

DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA “IN VITRO” DE FRACTURAS DE LOS INSTRUMENTOS ROTATORIOS DE NIQUEL – TITANIO (NiTi) PROTAPER Y K3 EN CONDUCTOS CURVOS.

Tesis presentada por:

GABRIELA VANEGAS PAPE

Ante el Tribunal de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que practicó el Examen General Público previo a optar al Título de

CIRUJANA DENTISTA

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Guatemala, Octubre de 2009
Biblioteca Central

DL
09
T(1777)

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Decano:	Dr. Eduardo Abril Gálvez
Vocal Primero:	Dr. Sergio Armando García Piloña
Vocal Segundo:	Dr. Guillermo Alejandro Ruiz Ordóñez
Vocal Tercero:	Dr. César Mendizábal Girón
Vocal Cuarto:	Br. Pedro José Asturias Sueiras
Vocal Quinto:	Br. Carlos Iván Dávila Álvarez
Secretaria:	Dra. Cándida Luz Franco Lemus

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PÚBLICO

Decano:	Dr. Eduardo Abril Gálvez
Vocal Primero:	Dr. Sergio García Piloña
Vocal Segundo:	Dr. César Mendizábal Girón
Vocal Tercero:	Dr. Werner Florián Jerez
Secretaria:	Dra. Cándida Luz Franco Lemus

DEDICATORIA

A todos aquellos seres que constituyeron el pilar fundamental de mi formación espiritual, humana y profesional., siendo esta tesis y este acto las más humildes muestras de mi eterno agradecimiento, a ustedes gracias por creer en mi, gracias por estar cada día y enseñarme todo lo que soy y seré.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de tesis intitulado: “DETERMINACION DE LA FRECUENCIA “*IN VITRO*” DE FRACTURA DE LOS INSTRUMENTOS ROTATORIOS DE NIQUEL – TITANIO (Ni-Ti) PROTAPER Y K3 EN CONDUCTOS CURVOS”, conforme lo demandan los estatutos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al Título de:

CIRUJANA DENTISTA

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a los doctores Edwin Milián, Werner Florián, Juan Ignacio Asensio y Ricardo León por su valiosa colaboración y ayuda en la realización de la presente investigación.

Y a ustedes distinguidos miembros del Honorable Tribunal Examinador, reciban mi más alta muestra de consideración y respeto.

Índice

Sumario	1
Antecedentes	2
Introducción	3
Planteamiento del Problema	4
Justificación	5
Revisión de Literatura	6
Objetivos	14
Variables	15
Materiales y Métodos	16
Resultados	22
Discusión de Resultados	28
Conclusiones	29
Recomendaciones	30
Referencias Bibliográficas	31
Anexos	35

Sumario

Con el propósito de determinar la frecuencia de fracturas que sufren los sistemas rotatorios Pro Taper® de Dentsply-Maillefer y K3® de Kerr se realizó un estudio “*in vitro*”. Después de efectuar los accesos a las piezas, se procedió a instrumentar los conductos debidamente identificados de acuerdo al sistema asignado. La instrumentación se llevo a cabo utilizando la técnica impartida a los estudiantes de pregrado de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El estudio se llevó a cabo en molares permanentes, superiores e inferiores, colocados en taseles de acrílico, con conductos cuya angulación igualó o superó los 20°. Dichas angulaciones fueron determinadas utilizando el método de Pruett. Cuando la primer lima de cada juego se fracturó, se descartó el juego completo y se interrumpió la instrumentación de los conductos restantes. Los resultados revelan que en el sistema K3® se fracturó únicamente una lima de los cinco juegos utilizados. Dicha lima fue la 0.12, y ocurrió en el tercio distal de la parte activa del instrumento. El conducto en el que esto sucedió fue en el decimoprimeros. En el sistema ProTaper®, se fracturaron cinco limas de los cinco juegos utilizados. La lima que se fracturó con mayor frecuencia fue la Sx, y ocurrió en el tercio distal de la parte activa de los instrumentos. El conducto en el que se fracturaron la mayor parte de limas fue el quinto. Se concluye que el sistema K3® se fractura con menos frecuencia que el sistema ProTaper®.

Antecedentes

La aleación de Níquel-Titanio (NiTi) se introdujo en endodoncia a partir del año 1975. Las propiedades de ésta, la convierten en un material ideal para su uso en instrumentos endodónticos, debido a su flexibilidad y elasticidad, que no es más que la capacidad de recuperarse de distorsiones. Pese a que las primeras limas de NiTi se fabricaron a partir de alambres de ortodoncia, la composición y el procesado metalúrgicos del NiTi se ha adaptado para el uso endodóntico⁽⁷⁾. Por lo tanto, los instrumentos rotatorios de NiTi empiezan a abrirse campo. Y a pesar de sus innegables cualidades favorables, existe un riesgo de fractura dentro de los conductos radiculares. En la mayoría de los casos esto ocurre en el tercio apical del conducto, y por la morfología de la región se hace poco probable remover el instrumento fracturado. En la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se utilizan dos sistemas de instrumentación rotatoria, el sistema ProTaper® (Dentsply Maillefer) y K3® (Sybronendo), ambos introducidos recientemente y que se presentan con las mejores características, asegurando resultados clínicos y mecánicos óptimos del tratamiento endodóntico. Sin embargo, cabe mencionar que por su reciente aparición, no existe suficiente información científica que respalde y compare ambos sistemas. La fractura de limas rotatorias de NiTi puede ocurrir por dos formas. La primera, se da por torsión, que es cuando la punta u otra parte del instrumento se atasca en el conducto y el cuerpo sigue rotando, excediendo así el límite elástico del metal. Y la segunda, es la fractura por flexión, que ocurre por la continua rotación del instrumento en conductos curvos donde hay una importante flexión del instrumento, resultando en una compresión cíclica y elongación, lo cual produce fatiga del metal. Ambas fracturas tienen en común que son difíciles o imposibles de predecir. Clínicos e investigadores no se han puesto de acuerdo en cuantas veces se puede usar una lima antes de ser desechada, excepto si ésta se fractura o tiene una distorsión visible^(4, 21).

Introducción

El presente estudio se realizó debido a que muchas veces el profesional usa los instrumentos indefinidamente; por lo tanto es indispensable establecer después de cuantos usos el instrumento se fractura dentro del conducto, para así descartarlos antes de que esto suceda. La sustentante llevó a cabo la investigación en el laboratorio de histopatología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala y en una clínica particular. Se utilizaron molares superiores e inferiores extraídos cuyos conductos tuvieran una angulación igual o mayor a 20°, montados en taseles de acrílico y limas de Ni-Ti ProTaper® (Dentsply Maillefer) y K3® (Sybronendo) nuevas. Se utilizaron cinco juegos de limas por sistema y se instrumentaron conductos por juego. El fin que se persiguió fue determinar la frecuencia “*in vitro*” con la que se fracturan dichos instrumentos en conductos curvos. A continuación se presenta el problema de estudio, la justificación, los objetivos y los resultados obtenidos entre otros.

