

**DETERMINACIÓN Y FRECUENCIA “IN VITRO” DE LAS ALTERACIONES QUE
SUFREN LOS INSTRUMENTOS ROTATORIOS DE NÍQUEL TITANIO (NiTi) PROTAPER®
Y K3® UTILIZADOS EN CONDUCTOS CURVOS, OBSERVADAS AL MICROSCOPIO
ESTEREOSCÓPICO.**

Tesis presentada por:

LUIS ALFREDO GÓMEZ AYALA

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 :

CIRUJANO DENTISTA

Guatemala, Octubre de 2005.

**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

Estos años de estudio y trabajo van dedicados a todos aquellos seres que han sido el pilar de mi formación espiritual, humana y profesional. Gracias por la infinita paciencia y apoyo durante este proceso que parecía interminable.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de tesis titulado: “DETERMINACIÓN Y FRECUENCIA “IN VITRO” DE LAS ALTERACIONES QUE SUFREN LOS INSTRUMENTOS ROTATORIOS DE NÍQUEL TITANIO (NiTi) PROTAPER (DENTSPLY MAILLEFER) Y K3 (SYBRONENDO) UTILIZADOS EN CONDUCTOS CURVOS, OBSERVADAS AL MICROSCOPIO ESTEREOSCÓPICO”, conforme lo demandan los estatutos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al Título de:

CIRUJANO DENTISTA

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a los doctores Werner Florián, Edwin Milián, Edwin López y Mario Taracena, 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.

Indice

Sumario	1
Antecedentes	2
Introducción	3
Planteamiento del Problema	4
Justificación	5
Revisión de Literatura	6
Objetivos	13
Variables	14
Materiales y Métodos	16
Resultados	22
Discusión de Resultados	31
Conclusiones	32
Recomendaciones	33
Referencias Bibliográficas	34
Anexos	37

Sumario

Con el propósito de determinar la frecuencia de alteraciones que sufren los sistemas rotatorios ProTaper® y K3® utilizados en conductos curvos observadas al microscopio estereoscópico se realizó un estudio “*in vitro*” 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. Todas las limas nuevas fueron observadas al microscopio estereoscópico para determinar si presentaban alguna alteración de fábrica que pudiera alterar los resultados de la investigación. Seguidamente se realizaron los accesos a las piezas, se procedió a instrumentar los conductos debidamente identificados de acuerdo al sistema asignado. La instrumentación se llevó a cabo utilizando la técnica impartida a los estudiantes de pregrado de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Después de instrumentar un conducto, el juego completo se observó al microscopio para anotar las alteraciones que sufrieron todas las limas. 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 revelaron que el sistema K3® presenta mayor frecuencia de alteraciones microscópicas (177) que el sistema ProTaper® (109). Sin embargo el sistema ProTaper® se fractura a pesar de presentar menor frecuencia de alteraciones en su superficie.

Se concluye que el sistema que mayor número de alteraciones presentó fue el K3®.

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[®] y K3[®], 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. Clínicos e investigadores no se han puesto de acuerdo en cuántas veces se puede usar una lima antes de ser desechada, excepto si ésta se fractura o tiene una alteración 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 cuántos usos el instrumento presenta alteraciones visibles microscópicamente, para así descartarlos antes de que ocurra una fractura. El 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 utilizó 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® y K3® nuevas. Se utilizaron cinco juegos de limas por sistema y se instrumentaron 20 conductos por juego. Cada lima fue observada al microscopio estereoscópico después de cada uso. El fin que se persiguió fue determinar la frecuencia “*in vitro*” con la que dichos instrumentos presentan alteraciones microscópicas 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. ¿será que las alteraciones que presentan los instrumentos rotatorios durante su uso pueden ser detectadas microscópicamente?, 2. ¿cual sistema (ProTaper[®], K3[®]) sufrirá mayores alteraciones microscópicas en su superficie después de cada uso?

Justificación

Debido a su alto costo, el profesional emplea los instrumentos indefinidamente, por lo tanto es indispensable establecer después de cuántos usos empieza a mostrar alteraciones detectables microscópicamente (desenrollamiento, enrollamiento en reversa, enrollamiento en reversa con apretamiento de las espirales, apretamiento de las espirales, dobleces, aplanamiento -redondeado del filo-, sarro, agujeros) para así descartar el instrumento en un intento de minimizar el riesgo de fractura dentro del conducto^(14, 2).

