted Files, para compararlos entre sí.

Abstract

The ideal preparation for the radicular system of canals, has like a norm having progressive and a certain conicity, this preserves the apical foramen and the original curvature of the canal without producing any type of transportation.

Within the endodontic treatment the transportations are frequent, in spite of the use of new instruments based on the nickel titanium alloy. Now a days, two types of rotatory instruments exist, based on this alloy, and they are part of the fourth generation of nickel titanium rotary files, In this study we are going to compare two of this instruments, the GT series X and Twisted Files.

This investigation is based on a comparative study of these rotatory instruments by means of the Computerized Tomography Cone Beam, the same that represents a new approach in the odontological diagnosis. By means of drawing up exact cuts from previously standardized roots and of an exhaustive statistic analysis, it will be managed to demonstrate to the index of transportation of rotatory instruments GT series X and Twisted Files, to compare them to each other.

Tabla de contenido

1.- 2					Introducción
2.- 9			Marco		Teórico
	2.2 9	Aleaciones	de	Níquel	Titanio
	2.3 15		Tomografía		Computariza
	2.4 19	Sistema	Rotatorio	Twisted	Files
24	2.5	Sistema Rotatorio GTX			
	2.6 28	Transportación	de los	conductos	radiculares
3.-Objetivos 32					
	3.1 32		Objetivos		Generales
	3.2 32		Objetivos		Específicos
4.- 33					Hipótesis:
5.- 33		Materiales		y	métodos
	5.1 33	Tipo		de	estudio
	5.2 34				Muestra

5.3 34	Criterios	de	inclusión
5.4 35	Criterios	de	exclusión
5.5 35			Metodología
6. 42			Resultados
7. 61			Discusión
8. Conclusión 67			
9. Bibliografía 69			

Anexos:

1. Mediciones de ángulo y radio de curvatura
2. Mediciones de curvatura interna, externa, diámetro del conducto radicular, mediante cortes axiales de tomografía computarizada Cone Beam.

Lista de Figuras:

1. Figura 1 Diagrama para los instrumentos Twisted Files
2. Figura 2 Diagrama para los instrumentos GT series X
3. Figura 3 Diagrama para ángulo de curvatura
4. Figura 4 Visualización 3D Tomografía Computarizada
5. Figura 5 Corte Tangencial Tomografía Computarizada
6. Figura 6 Vista Panorámica Tomografía Computarizada
7. Figura 7 Corte axial Tomografía Computarizada

8. Figura 8	Corte a los 5mm apicales Tomografía Computarizada
9. Figura 9	Diagrama de mediciones de curvaturas
10. Figura 10	Gráfico de densidad
11. Figura 11	Tabla de estudio de mediana
12. Figura 12	Cuadro de estadística descriptiva
13. Figura 13	Curva ROC empírica
14. Figura 14	Cuadro de distribución empírica
15. Figura 15	Cuadro de distribución empírica para radio céntrico
16. Figura 16	Cuadro de estimación de densidad
17. Figura 17	Cuadro para la estadística descriptiva
18. Figura 18	Cuadro para la estadística descriptiva II
19. Figura 19	Curva ROC Empírica
20. Figura 20	Intervalos de transportación
21. Figura 21	Intervalos de radio céntrico
22. Figura 22	Prueba para igualdad de medias
23. Figura 23	Prueba U Mann Witney
24. Figura 24	Diagrama de dispersión
25. Figura 25	Representación de modelo lineal
26. Figura 26	Tabla de resultados

1. Introducción:

El objetivo principal de la preparación mecánica del conducto radicular, es el remover el tejido orgánico e inorgánico del conducto radicular para así, darle la forma necesaria y ayudar a una efectiva desinfección y obturación de este. Para Schildler en 1974, lo más importante para una preparación ideal, es que esta tenga una conicidad progresiva y que se preserve tanto el foramen apical, como las curvaturas originales de cada raíz (1) (4) (15).

En los conductos curvos la parte apical es un reto en cuanto a la preparación se refiere, es por esta razón que se ha venido buscando instrumentos efectivos que posean características que permitan una preparación del conducto sin deformaciones, escalones, perforaciones o desgarros. (4) (15)

Uno de los métodos más usados para evitar fallas en la instrumentación y en la toma de la longitud de trabajo es la patencia, pero este método al ser mal manejado puede producir transportaciones, desgarros o escalones. La patencia se basa en un método donde lo importante es mantener la porción apical sin barrillo dentinario, tejido infectado, o restos de pulpa mediante el paso de una lima de un calibre pequeño hacia el foramen apical. (4) (15)

Cincuenta por ciento de las universidades a nivel mundial, no utilizan la patentización, ya que alegan que involucra una consecuencia biológica al ocasionar una sobre instrumentación del foramen apical, daños en los tejidos periodontales,

extrucción de dentina y material contaminado lo cual conlleva a ocasionar dolor postoperatorio. (15)

Entre los elementos que hoy en día se encuentran en el mercado están los de acero inoxidable, los de aluminio y los de aleaciones de varios metales, siendo el más usado el de la aleación de níquel-titanio. Los instrumentos como el acero no cuentan con la capacidad de ser flexibles y ante esta cualidad son los causantes de deformar la forma anatómica original del conducto radicular y de causar alteraciones como perforaciones, transportaciones y pérdida en la longitud de trabajo. (1) (4) (9)

Es por esta razón, que desde el año de 1975 Civjan, sugirió el uso de las limas de níquel titanio a causa de su mayor biocompatibilidad, menor corrosión, superelasticidad y mayor resistencia así como también la disminución de transportaciones y perforaciones sobretodo en conductos curvos. Por otro lado, estos instrumentos al ser utilizados, proporcionan una ampliación más cónica y grande que permite una mejor irrigación y eliminación de restos infectados dentro del sistema de conductos radicular. (4) (9) (12) (10)

La preparación ideal para el sistema de conductos radiculares tiene como norma el tener una conicidad cónica progresiva, que preserve el foramen apical y la curvatura original del conducto sin producir ningún tipo de transportación. (2) (4)

Mientras la curvatura del conducto radicular avanza, se hace mucho más difícil el mantener la forma original del mismo especialmente cerca del foramen apical. (1) (4) Por esta razón, desde hace una década se han venido usando instrumentos elaborados con níquel titanio, los cuales preparan a los conductos de una manera centrada con su propio eje ocasionando menores desviaciones comparándolos con instrumentos manuales (8)

Por otro lado en un estudio elaborado por Foschi y Prati en el 2004, los instrumentos con menor área de trabajo con respecto al conducto radicular son los instrumentos de níquel titanio, donde un 49% de la superficie de los conductos curvos son instrumentados y el resto permanece sin ser preparado. (8) (9) (10)

Muchos de los problemas que surgen durante el tratamiento endodóncico se podrían atribuir directamente a una falta de conocimiento de la morfología de los conductos radiculares. Es importante analizar antes de comenzar el tratamiento, en el número de conductos posibles que se van a trabajar, su localización y su morfología. El sistema de conductos radiculares es muy complejo y puede ramificarse, dividirse y volver a unirse, así como presentar varios forámenes y foraminas. (8) (9) (10)

Vertucci en 1984 describió ocho configuraciones diferentes del espacio pulpar de un mismo diente, y desde entonces se han añadido nuevas configuraciones. Es imprescindible saber de la existencia de conductos laterales, accesorios,

secundarios, recurrentes y deltas apicales, para determinar una propia idea de la compleja anatomía del sistema de conductos radiculares. (8) (9) (10)

El desconocimiento de la anatomía interna dental nos pueden llevar a problemas operatorio, clínicos como son la formación de escalones y transportaciones, mismo que se verán afectados directamente con el pronóstico del tratamiento.

De acuerdo al glosario de la Academia Americana de endodoncistas, AAE, la trasportación es "la remoción de la estructura de las paredes del canal radicular en la parte externa de la curvatura, de la parte apical del canal dado por la capacidad de las limas para volver a su posición original, durante la instrumentación, lo cual conlleva a formar escalones y posibles perforaciones" (17)

Como consecuencias de esto, tenemos: daño del foramen apical, formación de codos, escalones, perforaciones, y desgarros. (17) (18) Dentro de los problemas que se presentan, no solamente están las transportaciones, sino las diversas fallas en la instrumentación, lo que está directamente relacionado a fallas en el acceso, en el tipo de instrumento utilizado, en escasa visualización radiográfica, o en una pobre técnica de instrumentación. (17)

La anatomía del conducto radicular es variable y sus cambios pueden comenzar en diversos tercios de la raíz, y presentar conductos accesorios, laterales

o deltas apicales. Este tipo de variaciones marca la diferencia morfológica entre un mismo tipo de diente, aunque pueda existir estadísticas sobre la morfología de cada diente. (3) (4) (15)

En el momento de la formación y desarrollo dentario se dan distintas modificaciones en la región apical, esta zona está influenciada desde la erupción dentaria hasta que se haya completado la formación radicular.

Pucci y Reig en 1944, clasificaron ciertas características en la zona apical, como la presencia de deltas apicales, los cuales están formados por la deposición apical de cemento y dentina, dado por el cambio metabólico, donde las células son sustituidas por fibras que reducen la cantidad de vasos sanguíneos. (37)

Una de las investigaciones claves para la descripción de la zona apical es la de Kuttler en 1955, el autor basa sus teorías en la influencia de la edad en la anatomía de la zona apical. (37) (15)

El sistema de conductos radiculares es muy complejo ya que ocupa un espacio tridimensional con múltiples foraminas, canales accesorios y variaciones en su anatomía según el diente. (15)

Existen tres puntos importantes dentro del tercio apical que deben ser considerados, la constricción apical, unión cemento dentina y el foramen apical. (3) (12). La constricción apical es la parte del conducto radicular de menor diámetro, y

además es el punto hasta donde se efectúa el diseño, conformación, desinfección y obturación del conducto radicular. Es en este lugar donde se da un estrangulamiento de los vasos sanguíneos y donde si el tratamiento no es tolerado por el paciente, causa dolor e inflamación. (3) (12)

La unión cemento dentina conducto es un punto donde el cemento se une con la dentina, y también donde termina el tejido pulpar y comienza el tejido periodontal. (4)

La localización de la unión cemento dentina es muy variable, suele estar a 1mm del foramen apical. Desde la constricción apical el conducto se ensancha mientras se acerca al foramen apical. El foramen apical es de diversas formas, por ejemplo, circular o de embudo. Dicho foramen se diferencia entre la terminación del conducto cementario y la superficie exterior de la raíz. El foramen apical no se lo encuentra normalmente en el ápice anatómico sino que está desplazado de 0.5mm a 3mm. En los ancianos esta variación es mayor aún a causa de aposición de cemento. (4)

Es importante saber que las alteraciones anatómicas pueden ser consecuencia de procesos patológicos, donde estos cambios se dan durante la inflamación del tejido pulpar y mediante una estimulación de células específicas logran cambiar la anatomía del conducto radicular. (37)

La importancia del conocimiento de la anatomía es fundamental para lograr una buena preparación del conducto. Dentro de esta preparación se utilizan diversos irrigantes así como también múltiples instrumentos para lograr una desinfección del sistema de conductos radiculares. El propósito es mantener intacta la anatomía apical durante la instrumentación. (37)

En cuanto a los instrumentos utilizados para la preparación del sistema de conductos radiculares, existen varias clases con diversas formas y e diversos materiales. Los instrumentos que provienen de la aleación de níquel titanio, han sido estudiados desde 1960 en el laboratorio de Archillería de la Marina Americana. El primer uso del Nitinol dentro de la Odontología, fue dado en la Ortodoncia, ya que los alambres creados bajo este nuevo material permitían un movimiento dental más suave. Pero es en 1988 cuando Walia introdujo al Níquel Titanio para uso endodóncico, donde al crearse estos nuevos instrumentos, se introducía una nueva generación de limas con características importantes como la memoria de forma, y la baja fuerza de deflexión. (37)

Este estudio enfocará el comportamiento de los instrumentos de níquel titanio con diversos métodos de diagnóstico. Existen métodos de diagnóstico como la radiografía digital que han sido usados durante mucho tiempo para efectuar el tratamiento endodóncico dando como resultado un estudio que está enfocado a brindar una imagen en dos dimensiones de la anatomía del sistema de conductos radiculares. Sin embargo este tipo de tomas radiográficas tiene un alto grado de

limitaciones comparado a lo que hoy en día se ha venido manejando dentro de la Medicina y la Odontología. El nuevo estudio está basado en el uso de la tomografía computarizada Cone Beam, la misma que nos brinda la facilidad de contar con imágenes del diente en tres dimensiones (3) (4) (15)

2. Marco Teórico

2.1 Aleaciones de níquel titanio

Los instrumentos endodóncicos fueron creados primeramente de acero inoxidable, para luego dar un enfoque diferente introduciendo el uso de una aleación entre dos metales, el níquel y el titanio. Estos nuevos instrumentos fueron creados por la necesidad de obtener un elemento capaz de tener mayor flexibilidad y elasticidad para trabajar en el sistema de conductos radiculares, en especial en los conductos con un grado de curvatura alto, y además de que sean capaces de no cambiar la morfología original del conducto como es el caso de las transportaciones de los conductos radiculares. (28) Sin embargo, a pesar de todas las cualidades de esta aleación, los instrumentos de este tipo de aleación en especial los de los sistemas rotatorios poseen un mayor índice de fractura que los de acero inoxidable. (Barbakow & Lutz1997). (30).

