

**“COMPARACIÓN IN VITRO DE LA FRECUENCIA DE MICROFRACTURAS EN
DIENTES UNIRRADICULARES PREPARADOS ENDODÓNICAMENTE CON
DOS TÉCNICAS ROTATORIAS”**

Investigadores:

**DIEGO ANDRÉS RIVERA GIRALDO. Od
JOSE LUIS RODRÍGUEZ MARTÍNEZ. Od
SONIA YANIBE RODRÍGUEZ SALAMANCA. Od
MARTHA LUCIA VEGA RICO. Od**

**INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA UNICOC
COLEGIO ODONTOLÓGICO
BOGOTÁ D.C**

2009

**“COMPARACIÓN IN VITRO DE LA FRECUENCIA DE MICROFRACTURAS EN
DIENTES UNIRRADICULARES PREPARADOS ENDODÓNICAMENTE CON
DOS TÉCNICAS ROTATORIAS”**

DIEGO ANDRÉS RIVERA GIRALDO Od.

JOSE LUIS RODRIGUEZ MARTINEZ Od.

SONIA YANIBE RODRIGUEZ SALAMANCA Od.

MARTHA LUCIA VEGA RICO Od.

ASESOR CIENTÍFICO:

VICTOR JAVIER CHAMORRO MICOLTA

Odontólogo Especialista en Endodoncia

Jefe postgrado de Endodoncia,

Magister en Educación

ASESOR METODOLÓGICO:

LUIS ROGELIO HERNÁNDEZ
Master of Science in Bioquimic

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA UNICOC

COLEGIO ODONTOLÓGICO

BOGOTÁ D.C

2009

RESUMEN

Contexto: Durante la preparación endodóncica, con instrumentos rotatorios de gran conicidad, se pueden generar fuerzas excesivas que sobrepasan el límite elástico dentinal conllevando al debilitamiento de las paredes dentinales, lo que produce líneas de microfractura que se pueden propagar hacia la superficie externa radicular.

Objetivo: Comparar mediante estereomicroscopía, la frecuencia de microfracturas en el sistema de conductos radiculares con el uso de técnicas rotatorias Protaper y Mtwo en dientes unirradiculares. **Método:** Estudio analítico comparativo in vitro experimental de 66 dientes. Criterios de inclusión dientes unirradiculares recién extraídos con fines ortodóncicos o enfermedad periodontal, con formación radicular completa y conductos viables. Criterios de exclusión: Dientes con fractura o caries radicular, tratamiento endodóncico previo o dientes con ápice abierto. Previo consentimiento informado por parte del paciente, los dientes fueron distribuidos aleatoriamente en dos grupos: grupo 1 (Protaper), divididos en dos subgrupos (F4: 15 dientes) (F5: 15 dientes), grupo 2 (Mtwo), los cuales fueron decoronados e instrumentados por un operador calibrado. La frecuencia de microfracturas fue observada mediante estereomicroscopía. **Resultados:** La frecuencia de microfracturas fue 10% de los casos (n=3) en el sistema Protaper, y 0 en el sistema Mtwo. Esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0.07$), con la conicidad F4 y F5 del sistema Protaper, se encontraron 3 casos de microfractura. ($p > 0,05$). **Conclusiones:** No hay diferencia significativa en la frecuencia de microfracturas producidas al utilizar las dos técnicas comparadas. Todas las microfracturas se produjeron en el tercio medio radicular.

Palabras Clave: Microfractura, Sistemas rotatorios, Limas Protaper, Limas Mtwo.

ABSTRACT

Background: During the endodontic preparation with large taper rotary instruments, can generate excessive forces exceeding the elastic limit dentinal lead to the weakening of dentinal walls, causing microfracture lines that can spread to the outer surface root. **Objective:** To compare by stereomicroscopy, the frequency of microfractures in the root canal system using two rotary techniques Protaper and Mtwo. **Method:** Comparative in vitro analytical study of 66 experimental teeth. Inclusion criteria for single teeth freshly extracted orthodontic or periodontal disease, with complete root formation and root canal viable. Exclusion criteria were teeth with root fracture or caries, or tooth after endodontic treatment with open apex. After Informed consent from the patient, the teeth were randomly divided into two groups: group 1 (Protaper), divided into two subgroups (F4 15 teeth) (F5 15 teeth), group 2 (Mtwo), which were decoronated and implemented by a calibrated operator. The frequency of microfractures was observed by stereomicroscope. **Results:** The frequency of microfractures was 10% of cases ($n = 3$) in the system Protaper, and 0 Mtwo system. This difference was not statistically significant ($p = 0.07$), with the taper F4 and F5 Protaper system, were found 3 cases of microfracture. This difference was not statistically significant. ($p > 0.05$). **Conclusions:** There is no significant difference in the frequency of microfractures produced by using the two techniques. All microfractures occurred in the middle third root.