Debido a que la bibliografía que sugiere la cantidad de veces que pueden usarse los instrumentos rotatorios de NiTi es escasa, es importante establecer esto en el medio y así evitar comprometer el tratamiento a causa de una fractura inesperada del instrumento dentro del conducto.

Revisión de Literatura

Uno de los objetivos de la terapia endodóntica es remover la pulpa residual, remover dedritos, alisar las paredes y conformar el sistema de conductos radiculares. Para ello es necesario contar con instrumental y criterio adecuados ^(3, 17).

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 -similar al mango de un espejo dental actual- 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 al carbono con incremento de conicidad en la punta de 50 micrones por numero entre la 15-60 y 100 micrones por numero entre la 70-140 (fig. 1 anexos). Pero aunque no eran tan rígidas como los ensanchadores de acero al carbono, no tenían la suficiente flexibilidad como para instrumentar conductos curvos. Complicaciones como transportación de conductos y perforaciones de las raíces eran comunes durante la instrumentación. En respuesta a la necesidad de hacer más flexibles las limas, la casa Kerr manufacturó las primeras limas de acero inoxidable, cuya flexibilidad se atribuye a la forma triangular de la lima desentorchada (fig. 2 anexos). 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 Níquel-Titanio (Ni-Ti) ⁽¹⁸⁾ (fig. 3 anexos).

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).

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) ^(22, 10) (fig. 4 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 ⁽⁵⁾.

Hasta hace algunos años, el Ni-Ti era utilizado manualmente; pero investigaciones que comenzaron a desarrollarse en los años 80's condujeron 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 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 anteriores fracasos del instrumental rotatorio utilizado como equipo 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 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. .5 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 (fig 12 anexos). Aunque es necesario recalcar que el profesional debe tener el conocimiento necesario que le provea una base racional para escoger bien un sistema específico ^(4, 13, 26).

La fabricación de instrumentos endodónticos 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, 12).

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[®] (fig. 6 anexos) y K3[®] (fig. 7 anexos), siendo estos dos últimos el objeto de la presente investigación ⁽⁷⁾.

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 usar excesivamente los instrumentos ^(4, 6, 20).

Sistema ProTaper® (Dentsply-Maillefer)

El sistema ProTaper® introducido por la casa Dentsply-Maillefer y los Drs. Pierre Machtou, Clifford Rudle y John West 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 (fig. 8 anexos).
2. presencia de varias conicidades en un solo instrumento. La conicidad se mide en micrones. Una lima 100 (1mm) tiene 100 micrones (fig. 9 anexos).

Este concepto minimiza el número de instrumentos, disminuyendo la carga torsional con la subsiguiente 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 instrumentos para modelado o configuración (*Shaping Files*) 1 y 2, e instrumentos para 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 conicidades múltiples y progresivas de 3.5% a 19%; por lo tanto desde el primer milímetro hasta el décimo sexto se encuentran diámetros 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 modelado 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 cuarto milímetro. Está diseñada para preparar el tercio coronario y medio del conducto. La lima S2, con diámetro de 0.20 mm. en la punta, tiene 9 conicidades diferentes desde 4% a 11.5% entre el primer y el décimo cuarto milímetro. Alarga y prepara el tercio medio y al igual que la S1, aumenta progresivamente el tercio apical. Además presenta 14 mm de hojas cortantes. Las limas de terminación 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 terminación 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. 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 (fig. 10 anexos).

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 (fig 11 anexos). 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, preparación insuficiente, iatrogenias y tratamientos insatisfactorios. Las limas de apertura de conductos se diferencian de otros ampliadores 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

A pesar de las evidentes ventajas de la nueva técnica, los instrumentos rotatorios de NiTi pueden experimentar alteraciones debido a la fatiga cuando se usan en conductos curvos gracias a los ciclos de tensión/compresión a los que son sometidos al ingresar en la región de máxima curvatura de los mismos. Las alteraciones por fatiga ocurren inesperadamente, sin ningún signo previo de deformación permanente; por lo tanto la inspección visual no es un método adecuado para evaluar la vida útil de esos instrumentos. De hecho, no existen protocolos que establezcan una guía para el profesional en su intento de minimizar el riesgo de fractura de un instrumento rotatorio de NiTi dentro de un conducto ⁽⁵⁾.

Los instrumentos de NiTi usados pueden presentar alteraciones detectables microscópicamente, y las secuelas de estas alteraciones son fracturas repentinas. Las razones de que un instrumento tenga alteraciones son, entre otras, el uso excesivo de los mismos, defectos microscópicos en el instrumento nuevo, y los conductos calcificados y curvos ^(16, 21).