Según Ruddle en el 2002, entre las razones para la separación de la masa de estos instrumentos, están las diversas morfologías de los conductos radiculares, curvas de grados muy altos, dilaceraciones, calcificaciones, y el mal manejo de los instrumentos por medio del operador. (28) (30) (32)

Para Sattapan en el 2000, los instrumentos de níquel titanio tienen dos mecanismos de fractura, el primero es la fractura torsional y el segundo la fractura flexural. (29) (30) (34)

Los instrumentos pequeños con frecuencia se entorchan en áreas estrechas a lo que se denomina en inglés taper lock, o traducido, conicidad bloqueada. Para que se dé una fractura es necesario que se exceda los límites torsionales y por otro lado la continua rotación en conductos sin tanta curva hace que el instrumento se estire en cada rotación, resultando así en una compresión y elongación cíclica, lo que produce la fatiga del metal. Este tipo de fractura se produce en cualquier segmento de la lima, mientras que la de la conicidad bloqueada casi siempre se da en la punta del instrumento. A este tipo de fractura se la denomina fractura torsional. (30) (32) (34)

Para Ruddle en el 2002, la manera de evitar la fatiga cíclica de los instrumentos es limitar el uso de estos a 10 veces por conducto así como también el tiempo entre 10 a 20 segundos dentro del conducto.(29) (30) por otro lado, se han venido diseñando nuevos instrumentos con menor masa que entra en contacto con el conducto, con mayor flexibilidad, y con ángulos menos agudos para prevenir la fatiga

cíclica, además los motores para el sistema rotatorio poseen un sistema de torque controlado, que evita también la fractura del instrumento.(30) (34)

Dentro de los motores utilizados para el manejo de los instrumento NiTi, el mercado ofrece motores con velocidades entre 150 rpm y 700 rpm y de torques entre 0.1 y 10 n.cm. El torque debe ser menor que el límite de resistencia a la fractura por torsión del instrumento, pero es importante saber que cada conducto posee sus propias características y variantes anatómicas, por lo que el manejo del torque no debe ser el recomendado por los fabricantes ya que estos no consideran la morfología del conducto, su irrigación y su lubricación. (44)

El estrés de flexión es un concepto que se basa en la repetición alternada de los ciclos de tensión y compresión sobre un punto del instrumento cuando este gira en un conducto radicular curvo. Por esta razón mientras menor es la conicidad del instrumento, este podrá soportar mejor el estrés de flexión. Este estrés está directamente relacionado con la curvatura de los conductos, con el diámetro del instrumento y con la velocidad de rotación, las mismas características que influyen en la vida útil del instrumento. (44)

El estrés de flexión depende del radio de curvatura, siendo este, el punto de mayor incidencia para la fractura del instrumento, pues al menor radio de curvatura mayor será su fatiga cíclica. Otro punto a considerar es la velocidad y el tiempo, ya que a mayor velocidad y a mayor tiempo de uso del instrumento, se aumenta la fatiga

cíclica. Además la rotación en un solo sitio de la curvatura debe ser eliminada a causa de que esta rotación está directamente relacionada con la fatiga del instrumento y por ende su fractura (44).

Según Otsuka y Wayman en 1998, otra característica de estos instrumentos es la superelasticidad , la misma que se asocia con la fase de transformación de la aleación mediante la aplicación de estrés en un nivel crítico, y es en esta fase donde la temperatura ambiente está sobre la temperatura final austenítica del material. En el momento de aplicar este estrés y relajarlo, se da la transformación a la fase martensítica. Es en este momento cuando el instrumento llega a su forma y tamaño original. A esta facultad se la denomina elasticidad. (28) (29) (32).

Mediante la identificación de todas estas características las aleaciones de níquel titanio constan de dos facultades importantes; la superelasticidad y la memoria de forma. Estas dos facultades están determinadas por los cambios de las fases martensítica y austenítica mediante la aplicación de estrés y cambios de temperatura. (27) (28) (29)

El efecto de memoria de forma es un concepto que está relacionado directamente con el cambio en la fase de estado sólido de la aleación, es decir de su transformación martensítica, la misma que puede darse al aplicar tensión o al reducir la temperatura. (27) (28) (29) (44)

La transformación martensítica está dada desde un estado cristalino de alta simetría llamado austenita o fase matriz, en este momento los átomos se mueven por un mecanismo de cizallamiento y se re posicionan en una nueva estructura mucho más estable. En el caso de la fase martensítica la estabilidad está dada en bajas temperaturas y valores altos de tensión, en cambio para la fase austenítica la estabilidad se obtiene con altas temperaturas y bajos valores de tensión. (27) (28) (29) (44)

Las aleaciones NiTi pueden ser programadas según lo explica Leonardo en 2009, seleccionando su composición química y haciendo tratamientos termomecánicos para que no sean necesarios los cambios térmicos del instrumento y así, este recupere su estado original, sino que solo sea necesario el retiro de la tensión. Esta facultad de los instrumentos NiTi, está dada por efecto de memoria de forma, el mismo que posee la capacidad de recuperar grandes deformaciones mediante el incremento de temperatura en solo unos pocos grados. (27) (28) (29) (44)

El diseño y las características morfológicas de los instrumentos rotatorios NiTi son muy importantes para tener un buen manejo de estos dentro de la endodoncia, es por eso que es básico revisar algunos conceptos que ayudarán a entender el funcionamiento individual de cada instrumento. La sección transversal es una figura geométrica obtenida mediante un corte perpendicular del instrumento, esto será una

característica clave para diferenciar un instrumento de otro. La porción activa del instrumento es el área del mismo que tiene la capacidad de cortar dentro del conducto radicular. (44)

La conicidad está catalogada como un incremento en el diámetro desde D0 hasta D16. Esto está expresado en mm/mm. La superficie radial del instrumento es el área del mismo que toma contacto con la pared del conducto, este contacto determina la fuerza de abrasión, la misma que está directamente asociada con la fatiga del instrumento y por ende con su fractura. Por esta razón es que algunos fabricantes crearon zonas de alivio de abrasión para dar más seguridad al instrumento. (44)

El ángulo helicoidal es el formado entre la superficie cortante y el eje mayor del instrumento, cuanto mayor es este ángulo, mayor es su número de estrías dentro del área, eso aumenta su flexibilidad, sus puntos de contacto y eficacia de corte y la posible fractura. El diseño de la punta se basa en tres tipos determinantes como lo son las puntas activas, las inactivas y las parcialmente activas. Estos diseños influyen en la rigidez, flexibilidad y la capacidad de permanecer dentro del eje mayor del conducto. (44)

Por otro lado, la distancia entre las estrías o dientes cortantes del instrumento es llamada pitch, esta distancia puede ser variable o constante. Cabe recalcar que la manera en la que el instrumento ha sido fabricado, por torsión o maquinado, o si

fueron procesadas mediante pulimiento químico, son características importante para que este posea o no microfisuras donde se concentra el estrés y puede dar como resultado la fractura del instrumento dentro del conducto radicular. (44) (27) (28) (29)

Herbert Schilder en 1974 estableció los objetivos mecánicos para determinar la configuración apropiada de una cavidad endodóncica para la obturación. Estos son cinco objetivos que hoy en día son aplicados para la instrumentación mecánica. (44)

1. Establecer una forma cónica de estrechamiento continuo.
2. Hacer que el diámetro del conducto radicular sea cada vez menor en dirección al ápice del conducto.
3. Hacer una preparación cónica continua, análoga a la forma anatómica original y tridimensional del conducto radicular.
4. El foramen apical debe permanecer en su forma espacial original, sin transportación externa e interna.
5. Es importante mantener el foramen apical lo más pequeño posible.

2.2 Tomografía computarizada

Desde el siglo XXI la tomografía computarizada Cone-Beam ha sido un "boom" dentro de la odontología, esta proporciona una imagen tridimensional con baja exposición a la radiación a comparación con la tomografía convencional de uso

médico, que requiere de un tiempo mucho mayor de exposición así como también altas dosis de radiación. (9) (19) (21)

La tomografía computarizada Cone-Beam adquiere imágenes volumétricas, con una alta resolución y además tiene la capacidad de lograr una rotación de 360 grados, como en una radiografía panorámica, más la diferencia está dada en los resultados de la imagen que proporciona el tomógrafo Cone-Beam ya que adquiere imágenes en tres dimensiones mientras que el equipo panorámico da como resultado imágenes en dos dimensiones. (22)

En el año 2000, la FDA aprobó el uso del tomógrafo computarizado Cone-Beam dentro de la Odontología en Estados Unidos, donde desde esa fecha se ha venido utilizando para medir el grosor del esmalte en dientes, las características de los materiales dentales, la cantidad y grosor óseo, la morfología de los conductos radiculares, las múltiples patologías periodontales y endodóncicas, así como también, la posibilidad de evaluar fracturas dentales, reabsorciones internas y externas, estudios implatológicos y ortodóncicos, y también la posibilidad de mejorar planeamientos dentro de los diversos tratamientos ante patologías existentes .(19) (21) (22)

El tomógrafo computarizado de uso médico consta de un tubo de rayos X. con un enfocador pequeño, además posee un sistema detector de imágenes con cristales semiconductores y tiene una resolución de 70 x 70 μm . Por otro lado, existe un micro tomógrafo, pero a causa de su precisión son necesarias 6 horas por diente

para lograr estudiarlo y además estos aparatos son muy costosos y difíciles de encontrar en nuestro país. (8) (9)

Por otro lado el tomógrafo computarizado Cone-Beam funciona con un tubo generador de rayos X y un panel plano detector de estos instalado en el lado opuesto del tubo que genera los rayos, luego de que se adquiere la imagen dentro del sistema, esta es detectada por un programa de computadora que es capaz de reconstruir las imágenes que son grabadas anteriormente en el sistema como diversos cortes de determinada imagen, para así, finalmente exponernos y visualizarlos en un software determinado que cada tomógrafo posee. (38)

En cuanto a los estudios efectuados para la instrumentación de los conductos radiculares, la tomografía computarizada se ha usado desde 1996 y su uso fue descrito por Gambill quien introdujo el método, que es efectivo para el uso endodóncico causa de su nitidez y capacidad de presentarnos un estudio completo en tres dimensiones de cada conducto radicular.(3) (7)

La tomografía computarizada es un método que no es invasivo, es por esto que nos permite observar resultados tanto antes, durante y después de la instrumentación de los conductos radiculares, sin ocasionar ningún cambio a la muestra original. (3) (7)

Dentro de los tratamientos endodóncicos, el uso de la tomografía computarizada da un 34% de incremento en la efectividad para diagnosticar las lesiones. Este estudio fue elaborado por Kenneth y Dula en el 2008 (19), donde se ve facilitado el diagnóstico no solo por la capacidad de obtener imágenes en tres dimensiones, sino que también por el hecho de eliminar todo tipo de imágenes sobrepuestas y además la posibilidad de elaborar un estudio de la densidad del tejido en todos los planos posibles y en diversas profundidades.

En el caso de la diferenciación entre quistes periapicales y granulomas, este método de diagnóstico es de gran ayuda ya que por su capacidad de medición para la densidad y volumen nos permite observar cuanta cantidad de tejido sólido, líquido, semisólido y vacío se encuentran en las lesiones y si estas están limitadas o no por una capa de epitelio. De esta manera es posible planificar el tratamiento pensando en un tratamiento invasivo quirúrgico o no. (19) (20) (21).

“La información para el diagnóstico está directamente influenciada, por las decisiones clínicas. Los datos certeros conllevan a una mejor planificación del tratamiento y potencialmente un mejor éxito” (Taylor, Cotton, Geisler, Holden, Schwartz y Schidler. 2007) (22)

En nuestro país son pocos los tomógrafos computarizados Cone-Beam, esto se da por el costo alto de estos aparatos que van desde 150.000 dólares hasta unos 400.000 dólares, además de la necesidad de un entrenamiento extenso, para poder

diagnosticar mediante este método ya que un odontólogo basa su educación radiológica en los métodos radiológicos convencionales, que daban como resultado imágenes limitadas. (22) Por esta razón Nair en 2007, recomienda que el odontólogo se enfoque al estudio de estructuras y áreas en las que está totalmente familiarizado para prevenir fallas diagnósticas. (22)

2.3 Sistema rotatorio Twisted File



Fig.1. Mounce R. 2008.

El sistema de instrumentación rotatoria Twisted File (Fig. 1) fue diseñado por el Ing. Gary Gardner, el Dr. Richard Mounce, y el Dr. Gianluca Gambarini. Este es comercializado por la compañía SybronEndo (Orange CA, USA) y constituye una nueva propuesta para el uso endodóncico. Este sistema enfatiza la cualidad de la aleación de níquel titanio, como lo es la superelasticidad del metal, para así rotando en material llegar a obtener la torsión deseada.