Planteamiento del Problema

Tomando en cuenta los antecedentes planteados surgen las siguientes interrogantes: 1. ¿Cuál de los dos sistemas (ProTaper[®] o K3[®]) es más resistente a la fractura?, 2. ¿Con cuál de los dos sistemas (ProTaper[®] o K3[®]) se pueden instrumentar más conductos?

Justificación

Debido a su alto costo, el profesional usa los instrumentos indefinidamente; por lo tanto, es indispensable establecer después de cuantos usos el instrumento se fractura dentro del conducto, para así descartarlos antes de que esto suceda.

Los reportes que indican cuantas veces pueden usarse los instrumentos rotatorios de NiTi son escasos, por ello es importante establecerlos en el medio y así evitar comprometer el tratamiento a causa de una fractura del instrumento.

También es fundamental contribuir con estudios al desarrollo de la Endodoncia en Guatemala; los resultados de este estudio podrán complementar los programas de enseñanza-aprendizaje de la Endodoncia a nivel de pre-grado, tanto en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos como en otras Facultades de Odontología.

Revisión de Literatura

Introducción

Una apropiada limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares, remoción de la pulpa residual, detritos y alisado de paredes es un objetivo esencial de la terapia endodóntica. El instrumental necesario para llevar a cabo tal objetivo ha evolucionado con el transcurso de las décadas ^(3, 17, 18).

El uso de instrumentos endodónticos en la práctica dental se remonta a la invención de los primeros ensanchadores en acero al carbono por la casa Kerr en 1,901. Muchos de las limitaciones en el procedimiento que se producían en el transcurso de la instrumentación se relacionaban con el diseño del mango, lo cual impedía instrumentar conductos de dientes posteriores. Sin embargo lo que más preocupaba a los clínicos era la rigidez del instrumento. Los fabricantes intentaron afrontar esos problemas mediante la introducción de variaciones en el diseño de las limas, que por lo general implicaron modificaciones del área de la sección transversal de la parte activa, del ángulo y la profundidad de las espirales cortantes, y del diseño de la punta. Sin embargo los metales o aleaciones utilizadas para la fabricación de los instrumentos de endodoncia merecieron escasa atención hasta que se fabricaron los ensanchadores de acero inoxidable disminuyendo su rigidez, pero manteniendo el diseño del mango casi intacto ⁽⁷⁾.

Fue a partir del año 1961 cuando el Dr. Ingle ideó las limas propiamente dichas tipo K en acero inoxidable con incremento de conicidad en la punta de 50 micrones por número entre la 15-60 y 100 micrones por número entre la 70-140. Pero aunque no eran tan rígidas como los ensanchadores de acero al carbono, no tenían la suficiente flexibilidad como para instrumentar conductos curvos. Por lo tanto una secuela existente era la fractura del instrumento cuya ocurrencia es la principal causa de fracasos en la terapia endodóntica. En un intento de minimizar esta indeseable consecuencia, la casa Kerr manufacturó las primeras limas flexibles de acero inoxidable, flexibilidad atribuida a la forma triangular de la lima desentorchada. Fueron seguidas por la fabricación de las limas FlexoFile de la casa Maillefer (también en acero inoxidable). Sin

embargo con el avance de las investigaciones surgió el descubrimiento de una aleación con mucho futuro, el Ni-Ti ^(3, 16).

Es importante aclarar que antes de la aparición del Ni-Ti en endodoncia, ya se fabricaban instrumentos endodónticos rotatorios, pero eran incapaces de limpiar y conformar los conductos radiculares de una manera satisfactoria, ya fuera porque al ser de acero inoxidable, se quebraban con muchísima frecuencia o porque había una significativa transportación de conductos que hacía que el tratamiento fuera un fracaso. Por lo tanto mientras unos clínicos trabajaban en el Ni-Ti manual, otros trabajaban en el acero inoxidable rotatorio ^(8, 23).

El desarrollo del Ni-Ti en los años sesenta proporcionó a la profesión dental un nuevo y exclusivo metal con una potencial unidad para el uso en endodoncia. La aleación de Ni-Ti incursionó en el mundo de la endodoncia en 1,975, cuando el Instituto de Investigación Dental del Ejército de los Estados Unidos de América sugirió que la aleación de Ni-Ti poseía propiedades que se ajustaban bien a los instrumentos endodónticos. En 1,988 el Dr. Walia introdujo un nuevo material para la fabricación de instrumentos endodónticos manuales: el alambre para ortodoncia de Ni-Ti, llamado también Nitinol (NiTi Naval Ordnance Laboratory) ^(10, 22) (Figura 1, anexos).

Su composición y procesado metalúrgicos se han adaptado para el uso endodóntico. Las fórmulas químicas específicas del NiTi para uso endodóntico, y sus técnicas de procesado están registradas, y han sido desarrolladas fundamentalmente mediante pruebas de ensayo y error. El proceso de producción de un lingote de NiTi es complejo, e incluye la utilización del vacío. De cara a mantener las propiedades elásticas del NiTi, se puede asumir que la composición de las aleaciones se mueve en torno a porcentajes del 55%Ni y 45%Ti en peso ^(7, 9).

Las aleaciones de NiTi, además de poseer alta resistencia a la corrosión y excelente biocompatibilidad, presentan algunas características especiales, como por ejemplo memoria elástica y flexibilidad ^(2, 5, 14).

Hasta hace algunos años, el Ni-Ti era utilizado manualmente; pero investigaciones que comenzaron a llevarse a cabo en los años 80's llevaron a los clínicos a discutir varios métodos alternativos de preparación de conductos, y a cuestionar la preparación manual de los mismos.

Unos estudios mostraron que la instrumentación manual deja áreas del conducto radicular sin preparación. Otro estudio demostró que instrumentar manualmente hasta llegar a la lima apical maestra (LAM) 35 no alisa las paredes del conducto radicular. El siguiente estudio estableció los criterios para decidir si un tratamiento de conductos es o no satisfactorio, para de esa manera llegar a la conclusión de que la eliminación de las aberraciones morfológicas de los conductos es un criterio importante que no cumplían las limas manuales.

Lo anterior, sumado al tiempo de trabajo y el estrés del operador hicieron considerar a los investigadores el uso de instrumental rotatorio sólo como auxiliares de la instrumentación endodóntica debido a los fracasos anteriores al utilizarlo como sistema básico. Surgieron así muchos sistemas (la mayoría sin buenos resultados clínicos ya que eran a base de acero inoxidable o Ni - Ti con diseño de lima inadecuado), hasta que posteriormente el Dr. Ben Johnson logró diseñar un sistema endodóntico relativamente exitoso, a partir del cual a su vez surgirían nuevos sistemas igualmente exitosos, a saber ProFile (Maillefer) ⁽¹⁾ (Fig.2, anexos).