Cuando un instrumento después de alterarse microscópicamente, 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, viruta, 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 por otros 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*”, de las alteraciones que sufren los instrumentos de NiTi ProTaper® y K3® utilizados en conductos curvos observadas al microscopio estereoscópico.

Objetivos Específicos

1. Determinar la cantidad de conductos que pueden ser instrumentados con una lima ProTaper® antes de presentar alguna alteración en su superficie.
2. Determinar la cantidad de conductos que pueden ser instrumentados con una lima K3® antes de presentar alguna alteración en su superficie.
3. Determinar el nombre de la lima ProTaper® que presente mayor frecuencia de alteraciones.
4. Determinar el nombre de la lima K3® que presente mayor frecuencia de alteraciones.
5. Determinar el área de la parte activa de la lima ProTaper® que presente mayor frecuencia de alteraciones.
6. Determinar el área de la parte activa de la lima K3® que presente mayor frecuencia de alteraciones.
7. Determinar el tipo de alteraciones que se presentan con mayor frecuencia en las limas ProTaper®.
8. Determinar el tipo de alteraciones que se presentan con mayor frecuencia en las limas K3®.
9. Determinar el sistema (ProTaper® o K3®) que presenta mayor frecuencia de alteraciones en su superficie.

Variables

Independientes

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

Dependientes

1. Frecuencia de alteraciones que sufren los instrumentos rotatorios de NiTi ProTaper® y K3®.
2. Tipo de alteraciones que se presenta 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 alteraciones.
4. Cantidad de conductos que se pueden instrumentar con los instrumentos rotatorios de NiTi ProTaper® y K3® antes de presentar alguna alteración microscópica en su superficie.

Descripción de variables

Instrumentos rotatorios de NiTi ProTaper® y K3®: instrumentos endodónticos motorizados manufacturados por las casas Dentsply Maillefer y Sybronendo respectivamente.

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

Frecuencia de alteraciones: número de veces que se repite una determinada alteración en el instrumento.

Tipo de alteraciones: se describen a continuación las que se tomarán en cuenta en este estudio.

Alteraciones en el patrón de las estrías

- Desenrollamiento: efecto que produce el giro de la lima en sentido contrario a las agujas del reloj, hasta quedar sin espirales cortantes, o sea lisa.
- Enrollamiento en reversa: efecto que produce el giro de la lima en sentido contrario a las agujas del reloj, hasta enrollarse de nuevo.
- Enrollamiento en reversa con apretamiento de las espirales: efecto que produce el giro de la lima en sentido contrario a las agujas del reloj, hasta enrollarse de nuevo, de tal manera que hay mas espirales por milímetro de longitud.
- Apretamiento de las espirales: aumento de espirales por milímetro de longitud.
- Dobleces: flexión permanente en algún lugar del instrumento.

Alteraciones en el filo del instrumento

- Aplanamiento -redondeado del filo-: desgaste del filo de las aristas cortantes, que se percibe como un borde romo.

Alteraciones por instrumentación

- Sarro: viruta, restos de dentina adheridos al instrumento.
- Agujeros: poros del instrumento en cualquier parte del área activa.

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 utilizaron 5 juegos de limas por cada sistema, totalizando 10 juegos. El número de conductos instrumentados con cada juego fue de 20.

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 Boletas de Recolección de Datos

Todos los datos se registraron en una boleta diseñada para la investigación, (anexos) donde se anotó el nombre del sistema, el número del juego utilizado, el número del conducto a instrumentar, la angulación del mismo, el nombre de la lima observada, el nombre de las alteraciones y su localización (desenrollamiento, enrollamiento en reversa, enrollamiento en reversa con apretamiento de las espirales, apretamiento de las espirales, dobleces, aplanamiento-redondeado del filo-, sarro, agujeros, otros y ninguna; todas en el tercio distal del instrumento, tercio medio del instrumento y/ó tercio proximal del instrumento) ^(2, 14).

3.2 Toma de Radiografías (figs. 13 anexos)

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 esta colocada la pieza, quedando ésta en el interior del cono de cartón. 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 fijación 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 colgadas. Debido a que el tiempo de vida de los líquidos es corto, éste proceso se llevó a cabo el mismo día.