Hasta que el metal llegue a su torsión ideal este se encuentra en la fase austenítica, pero cuando llega a su deformación plástica, este material entra en la fase martensítica. Este procedimiento se llega a efectuar con cambios de temperatura antes, durante y después de que la lima sea torcida. (4) (58) (62)

Estos cambios bruscos de temperatura entre enfriamiento y calentamiento conllevan a esta aleación a llegar a la fase R, donde su estructura cristalina permite al níquel titanio que sea capaz de ser girado sin fracturarse. (59) (61)

Con esta nueva tecnología es posible optimizar la estructura molecular y las propiedades del níquel titanio, además de que modificando su estructura cristalina se logra maximizar la flexibilidad y resistencia a la fractura. Por otro lado, reduce la fatiga cíclica y le proporciona mayor dureza a la superficie de la lima. (46) (47) (48)

Una vez que la Twisted File es calentada y enfriada de nuevo, se mantiene su forma y la aleación es capaz de volver a su estructura cristalina de la fase austenítica. (46) (47) (48)

En el caso de las limas creadas con una tecnología antigua, donde el vástago de metal es seccionado con ligeros cortes dentro de la fase cristalina austenítica, el resultado de esto son microfracturas presentes en todo el eje longitudinal del vástago metálico, lo que conlleva a una mayor capacidad de fractura. (46) (47) (48)

El proceso de fabricación de las Twisted Files, consta de seis etapas: (49)

1. El espécimen en bruto compuesto por 51% de átomos atómicos de Níquel y 49 % de átomos atómicos de Titanio, esto más 0.25% de Oxígeno, Hidrógeno y Carbono. Esta aleación se prepara en un proceso metalúrgico. Este proceso proporciona un control exacto de la transición de temperatura. El polvo es compactado bajo alta presión y temperatura, y en este momento donde se da una unión entre metales y se remueve su porosidad. Luego este material es extruido hacia un molde NiTi.(49)
2. En esta etapa es donde se da al material una forma triangular y las limas son llevadas a una temperatura de 500C° durante tres minutos. Luego cada lima es enfriada por veinte minutos a una temperatura ambiente.
3. La lima ya puede ser deformada plásticamente y permanecer en dicha forma.
4. En este momento es donde se ejerce la torsión necesaria para crear la lima.
5. Se calienta la lima a 507C° durante tres minutos para luego sumergirla en agua la misma que está a temperatura ambiente.
6. La lima es llevada a un baño de sal a 68-70 F° durante largo tiempo.(47)

El sistema básico de las Twisted Files se presentan con limas de punta 25 con conicidades de 12, 10, 08, 06, y 04, tanto para longitudes de 23mm como para

27mm. Además existen limas de punta 30, 35 y 40 de .06, .06 y .04 de conicidad respectivamente.(47)

La distancia entre las estrías de corte varía de acuerdo a las conicidades. La lima es fabricada de una sola pieza de níquel titanio con lo que se eliminan los movimientos excéntricos durante la rotación. La lima TF es triangular en su sección transversal y son variables el ancho y la profundidad de las estrías de corte así como el ángulo helicoidal. . (46) (47) (48)

Dentro de las recomendaciones de uso de las limas TF, descrito en el protocolo de instrumentación del Dr. Richard Mounce, existen dos maneras de instrumentar conductos:

1. Técnica corono apical donde la lima TF es usada en orden decreciente de conicidad, .12, .10, .08, .06 y .04, y en muchos de los casos se requerirán más de 2 limas TF.
2. Técnica de un solo instrumento: Esta no es posible en todas las raíces, pero en la mayoría de las anatomías es posible utilizar esta técnica, donde esta lima es llevada a la longitud de trabajo.

Los principios sugeridos por el Dr. Mounce para utilizar la lima TF independientemente de la técnica empleada son: (46) (47) (48)

1. Dientes vitales: Estas limas pueden ser usadas con una solución viscosa de EDTA (File Eze, ULTRADENT, South Jordan, UT, USA). El EDTA suspende el tejido, previene el empaquetamiento de residuos en el tercio apical. Es importante recapitular siempre con un instrumento manual e irrigar.(46) (47) (48)
2. Antes de utilizar una lima TF el conducto debe haber sido instrumentado por lo menos a una lima # 15 manual. La lima TF no se utiliza para localizar el conducto.

La TF debe ser siempre utilizada con aislamiento de dique de goma y de constante irrigación. (46) (47) (48)

3. Antes del acceso coronal se debe obtener una longitud tentativa del conducto la longitud de trabajo deberá ser calculada antes del acceso para alertar al clínico de la longitud a la que debe trabajar. Luego al negociar el conducto de manera manual se debe tomar la longitud con un localizador de ápices. Finalmente se sigue la secuencia de la instrumentación con las limas # 25 TF. (46) (47) (48)
4. Algunos conductos presentan la posibilidad de ser instrumentados solo con el uso de una sola lima TF, esto con la condición de que esta llegue a la longitud

de trabajo deseada, sino es importante seguir con la siguiente lima TF .(46)

(47) (48)

Para Hyon y Ji en el 2010, los nuevos métodos de fabricación de las limas de níquel titanio en los cuales se usa un proceso de doblamiento del instrumento, son los responsables de lograr un mayor resistencia a la fatiga cíclica. Sin embargo se debe considerar que dentro del acabado final está el electropulimento de la lima, lo cual es utilizado para crear una superficie lisa del instrumento, este proceso es el causante de que los instrumentos pierdan sus cualidades. Según Herold en 2009, este procedimiento está destinado a evitar microfracturas que afectan a la resistencia de la fatiga cíclica, y evitar la presencia un estrés residual, el mismo que permanece en la periferie del instrumento afectando directamente en la fase martenítica de la aleación. Como resultado final del electropulimento tenemos una superficie alisada, una capa de óxido amorfo que no presenta defectos cristalinos. Además se elimina el estrés residual. Este procedimiento es evitado en las limas TF, lo que proporciona un menor índice de fractura y mejor calidad en el corte. (50) (67) (63)

2.4 Sistema rotatorio GT series X

Las primeras limas rotatorias fueron diseñadas por el Dr. Stephen Buchanan en 1994, y comercializadas por Tulsa dental. USA. Quienes incorporaron en el diseño quien incorpora en el diseño un perfil de sección en forma de U para estos

instrumentos a quienes los nombró sistema de limas rotatorias GT. Estos instrumentos fueron creados primero por un juego de 4 limas manuales y luego con las limas rotatorias. Estas limas tienen cuatro conicidades, 0.6, 0.8, 0.10 y 0.12, con un diámetro máximo de la parte cortante de 1mm. Esto disminuía la longitud de las espiras cortantes y aumentaba la conicidad, además tenía una distancia entre espiras variables, el diámetro apical del instrumento era de 0,2mm. Las puntas de los instrumentos eran no cortantes y redondeadas. (4) (65)

Posteriormente en el año 2007 el Dr. Stephen Buchanan modificó al sistema GT, para crear un nuevo sistema llamado GT series X (Fig 2), estas limas fueron modificadas con una tecnología nueva llamada M Wire (Tulsa ok, Denstply Tulsa Specialties 2007), donde mediante un proceso complejo de termociclado se modifica la aleación para disminuir el porcentaje de la fatiga cíclica. (65) (67)

Estos instrumentos poseen superficies radiales variables, donde los instrumentos que ingresarán primero al conducto radicular posee superficies radiales más anchas para mayor seguridad en el contacto con curvaturas, mientras que cuando ya se ha logrado trabajar los sectores de mayor curvatura, estos instrumentos poseen zonas radiales más angostas para mayor flexibilidad y menor distorsión de la superficie del conducto. (15) Por otro lado poseen un pitch mayor así como sus ángulos helicoidales. El diámetro de todas las limas en toda su longitud, no sobrepasa 1mm. (15)

Este nuevo procedimiento de M.Wire (Sportswire LLC, Langley, OK), está diseñado para disminuir la cantidad de instrumentos utilizados en el tratamiento endodóncico, además su diseño aumenta la capacidad de eliminar debris y de disminuir el número de ciclos necesarios para la preparación del conducto radicular. (54)(15) (52)

Según Kramkowski T, y Bahcall J en una investigación elaborada en el 2009, los instrumentos GT de la primera generación presentan ligeramente una mayor resistencia fuerzas torsionales que el sistema GT series X esto dado a causa de que las limas GTX tienen una mayor conicidad. Pero el sistema GT series X tiene una mayor flexibilidad comparado con el sistema antiguo. (54)

Los instrumentos GTX tienen un mayor diámetro comparados con los instrumentos GT a esto se le otorga la capacidad de una mayor eficacia en el corte y además previene el entorchamiento de la lima dentro del conducto radicular. El uso del M-Wire otorga al instrumento una mayor resistencia a la fatiga flexural ya que este utiliza un tratamiento termomecánico para su fabricación.(52) (66) (62)

El sistema GT series X está dividido en tres grupos principales los de punta 0.20, los de 0.30 y los de 0.40, codificados con los colores ISO para los instrumentos manuales. Amarillo para los de punta 0.20; azul, para los de punta 0.30 y negro para los de punta 0.40. Existen dos instrumentos 0.20 con conicidades de 0.04 y 0.06,

para los instrumentos 0.30 existen tres instrumentos, con conicidad de 0.04, 0.06 y 0.08 y tres instrumentos para los de punta 0.40 de 0.04, 0.06 y 0.08. (15)



Fig 2. Tulsa 2008.

La velocidad de rotación recomendada para las limas GT X es de 300 rpm, y estos instrumentos se los debe utilizar con poca fuerza para evitar su fractura en apical (2) (4), el torque está especificado para cada una de las limas y se recomienda el uso de estas limas siempre con un irrigante para la instrumentación. (15)

En cuanto al protocolo recomendado para el uso de las limas GT series X, elaborado por el Dr. Stephen Buchannan, el primer punto es lograr crear un acceso en línea recta para luego establecer la longitud de trabajo y elaborar patencia con limas 10 o 15 K. Siempre que se negocie el conducto se debe utilizar irrigantes y quelantes recomendados. (54)(15) (52)

En cuanto al corte inicial, es importante comenzar con una lima 20. 06, independientemente del tipo de canal, aplicando una ligera presión hacia apical. La idea es llegar a longitud de trabajo en uno o tres pasos. (54)(15) (52)

Luego del uso de cada lima es importante eliminar debris y limpiar cada instrumento, si la lima no tiene detritus nos indica que el conducto necesita una preparación final con una lima mayor en conicidad y punta. En el caso de raíces pequeñas, se recomienda una conicidad de 06, en cuanto a raíces grandes se recomienda conicidades 08. (54)(15) (52)

2.5 Transportación de los conductos radiculares

El propósito de la preparación mecánica de los conductos radiculares es el remover el tejido orgánico y el debridamiento para así crear una forma determinada para ese canal radicular que nos permita una limpieza efectiva y su obturación óptima. (2) (14)

Según Schafer en 1995 (2), la parte apical de los conductos radiculares curvos es uno de los retos más importantes para la preparación de dicho diente, y por esta razón los instrumentos de acero son los responsables de alteraciones de la anatomía apical a causa de su poca flexibilidad y elasticidad. Dentro de los defectos

provocados por el uso de estos instrumentos tenemos desde formación de escalones hasta perforaciones que conllevan a la pérdida en la longitud de trabajo, según Guelzow en el 2005. (2) (14).

Para Gutmann en el 2007, los principales motivos para la deformación apical son, las fallas en la metodología para precurvar la lima, el uso de instrumentos que poseen calibres muy altos y la rotación de instrumentos en conductos con un radio de curvatura muy elevado. (56) (38)

Uno de los accidentes más comunes dentro de la instrumentación es la transportación interna, esta consiste en la deformación del foramen apical. Esta deformación puede estar dada de dos maneras: La primera que se presenta dentro del conducto original y la segunda que se da afectando a las paredes dentinales. (38)

En la transportación dentro del conducto original, el problema está dado por la pérdida de la longitud de trabajo, ya sea esta por la acumulación de barillo dentinario y falta de irrigación, o por la falta de patentización dentro de la técnica de instrumentación. En este caso, se deja remanente pulpar y tejido necrótico sin ser eliminado, lo que conlleva a un fracaso en el tratamiento endodóncico. (2) (14) (38).

En cuanto a la transportación dentro de las paredes dentinales, esta está dada en determinadas situaciones; en el caso de pérdida de la longitud de trabajo, el

operador puede seguir forzando la lima, para tratar de retomar la vía, y la lima se engancha dentro del barrillo dentinario para luego ir creando una nueva vía, la misma que no es parte del conducto radicular. El problema principal es que esto puede llegar a crear una comunicación con el periodonto y así establecer una perforación, lo que dificultaría el suceso del tratamiento. (2) (14) (38)

El foramen apical debe permanecer lo más pequeño posible, para así lograr un mejor sellado y prevenir la extrusión del material en el momento de la obturación. Además es importante preservar este foramen para prevenir un daño periodontal que sería una causa directa de complicaciones futuras del tratamiento endodóncico. (2) (14) (38)

En cuanto a la manera de prevenir la transportación, Gutmann en su libro "Solución de problemas en Endodoncia" 2007, recomienda tener un extremo cuidado al trabajar con curvaturas de raíces mayores a 20 grados, irrigar constantemente con el protocolo acertado y utilizar frecuentemente recursos radiográfico para comprobar el éxito del tratamiento.(56)

Existen varias maneras de evaluar el grado de transportación, dentro de uno de los primeros estudios está el elaborado por Bramante en 1987, donde mediante el seccionamiento del diente se procedía a medir mecánicamente la transportación. Luego se usaron radiografías donde las limas eran las guías de medición antes y después de la preparación de los conductos radiculares. (2) En el año 2000

Backman y colaboradores utilizaron imágenes radiográficas antes y después de la instrumentación, para que mediante la superposición de imágenes, se lograra medir los grados de transportación presentes en las diversas tomas. (2) (14)

Los últimos estudios elaborados por los investigadores, constan de imágenes digitales y mediciones exactas, no solo en dos dimensiones sino que en tres, como es el caso de estudios evaluados usando sistemas como la tomografía computarizada. (19) (2) (14)

Para Bramante en 1987 todo trabajo que involucre el uso de bloques acrílicos dentro de la investigación no proporciona una realidad clínica del comportamiento de los instrumentos. En cuanto al análisis radiológico, lo importante es saber que la radiografía convencional al solo dar un resultado en dos dimensiones distorsiona el estudio según Sydney en 1991.(14) Por esta razón, hoy en día se aplica los conocimientos que fueron implantados por Schneider desde 1971 donde se recomienda para esta clase de estudios el uso de elementos diagnósticos que nos permitan un resultado en tres dimensiones así como también se debe lograr una estandarización de en cuanto al grado y radio de la curvatura para así sacar una muestra comparable. (14)

Mediante estos puntos podemos medir el grado de transportación que puede estar influenciado por el diseño del instrumento, las propiedades físicas del metal y la

técnica de instrumentación, donde estos datos fueron obtenidos en estudios elaborados por Garip en el 2001 y Kosa en 1999.