El diseño de las limas rotatorias de NiTi es completamente diferente a las manuales; aquellas presentan alteraciones en la conformación de la parte activa, así como un aumento de la conicidad por milímetro de longitud de su parte activa desde la punta hasta su base, permitiendo la preparación de los dos tercios coronales y preparar fácilmente el tercio apical. Fue con la introducción de las limas rotatorias de NiTi y sus diferentes diseños, que la instrumentación de los conductos radiculares, especialmente aquellos estrechos y curvos, se transformó de cierta forma en un procedimiento menos agotador y estresante para el operador. Sin embargo, el operador debe tener un buen criterio de selección del instrumental que va a utilizar ^(4, 13, 26).

La fabricación de instrumentos endodónticos rotatorios a partir de aleaciones de NiTi ha proveído un desarrollo importante a las técnicas de limpieza y conformación de conductos radiculares curvos, los cuales son un reto incluso para los endodoncistas experimentados. Con estos instrumentos se crean posibilidades de incrementar la velocidad y eficiencia del tratamiento endodóntico, y es probable que estos instrumentos se conviertan en los más populares en el futuro cercano ^(5, 15).

Los sistemas rotatorios han evolucionado y mejorado sus características desde su aparición en el mercado, iniciando con las limas ProFile de la casa Maillefer, GT Grand Taper, ProFile serie 29, Hero 642, FKG, Many, ProTaper® y K3®, siendo estos dos últimos el objeto de la presente investigación ⁽⁷⁾ (Figs. 3-5. anexos).

Principios Básicos

Dentro de los principios básicos a tomar en cuenta cuando se van a utilizar instrumentos rotatorios de NiTi cabe mencionar:

1. Realizar un acceso con paredes expulsivas que permitan la introducción de la lima rotatoria sin interferencias.
2. Utilizar una técnica de preparación corono-apical.
3. Utilizar motores eléctricos con velocidad constante y control de torque.
4. Recapitular con limas de patencia K para permeabilizar el conducto.
5. No forzar el instrumento y realizar movimientos sin presión durante la preparación del conducto.
6. Limpiar los excesos de dentina de la lima después de cada uso.
7. Utilizar constantemente agentes quelantes e irrigación abundante.
8. Evitar conductos radiculares con curvaturas que se aproximen a los 90°.
9. Evitar el sobreuso de los instrumentos ^(4, 6, 20).

Sistema ProTaper® (Dentsply-Maillefer)

El sistema ProTaper® introducido por la casa Dentsply-Maillefer y el Dr. Pierre Machtou, incorpora dos nuevos conceptos:

1. Sección transversal triangular provista de aristas redondas y ángulo de corte ligeramente positivo, lo que proporciona una mayor flexibilidad y eficiencia en el corte.
2. Presencia de varias conicidades en un solo instrumento. La conicidad se mide en micrones. Una lima 100 (1mm) tiene 100 micrones.

Este concepto minimiza el número de instrumentos, disminuyendo la carga torsional con la subsecuente reducción de la fricción en la superficie, aumentando por lo tanto la eficiencia en el corte, reduciendo el tiempo de preparación y la incidencia de errores de procedimiento ^(13,27).

Originalmente el sistema ProTaper® incluía cinco instrumentos denominados limas de conformación, modelado o configuración (*Shaping Files*) 1 y 2, y limas de acabado o terminación (*Finishing Files*) 1, 2 y 3. Adicionalmente se introdujo un sexto instrumento, la lima auxiliar (*Shaper File*) SX, con el fin de volver a localizar la embocadura del conducto (permitiendo un acceso directo al mismo y eliminando interferencias) y preparar la porción coronal del mismo.

Todos los instrumentos de éste sistema presentan en la parte activa conicidad múltiple y progresiva de 3.5% a 19%; por lo tanto desde el primer milímetro hasta el décimo sexto se encuentran conicidades de 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10, 0.12, 0.14, 0.16, 0.18 y 0.19 mm/mm. La presencia de diferentes conicidades en un solo instrumento disminuye la carga torsional y fricción, lo que facilita la preparación de conductos radiculares, generalmente curvos y estrechos.

Las limas de conformación consisten en tres instrumentos y sirven para preparar los dos tercios coronales del conducto utilizando un movimiento de cepillado o pincelada hacia las paredes del conducto radicular. La lima SX, con diámetro en la punta de 0.19mm, posee 9 conicidades incrementales de 3.5% a 19% entre el primer y el noveno milímetro y una conicidad fija de 2% entre el décimo y el décimo cuarto milímetro. Este instrumento da una forma óptima a los conductos radiculares cortos, y separa los conductos de las concavidades radiculares externas dando más forma. La lima S1, con diámetro en la punta de 0.17 mm, presenta doce conicidades diferentes de 2% a 11% entre el primer y el décimo sexto milímetro. Está diseñada para preparar el tercio coronario y medio del conducto. La lima S2, con diámetro de 0.2 mm. en la punta, tiene 9 conicidades diferentes desde 4% a 11.5% entre el primer y el décimo sexto milímetro. Alarga y prepara el tercio medio y al igual que la S1, aumenta progresivamente el tercio apical. Además presenta 16 mm de hojas cortantes. Las limas de acabado consisten en tres instrumentos encargados de preparar el tercio apical del conducto radicular utilizando un movimiento de picada ó picoteo hasta alcanzar la longitud de trabajo, agrandando de forma progresiva el tercio medio del conducto radicular. La lima F1 tiene un diámetro de 0.20 mm., desde la punta hasta el primer milímetro. La lima F2 tiene un diámetro de 0.25 mm., desde la punta hasta el primer milímetro. La lima F3 tiene un diámetro de 0.30 mm., desde la punta hasta el primer milímetro.

Las limas de acabado poseen conicidades fijas entre la punta y el tercer milímetro de 7%, 8% y 9% respectivamente. El fabricante propone el uso de éste sistema con un motor eléctrico con velocidad constante y control de torque, cualquiera que sea la marca⁽⁴⁾.

Sistema K3® (SybronEndo)

El sistema de limas rotatorias de NiTi K3® fue introducido inicialmente en Norteamérica en enero de 2002. Fue diseñado por el Dr. John McSpadden en Lookout Mountain, Georgia, con la propuesta de que su uso era aplicable en cualquier situación clínica y que el método de instrumentación con éste sistema combina características óptimas de corte, control de la sensación táctil y excelente resistencia a la fractura, por lo que el tratamiento endodóntico se vuelve menos difícil, más rápido y menos estresante para el operador. Las limas K3® son limas de tercera generación, de triple estría y un sistema de limas asimétricas. El excelente control de la sensación táctil que caracteriza a este sistema hace que el operador sienta el instrumento *correr* dentro del conducto, percibiendo solidez y no fragilidad. Su diseño permite que no arrastren dentina hacia la porción apical^(13,27).

Presenta instrumentos con conicidades fijas de 0.02, 0.04, 0.06; sin embargo el paquete básico no los incluye a todos. El ángulo helicoidal de estrías es variable, desde 31° hasta 43°, reduciendo el efecto de atornillamiento y ayudando a la eliminación de residuos dentinales⁽¹⁹⁾.