3.3 Magnificación de Imagen (figs. 14-16 anexos)

Una vez secas, se procedió a montarlas en porta diapositivas, 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 facilitar la obtención de los datos necesarios para determinar la angulación de la curvatura de cada conducto mediante el método de Pruett, que consiste en trazar una línea recta a lo largo de eje principal de la parte coronal del conducto, y una segunda línea recta 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; éste punto representa el principio (*punto a*) y el fin (*punto b*) de la curvatura del conducto. La parte curva del canal, es representada por un círculo con una tangente en los puntos *a* y *b*. El ángulo puede definirse 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⁾. Luego de analizadas todas las proyecciones radiográficas mediante el método Pruett, se pudieron seleccionar para el montado en taseles de acrílico, las piezas que tuvieron conductos iguales o mayores de 20 grados.

3.4 Elaboración de los Taseles de Acrílico (figs. 17,18 anexos)

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 tassel 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. Finalmente se retiró el tassel de acrílico de la caja de cartón. Las coronas de los dientes quedaron completamente visibles. Luego se identificó cada tassel 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). Las angulaciones de cada conducto se anotaron en la boleta respectiva.

3.5 Observación de Limas (figs. 19 anexos)

Se procedió a observar los juegos de limas antes de su uso en un microscopio estereoscópico marca Meiji (Japan Labs.) a 4.5 aumentos para determinar si presentaban alteraciones de fábrica en su superficie. Debido a que ninguna lima presentó alteración alguna, se anoto en una ficha aparte tal hallazgo.

3.6 Instrumentación Utilizando Ambos Sistemas

Se procedió a realizar la técnica de instrumentación especificada para cada uno de los sistemas, observando en el microscopio estereoscópico marca Meiji a 4.5 aumentos cada juego de limas después de finalizada la instrumentación de cada conducto y determinando las alteraciones sufridas durante su utilización, anotándolas en la respectiva boleta.

Sistema ProTaper®:

Técnica de instrumentación (sin obturación) y observación al microscopio:

1. Acceso con fresa redonda #6 de alta velocidad y fresa EndoZ
2. Fase de exploración del conducto con limas K 10 o 15
3. Lavar con hipoclorito de sodio al 1%
4. Introducir la lima S1 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, 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 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 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 a la longitud de trabajo
19. Irrigar el conducto con hipoclorito de sodio al 1%
20. Introducir la F2 a la longitud de trabajo
21. Irrigar el conducto con hipoclorito de sodio al 1%
22. Introducir la F3 a la longitud de trabajo
23. Irrigar el conducto con hipoclorito de sodio al 1%
24. Observación microscópica del juego de limas utilizado y anotación en la Boleta ⁽²⁴⁾.

Sistema K3[®]:

Al utilizar este sistema, se tomaron en cuenta tres principios básicos: ejercer ligera presión, ejecutar movimientos de vaivén y permanencia del instrumento dentro del conducto menor a 5 segundos.

Técnica de instrumentación (sin obturación) y observación al microscopio

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 RC Prep en la cámara pulpar
5. Introducir la Orifice Opener taper 0.12 sin sobrepasar la longitud tentativa
6. Irrigar con hipoclorito de sodio al 1%
7. Comprobar permeabilidad del conducto con lima K

8. Introducir la Orifice Oppener taper 0.10 sin sobrepasar la longitud tentativa
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 ésta no se ha alcanzado, continuar con un número inferior a la lima anterior, hasta alcanzarla
25. Observación microscópica del juego de limas utilizado y anotación en la boleta⁽²⁵⁾ (figs. 20-26 anexos)

El procedimiento fue realizado por un mismo operador. El hipoclorito de sodio al 1% fue fabricado diariamente, mientras se realizó el trabajo de campo. Cuando el primer (y único) instrumento del juego se fracturó, se descartaba el juego completo y se interrumpía la instrumentación del conducto para así evitar alterar los resultados del estudio; se procedía con el siguiente conducto utilizando un juego nuevo, hasta completar de instrumentar sus correspondientes 20 conductos ó se fracturaba la primer lima. Los resultados de la observación microscópica variaron desde no presentar alteraciones, presentar uno o más de las variables anteriormente descritas y fractura.

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 de acuerdo al sistema utilizado y se realizó un análisis de frecuencia en base a porcentajes.