Uno de los puntos básicos dentro del buen funcionamiento de los instrumentos según Paque en el 2005, es la capacidad de estos para poder trabajar dentro de los conductos radiculares lo más céntricos posible para así no ocasionar ningún tipo de desviaciones (14).

3. Objetivos

3.1 Objetivo general:

- Establecer a través de la Tomografía Computarizada Cone Beam, el grado de transportación lineal en la instrumentación de conductos radiculares en raíces extraídas utilizando los sistemas rotatorios GTX y Twisted File, en raíces seccionadas con un radio de curvatura entre 15mm (60 grados del ángulo de curvatura) y 8mm (20 grados del ángulo de curvatura).

a. Objetivos específicos:

- Determinar mediante análisis con la tomografía computarizada Cone - Beam a nivel del tercio apical, el grado de transportación lineal presente.
- Evaluar la relación entre mayor curvatura y mayor grado de transportación lineal comparando los dos sistemas de instrumentación rotatoria.

- Evaluar el ángulo céntrico para cada conducto instrumentado en relación a los dos sistemas de instrumentación rotatoria; GT series X y Twisted Files.

4. Hipótesis:

El sistema GT X presenta mayor porcentaje de transportación comparándolo con el sistema rotatorio Twisted File. Además mientras mayor sea la curvatura del conducto, mayor será la transportación apical, así como también mayor será la distorsión del ángulo céntrico en dos sistemas de instrumentación rotatoria .

5. Materiales y métodos

5.1Diseño

Estudio analítico, experimental, de aplicación científica y estadística donde se pretende determinar el grado y frecuencia de transportaciones mediante un estudio de tomografía computarizada Cone Beam que medirá en tres dimensiones y bajo un trazado computarizado el índice exacto de transportación para cada raíz previamente estandarizada para con su media de radio de curvatura, a la vez que efectuará una comparación entre dos sistemas de instrumentación rotatoria para así establecer que

instrumento posee el menor grado de transportación lineal y menor distorsión del ángulo céntrico.

5.2 Muestra

42 raíces seccionadas con un radio de curvatura entre 15mm (60 grados del ángulo de curvatura) y 8mm (20 grados del ángulo de curvatura). Obtenidas de diversos dientes preservados en suero fisiológico. Luego de obtener este número se evaluarán las curvas apicales bajo el método de Schneider para lograr una estandarización en el grado del ángulo curvatura y el radio de este. Por otro lado se efectuará una estandarización de los instrumentos de los dos sistemas rotatorios, buscando las conicidades equitativas y todas las características similares entre ellos, en cuanto a la última lima utilizada. Así como también una estandarización en la cantidad de veces que se usarán los instrumentos, donde es recomendable su uso no más de 8 veces, y a donde a causa de esto se tomará una media de 4 usos para cada instrumento y estos serán utilizados en varios dientes y reportados esquemáticamente.

5.3 Criterios de inclusión

Serán consideradas raíces de dientes humanos que posean el ángulo y radio de curvatura estandarizado por el método de Schneider. Además que hayan sido preservadas en suero fisiológico luego de la extracción dental.

5.4 Criterios de exclusión

Entre los criterios de exclusión se encuentran dientes que hayan sido extraídos y modificados bajo algún tratamiento químico o preservados bajo circunstancias que puedan afectar el curso de la investigación. Además que no sean raíces fusionadas para facilitar el corte de estas desde el piso de la cámara del diente. Por otro lado se excluirán las raíces con curvaturas mayores o menores del rango establecido para el radio y ángulo de curvatura de cada raíz.

5.5 Metodología

El primer paso para este estudio es receptar la mayor cantidad de raíces de dientes de humanos que hayan sido preservados en suero fisiológico luego de su extracción, luego de esto, mediante la utilización de discos de diamantes se procederá a cortar o seccionar las raíces en el límite amelocementario. Las 90 raíces escogidas fueron evaluadas con la toma de radiografías, utilizando un radiovisiógrafo sckick 100, para determinar mediante trazados el ángulo y radio de curvatura, (Fig.3) y con este resultado se estandarizan las raíces bajo los parámetros predeterminados dejando 42 raíces.

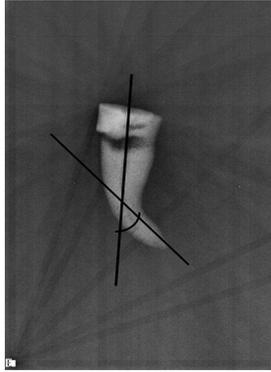


Fig. 3 Ángulo de curvatura(55°)

Se crearon 2 grupos de 21 raíces cada uno, el primer grupo será el cual fue destinado al estudio del sistema rotatorio TF, y el segundo fue destinado para el estudio del sistema rotatorio GTX.

Las raíces fueron colocadas en un pantoma pre elaborado, donde cada raíz fue colocada con acrílico para fijarlas. El foramen apical fue aislado con cera para no modificar las raíces por el ingreso del acrílico. El pantoma tendrá la labor de proporcionar una semejanza a la boca del ser humano, ya que es necesaria la mordida de este pantoma en el soporte del Tomógrafo Cone Beam para que las medidas sean lo más certeras posibles. (Fig. 4 y 5)

La longitud de trabajo será obtenida mediante una medición aparente en las radiografías resultantes de las tomas con el radiovisiógrafo, y a esta medida se le restará 0.5mm de distancia del foramen apical.

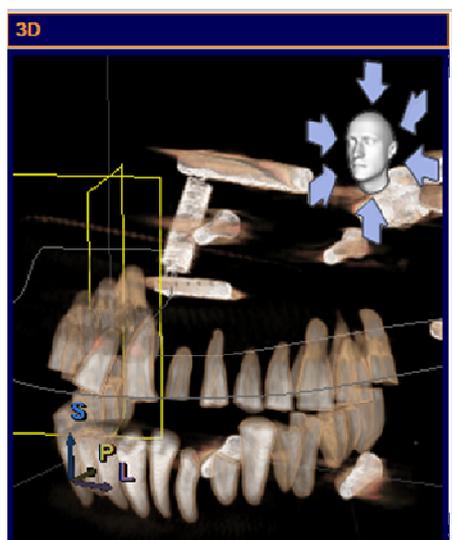


Fig.4 Visualización 3D

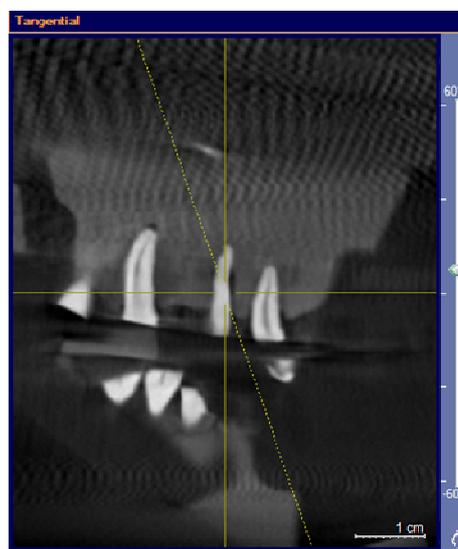


Fig. 5 Corte tangencial

Luego de esto, llevaremos el pantoma, que posee tanto las limas GTX que constan de 21 raíces como las limas TF con sus 21 raíces, al tomógrafo computarizado donde se obtendrán imágenes de los últimos 5mm de la raíz sin modificación. De esta manera podremos lograr mediciones exactas bajo trazados milimétrico obtenidos con el programa Galaxis Galileo de Sirona 2010 (Fig. 6). Ya dentro del programa Galaxis se aplicarán diversos planos y cortes para lograr seccionar la toma a 5mm desde apical, y así llevar a este segmento de la raíz a una toma axial para poder medir el rango de la curvatura interna, la externa, y el diámetro del conducto antes de que las raíces sean instrumentadas.

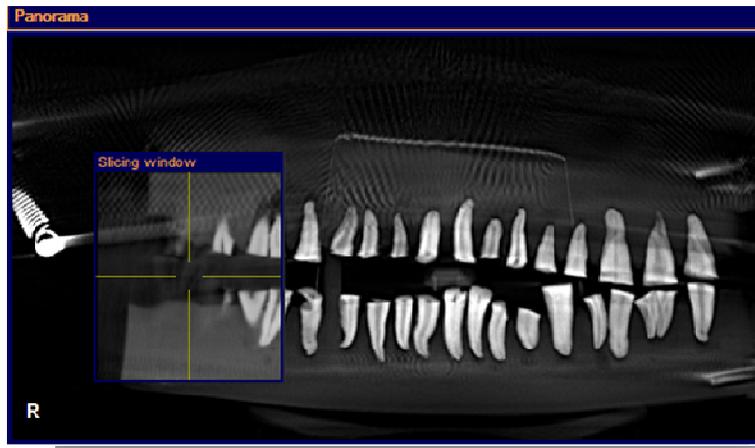


Fig. 6 Vista panorámica

La colocación del pantoma será logrando obtener la mordida de este sobre el mordedor del tomógrafo Cone Beam, este pantoma será fijado con una liga para cerrar la mordida. Luego las raíces serán instrumentadas con el sistema rotatorio TF y el sistema rotatorio GTX. Para la instrumentación se seguirá una secuencia estandarizada donde para cada sistema existirá la patentización del conducto entre lima y lima y la irrigación del conducto con hipoclorito de sodio 5.25%, con una cantidad de 10cc. Para la patentización se utilizarán limas K manuales # 10 y 15.

Secuencia estandarizada TF

25 0.12

25 0.10

25 0.6

30.06

Secuencia estandarizada para GTX

20.06

40.08

30.08

30.06

La instrumentación para cada grupo será elaborada según las recomendaciones del fabricante y se enfocará en una técnica Crown Down tanto para el sistema GT series X y Twisted Files. La estandarización de los instrumentos está dada en la lima final de instrumentación tanto para el sistema GTX como para las TF, la cual corresponde a una lima 30.06.

Por último se colocará nuevamente bajo el Tomógrafo Computarizado Cone Beam, el pantoma con las raíces previamente instrumentadas para obtener las medidas exactas de la transportación mediante cortes en los últimos 5mm de la raíz.

(Fig.8)



Fig. 7 Corte axial

Esto se logrará de la misma manera como se obtuvieron los resultados de las raíces no instrumentadas elaborando las mediciones exactas obtenidas bajo trazados milimétrico utilizando el programa Galaxis Galileo de Sirona, donde al observar diversos planos y cortes se logrará seccionar la toma a 5mm desde apical, para en una toma axial (Fig.7 y 9) poder medir el rango de la curvatura interna, la externa, y el diámetro del conducto luego de que las raíces sean instrumentadas utilizando por dos instrumentos rotatorios a estudiarse.

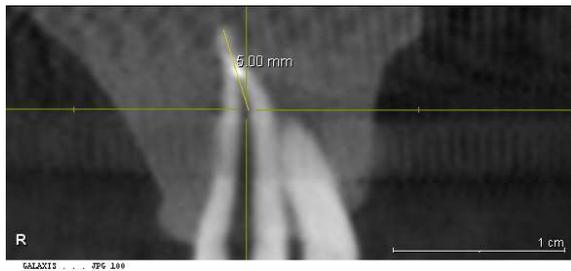


Fig.8 Corte a los 5mm apicales

Luego de esto, se compararán mediante el propio sistema computarizado del tomógrafo, los resultados obtenidos entre los dos sistemas rotatorios y mediante las fórmulas creadas por Gambill 1996, para obtener el índice de transportación y la el radio céntrico de cada raíz estudiada, en donde:

CIN: Curvatura interna no instrumentada

CII: Curvatura interna instrumentada

CEN: Curvatura externa no instrumentada

CEI: Curvatura externa instrumentada

$(CIN - CII) - (CEN - CEI) = \text{Transportación}$

$(CIN - CII) / (CEN - CEI) = \text{Radio céntrico. (El mismo que al dar de resultado 1 corresponde a un conducto centrado)}$

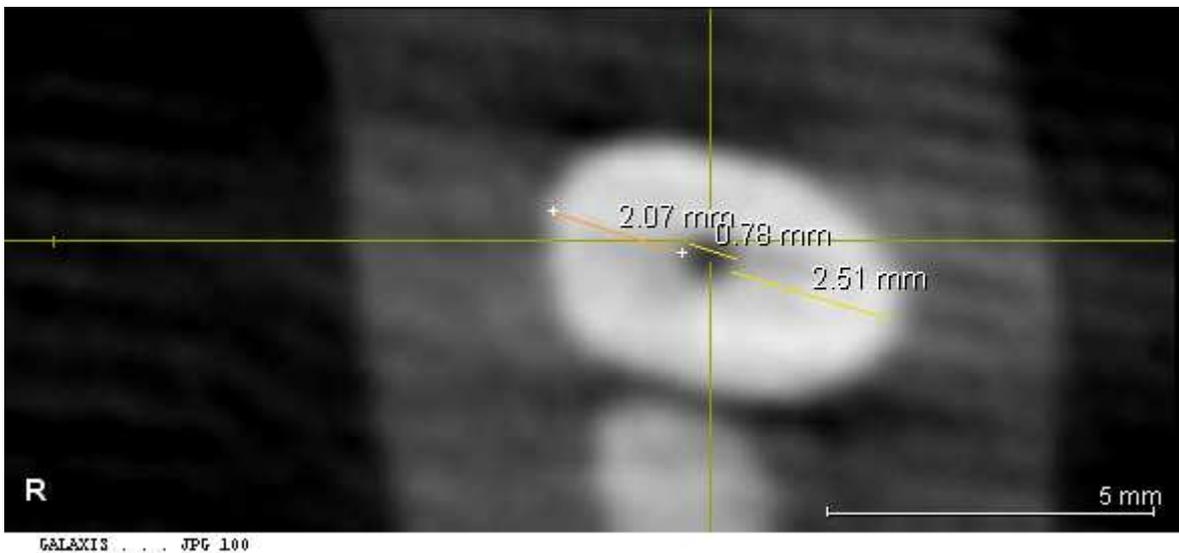


Fig.9 mediciones donde 2.07mm representa la curvatura interna, 2.51mm curvatura externa y 0.76mm es el diámetro del conducto.