El diámetro del núcleo es mayor en la punta, donde la fuerza es mayormente necesaria. La proporción disminuye uniformemente a medida que los planos avanzan con la conicidad, resultando en una mayor profundidad de las estrías incrementando la flexibilidad y al mismo tiempo manteniendo la fuerza. Posee un ángulo ligeramente positivo de corte, lo que le provee una mejor capacidad de corte y refuerza periféricamente la resistencia a la tensión y a la rotación (Fig.6, anexos).

Posee una serie de tres planos radiales asimétricos:

1. Tercer plano radial que ayuda a reducir la fricción en las paredes del conducto y centrando y estabilizando el instrumento, previniendo el riesgo de transportaciones.
2. Plano radial liberado, que reduce la fricción controlando la profundidad de corte de las estrías, ayudando a proteger la lima de una acción excesiva y fracturas
3. Plano radial ancho, que sirve como soporte de la superficie cortante y ayuda a prevenir que la lima se enrosque o atasque dentro del conducto radicular, añadiendo fuerza en la periferia y aumentando la resistencia a la tensión y rotación.

Cuenta con un diseño del mango reducido (aproximadamente 5mm) sin afectar la longitud de la lima, facilitando el acceso a la zona posterior. El diámetro de la lima, aumenta desde el primer milímetro hasta el décimo sexto para mantener la flexibilidad a lo largo de la longitud cortante; también ayuda a prevenir el enroscamiento de la lima especialmente en los casos más complejos y a la vez promueve la remoción de dentina. El código de colores es simplificado y estandarizado para distinguir los diferentes tamaños y conicidades. Para su fácil identificación presenta solo dos códigos, el primer color identifica la conicidad que representa y el segundo color el número de la lima a la que pertenece. Cuenta con una punta pasiva de seguridad (*safe cutting*) que sigue la forma natural del conducto y minimiza la posibilidad de transportación apical. Presenta las limas para preparación del cuerpo del conducto con conicidades mayores 0.08, 0.1, 0.12, las cuales pueden actuar tanto como limas de apertura de conductos (*Orifice Openers*) y como limas de preparación profunda o completa de conductos radiculares (*Body Shaper*). Están disponibles con un diámetro fijo en la punta y en longitudes de 17, 21 y 25mm. La parte activa es más corta (8mm.), característica que le provee la capacidad de corte y flexibilidad. Las estrías a este nivel tienen liberada la porción distal de los planos radiales, lo que reduce periféricamente el contacto en la superficie, aumentando así su función. El ángulo helicoidal es ligeramente diferente comparado con los tamaños y conicidades de las limas con el fin de que el corte sea menos agresivo y suave. La preparación profunda de los conductos radiculares requiere de un acceso paralelo a los mismos sin interferencias y utilizar una técnica de instrumentación corono-apical para así evitar bloqueos apicales, sub-preparación, yatrogenias y tratamientos insatisfactorios. Las limas de apertura de conductos se diferencian de otros abridores en que sí pueden utilizarse para preparaciones profundas, ya que se necesita de rotaciones por minuto muy frecuentes para lograr un buen resultado; en caso de utilizarse acero inoxidable -por ejemplo- el resultado sería la ampliación excesiva del tercio coronal y aumento del riesgo de perforaciones cervicales. El diseño de las limas de preparación profunda hace que las dentina corra hacia fuera de la punta, lo que significa que requiere de menos recapitulaciones, menor tiempo de preparación y se espera que disminuya cualquier complicación ⁽⁴⁾.

Precauciones

Aunque los instrumentos de Ni-Ti rotatorios tienen muchas ventajas, a saber facilitan y hacen más rápido el tratamiento, producen menos transportación de conductos, y hacen el conducto

radicular más redondo que con instrumental manual, tienen mayor riesgo de fracturarse dentro del conducto, por lo que deben usarse en conductos curvos el menor tiempo posible (no exceder los 5 segundos dentro de los mismos) ⁽⁶⁾.

La fractura de un instrumento rotatorio endodóntico puede ocurrir bajo dos circunstancias: torsión y flexión. La torsión ocurre cuando la punta o cualquier otra parte del instrumento se atasca en el conducto mientras la base continúa girando; el instrumento excede el límite elástico del metal y muestra alteraciones microscópicas, deformación y luego fractura. La flexión ocurre cuando hay fatiga del metal; esto ocurre en el punto de máxima flexión del instrumento ^(15, 12).

Cuando un instrumento se fractura, dificulta sobremanera la obturación del conducto debido a que, al no poder extraer la parte fracturada, el conducto permanece bloqueado, sin forma y sucio ⁽²⁸⁾.

Uno de los más importantes objetivos del tratamiento de conductos radiculares es lograr una adecuada instrumentación de éstos, removiendo el tejido pulpar vital y/o necrótico, detritus, microorganismos y proveer con ello un gran porcentaje de éxito clínico. Es por ello que el desarrollo tecnológico y científico respaldado por las ciencias básicas en las pautas terapéuticas se ha hecho notar especialmente en el desarrollo de técnicas de preparación que cumplan con los objetivos primordiales de la instrumentación. Por lo tanto, es tal la cantidad de métodos e instrumentos que se presentan hoy en día, que unos quedan relevados sin que sean evaluados correctamente. La aparición de sistemas de preparación rotatoria indica toda una revolución en la instrumentación de los conductos radiculares, por lo tanto el operador deberá tener criterio para aceptar o rechazar un método en particular. Los diseños de las limas ProTaper[®] y K3[®] son completamente diferentes y se presentan con las mejores características, por lo tanto es necesario estudiarlos y utilizarlos para comprender su eficiencia o deficiencia. Al utilizar un sistema rotatorio con limas de NiTi lo primero que se piensa es que el tratamiento será fácil, rápido y con excelentes características clínicas y radiográficas; esto puede ser así, si se llega a comprender su comportamiento ⁽⁴⁾.

Objetivo General

Determinar la frecuencia "*in vitro*" con la que se fracturan los instrumentos de NiTi ProTaper® y K3®, en conductos curvos.

Objetivos Específicos

1. Determinar cuántos conductos pueden ser instrumentados con limas ProTaper®, antes de que se fracturen.
2. Determinar cuántos conductos pueden ser instrumentados con limas K3®, antes de que se fracturen.
3. Determinar el área de la parte activa de las limas ProTaper® que se fractura con mayor frecuencia.
4. Determinar el área de la parte activa de las limas K3® que se fractura con mayor frecuencia.
5. Determinar el calibre de instrumento ProTaper® que se fractura con mayor frecuencia.
6. Determinar el calibre de instrumento K3® que se fractura con mayor frecuencia.
7. Determinar el sistema (ProTaper® o K3®) que se fractura con mayor frecuencia.