Resultados

El sistema que presentó mayor frecuencia de alteraciones en su superficie el el K3[®] (Ver Cuadro No. 1). En dicho sistema la cantidad de conductos curvos que se instrumentaron “in vitro” antes de presentar alguna alteración microscópica en su superficie fue de cero (Ver Cuadro No. 2). La lima más frecuentemente alterada durante la instrumentación fue la 0.06-25 (Ver Cuadro No. 6). El área de la parte activa más frecuentemente alterada fue la distal (Ver Cuadro No. 7). Las alteraciones más frecuentes ocurridas a los cinco juegos de limas del sistema fueron las ocurridas por instrumentación (Ver Cuadro No. 8).

La cantidad de conductos curvos que se instrumentaron “in vitro” con una lima ProTaper[®] antes de presentar alguna alteración microscópica en su superficie fue de cero (Ver Cuadro No. 2), la lima más frecuentemente alterada en dicho sistema durante la instrumentación fue la F3 (Ver Cuadro No. 3). El área de la parte activa más frecuentemente alterada fue la distal (Ver Cuadro No. 4). Las alteraciones más frecuentes ocurridas a los cinco juegos de limas fueron las ocurridas por instrumentación (Ver Cuadro No. 5) (ver figuras 27-35 anexos).

Cuadro No. 1

Sistema que presenta mayor frecuencia de alteraciones en su superficie

	Cantidad de limas utilizadas	Cantidad de alteraciones
Sistema ProTaper®	30	109
Sistema K3®	30	177

Fuente: boletas de recolección de datos

Cuadro No. 2

Cantidad de conductos curvos que pueden ser instrumentados “in vitro” con una lima ProTaper® y K3® antes de presentar alguna alteración microscópica en su superficie

	Sistema ProTaper®	Sistema K3®	Total de conductos
Cantidad de Conductos	0	0	0
Total de conductos	0	0	0

Fuente: boletas de recolección de datos

Cuadro No. 3

Limas más frecuentemente alteradas en el sistema ProTaper® durante la instrumentación “in vitro” de conductos curvos

	Juego 1	Juego 2	Juego 3	Juego 4	Juego 5	Total de alteraciones
Sx	7	3	3	3	3	19
S1	4	3	3	4	6	20
S2	3	5	3	3	3	17
F1	3	3	3	3	3	15
F2	4	3	4	3	3	17
F3	9	3	3	3	3	21
Total de alteraciones	30	20	19	19	21	109

Fuente: boletas de recolección de datos

Cuadro No. 4

Áreas de la parte activa más frecuentemente alteradas en el sistema ProTaper® durante la instrumentación “in vitro” de conductos curvos

	Juego 1	Juego 2	Juego 3	Juego 4	Juego 5	Total de alteraciones
Distal	14/30	8/20	7/19	7/19	8/21	44/109
Medio	8/30	6/20	6/19	6/19	7/21	33/109
Proximal	8/30	6/20	6/19	6/19	6/21	32/109
Total de alteraciones	30/30	20/20	19/19	19/19	21/21	109/109

Fuente: boletas de recolección de datos

Cuadro No. 5

Alteraciones más frecuentes ocurridas a los 5 juegos de limas del sistema ProTaper® durante la instrumentación “in vitro” de conductos curvos

	Juego 1	Juego 2	Juego 3	Juego 4	Juego 5	Total de alteraciones
Alteraciones en el patrón de las estrías	4	1	0	0	2	7
Alteraciones en el filo del instrumento	4	0	0	0	0	4
Alteraciones por instrumentación	22	19	19	19	19	98
Total de alteraciones	30	20	19	19	21	109

Fuente: boletas de recolección de datos

Cuadro No. 6

Limas más frecuentemente alteradas en el sistema K3[®] durante la instrumentación “in vitro” de conductos curvos

	Juego 1	Juego 2	Juego 3	Juego 4	Juego 5	Total de alteraciones
0.12	10	3	5	4	3	25
0.10	9	3	3	4	6	25
0.06-25	12	7	11	6	6	42
0.06-30	10	3	6	5	4	28
0.06-35	9	3	6	5	6	29
0.06-40	9	3	7	4	5	28
Total de alteraciones	59	22	38	28	30	177

Fuente: boletas de recolección de datos

Cuadro No. 7

Áreas de la parte activa más frecuentemente alteradas en el sistema K3[®] durante la instrumentación “in vitro” de conductos curvos

	Juego 1	Juego 2	Juego 3	Juego 4	Juego 5	Total de alteraciones
Distal	23/59	8/22	13/38	11/28	11/30	66/177
Media	18/59	8/22	12/38	7/28	8/30	53/177
Proximal	18/59	6/22	13/38	10/28	11/30	58/177
Total de alteraciones	59/59	22/22	38/38	28/28	30/30	177/177