Luego de elaborar las tablas para los resultados obtenidos antes y después de la instrumentación con cada sistema rotatorio, se procede a sacar los resultados estadísticos certeros que nos determinarán si se cumplen o no con las hipótesis establecidas dentro de este estudio.

6. Resultados:

Considerando las equivalencias a seguir:

- CIN = Curvatura interna antes de instrumentar
- CII = Curvatura interna después de instrumentar
- CEN = Curvatura externa antes de instrumentar
- CEI = Curvatura externa después de instrumentar

Considerando las fórmulas elaboradas por Gambill 1996, se designaron variables X y Y para dichas fórmulas. Pretendiendo con esto una interpretación matemática de las medidas obtenidas. Donde:

- $X = CIN - CII$
- $Y = CEN - CEI$

Con lo que se definen:

- Transportación, $T = X - Y$
- Radio céntrico, $R = \frac{X}{Y}$

Por otro lado se cuenta con la medida del ángulo de curvatura. Todo esto para dientes que fueron evaluados con los instrumentos GTX y TF (20 dientes por instrumento) En primer momento se instrumentaron 21 raíces por instrumento, pero

una raíz para cada grupo fue eliminada a causa de fractura de instrumento en tercio apical.

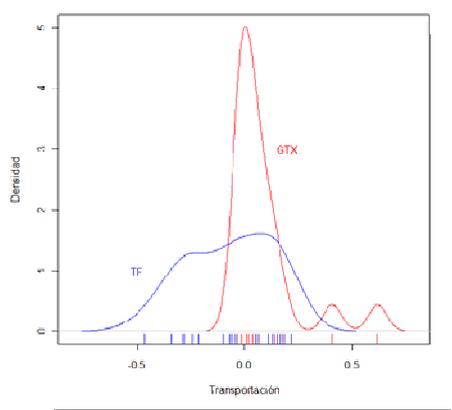
En un primer momento fue elaborado un análisis Descriptivo donde se incluye el análisis gráfico de la relación entre las variables requeridas. A través de diagramas de densidad estimada, distribución empírica, curvas ROC empíricas y área bajo la curva ROC.

Se realiza también un análisis descriptivo básico que permiten diagnosticar los datos.

A través de la prueba de distribución empírica donde observamos el análisis de transportación, se observa que existe un cruce de las curvas; esto mostraría que no se cumple la desigualdad estocástica y por ende sería aventurado afirmar que T_{TF} es menor que; T_{GTX} sin embargo, hay que recordar que estas curvas son construidas a partir de los datos y por ende la decisión no es totalmente confirmatoria, aunque si existe indicios de T_{TF} que es menor que T_{GTX} ; la desigualdad estocástica se refiere a $X < Y$ si y solo si $F(x) > F(y)$. En tal sentido, se dice que la variable X es menor que la variable Y siempre y cuando las funciones de distribución tengan la siguiente relación: $F(X) > F(Y)$. Es decir, Si la curva de distribución de la variable X está siempre sobre la curva de distribución de la variable, por ende, se dice que X es menor que Y. Así se decide la ejecución de pruebas estadísticas para confirmar o desechar esta aseveración.

A través de la densidad (Fig.10) la misma que es una forma de estimar la distribución de los datos, equivalente con el histograma, donde el eje X representa los valores de la variable analizada y el eje Y tiene el sentido que se le da a la frecuencia en el histograma. Se puede notar que la transportación con TF tiene una variabilidad mayor a la de GTX; de hecho, GTX tiende a concentrar valores alrededor del 0 y con cierta dispersión a valores extremos por la derecha de 0, mientras que TF tiende a repartir sus valores con cierta homogeneidad alrededor de 0, pero con cierta tendencia a extremos por la izquierda de 0.

Hay que notar el fuerte traslape de los valores, lo cual suele ser indicio de una igualdad de los datos, pero este traslape se da en valores cercanos a 0 y se nota que cada instrumento tiende a marcar tendencias opuestas. Este hecho se lo confirmará en la sección de pruebas de hipótesis.



. Fig. 10 Gráfico de densidad

En el análisis estadístico descriptivo, se puede notar como las medias son de signo opuesto, esto inicialmente puede ser indicio de que T_{TF} es menor que T_{GTX} , sin embargo, no hay que perder de vista la variabilidad que presentan los datos pues este hecho es un factor determinante en la comparación; nótese como la medida de variabilidad de T_{TF} (0.20) es mayor a la de T_{GTX} (0.16), lo cual sin duda, afecta a la conclusión inicial sacada con los promedios. (Fig. 11)

En el análisis de la moda se observa que T_{TF} tiende a agrupar sus valores predominantemente alrededor del valor 0.07 (por encima de 0) y que T_{GTX} lo hace alrededor de 0.007 (más cercanos a 0), lo que daría indicios para pensar que $T_{TF} > T_{GTX}$, lo cual evidentemente es contradictorio.(Fig.11)

Fue elaborado un estudio de la mediana (-0.05 y 0.03 respectivamente) se tendría que la mitad de los datos de T_{TF} están por debajo de -0.05, mientras que la mitad de los datos de T_{GTX} están por debajo de 0.03, lo cual vuelve a dar indicios de que T_{TF} tiende a ser menor que T_{GTX} . Como lo muestra la figura. 11.

Instrumento	Mínimo	Máximo	Mediana	Moda	Media	Desviación típ.
TF	-,46	,22	-,05	0.07	-,07	,20
GTX	-,04	,62	,03	0.007	,09	,16

Fig. 11

Fue elaborado un análisis a través de un diagrama de caja y bigote que es una forma visual de notar la variabilidad de los datos, los extremos de las líneas tienden a representar los “extremos admisibles” de los datos, todo lo que esté antes o después de ellos se interpretan como datos extremos o atípico. “fuera de lo normal”. El centro de la caja representa la mediana, es decir, el valor hasta el cual se acumulan el 50% de los datos. Los bordes de la caja representan a los cuantiles 25 y 75, es decir a los Cuantiles 1 y 3 respectivamente; así el borde izquierdo de la caja será el valor hasta el cual está el 25% de los datos (la cuarta parte de los datos), mientras que el extremo derecho de la caja será el cuantil 75, cuartil 3, es decir, el valor hasta el cual están el 75% de los datos. Donde se confirma lo representado en la densidad, así los datos medidos con TF tienen una mayor variabilidad que los medidos con GTX, aunque GTX presenta valores extremos y atípicos. Como lo muestra la figura 12.

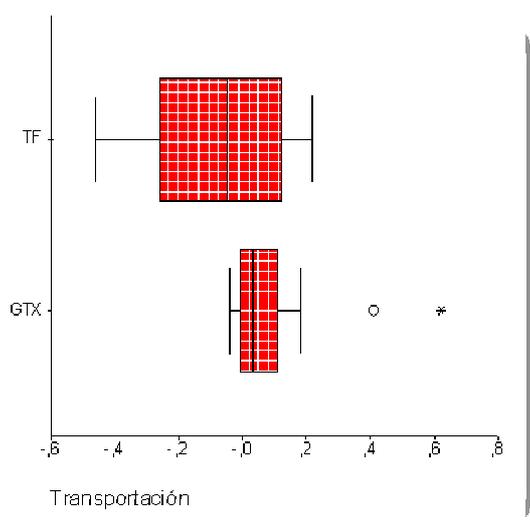
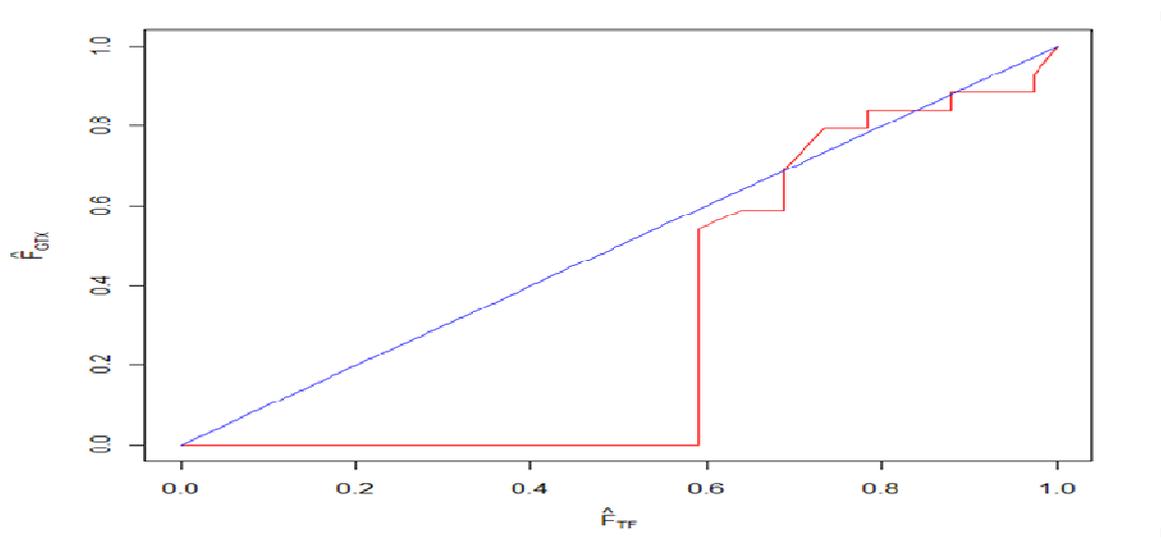


Fig. 12 Cuadro de estadística descriptiva

Hay que notar que en la medida que los diagramas de caja se traslapan, existe indicios para pensar en que existe igualdad entre las variables analizadas. En este caso, se nota que el traslape es en cierta medida mínimo. Además, los valores de la caja de TF tienden a ser más bajos que los valores de GTX, por lo cual se puede volver a pensar que T_{TF} es menor a T_{GTX} .

Se realiza la curva ROC empírica utilizadas predominantemente para establecer diferencias entre la especificidad y sensibilidad de pruebas diagnosticas, una interesante utilidad de estas curvas es la posibilidad de comparar distribuciones y poder evaluar la desigualdad estocástica. Descrito en la figura 13



27. Fig.13 Curva ROC empírica

Dado que la curva está por debajo de la recta de 45°, se puede pensar que T_{TF} tiende a ser menor que T_{GTX} , además, el área bajo la curva tiende más hacia 0 que hacia 0.5 o 1. Es decir: $P(F(T_{TF}) < F(T_{GTX})) = 0.319$ indicaría que más bien $F(T_{GTX})$ es menor a $F(T_{TF})$ y por ende T_{TF} es menor a T_{GTX} .

Sin embargo, este resultado no es contundente ya que al observar la curva ROC, se nota que existe un cruce de la curva con la recta de 45°, lo cual pone en duda la conclusión lograda.

Análisis del Radio céntrico.

Distribución empírica

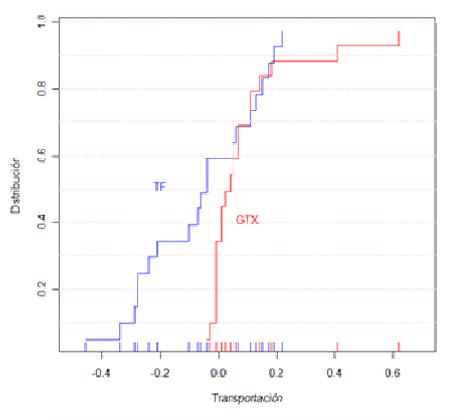


Fig 14 Cuadro de distribución empírica

Hay que notar que si se intenta probar que el Radio céntrico con el instrumento TF (R_{TF}) es menor que el Radio céntrico con el instrumento GTX (R_{GTX}), es decir: $R_{TF} < R_{GTX}$, debería cumplirse que la función de distribución de R_{TF} , debería estar siempre por sobre la función de distribución de R_{GTX} . (Fig.14)

En este caso, la distribución de R_{TF} está por debajo de la distribución de R_{GTX} , lo cual daría indicios de que R_{GTX} es menor de R_{TF} . Sin embargo, hay que recordar también, que estas curvas son construidas a partir de los datos y por ende la decisión no es totalmente confirmatoria.

Por otro lado, las distribuciones empíricas muestran que existe un ligero tope de las curvas, además queda evaluar si en efecto las distribuciones están suficientemente separadas, es decir, hay que notar que la distribución de R_{TF} está muy próxima a la distribución de R_{GTX} . En este caso, la distribución de R_{TF} está por debajo de la distribución de R_{GTX} , lo cual daría indicios de que R_{GTX} es menor de R_{TF} . (Fig.15) Sin embargo, hay que recordar también, que estas curvas son construidas a partir de los datos y por ende la decisión no es totalmente confirmatoria.