Variables

Independiente

1. Instrumentos rotatorios de NiTi ProTaper® y K3®.
2. Curvatura del conducto.

Dependientes

1. Frecuencia de fracturas que sufren los instrumentos rotatorios de NiTi ProTaper® y K3®.
2. Calibre de instrumento que se fractura con mayor frecuencia en los sistemas ProTaper® y K3®.
3. Área de la parte activa de los instrumentos rotatorios de NiTi ProTaper® y K3® que presente mayor frecuencia de fracturas.
4. Cantidad de conductos que se pueden instrumentar con los instrumentos rotatorios de NiTi ProTaper® y K3® antes de fracturarse.

Descripción de variables

Instrumentos rotatorios de NiTi ProTaper® y K3® : dos diferentes sistemas de instrumentos endodónticos rotatorios.

Curvatura del conducto: desviación del eje longitudinal que sufre el conducto.

Fractura: resultado al exceder el límite elástico del metal.

Área de la parte activa de los instrumentos: el instrumento se divide en dos partes, mango y parte activa, ésta se introduce en el conducto y el mango en el contrángulo. La parte activa se divide en tres áreas: distal, media y proximal. El área proximal corresponde al tercio unido al mango, el área distal corresponde al tercio que se encuentra en el extremo opuesto y el área media corresponde al tercio que se encuentra entre las anteriores.

Materiales y Métodos

1. Población y Muestra

El estudio fue descriptivo. Se emplearon 10 juegos de limas, 5 para el sistema ProTaper[®] y 5 para el sistema K3[®]. 20 conductos de piezas dentales extraídas se instrumentaron con cada juego.

2. Criterios de selección

2.1 Criterios de Inclusión

2.1.1 Para piezas Dentales

- Ser molares superiores e inferiores debido a que sus conductos presentan una mayor curvatura que los dientes de un solo conducto.
- Tener conductos con una angulación igual ó mayor de 20 grados
- No tener ningún tratamiento endodóntico previo
- Presentar el ápice cerrado.
- Piezas con presencia de corona anatómica
- Piezas sin fracturas radiculares ⁽⁵⁾

2.1.2 Para limas

- Limas nuevas

3. Procedimiento

3.1 Elaboración de las fichas de registro

Todos los datos se registraron en una ficha diseñada para la investigación, donde se anotó el nombre del sistema, el número de juego, el número del conducto, la angulación, el nombre de cada lima y la localización de la fractura.

3.2 Toma de radiografías

Luego se tomaron radiografías estandarizadas de la siguiente manera: se fabricó un cono de cartón de 10 cms. de altura y del diámetro del cono del aparato, se colocó la pieza dental sobre una película radiográfica Kodak Ultra Speed tamaño 2, velocidad E y a su vez ésta fue colocada sobre una superficie plana; se colocó el cono del aparato sobre la pieza dental, dejando entre estos dos el cono de cartón pegado al extremo del cono del

aparato y a la superficie plana donde está colocada la pieza, quedando ésta en el interior del cono de cartón (Fig.7, anexos).

El tiempo de exposición a la radiación fue de 0.30 segundos, utilizando un aparato radiográfico Trophy Irix-70.

Después de la obtención de las radiografías de las piezas se procedió al revelado y fijado de las mismas, utilizando líquidos Kodak en una concentración de 4:1 para el líquido revelador y de 6:1 para el líquido fijador, sumergiendo cada radiografía en revelador por 40 seg., en agua por 10 seg., en el fijador por 3 minutos, y lavándolas bajo un chorro de agua por un minuto y dejándolas secar. Debido a que el tiempo de vida de los líquidos es limitado, el proceso de revelado y fijado se hizo en un mismo día.

3.3 Magnificación de imagen

Una vez secas, se procedió a montarlas en portadiapositivas, para luego montarlas en un carrusel de diapositivas y magnificarlas sobre una pizarra de fórmica blanca. La distancia entre el borde distal del foco del proyector y la imagen proyectada fue de 1 metro. La razón de magnificarlas fue para facilitar la obtención de los datos necesarios para llevar a cabo el método de Pruett, indispensable para determinar la angulación de la curvatura de cada conducto (Fig.8, anexos). Para llevar a cabo el método Pruett se trazó una línea recta a lo largo de eje principal de la parte coronal del conducto, y una segunda línea recta se trazó a lo largo del eje principal de la porción apical del conducto. Cada una de estas líneas tiene un punto en que el conducto se desvía del eje principal; este punto representa el principio (*punto a*) y el fin (*punto b*) de la curvatura del conducto. La parte curva del conducto, fue representada por un círculo con una tangente en los puntos *a* y *b*. El ángulo se definió como el ángulo formado por las líneas perpendiculares trazadas desde los puntos de desviación *a* y *b* los cuales se intersectan en el centro del círculo ⁽²⁸⁾. Los datos obtenidos a partir de éste método sirvieron para seleccionar las piezas que cumplan con tener conductos iguales ó mayores de 20 grados y los datos se anotaron en la ficha correspondiente.

3.4 Elaboración de los taseles de acrílico

Las piezas seleccionadas se colocaron en taseles de acrílico de acuerdo al siguiente procedimiento: a partir de cartón de empaque de productos que utilizan sistema Tetra Brik se elaboraron cajas de las siguientes medidas: 3 cms. de ancho, 3 cms. de largo y 3 cms. de altura. La razón de haber usado cartón Tetra Brik es la característica propia del material, ya que facilita la separación del tasel de acrílico, puesto que no se rasga y puede ser reutilizado. Una vez elaboradas las cajas, se preparó una mezcla de acrílico rosado autopolimerizable, y una vez mezclado convenientemente se esparció en estado fluido dentro de cada caja, sin llenarlas completamente. Al empezar a polimerizar se introdujo cada pieza dental en el centro de la caja, hundiéndola hasta el nivel del cuello y se sostuvo la pieza en su lugar hasta que el acrílico polimerizó completamente (Fig.9, anexos). Seguidamente se retiró el tasel de acrílico de la caja de cartón. Las coronas de los dientes quedaron completamente visibles. Luego se identificó cada tasel con tres números marcados con stickers y marcador. Siempre el número menor correspondió con el conducto distal (no importando si era superior o inferior), el de en medio con el mesio lingual o palatal (dependiendo si la pieza era inferior o superior) y el mayor con el mesiobucal o mesial (dependiendo si la pieza era inferior o superior).

3.5 Observación inicial de las limas

Las limas nuevas se observaron al microscopio estereoscópico para determinar si existía algún defecto de fábrica que influyera en los resultados de la investigación.

3.6 Instrumentación de los Conductos

Sistema ProTaper®

El sistema, está compuesto por seis limas, y éstas a su vez se dividen en dos grupos. Las limas de conformación S1, S2 y Sx ; y las limas de terminado F1, F2, y F3.

Estas entraron y salieron girando de los conductos y el tiempo de trabajo dentro de los mismos fue de 3 a 5 segundos.