Fuente: boletas de recolección de datos

Cuadro No. 8

Alteraciones más frecuentes ocurridas a los 5 juegos de limas del sistema K3[®] durante la instrumentación “in vitro” de conductos curvos

	Juego 1	Juego 2	Juego 3	Juego 4	Juego 5	Total de alteraciones
Alteraciones en el patrón de las estrías	3	4	2	3	3	15
Alteraciones en el filo del instrumento	18	0	11	5	5	39
Alteraciones por instrumentación	38	18	25	20	22	123
Total de alteraciones	59	22	38	28	30	177

Fuente: boletas de recolección de datos

Discusión de Resultados

El sistema K3[®] obtuvo mayor frecuencia de alteraciones que el ProTaper[®], debido probablemente a que se instrumentaron más conductos con el primer sistema. La razón de ello fue que las limas del sistema ProTaper[®] se fracturaron antes de terminar de instrumentar la cantidad de conductos asignados.

Las limas de ambos sistemas presentaron alteraciones visibles microscópicamente desde el primer uso.

En el sistema ProTaper[®] la lima F3 fue la que más frecuencia de alteraciones sufrió, quizá debido a ser la lima más gruesa del sistema.

En el sistema K3[®] la lima 0.06-25 fue la que más frecuencia de alteraciones sufrió, probablemente por ser la lima que penetra hasta la parte más apical de los conductos.

En el sistema ProTaper[®], el área distal presentó la mayor frecuencia de alteraciones. Esto se puede deber a que la parte distal es la que penetra hasta la porción más apical y estrecha del conducto.

En el sistema K3[®] el área distal fue la que presentó mayor frecuencia de alteraciones. Esto se puede deber a que la parte distal es la que penetra hasta la porción más apical y estrecha del conducto.

Las alteraciones más frecuentes en el sistema ProTaper[®] fueron el sarro, las fracturas, el desenrollamiento y el aplanamiento.

Las alteraciones más frecuentes en el sistema K3[®] fueron el sarro, el aplanamiento y los agujeros.

Conclusiones

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

1. El sistema que presenta mayor frecuencia de alteraciones es el K3[®].
2. La cantidad de conductos que pueden ser instrumentados con el sistema ProTaper[®] y K3[®] antes de presentar alguna alteración en la superficie de las limas es de cero, porque desde el primer uso las limas presentan por lo menos una alteración.
3. La lima F3 del sistema ProTaper[®] y la lima 0.06-25 del sistema K3[®] fueron las que más frecuencia de alteraciones sufrieron por sistema.
4. El área de la parte activa de los instrumentos ProTaper[®] y K3[®] que presentan mayor frecuencia de alteraciones es la distal.
5. El tipo de alteraciones que se presentan con mayor frecuencia en los sistemas ProTaper[®] y K3[®] son las ocurridas por instrumentación (sarro, agujeros y quemaduras).

Recomendaciones

En esta investigación se recomienda:

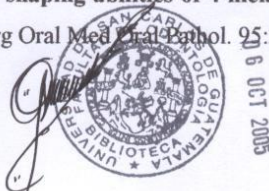
1. Realizar estudios relacionados con la observación radiográfica de los conductos instrumentados con ambos sistemas.
2. Realizar estudios similares con estudiantes del post grado de Endodoncia.
3. Realizar estudios similares con premolares, caninos, incisivos y molares superiores e inferiores con angulaciones 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

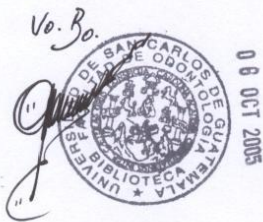
1. Abou-Rass, M. and Jastrab, J.R. (1982). **The use of rotary instruments as auxiliary aids to root canal preparation of molars.** J Endodon 8(2):78-82.
2. Alapati, S. et al (2003) **Scanning electron microscope observations of new and used nickel-titanium rotary files.** J Endodon. 29(10):667-669.
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: fundaments and practice.** Mexico, Mc Graw 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

BOLETA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ProTaper®
 Juego X
 Conducto X
 Angulación X°