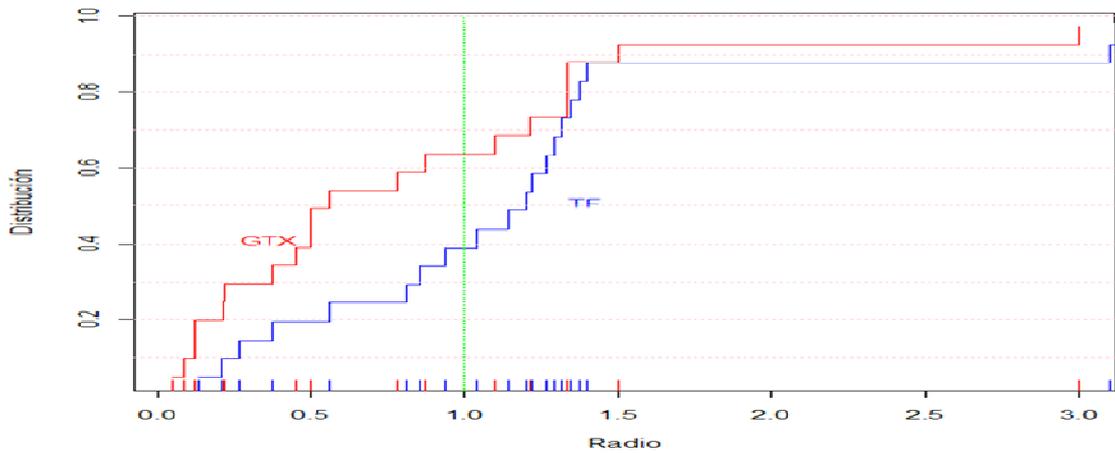


Fig.15 Cuadro de distribución empírica para radio céntrico

Densidad

Se puede notar que el Radio céntrico de TF tiene una variabilidad menor a la de GTX; de hecho, GTX tiende a concentrar valores alrededor del 0 y con cierta dispersión a los extremos por la derecha de 0, mientras que TF tiende a repartir sus valores con cierta homogeneidad alrededor de 1.23 (moda), aunque también muestra ciertos valores extremos.

Hay que notar el fuerte traslape de los valores, lo cual suele ser indicio de una igualdad de los datos, este hecho se lo confirmará en la sección de pruebas de hipótesis.

Estadística descriptiva

Instrumento	Mínimo	Máximo	Mediana	Moda	Media	Desviación típ.
TF	,13	3,33	1,17	1.23	1,16	,82
GTX	,05	3,00	,53	0.38	,78	,71

Fig.17

Contrastando la estadística básica, se puede notar como las medias son diferentes, siendo la media de R_{TF} algo mayor a la de R_{GTX} , esto inicialmente puede ser indicio de que R_{TF} es mayor que R_{GTX} , sin embargo, no hay que perder de vista la variabilidad que presentan los datos pues este hecho es un factor determinante en la comparación; nótese como la medida de variabilidad de R_{TF} (0.82) es ligeramente mayor a la de R_{GTX} (0.71), lo cual sin duda, afecta a la conclusión inicial sacada con los promedios.

Por otro lado, la moda indica que R_{TF} tiende a agrupar sus valores predominantemente alrededor del valor 1.23 y que R_{GTX} lo hace alrededor de 0.38 (más cercanos a 0), lo cual daría indicios para pensar que $R_{TF} > R_{GTX}$; con la mediana (1.17 y 0.53 respectivamente) se tendría que la mitad de los datos de R_{TF} están por debajo de 1.17, mientras que la mitad de los datos de R_{GTX} están por debajo de 0.53, lo cual daría indicios de que R_{TF} tiende a ser mayor que R_{GTX} . (Fig. 17)

El diagrama de caja y bigote confirma lo representado en la densidad, así los datos medidos con TF tienen una menor variabilidad que los medidos con GTX, aunque TF presenta más valores extremos y atípicos. (Fig. 18)

Hay que notar que en la medida que los diagramas de caja se traslapan, existe indicios para pensar en que existe igualdad entre las variables analizadas. En este caso, se nota que el traslape es en cierta medida máximo. Además, los valores de la caja de TF tienden a ser similares a los valores de GTX. Esto más bien daría indicios a que los datos se están distribuyendo de manera similar.

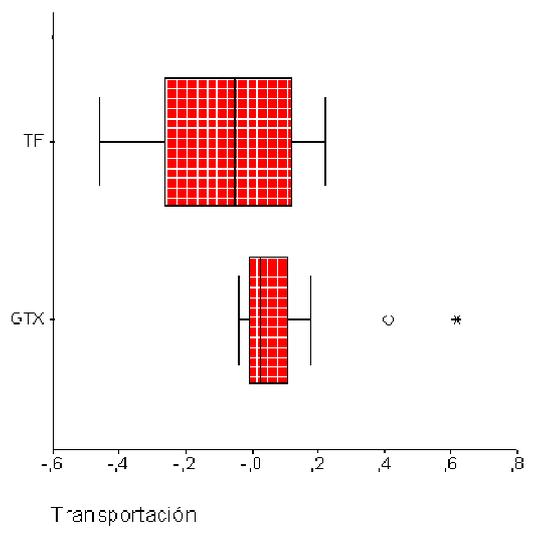


Fig. 18 Cuadro para la estadística descriptiva II

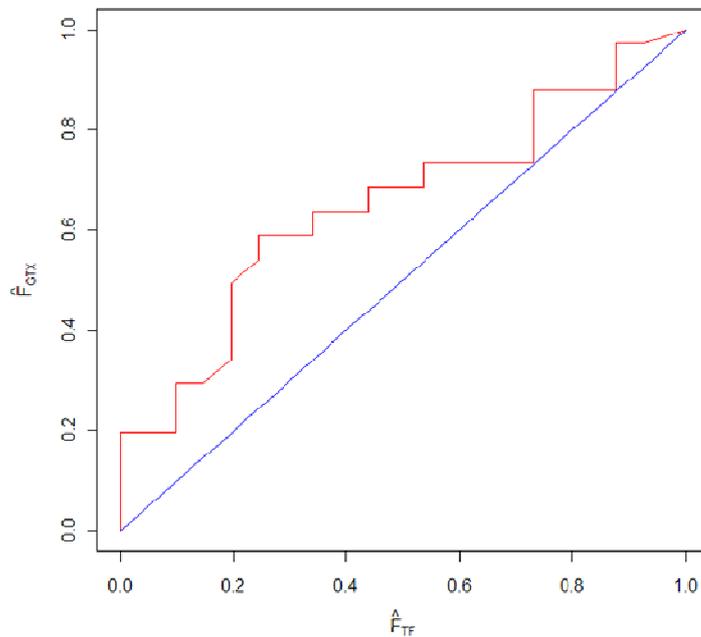


Fig.19 Curva ROC Empírica

Dado que la curva está por sobre de la recta de 45° , se puede pensar que R_{TF} tiende a ser mayor que R_{GTX} , sin embargo, el área bajo la curva tiende más hacia 0.5 que hacia 1. Por lo cual se puede pensar que hay tendencia a la igualdad de los radios.

Así, dado que $P(F(R_{TF}) < F(R_{GTX})) = 0.653$ se acerca más a 0.5, indicaría que más bien $F(R_{GTX})$ es similar a $F(R_{TF})$ y por ende R_{TF} tiende a ser igual a R_{GTX} . (Fig. 18) Gráficamente, la curva está por encima de la diagonal esto determina que

la que está en el eje X es mayor que la que está en el eje Y, pero es importante ver que tan cerca está la curva de la diagonal, y si esta está muy cerca, mejor se piensa en igualdad.

Además, este resultado es ligeramente contundente ya que al observar la curva ROC, se nota que no existe un cruce de la curva con la recta de 45° aunque si la topa, lo cual aporta a la conclusión lograda.

Se opta por realizar un intervalo de confianza para los valores promedio de la transportación (y del radio) según el instrumento utilizado:

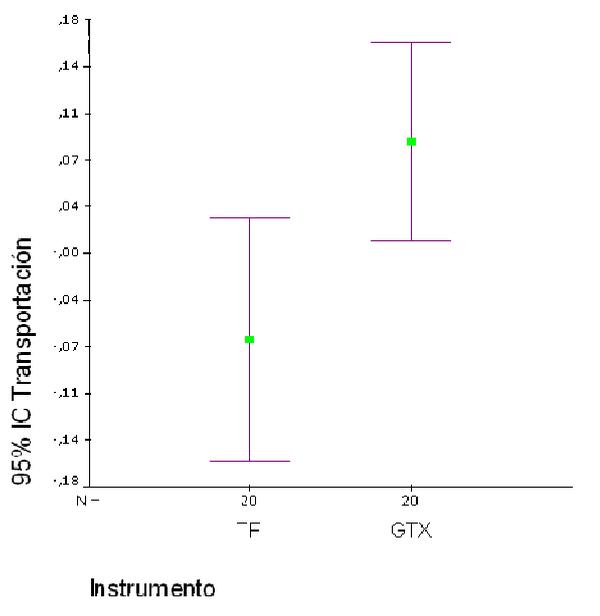


Fig. 20 Intervalo de confianza para Transportación

TF Media = -0.0665
 Límite inferior: -0.1610
 Límite superior: 0.0280

GTX Media = .0860
 Límite inferior: 0.0102
 Límite superior: 0.1618

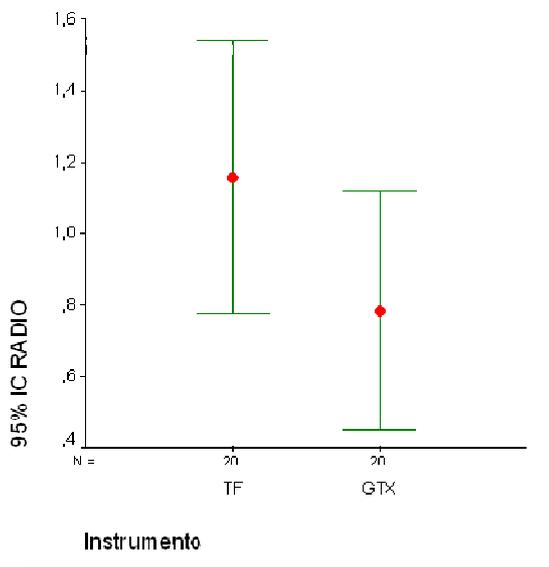


Fig. 21 Intervalos de confianza para Radio

TF Media = 1.1587
 Límite inferior: 0.7762
 Límite superior: 1.5413

GTX Media = 0.7838
 Límite inferior: 0.4504
 Límite superior: 1.1173

Se puede notar que el traslape entre los intervalos de Transportación es muy débil por lo que se confirmaría que existe diferencia entre la transportación de GTX y TF, siendo la T_{GTX} mayor a la T_{TF} . (Fig.20.) Por otro lado, el traslape entre los intervalos de confianza de los radios promedios entre GTX y TF tiende a ser muy grande, por lo cual se confirmaría el hecho de que los radios R_{GTX} y R_{TF} pueden ser considerados iguales. (Fig. 21)

Realizando la prueba de hipótesis sobre la igualdad, con una prueba t para la igualdad de promedios se tiene los siguientes resultados:

Variable	Prueba T para la igualdad de medias					
	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Transportación	- 2,635	38	,012	-,1525	-,26964	-,03536
Radio	1,546	37,306	,130	,3749	-,11620	,86602

Fig. 22

Para la transportación se han asumido varianzas iguales pues la prueba de Levene para igualdad de varianzas arroja un valor $p= 0.094$, mientras que para Radio

se asumen varianzas diferentes pues la prueba de Levene da un valor de 0.926. (Fig. 22)

Bajo estas condiciones,

- Se confirmaría que existe diferencia entre la transportación con TF y la transportación con GTX ($p = 0.012$); además dado que el intervalo de confianza del 95% para la diferencia entre $T_{TF} - T_{GTX}$ es siempre negativo (-0.269,-0.035), se puede concluir que en efecto T_{TF} es menor que T_{GTX} .
- Se confirmaría que no existe diferencia entre el radio evaluado con TF y el radio evaluado con GTX ($p = 0.130$) y además la diferencia estaría entre -0.116 y 0.866.

Si se opta por utilizar métodos no paramétricos para evaluar las hipótesis planteadas como la prueba de Mann-Whitney, equivalente no paramétrico de la prueba t y se contrasta si dos muestras independientes proceden de la misma población, se tiene que:

	Transportación	RADIO
U de Mann-Whitney	125,500	137,000
Z	-2,018	-1,704
Sig. asintót. (bilateral)	,044	,088

Fig. 23

Esto demostraría que para el caso de la Transportación, T_{TF} y T_{GTX} tienden a ser diferentes, mientras que los radios R_{GTX} y R_{TF} tienden a ser iguales.

A primera vista, se puede notar que en el caso de GTX, existe una relación inversa con el ángulo de curvatura. Así, a manera que el ángulo crece, se puede notar que la transportación con TF es menor. (Fig. 24)

Por el contrario, la relación con TF tiende a ser directa, es decir, se percibe que a medida que al ángulo de cobertura crece, la transportación con TF crece.