Keywords: Microfractures, Rotary instrumentation, Protaper files, Mtwo files.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION

I. ASPECTOS TEORICOS CIENTIFICOS

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2 JUSTIFICACION

1.3 PROPÓSITO

1.4 MARCO TEÓRICO

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

1.5.2 Objetivos específicos

1.6 HIPÓTESIS

1.6.1 Hipótesis Nula

1.6.2 Hipótesis Alternativa

II. ASPECTOS METODÓLOGICOS

2.1 TIPO DE ESTUDIO

2.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO

2.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN

2.3.1 Criterios de Inclusión

2.3.2 Criterios de exclusión

2.4 MUESTREO

2.4.1 MARCO MUESTRAL

2.5 VARIABLES

2.6 MÉTODO

2.7 INSTRUMENTO DE RECOLLECCIÓN DE DATOS

2.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

2.9 IMPLICACIONES ÉTICAS

III RESULTADOS

IV DISCUSIÓN

V CONCLUSIONES

VI RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INTRODUCCIÓN

El éxito o el fracaso del tratamiento endodóncico se fundamenta en aspectos importantes como: acceso cavitario, preparación, desinfección del conducto, obturación tridimensional y selle apical. (1).

La variedad morfológica descrita por Pucci en 1955 (2), y posteriormente Vertucci en 1984 permitieron clasificar las formas radiculares en curvas y anguladas. Adicionalmente se determinó el número y la diversidad anatómica radicular, lo cual representa complejidad para el operador al realizar un tratamiento convencional de conductos.

A lo largo de la historia, se han utilizado para el debridamiento y configuración del conducto, técnicas de preparación que permiten trabajar ya sea en dirección anterógrada o retrógrada. Los primeros en desarrollar la técnica retrógrada fueron Waine, Walton y Mullaney (3), los cuales pretendían evitar la transportación del conducto. Más adelante Marshall y Pappine, recomendaron una preparación en sentido corono-apical, utilizando limas de mayor diámetro en los dos tercios coronales del conducto hasta alcanzar la longitud deseada con limas de menor calibre, minimizando la transportación del foramen apical.

Para la terapia endodóncica se han desarrollado instrumentos rotatorios de níquel-titanio, para la preparación de conductos radiculares rectos y curvos, posibilitando al especialista el obtener formas de conductos previsibles con mayor velocidad y eficiencia. (4) (5).

Dentro de estos instrumentos se encuentran las limas rotatorias Protaper, que simplifican la preparación del conducto radicular. Producen una conformación apropiada del sistema de conductos lo que hace posible una obturación óptima mediante cualquier método de obturación. Estas limas han desarrollado un ahusamiento progresivo en cada instrumento, lo cual permite una secuencia de preparación predeterminada mejorando la flexibilidad de la lima, evitando su atornillamiento en el conducto y minimizando el número de instrumentos utilizados en la preparación, lo cual disminuye la fuerza torsional y aumenta la eficiencia del corte. Los instrumentos Protaper parecen tener mayor flexibilidad y más resistencia a la fatiga en su extremo apical que en su porción media, donde la conicidad es mayor. Utilizados adecuadamente se evitará estrés mecánico y debilitamiento durante su uso dentro de los conductos. (6)

Recientemente, se ha introducido un nuevo sistema de instrumentos denominados Mtwo con un nuevo diseño transversal en forma de "S" y una punta no cortante de seguridad. El Sistema Rotatorio Mtwo, tiene unas características únicas en relación con otros sistemas que facilitan el abordaje clínico de los conductos curvos y estrechos, mantienen el foramen apical en su posición original, evitando la transportación y/o la acumulación de detritus en la porción apical. (7).

1. ASPECTOS TEÓRICO CIENTÍFICOS

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al realizar una preparación endodóncica, se produce un desgaste en las paredes del conducto radicular, que conlleva al debilitamiento del tejido dentinal, donde la integridad de la estructura radicular puede verse comprometida. (10).