Técnica de instrumentación (sin obturación)

1. Acceso con fresa redonda #6 de alta velocidad y fresa EndoZ

2. Fase de exploración del conducto con limas K, IO, o 15.

Biblioteca Central

3. Lavar con hipoclorito de sodio al 1%
4. Introducir la lima S1 con lubricante hasta donde llego la lima K
5. Irrigar el conducto con hipoclorito de sodio al 1%
6. Comprobar permeabilidad del conducto con lima K
7. Introducir la lima Sx con lubricante, a la misma longitud de la lima S1
8. Irrigar el conducto con hipoclorito de sodio al 1%
9. Comprobar permeabilidad del conducto con limas K
10. Realizar la conductometría con una lima K 10 ó 15 para determinar la longitud de trabajo
11. Comprobar permeabilidad del conducto con limas K hasta la longitud de trabajo
12. Introducir la lima S1 con lubricante a la longitud de trabajo
13. Irrigar el conducto con hipoclorito de sodio al 1%
14. Comprobar permeabilidad del conducto con lima K
15. Introducir lima S2 con lubricante a la longitud de trabajo
16. Irrigar el conducto con hipoclorito de sodio al 1%
17. Comprobar permeabilidad del conducto con lima K
18. Introducir la F1 con lubricante a la longitud de trabajo
19. Irrigar el conducto con hipoclorito de sodio al 1%
20. Introducir la F2 con lubricante a la longitud de trabajo
21. Irrigar el conducto con hipoclorito de sodio al 1%
22. Introducir la F3 con lubricante a la longitud de trabajo
23. Irrigar el conducto con hipoclorito de sodio al 1%^(2,4) (Figs.10-15, anexos).

Sistema K3^{*}

Al utilizar este sistema, se tomaron en cuenta tres principios básicos: se ejerció ligera presión, así como movimientos de vaivén y el instrumento no permaneció dentro del conducto por más de 5 segundos.

Técnica de instrumentación (sin obturación)

1. Acceso con fresa redonda #6 de alta velocidad y fresa EndoZ
2. Evaluación radiográfica, determinando longitud tentativa midiendo la pieza desde el borde incisal o cúspide oclusal hasta el ápice radiográfico restándole 4 mm.

3. Fase de exploración del conducto con limas K 10 o 15
4. Colocar lubricante Glade en la cámara pulpar
5. Introducir la Orifice Oppener taper 0.12 en el contra ángulo reductor 16:1, nunca pasando la longitud tentativa
6. Irrigar con hipoclorito de sodio al 1%
7. Comprobar permeabilidad del conducto con lima K
8. Introducir Orifice Oppener taper 0.10 en el contra ángulo reductor 16:1 hasta donde encuentre resistencia
9. Irrigar con hipoclorito de sodio al 1%
10. Comprobar permeabilidad del conducto con lima K
11. Realizar la conductometría
12. Determinar la Lima Apical Maestra (LAM)
13. Irrigar con hipoclorito de sodio al 1%
14. Comprobar permeabilidad del conducto con lima K
15. Introducir la lima K3[®] taper 0.06 del número correspondiente a dos números mayores a la LAM
16. Irrigar con hipoclorito de sodio al 1%
17. Comprobar permeabilidad del conducto con lima K
18. Introducir la lima K3[®] taper 0.06 un número inferior a la anterior
19. Irrigar con hipoclorito de sodio al 1%
20. Comprobar permeabilidad del conducto con lima K
21. Introducir la lima K3[®] taper 0.06 un número inferior a la anterior
22. Irrigar con hipoclorito de sodio al 1%
23. Comprobar permeabilidad del conducto con lima K
24. Si se ha alcanzado ya la longitud de trabajo, secar; si esta no se ha alcanzado, continuar con un número inferior a la lima anterior, hasta alcanzarla. ⁽²⁵⁾ (Figs. 10-15, anexos).

Todas la piezas fueron instrumentadas por un mismo operador.

Cuando el primer (y único) instrumento del juego se fracturó, se descartó el juego completo para así evitar alterar los resultados del estudio (Fig. 16, anexos).

3.7 Estandarización

Previo a la realización del trabajo de campo, se capacitó a la sustentante en el uso de los dos sistemas en cuestión instrumentando diez conductos dentales en piezas extraídas por cada uno de los sistemas.

3.8 Tabulación de datos

Los datos se tabularon en las fichas de registro; a continuación se realizó un análisis de frecuencia en base a porcentajes.

Resultados

En relación con el sistema K3[®], el promedio de conductos instrumentados por juego fue de 18.2, el área de la parte activa que se fracturó con mayor frecuencia fue la distal y el calibre de instrumento que se fracturó con mayor frecuencia fue 0.12 (Ver Cuadro No.1 y Cuadro No. 4).

En relación con el sistema ProTaper[®], el promedio de conductos instrumentados por juego fue de 5, el área de la parte activa que se fracturó con mayor frecuencia fue la distal y el calibre de instrumento que se fracturó con mayor frecuencia fue SX (Ver Cuadro No.2 y Cuadro No. 3).

La cantidad de juegos de limas que completaron la instrumentación en los 20 conductos fueron cero en el sistema ProTaper[®] y cuatro en el sistema K3[®] (Ver Cuadro No. 5).

Cuadro No. 1

Número de conductos instrumentados, área de la parte activa y calibre de instrumento que se fracturan con mayor frecuencia (por juego) con el sistema K3®.

Sistema K3®	Juego 1	Juego 2	Juego 3	Juego 4	Juego 5	Total
# de conductos instrumentados	20	20	20	11	20	18.2
Area de la parte activa que se fractura con mayor frecuencia	-	-	-	Distal	-	Distal
Calibre de instrumento que se fractura con mayor frecuencia	-	-	-	0.12	-	0.12

Fuente: ficha de recolección de datos.

Cuadro No. 2

Número de conductos instrumentados, área de la parte activa y calibre de instrumento que se fracturan con mayor frecuencia (por juego) con el sistema ProTaper®.

Sistema ProTaper®	Juego 1	Juego 2	Juego 3	Juego 4	Juego 5	Total
# de conductos instrumentados	5	4	5	6	5	5
Area de la parte activa que se fractura con mayor frecuencia	Distal	Distal	Distal	Distal	Distal	Distal
Calibre de instrumento que se fractura con mayor frecuencia	Sx	S2	F2	Sx	S1	Sx

Fuente: ficha de recolección de datos

Cuadro No. 3

Lima con mayor frecuencia de fractura a lo largo de la instrumentación de los conductos utilizando los cinco juegos del sistema ProTaper®.

Lima	Total de instrumentos utilizados	Total de instrumentos fracturados	%
Sx	5	2	40
S1	5	1	20
S2	5	1	20
F1	5	0	0
F2	5	1	20
F3	5	0	0
Total	30	5	17

Fuente: ficha de recolección de datos.

Cuadro No. 4

Lima con mayor frecuencia de fractura a lo largo de la instrumentación de los conductos utilizando los cinco juegos del sistema K3®.