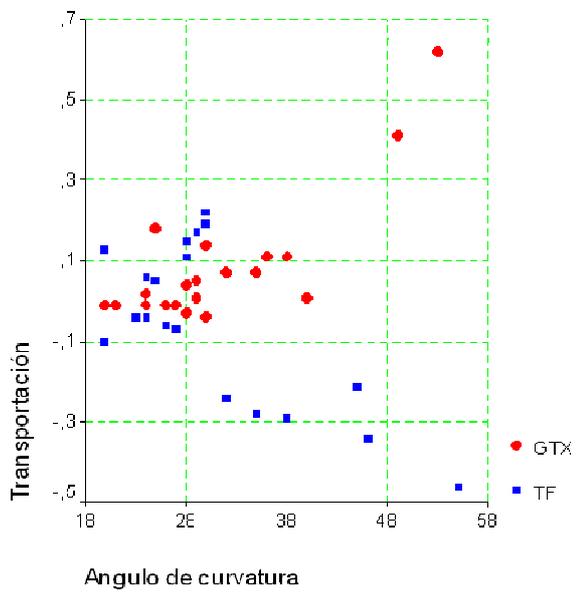


Fig.24 Diagrama de dispersión

Esto mostraría que existe una relación lineal entre las variables transportación y ángulo de curvatura, inversa para GTX y directa para TF. Así, se puede cuantificar la relación existente con un modelo de la forma $T=f(Ac)$, donde T representaría la transportación, Ac el ángulo y f una función del tipo lineal. (Fig. 23)

Los modelos resultantes son:

Este resultado indicaría que para el caso de TF, por cada unidad de ángulo de curvatura que se aumente, la transportación se reduce en 0.016 unidades; mientras que la transportación con GTX aumenta 0.015 unidades por cada unidad que aumente el ángulo de cobertura. (Fig. 25)

Hay que notar que en condiciones iniciales (ángulo de curvatura = 0), la transportación inicial estaría en valores cercanos a 0.423 para GTX y -0.388 para TF.

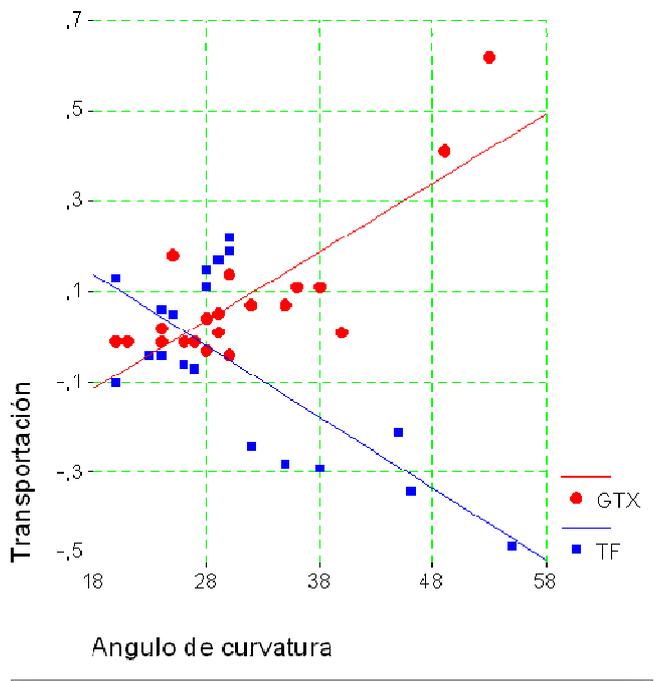


Fig. 25 Representación de modelo lineal

Diente	CIN	CII	CEN	CEI	CIN-CII	CEN-CEI	Transp.	Radio cént.	Angulo curva
1 GTX	0.91	2.11	1.6	2.46	-1.2	-0.86	-0.34	1.39534883	46°
2 GTX	0.63	2.18	1.2	2.47	-1.55	-1.27	-0.28	1.22047244	35°
3 GTX	0.77	1.08	1.1	1.2	-0.31	-0.02	-0.29	3.1	45°
4 GTX	1.6	1.63	1.66	1.74	-0.03	-0.08	0.05	0.375	25°
5 GTX	1.7	2.43	1.1	2	-0.73	-0.9	0.17	0.811111111	29°
6 GTX	1	2.79	1.95	3.28	-1.79	-1.33	-0.46	1.34586466	55°
7 GTX	0.95	2.04	2	3.05	-1.09	-1.05	-0.04	1.03809523	23°
8 GTX	0.4	1.43	0.89	1.64	-1.03	-0.75	-0.28	1.37333333	35°

9 GTX	1.5	1.58	1.2	1.5	-0.08	-0.3	0.22	0.26666666	30°
10 GTX	0.8	1.28	1.05	1.43	-0.48	-0.38	-0.1	1.26315789	20°
11 GTX	0.8	1.93	0.86	2.18	-1.13	-1.32	0.19	0.85606060	30°
12 GTX	1	2.05	1.69	2.5	-1.05	-0.81	-0.24	1.29629629	32°
13 GTX	1.48	1.8	2	2.28	-0.32	-0.28	-0.04	1.14285714	24°
14 GTX	0.8	1.66	1.05	1.97	-0.86	-0.92	0.06	0.93478260	24°
15 GTX	0.83	2.03	1.2	2.11	-1.2	-0.91	-0.29	1.31868131	38°
16 GTX	1.72	1.76	2.8	2.99	-0.04	-0.19	0.15	0.21052631	28°
17 GTX	1.08	1.22	1.3	1.55	-0.14	-0.25	0.11	0.56	28°
18 GTX	0.7	0.8	0.79	0.82	-0.1	-0.03	-0.07	3.33333333	27°
19 GTX	0.8	1.16	1.07	1.37	-0.36	-0.3	-0.06	1.2	26°
20 GTX	0.9	0.92	0.92	1.07	-0.02	-0.15	0.13	0.13333333	20°
21 TF	1.8	1.97	1.86	2	-0.17	-0.14	-0.03	1.21428571	28°
22 TF	1.41	1.5	1.8	2	-0.09	-0.2	0.11	0.45	36°
23 TF	1.64	1.7	2.36	2.38	-0.06	-0.02	-0.04	3	30°
24 TF	1.54	1.61	2.32	2.4	-0.07	-0.08	0.01	0.875	29°
25 TF	1.4	1.54	2.07	2.32	-0.14	-0.25	0.11	0.56	38°
26 TF	1.74	1.75	1.85	1.93	-0.01	-0.08	0.07	0.125	35°
27 TF	1.73	1.74	1.85	1.93	-0.01	-0.08	0.07	0.125	32°
28 TF	1.99	2	1.93	1.95	-0.25	-0.02	-0.23	0.5	40°
29 TF	1.82	1.93	2.02	2.12	-0.11	-0.1	-0.01	1.1	27°
30 TF	1.86	1.9	2.32	2.35	-0.04	-0.03	-0.01	1.33333333	26°
31 TF	1.82	1.96	2.45	2.63	-0.14	-0.18	0.04	0.77777777	28°
32 TF	1.72	1.75	2.31	2.96	-0.03	-0.65	0.62	0.04615384	53°
33 TF	1.74	1.79	1.91	2.14	-0.05	-0.23	0.18	0.21739130	25°
34 TF	1.76	1.8	2.75	2.93	-0.04	-0.18	0.14	0.22222222	30°
35 TF	1.64	1.68	1.89	1.92	-0.04	-0.03	-0.01	1.33333333	24°

36 TF	1.43	1.45	2.36	2.4	-0.02	-0.04	0.02	0.5	24°
37 TF	2.25	2.28	1.43	1.45	-0.03	-0.02	-0.01	1.5	21°
38 TF	1.31	1.35	2.27	2.3	-0.04	-0.03	-0.01	1.33333333	20°
39 TF	1.66	1.7	1.55	2	-0.04	-0.45	0.41	0.08888888	49°
40 TF	2.49	2.52	2.12	2.2	-0.03	-0.08	0.05	0.375	29°

Tabla 26

7. Discusión:

Uno de los pasos más importantes dentro de los tratamientos del sistema de conductos radiculares es la preparación biomecánica, durante ésta, el enfoque primordial es conseguir mantener la curvatura original del conducto, especialmente la curvatura interna. Esto forma parte de un reto dentro de la Endodoncia, en especial al efectuar tratamientos en conductos curvos.

En 1974 Schilder y Abou Rass en 1980 enfatizaban que la instrumentación con los instrumentos equivocados y con técnicas no evaluadas serían las causas directas de un cambio en la integridad del conducto radicular. Es por esta razón que los instrumentos de Níquel Titanio han demostrado disminuir el riesgo de transportaciones y perforaciones ya que se adaptan de una mejor manera la curvatura del conducto. Serene en 1995 planteó una hipótesis, donde a causa de la superelasticidad dada por dichos instrumentos, la instrumentación de los

conductos se puede elaborar dentro de mejores parámetros de seguridad. (54)
(62) (67)

Es importante entender que el momento de que se crean las transportaciones usando instrumentos de níquel titanio, es cuando el radio de curvatura de los conductos sobrepasa los 20 ° ya que este material tiene siempre una tendencia a volver a su estado original. Corroborando a estos estudios, varios investigadores como Glosson, Coleman y Gambill en 1996 estudiaron a las transportaciones ocasionadas por los instrumentos de níquel titanio, llegando a la conclusión que a causa de la extrema flexibilidad del instrumento, los cambios en cuanto al radio céntrico del conducto eran menores y por ende la desviación de este conducto es casi mínima. (60) (62)

Es importante catalogar a la tomografía computarizada Cone Beam como parte esencial de los nuevos métodos de diagnóstico a ser utilizados, donde mediante estas tomas tomográficas, no solo se expone al paciente a un menor tiempo de radiación sino que también el tiempo de toma es mínimo comparado con los sistemas de tomografía tradicional. Adicional a estas facultades obtenidas mediante estos estudios, tenemos el enfoque nítido que proporciona a los dientes y a la articulación temporomandibular, además de proveer un enfoque preciso del tejido óseo. Todo esto se logra mediante 200 cortes seccionales dentro de cada toma, lo cual está dividido por 1mm de distancia, factor que en los tomógrafos convencionales se lograba a 2mm. Por otro lado, la facultad de estos

nuevos equipos para determinar la densidad del tejido que será estudiado, ha dado un giro trascendental dentro de la odontología, ya que permiten observar por ejemplo lesiones quísticas y hacer un diagnóstico diferencial acertado. (5) (22) (24) (27)

La facultad de lograr un estudio tridimensional, da como resultado datos exactos dentro de las mediciones tomadas, además de contar con la capacidad de evaluar todos los planos existentes para un segmento a estudiar, y no requerir cortes elaborados físicamente a cada una de las raíces a estudiar. Por otro lado, uno de los inconvenientes de este método de diagnóstico, es que el costo sobrepasa ampliamente a algunos métodos de diagnóstico convencionales como lo son: tomas radiográficas con radiovisiógrafo o tomas radiográficas no digitales. Sin embargo, a pesar del alto precio de este examen, esta tecnología es aceptada por los paciente sobretodo en colocación de implantes, donde proporciona mediciones exactas del sitio a ser colocado, de la densidad ósea, y además es útil para crear la guía quirúrgica eficientemente. (5) (22) (24) (27)

Por otro lado, el uso de raíces de dientes humanos refleja un enfoque clínico, el mismo que no es tomado en cuenta dentro de diversas investigaciones elaboradas en cubos de acrílico, donde se logran estandarizar diámetros, longitud y densidad de material a ser instrumentado. (57)

En cuanto a la dirección de la transportación en el área apical, esta está dada principalmente en la curvatura externa, este dato fue obtenido en un estudio elaborado en 2006 por Merrette, quien además demostró que si puede existir la presencia de transportaciones en la curvatura interna pero en un rango mínimo. (5) (22) (24) (27)

Dentro de los resultados obtenidos para este estudio, tanto las limas TF como las GTX demostraron causar una mayor transportación en cuanto a la curvatura externa; esto se debe a la característica de la aleación de níquel titanio para volver a su estado original al momento de que esta se encuentra bajo estrés.

Las propiedades de los instrumentos como lo son el diseño y su masa son fundamentales para determinar el grado de transportación así como también existe una estrecha relación con la masa del instrumento y la transportación de la parte externa de la curvatura.

Una de las propiedades dadas en la fabricación de las limas Twisted Files es el evitar el uso del pulido electrónico como paso final en la fabricación de la lima. Este factor está en estrecha relación con la eliminación de microfracturas del instrumento, creadas en la fase de pulimiento. Por otro lado, al no pasar por este paso, las limas Twisted Files poseen mayor capacidad de corte y efectúan una eliminación de detritus mucho mayor que la que poseen las limas GT series X y además logran tener un índice de fractura de instrumento mucho menor. (63)

Dentro de este estudio se obtuvo dos separamientos del instrumento, uno para los instrumentos TF y otro para los instrumentos GTX, esto puede estar ocasionado por varios factores, como lo son la necesidad de una mayor irrigación para conseguir la eliminación de detritus, un desgaste del instrumento donde la fatiga cíclica está directamente relacionada con la fractura del instrumento, o el ángulo de curvatura al que instrumento estuvo expuesto. Con el fin de desechar variantes, tanto el instrumento separado GTX como el TF fueron eliminados dentro del estudio.