Desde la introducción de los sistemas rotatorios, ha aumentado el interés en cuanto al diseño de las láminas de corte, conicidad y configuración de la sección transversal de la lima. Estos sistemas liberan una gran cantidad de energía en forma de movimiento rotacional. La fuerza con que las limas giran alrededor de su propio eje es controlada por el torque, el cual puede ser ajustado según la técnica y el instrumento que se utilice.(11)

No obstante la velocidad de preparación en el conducto es mayor, con respecto a la preparación con limas manuales. Por lo tanto la oscilación de la lima rotatoria produce mayor exposición de túbulos dentinales, lo cual aumenta la permeabilidad radicular. Las fuerzas excesivas producto de los instrumentos rotatorios pueden

generar distorsiones en la morfología del conducto, predisponiendo la estructura radicular a microfracturas y estallidos radiculares.(12).

Con lo anterior se plantea el siguiente interrogante?

Producen microfracturas los sistemas de preparación rotatorios endodóncicos Protaper y Mtwo en el sistema de conductos radiculares?

1.2 JUSTIFICACIÓN

Al realizar una preparación endodóncica se producen cambios en la naturaleza dentinal tales como: disminución en la humedad, alteraciones en la resistencia causada por cambios en la arquitectura coronal, modificación en el comportamiento biomecánico de la dentina y una disposición diferente en la naturaleza del colágeno, en donde la resistencia del diente esta directamente relacionada al volumen dentinal remanente. (52).

Wilcox et al, (9) compararon el daño producido a la dentina radicular posterior a la preparación con diferentes sistemas rotatorios de níquel titanio. Se observó que los dientes sometidos a retratamientos endodóncicos presentaron líneas de microfractura, lo cual dió lugar a pensar en una posible propagación a una fractura radicular vertical cuando los dientes estaban bajo repetido estrés.

El grado de desgaste dentinal es determinado por la conicidad de la lima, el diseño de las hojas cortantes, el diámetro del conducto. Por esto se busca determinar el

efecto de la preparación de los sistemas rotatorios sobre las paredes de la dentina radicular.

1.3 PROPÓSITO

Evaluar la presencia de microfracturas con estereomicroscopia en el sistema de conductos radiculares, posterior a la preparación con las técnicas rotatorias Protaper y Mtwo en dientes unirradiculares.

1.4 MARCO TEORICO

El objetivo de la terapia endodóncica es la limpieza, desinfección y conformación del sistema de conductos radiculares para recibir una posterior obturación tridimensional.(13).

El tratamiento no se reduce solamente a la remoción de tejido pulpar, restos necróticos y dentina infectada del sistema de conductos radiculares, sino también pretende dar una conformación de mayor diámetro en la porción cervical y menor en apical con el fin de obtener un acceso más directo con mejor visibilidad, determinar mejor la longitud de trabajo, facilitar la irrigación del conducto y eliminar los detritos dentinales producto de la instrumentación, evitando el bloqueo del conducto y el desplazamiento de barrillo dentinal y endotoxinas bacterianas hacia los tejidos peri radiculares. (3).

Una preparación con mayor conicidad en cervical pasó a considerarse como el aspecto más positivo de la contribución del Dr. Herbert Schilder (1), quien considera que el sistema de conductos radiculares son más cónicos en sentido corono apical, favoreciendo la irrigación del sistema de conductos radiculares, y su posterior obturación lo más hermética posible. El introdujo el concepto de "la limpieza y la conformación", como la base del éxito en el tratamiento endodóncico. La mayoría de los problemas de obturación son el resultado de una limpieza y una conformación incorrecta. Ambos conceptos, la limpieza y conformación así como la obturación tridimensional son inseparables. (1)

La limpieza hace referencia a la eliminación de todo el contenido del sistema de conductos radiculares, que incluye tejido pulpar necrótico, detritos dentinales y endotoxinas bacterianas. La conformación adecuada del conducto radicular esta basada:

1. *Acceso*: Es el primer paso hacia la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares; su éxito consiste en conseguir un acceso cavitario apropiado directo para permitir una adecuada visualización de los conductos.
2. *Conformación apical*: Una correcta limpieza y preparación permite una obturación tridimensional, sin alterar la anatomía original y ubicación del foramen apical. La conformación debe tener forma infundibular para permitir una adecuada compactación del material de obturación.
3. *Conformación del sistema de conducto radicular*: La conformación ideal para obturar el sistema de conductos radiculares permite la ampliación de los canales de acuerdo con la conicidad de los instrumentos. Tal

conformación debe adecuarse a la estructura radicular externa. Una sobre instrumentación ocasionada por una mayor conicidad en el tercio apical, puede debilitar la estructura dentaria o perforar la raíz. Una conformación escasa puede dejar restos de tejidos, sustratos y contaminación. (13)