Lima	Total de instrumentos utilizados	Total de instrumentos fracturados	%
0.12	5	1	20
0.10	5	0	0
0.06-25	5	0	0
0.06-30	5	0	0
0.06-35	5	0	0
0.06-40	5	0	0
Total	30	1	0.3

Fuente: ficha de recolección de datos

Cuadro No. 5

Cantidad de juegos que completaron la instrumentación de los 20 conductos, en los sistemas ProTaper® y K3®.

	ProTaper®	K3®
Número de juegos que completaron la instrumentación de los 20 conductos	0	4
%	0	80

Fuente: ficha de recolección de datos

Discusión

El sistema K3[®] sufrió menor frecuencia de fracturas que el ProTaper[®], debido a que las limas del segundo sistema presentan un cambio brusco de conicidad a lo largo de la parte activa que se traducen en una fragilidad en ciertas áreas de la lima.

El sistema K3[®] instrumentó en el 80% de los casos (cuatro juegos) todos los conductos. El sistema ProTaper[®] instrumentó en el 0% de los casos (cero juegos) todos los conductos, es decir que no concluyó la instrumentación de los conductos en ninguna ocasión debido a que todas las limas del segundo sistema se fracturaron en promedio en el quinto conducto.

El tercio distal de la parte activa de los instrumentos K3[®] y ProTaper[®] fue la única que sufrió fracturas, quizá debido a que el tercio distal es el que entra en contacto con la parte más estrecha y curva de los conductos.

En el sistema K3[®] la lima 0.12 fue la que se fracturó, y en el sistema ProTaper[®] la lima Sx fue la que más frecuentemente se fracturó. Probablemente la razón de ello es que las limas más gruesas son las que tienen menor elasticidad.

Conclusiones

Con base en los resultados encontrados en este estudio, se concluye que:

1. La cantidad de conductos que pueden ser instrumentados por juego en el sistema K3[®] fue en promedio de 18.2.
2. La cantidad de conductos que pueden ser instrumentados por juego en el sistema ProTaper[®] fue en promedio de 5.
3. El sistema K3[®] mostró una menor frecuencia de fracturas.
4. El sistema ProTaper[®] presenta una mayor frecuencia de fracturas.
5. El área de la parte activa que se fracturó con mayor frecuencia en el sistema K3[®] fue la distal.
6. El área de la parte activa que se fracturó con mayor frecuencia en el sistema ProTaper[®] fue la distal.
7. El calibre de instrumento que se fractura con mayor frecuencia en el sistema K3[®], es la 0.12.
8. El calibre de instrumento que se fractura con mayor frecuencia en el sistema ProTaper[®] es la Sx.

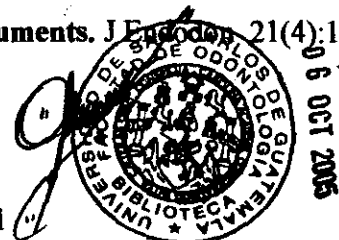
Recomendaciones

En esta investigación se recomienda:

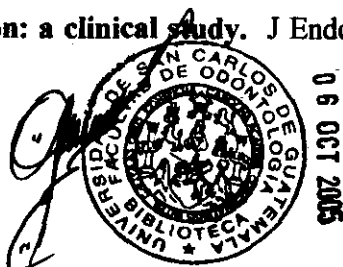
1. Implementar nuevos estudios relacionados con la observación radiográfica de los conductos instrumentados con ambos sistemas para complementar los resultados de esta investigación.
2. Realizar estudios similares con estudiantes del post grado de Endodoncia.
3. Realizar estudios similares con premolares, caninos, incisivos y molares superiores e inferiores con angulaciones iguales o menores a 20°, todos permanentes.
4. Difundir los resultados de esta investigación y de otras que se hagan en relación a estos nuevos sistemas dentro y fuera del país, por medios electrónicos de comunicación como el Internet o publicaciones escritas, para intercambio con otras Facultades de Odontología.

Referencias Bibliográficas

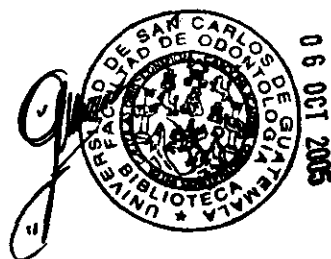
1. Abou-Rass, M. and Jastrab, J.R. (1982). **The use of rotary instruments as auxiliary aids to root canal preparation of molars.** J Endodon 8(2):78-82.
2. Alapati, S. et al (2003) **Scanning electron microscope observations of new and used nickel-titanium rotary files.** J Endodon. 29(10):667-669.
3. Ankrum, M.T.; Hartwell, G.R.and Truitt, J.E. (2004). **K3[®] Endo, ProTaper[®] and profile systems: breakage and distortion in severely curved roots of molars.** J Endodon. 30 (4): 234-237.
4. Azuero, M. et al. **Comparación de dos sistemas de limas rotatorias: K3[®] y ProTaper[®].** s.d.e.
5. Chaves, M.; Guiomar, M. and Lopes, V. (2002). **Fatigue resistanse of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments.** J Endodon. 28 (11):765-769.
6. Daugherty, D.W.; Gound, T.G. and Comer, T.L. (2001). **Comparison of fracture rate, deformation rate, and efficiency between rotary endodontic instruments driven at 150 rpm and 350 rpm.** J Endodon. 27(2):93-95.
7. Dentalworld. (2004). **Niquel titanio en endodoncia.** (en línea): consultado el 5 de mar. 2004. Disponible en: <http://www.dentalw.com>
8. Dietz, D.B. et al. (2000). **Effect of rotational speed on the breakage of nickel-titanium rotary files.** J Endodon. 26(2):68-71
9. Esposito, P.T. and Cunningham, C.J. (1995). **A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments.** J Endodon. 21(4):173-176.



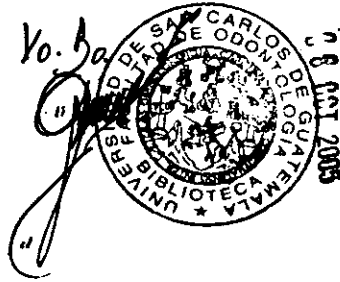
10. Glosson, C.R. et al. (1995). **A comparison of root canal preparations using ni-ti hand, ni-ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments.** J Endodon 21(3):146-151.
11. Muñoz Roldán, H.R. (1999). **Evaluación de la efectividad de una técnica simplificada para la elaboración de accesos endodónticos en molares superiores permanentes.** Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Guatemala. Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología. 85p.
12. Peters, O. et al. (2003). **ProTaper® rotary root canal preparation: assesment of torque and force in relation to canal anatomy.** Int Endod J. 36:93-99.
13. Peters, O. et al. (2003). **ProTaper® rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on shape analysed by micro CT.** Int Endod J. 36:86-87.
14. Richards, W. (1997). **Endodontics: fundamentals and practice.** México: McGraw Hill. pp. 183.
15. Sattapan, B. et al. (2000). **Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use.** J Endodon. 26 (3):161-165.
16. Saunders, J.L. et al. (2004). **Effect of a separated instrument on bacterial penetration of obturated root canals.** J Endodon. 30(3):177-178.
17. Schäfer, E. and Zapke, K. (2000). **A comparative scanning electron microscopic investigation of the efficacy of manual and automated instrumentation of root canals.** J Endodon 26(11):660-664.
18. _____ Schulz-Bongert, U. and Tulus, G. (2004). **Comparison of hand stainless steel and nickel titanium rotary instrumentation: a clinical study.** J Endodon. 30 (6):432-434.