En cuanto a la relación existente entre la capacidad del instrumento para permanecer centralizado y no deformar al conducto Paque en el 2005 demostró que los instrumentos que presentaban mayor conicidad son los responsables de distorsionar el radio céntrico de cada conducto. En el caso de las GTX estas presentan una mayor masa comparada con los instrumentos TF, pero estadísticamente los valores no presentan una diferencia cuantitativa para determinar que uno de los dos instrumentos al momento del análisis del ángulo céntrico posea un rango elevado de este ángulo. Por otro lado el tiempo de permanencia del instrumento dentro del conducto en el momento de la instrumentación, está directamente relacionado con la deformación céntrica del conducto, la separación de instrumentos, y la posibilidad de transportación que conlleva a diversos niveles de perforaciones. (34) (57) (64)

Los resultados del grado de transportación de los instrumentos GT series X y de las limas Twisted Files, fue estadísticamente similares, aunque la transportación estaba presente dentro de diversas raíces tanto para TF como para GTX. Los instrumentos GTX, numéricamente presentaron una mayor transportación, pero estos datos no son significativos estadísticamente como para llegar a concluir que el instrumento GTX causa una mayor transportación. Por otro lado es importante pensar que estos dos tipos de instrumentos corresponden a una nueva generación de instrumentos de níquel titanio en la cual esta aleación se obtiene por cambios de temperatura y torsión, de este punto cabe recalcar que era esperado que los instrumentos logren una semejanza estadística importante.

8. Conclusiones:

En las condiciones que es te estudio fue ejecutado y el análisis de los datos obtenidos de las mediciones a través del tomógrafo nos es factible concluir que:

- Mediante la Tomografía Computarizada Cone Beam, fue posible establecer el porcentaje de transportación para los sistemas rotatorios GTX y Twisted File

en raíces seccionadas con un radio de curvatura entre 15mm (60 grados del ángulo de curvatura) y 8mm (20 grados del ángulo de curvatura).

- Se Determinó mediante análisis con la tomografía computarizada Cone - Beam a 5mm del tercio apical, a un corte axial, el grado de transportación presente, dando como resultado un índice de transportación numérico mayor para los instrumentos GT series X aunque estadísticamente, luego de diversos estudios, el porcentaje de transportación no difiere estadísticamente para los sistemas de instrumentación rotatoria GTX y Twisted Files.
- La evaluación de la relación entre mayor curvatura de la raíz y el mayor grado de transportación comparando los dos sistemas de instrumentos rotatorios se logró mediante medidas obtenidas de trazados en cortes axiales, donde a un mayor índice de transportación al incrementar el ángulo de curvatura fue para GTX, en cambio para los instrumentos Twisted Files fue menor, aunque la diferencia estadística no es valorable.
- Al determinar el ángulo céntrico para cada conducto instrumentado en relación a los dos sistemas rotatorios; GT series X y Twisted Files. El mismo que se logró mediante medidas obtenidas de varios trazados tomográficos, dio como resultado una mayor distorsión numérica más no estadística del ángulo céntrico para los instrumentos GTX series X que para los instrumentos

Twisted Files. Pero al ser el resultado diferencial muy pequeño, no se puede afirmar que el sistema GTX logra una distorsión del ángulo céntrico mayor al que presentan las limas Twisted Files.

9. Bibliografía

1. Cohen S, Hargreaves K. Vías de la pulpa. Novena edición, Elsevier España. 2008.
2. Tsesis I, Amdor B, Tamse A, Kfir a. The effect of maintaining apical patency on canal transportation. International Endodontic Journal, 2008:41, 431–435.

3. Rhodes J, Pitt Ford T, Lynch, Liepins P, Curtis R. A comparison of two nickel titanium instrumentation techniques in teeth using microcomputed tomography. *International Endodontic Journal*, 2000:33, 279-285.
4. Gambarini G, Pompa G. An Inicial Investigation of Torsional properties of nickel titanium instruments produced with a new manufacturing method. *Aust. Endod.* 2009:70-79.
5. Garip Y, Günday M. The use of computed tomography when comparing nickel–titanium and stainless steel files during preparation of simulated curved canals. *International Endodontic Journal*, 2001:34, 452–457.
6. Iqbal M, Firic S, Tulcan J, Karabucak B, Kim S. Comparison of apical transportation between Profile and Protaper Niti rotary instruments. *International Endodontic Journal*, 2004:37, 359–364.
7. Shemesh H, Bier, Tanomaru M, Wesselink P. The effects of canal preparation and filling on the incidence of dentinal defects. *International endodontic journal*, 2009:42, 208–213.
8. Cheng R, Zhou Z, Liu z, Yang H, Gao Q, Hu T. Finite element analysis of the effects of three preparation techniques on stresses within roots having curved canals. *International endodontic journal*, 2009:42, 220–226.
9. Vaudt J, bitter K, Neumann K, Kielbassa A. Ex vivo study on root canal instrumentation of two rotary nickel– titanium systems in comparison to stainless steel hand instruments. *International endodontic journal*, 2009: 42, 22–33.

10. Sberna M, Rizzo G, Zacchi E, Cappare P, Rubinacci A. A preliminary study of the use of peripheral quantitative computed tomography for investigating root canal anatomy. *International endodontic journal*, 2009;42, 66–75.
11. Yared G. Canal preparation using only one ni-ti rotary instrument: preliminary observations. *International endodontic journal*, 2008;41, 339–344.
12. Peters O, Peters C, Schonenberger K, Barbakow, F. Protaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro ct. *International endodontic journal*, 2003: 36, 86-92.
13. Foschi F, Nucci C, Montebugnoli I, Marchionni S, Breschi I, Malagnino V, Prati C. Sem evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and Protaper Niti rotary instruments. *International endodontic journal*, 2004;37, 832–839.
14. Cheung G, Bian Z, Shen Y, Peng B, Darvell B. Comparison of defects in Protaper hand-operated and engine driven instruments after clinical use. *International Endodontic Journal*, 2007;40, 169–178.
15. Pasternak B, Sousa-neto M, Silva R. Canal transportation and centring ability of race rotary instruments. *International Endodontic Journal* 2004;37, 832–839.
16. Tulsa dental specialties Dentsply GTseries X instructional DVD 2008.
17. Ullmann F, Correa J, Fachin E, Fontanella V, and Grecca F. Apical transportation: Two assessment methods, *Australian Endodontic journal*. 2008.

18. Schafer E, Dammaschke T. Development and sequelae of canal transportation. *Endodontic topics* 2009; 15, 75–90.
19. Peters O, Barbakow F. Apical transportation revisited or where did the k-file go? (clinical article) *International Endodontic Journal*, 1999;32, 131-137.
20. Kenneth M, Dula K, Walter B. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. *Journal of Endodontics*. 2008;Vol 34, number 5.
21. James S, Reyes E, Malfaz J, Roges R. Differential diagnosis of large periapical lesions using cone-beam computed tomography measurements and biopsy. *Journal of Endodontics*. September 2006;Vol 32, number 9.
22. Estrela C, Bueno M, Leles C, Azevedo B. Accuracy of cone-beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. *Journal of Endodontics* September 2008;Vol 34, 3.
23. Cotton T, Geisler T, Holden, Scott S, Schindler G. Endodontic application of cone-beam volumetric tomography. *Journal of Endodontics*. September 2007;Vol 33, number 9.
24. Gambarini G, Laszkiewicz j. A scanning electron microscopic study of debris and smear layer remaining following use of GT rotary instruments. *International endodontic journal*, 2002;35,422–427.

25. Hulsmann M, Bluhm V. Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary niti instruments in root canal retreatment. *International endodontic journal*, 2004;37, 468–476.
26. Rodig T, Hulsmann M, Kahlmeier C. Comparison of root canal preparation with two rotary niti instruments: profile .04 and GT rotary. *International Endodontic journal*, 2007: 40, 553–562.
27. Shemesh H, Bier C, Wu M, Tanomaru M, Wesselink P. The effects of canal preparation and filling on the incidence of dentinal defects. *International Endodontic Journal*, 2009;42, 208–213.
28. Jeremy M, J Krystyn, predicting in vivo failure of pseudoelastic Niti devices under low cycle, High amplitude Fatigue. Wiley Periodicals, Inc 2004.
29. Bahia M, Gonzalez B, Buono B. Fatigue behaviour of nickel–titanium superelastic wires and endodontic instruments. Blackwell Publishing Ltd. *Fatigue Fract Engng Mater Struct* 2006;29, 518–523.
30. Bahia M, Martins R, Gonzalez B, Buono V. Physical and mechanical characterization and the influence of cyclic loading on the behaviour of nickel-titanium wires employed in the manufacture of rotary endodontic instruments. *International Endodontic Journal*.2005: 38, 795–801.
31. Peters OA, Peters CI, Schonenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *International Endodontic Journal*, 2003;36, 93-99.

32. Calberson FLG, Deroose CAJG, Hommez GMG, De Moor RJG. Shaping ability of ProTaper nickel-titanium files in simulated resin root canals. *International Endodontic Journal*, 2004;37, 613–623.
33. Peters OA, Peters CI, Kim TO, Cheung GSP, Lee JM, Kim BM, Hur B, Kim HC. Stress distribution of three NiTi rotary files under bending and torsional conditions using a mathematic analysis. *International Endodontic Journal*, 2009;42, 14–21.
34. Gutman J, Dumsha T, Lovdahl P. Solución de problemas en Endodoncia. 4ta Edición. Elsevier Mosby.2008.
35. Peters OA, Peters CI, Schonenberger K, Barbakow, F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *International Endodontic Journal*, 2003;36, 86-92.
36. Lima Machado M, Endodoncia, de la Biología a la técnica. AMOLCA Sao Paulo Brasil.2009.
37. T. Lambrianidi. Ledging and blockage of root canals during canal preparation:causes, recognition, prevention, management, and outcomes. *Endodontic Topics* 2009: 15, 56–74.
38. Castellucci A. Endodontics. El Tridente. Italy.2009.

39. Gane D, Levin M. High resolution Cone Beam Computed Tomography in Endodontic Practice. American Association of Endodontists. Orlando, Florida. May 2, 2009.
- 40.
41. Buchanan LS. The standardized-taper root canal preparation – Part 3. GT file technique in Large Root canals with small apical diameters. International Endodontic Journal 2001:34, 149–156.
42. Buchanan LS. The standardized-taper root canal preparation – Part 4. GT file technique in Large Root canals with large apical diameters. International Endodontic Journal 2001:34, 157–164.
43. Buchanan LS. Pro System GT: design, technique, and advantages. Endodontic Topics 2005:10, 168–175..
44. Buchanan LS. The standardized-taper root canal preparation – Part 1. Concepts for variably tapered shaping instruments. International Endodontic Journal. 2000:33, 516–529.
45. Buchanan LS. The standardized-taper root canal preparation – Part 5. GT file technique in Small Root canals. International Endodontic Journal 34,2001: 244–249.
46. Leonardo M. Endodoncia. Conceptos Biológicos y recursos Tecnológicos. Editorial Artes Médicas Sao Paulo Brasil. 2009.

47. Mounce R. The twisted file: A new paradigm in canal enlargement. *Dentistry Clinical*. Abril 2008.
48. Gambarini G. Fatigue resistance of engine driven rotary nickel titanium, instruments produced by a new manufacturing methods. *Journal Endod* 2009: 1003-1005.
49. Larsen M. Watanabe. Cycle fatigue analysis of a new generation of nickel titanium rotary instruments. *Journal Endod* 2009: 401-403.
50. Nicoll T, Oestreich L, Tang C. Evaluation of product properties resulting from a new Niti endodontic file manufacturing process. *Dic*, 31. 2006.
51. Hyeon-Cheol K, Jiwan Y. Cyclic Fatigue and Fracture Characteristics of Ground and Twisted Nickel-Titanium Rotary Files *JOE* January 2010:Volume 36, Number 1.
52. Solaiman M.S. Al-Hadlaq Evaluation of Cyclic Flexural Fatigue of M-Wire Nickel-Titanium Rotary *JOE*. February 2010:Volume 36, Number 2
53. Peixoto I, Pereira E, Da Silva E, Flexural Fatigue and Torsional Resistance of ProFile GT and ProFile GT Series X Instruments. *JOE* April 2010:Volume 36, Number 4.
54. Kell T, Azarpazhooh A, Peters O, DMD, El-Mowafy O, Torsional Profiles of New and Used 20/.06 GT Series X and GT Rotary Endodontic Instruments. *JOE* — September 2009:Volume 35, Number 9.

55. Kramkowski T, Bahcall J. An In Vitro Comparison of Torsional Stress and Cyclic Fatigue Resistance of ProFile GT and ProFile GT Series X Rotary Nickel-Titanium Files. JOE — March 2009:Volume 35, Number 3.
56. C. Larsen M, Watanabe I, Gerald N. Glickman N. Cyclic Fatigue Analysis of a New Generation of Nickel Titanium Rotary Instruments. JOE — March 2009: Volume 35, Number 3.
57. Alapati SB, Brantley WA, Svec TA, et al. SEM observations of nickel-titanium rotary endodontic instruments that fractured during clinical use. J Endod 2005;31:40–3.
58. Alapati SB, Brantley WA, Svec TA, et al. Scanning electron microscope observations of new and used nickel-titanium rotary files. J Endod 2003;29:667–9.
59. Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. J Endod 2006;32:1031–43.
60. Berutti E, Negro AR, Lendini M, et al. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. J Endod 2004;30:228–30.
61. Hulsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. Endod Topics 2005;10:30–76.
62. Bahia MG, Melo MC, Buono VT. Influence of simulated clinical use on the torsional behavior of nickel-titanium rotary endodontic instruments. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2006;101:675–80.

63. Ullmann CJ, Peters OA. Effect of cyclic fatigue on static fracture loads in ProTaper nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2005;31:183–6.
64. Peters OA, Kappeler S, Bucher W, et al. Engine-driven preparation of curved root canals: measuring cyclic fatigue and other physical parameters. *Aust Endod J* 2002;28:11–7.
65. Berutti E, Chiandussi G, Gaviglio I, et al. Comparative analysis of torsional and bending stresses in two mathematical models of nickel-titanium rotary instruments: ProTaper versus ProFile. *J Endod* 2003;29:15–9.