Alteraciones	Sx	S1	S2	F1	F2	F3	Total
Desenrollamiento Distal							
Desenrollamiento Medio							
Desenrollamiento Proximal							
Enrollamiento en Reversa Distal							
Enrollamiento en Reversa Medio							
Enrollamiento en Reversa Proximal							
Enrollamiento en Reversa con Apretamiento de las Espirales Distal							
Enrollamiento en Reversa con Apretamiento de las Espirales Medio							
Enrollamiento en Reversa con Apretamiento de las Espirales Proximal							
Apretamiento de las Espirales Distal							
Apretamiento de las Espirales Medio							
Apretamiento de las Espirales Proximal							
Dobleses Distal							
Dobleses Medio							
Dobleses Proximal							
Aplanamiento (Redondeado del Filo) Distal							
Aplanamiento (Redondeado del Filo) Medio							
Aplanamiento (Redondeado del Filo) Proximal							
Sarro Distal							
Sarro Medio							
Sarro Proximal							
Agujeros Distal							
Agujeros Medio							
Agujeros Proximal							
Otros Distal							
Otros Medio							
Otros Proximal							
Total							

BOLETA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
ProTaper®

Alteraciones	Juego 1	Juego 2	Juego 3	Juego 4	Juego 5	Juego 10	Total
Desenrollamiento Distal	X de 20 conductos						
Desenrollamiento Medio							
Desenrollamiento Proximal							
Enrollamiento en Reversa Distal							
Enrollamiento en Reversa Medio							
Enrollamiento en Reversa Proximal							
Enrollamiento en Reversa con Apretamiento de las Espirales Distal							
Enrollamiento en Reversa con Apretamiento de las Espirales Medio							
Enrollamiento en Reversa con Apretamiento de las Espirales Proximal							
Apretamiento de las Espirales Distal							
Apretamiento de las Espirales Medio							
Apretamiento de las Espirales Proximal							
Dobleces Distal							
Dobleces Medio							
Dobleces Proximal							
Aplanamiento (Redondeado del Filo) Distal							
Aplanamiento (Redondeado del Filo) Medio							
Aplanamiento (Redondeado del Filo) Proximal							
Sarro Distal							
Sarro Medio							
Sarro Proximal							
Agujeros Distal							
Agujeros Medio							
Agujeros Proximal							
Otros Distal							
Otros Medio							
Otros Proximal							
Total							

BOLETA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
K3®

Alteraciones	Juego 1	Juego 2	Juego 3	Juego 4	Juego 5	Juego 10	Total
Desenrollamiento Distal	X de 20 conductos						
Desenrollamiento Medio							
Desenrollamiento Proximal							
Enrollamiento en Reversa Distal							
Enrollamiento en Reversa Medio							
Enrollamiento en Reversa Proximal							
Enrollamiento en Reversa con Apretamiento de las Espirales Distal							
Enrollamiento en Reversa con Apretamiento de las Espirales Medio							
Enrollamiento en Reversa con Apretamiento de las Espirales Proximal							
Apretamiento de las Espirales Distal							
Apretamiento de las Espirales Medio							
Apretamiento de las Espirales Proximal							
Dobleces Distal							
Dobleces Medio							
Dobleces Proximal							
Aplanamiento (Redondeado del Filo) Distal							
Aplanamiento (Redondeado del Filo) Medio							
Aplanamiento (Redondeado del Filo) Proximal							
Sarro Distal							
Sarro Medio							
Sarro Proximal							
Agujeros Distal							
Agujeros Medio							
Agujeros Proximal							
Otros Distal							
Otros Medio							
Otros Proximal							
Total							

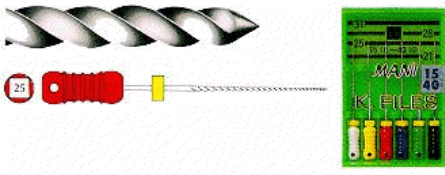


Fig. 1: lima tipo K en acero al carbono.



Fig. 2: lima tipo K en acero inoxidable.



Fig. 3: rollo de alambre de Ni-Ti.



Fig. 4: alambre para ortodoncia de Ni-Ti (nitinol).



Fig. 5: sistema ProFile (Dentsply-Maillefer).



Fig. 6: sistema ProTaper® (Dentsply-Maillefer).



Fig. 7: sistema K3® (Sybronendo).

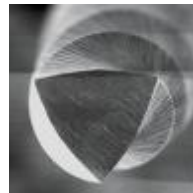


Fig. 8: vista transversal de una lima ProTaper®.



Fig. 9: conicidad de una lima ProTaper®.

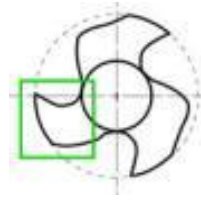


Fig. 10: vista transversal de una lima K3®.