19. _____ and Florek, H. (2003). **Efficiency of rotary nickel-titanium K3[®] instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals.** Int Endod J. 36:199-207.
20. _____ and Schlingemann, R. (2003). **Efficiency of rotary nickel-titanium K3[®] instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth.** Int Endod J. 36:208-217.
21. Svec, T. and Powers, J. (2002). **The deterioration of rotary nickel-titanium files under controlled conditions.** J Endodon 28(2):105-107.
22. Thompson, S.A. (2000). **An overview of nickel titanium alloys used in dentistry.** Int Endod J 33:297.
23. _____ and Dummer, P.M.H. (1998). **Shaping ability of quantec series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: part 1.** Int Endod J 31:259-267.
24. Universidad de San Carlos de Guatemala. (2004). **Manual de laboratorio. instrumentación rotatoria con limas de ni-ti ProTaper[®].** Guatemala. Área Médico-Quirúrgica. Disciplina de Endodoncia. Facultad de Odontología. 10p.
25. _____ (2004). **Manual de laboratorio. instrumentación rotatoria con limas de ni-ti K3[®].** Guatemala. Área Médico-Quirúrgica. Disciplina de Endodoncia. Facultad de Odontología. 9p.
26. Yared, G. (2004). **In Vitro study of the torsional properties of new and used profile nickel titanium rotary files.** J Endodon. 30(6):410-412.



27. Yun, H., Kim, S. (2003). **A comparison of the shaping abilities of 4 nickel-titanium rotary instruments in simulated root canals.** Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 95:228-229.
28. Zelada, G., (2002). **The effect of rotational speed and the curvature of root canals on the breakage of rotary endodontic instruments.** J Endodon. 28 (7):540-542.



Anexos

Ficha de Registro

Pro Taper

Juego X

Conducto	Angulación	Sx	S1	S2	F1	F2	F3	Localización
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

Ficha de Registro

Pro Taper

	Juego 1	Juego 2	Juego 3	Juego 4	Juego 5	Juego 6	Juego 7	Juego 8	Juego 9	Juego 10	Total
# de conductos instrumentados											
Área de la parte activa que se fractura con mayor frecuencia											
Calibre de instrumento que se fractura con mayor frecuencia											

Ficha de Registro

K3®

Juego X

Conducto	Angulación	Oo0.12	Oo0.10	T0.06- 50	T0.06- 45	T0.06- 40	T0.06- 35	T0.06- 30	T0.06- 25	Loc.
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

Ficha de Registro

K3®

	Juego	Juego	Juego	Juego	Juego	Juego	Juego	Juego	Juego	Juego	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
# de conductos instrumentados											
Área de la parte activa que se fractura con mayor frecuencia											
Calibre de instrumento que se fractura con mayor frecuencia											



Figura 1: alambre de ortodoncia fabricado a partir de Nitinol.



Figura 2: uno de los primeros sistemas rotatorios (ProFile).



Figura 3: uno de los primeros sistemas rotatorios (Hero 642).

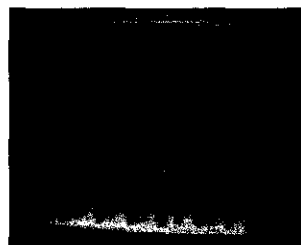


Figura 4: sistema rotatorio de NiTi ProTaper®.

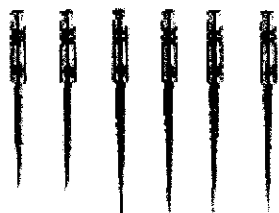


Figura 5: sistema rotatorio de NiTi K3®.



Figura 6: ángulo de corte positivo sistema K3®.



Figura 7: toma de radiografías utilizando un cono de 10 cms. de alto.



Figura 8: determinación de la curvatura de los conductos utilizando el método de Pruett.

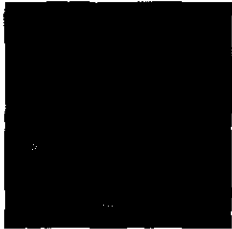


Figura 9: fabricación de taseles de acrílico con radiografía adjunta.



Figura 10: realización del acceso.

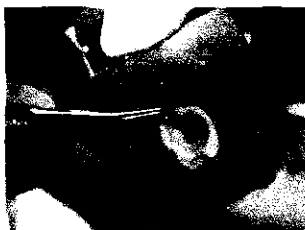


Figura 11: realización del acceso.

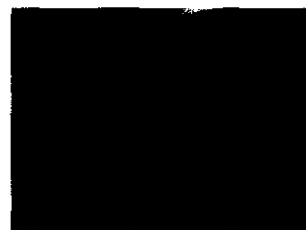


Figura 12: verificación de la permeabilidad del conducto con una lima K 15.



Figura 13: lavado con hipoclorito de sodio al 1%.



Figura 14: colocación de lubricante Glade (Dentsply).

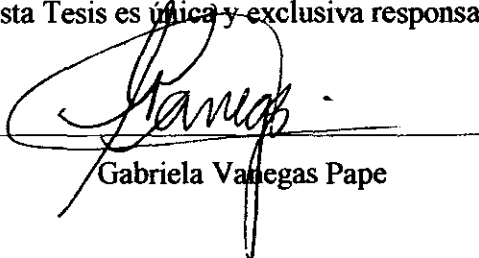


Figura 15: conductometría.



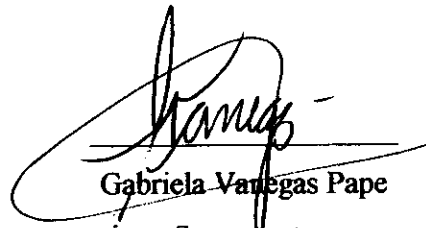
Figura 16: vista microscópica de una fractura.

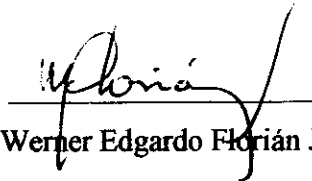
El contenido de esta Tesis es única y exclusiva responsabilidad del Autor.




Gabriela Vanegas Pape


PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SANTIAGO
Biblioteca Central


Gabriela Varegas Pape
Sustentante



Dr. Werner Edgardo Florián Jerez
Asesor


Dr. Juan Ignacio Asensio Anzueto
Comisión de Tesis




Dr. Ricardo León Castillo
Comisión de Tesis

Imprimase:


Dra. Candida Luz Franco Lemus
Secretaría Académica
Facultad de Odontología