Fig. 11: código de color, sistema K3®.



Fig. 12: conductos radiculares estrechos y curvos.

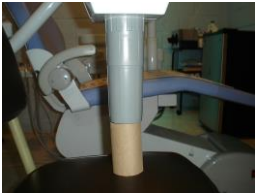


Fig. 13: toma de radiografías.



Fig. 14: proceso de magnificación de imagen.



Fig. 15: proceso de magnificación de imagen.

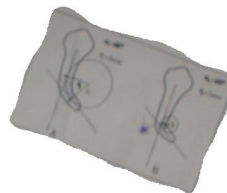


Fig. 16: proceso de magnificación de imagen, método de Pruet.



Fig. 17: elaboración de los taseles de acrílico.



Fig. 18: elaboración de los taseles de acrílico.



Fig. 19: observación de limas al microscopio estereoscópico.

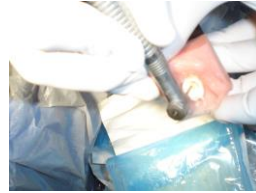


Fig. 20: acceso con fresa redonda # 6.



Fig. 21: verificación de la eliminación del pulpar.

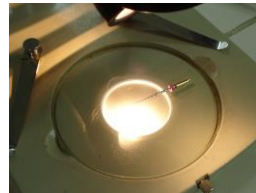


Fig. 22: observación de alteraciones techo en el microscopio estereoscópico.



Fig. 23: motor TCM endo III.



Fig. 24: lubricación de las limas.



Fig. 25: instrumentación rotatoria.



Fig. 26: irrigación con hipoclorito de sodio al 1%.



Fig. 27: sarro y enrollamiento en reversa distal, sistema K3®

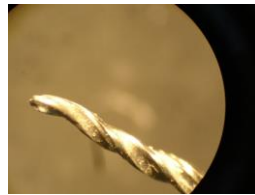


Fig. 28: sarro, dobles desenrollamiento y fractura distal, sistema K3®.

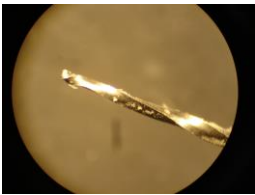


Fig. 29: desenrollamiento, sarro y fractura distal, sistema ProTaper®.



Fig. 30: desenrollamiento, sarro y fractura distal, sistema ProTaper®.



Fig. 31: enrollamiento en reversa, sarro y fractura distal, sistema K3®.



Fig. 32: sarro y fractura distal, sistema ProTaper®.

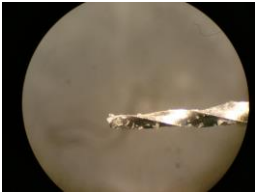


Fig. 33: sarro y fractura distal, sistema ProTaper®.

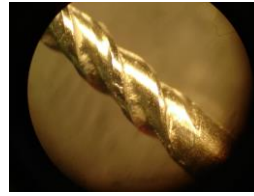


Fig. 34: sarro, aplanamiento y agujeros, sistema K3®.

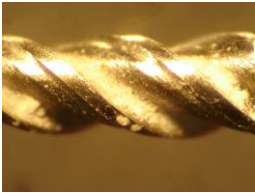
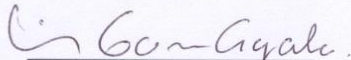


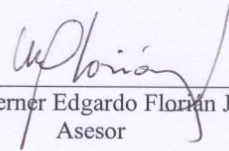
Fig. 35: sarro, aplanamiento, agujeros, sistema K3®.

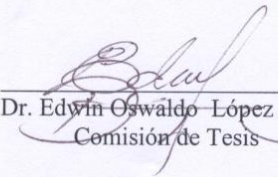
El contenido de esta Tesis es única y exclusiva responsabilidad del Autor.

Luis Alfredo Gómez Ayala

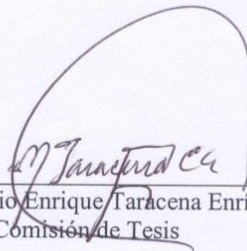
Luis Alfredo Gómez Ayala


Luis Alfredo Gómez Ayala
Sustentante



Dr. Werner Edgardo Florián Jerez
Asesor


Dr. Edwin Oswaldo López Díaz
Comisión de Tesis




Dr. Mario Enrique Taracena Enriquez
Comisión de Tesis

Imprimase:


Dra. Cándida Luz Franco Lemus
Secretaria Académica
Facultad de Odontología