Las técnicas de instrumentación manual han sido desarrolladas para conformar el sistema de conducto radicular y realizar una debridación mecánica de la dentina. La cantidad de remoción de la dentina es determinada por el diseño y el grado de afilamiento de los bordes cortantes, la forma de manipulación y la fuerza aplicada. La influencia de la habilidad del operador es de extrema importancia y está relacionada con la capacidad de manipular los instrumentos de una forma controlada.

A partir del conocimiento de la anatomía radicular y una adecuada interpretación radiográfica, se obtiene una óptima preparación. El diseño de los instrumentos es importante para lograr una conformación eficaz del conducto. (12).

Uno de los principales problemas en la preparación del conducto es mantener su forma original, especialmente en conductos curvos y estrechos, los cuales presentan inclinaciones que no son muchas veces evidentes en una radiografía convencional. (2). En la preparación de conductos curvos hay una tendencia marcada a producir transportación del canal de su eje original. (14). Este aspecto es crítico en las paredes de peligro, al producirse disminución del espesor de la dentina, lo que da

lugar a errores de procedimiento tales como escalones, desviaciones, transportaciones y perforaciones, los cuales disminuyen la posibilidad de lograr un tratamiento exitoso. (15).

Por el módulo de elasticidad alto de las limas de acero inoxidable, es más frecuente que ocurran errores de procedimiento como los mencionados anteriormente. Para intentar minimizar este problema se desarrollaron nuevas técnicas de preparación, basadas en instrumentos de mayor conicidad, elasticidad y preparación coronapical de los conductos. (16)(14).

Una de las técnicas de preparación que adquirió un creciente auge fue la coronapical Crown Down. Esta técnica evita la extrusión hacia la zona periapical del contenido del conducto, mejora la lubricación del mismo, permitiendo un acceso más directo al tercio apical. Además previene el bloqueo del conducto, facilitando la salida de detritos dentinales. (3).

Esta técnica publicada por Morgan y Montgomery en 1984 (3), y patentada por Marshall y Pappine en 1984 (3), fue una nueva orientación en la preparación en sentido corono-apical cambiando el concepto de instrumentación del conducto radicular en sentido apico-coronal practicado durante mas de 140 años, motivo por el cual aunque conflictivo en la época, pasó a ser fundamental para el surgimiento de nuevas técnicas de tratamiento tanto para instrumentación manual como para la rotatoria.

Los instrumentos de níquel titanio realizan una preparación eficaz del canal radicular y de canales curvos. Estos tienen diferentes diseños, y formas seccionadas transversalmente que determinan directamente las características torsionales y flexionales. (5).

La cinemática del movimiento de las limas níquel titanio es de limado o ensanchado, ejerciendo presión sobre la pared del conducto lo que permite el desgaste de dentina. El ángulo activo de las hojas efectúa una acción cortante al retirar el instrumento, movimiento denominado rotación o raspado. (16)

Estas limas poseen una propiedad física importante que es la superelasticidad, debido a que experimentan una transformación de la martensita inducida por el esfuerzo al tomar la curvatura del conducto radicular a partir de la austenita, lo cual permite recuperar la forma original del instrumento al ser retirado del canal. (14).

Los bajos módulos de elasticidad del Níquel Titanio han permitido que los instrumentos sean manufacturados para el uso de técnicas rotatorias para la preparación del conducto radicular. De esta manera las características metalúrgicas únicas del níquel titanio, han permitido desarrollar instrumentos rotatorios relativamente seguros. (5).

Los nuevos sistemas incorporan instrumentos con una conicidad mayor en el diseño estandar de ISO 0.02 y se extienden a partir de la 0.04 a la 0.12. Estos instrumentos están realmente diseñados para realizar una preparación biomecánica, especialmente en conductos curvos. Están compuestos por un 55% de níquel y

45% titanio. Se ha reportado su mayor flexibilidad, comparado con los instrumentos de acero inoxidable. Según Walia y Tepel (14) estos instrumentos han mostrado una resistencia a la fractura que es superior al ser comparada con los de acero inoxidable, brindan seguridad de trabajo y disminuyen el tiempo de preparación, siendo capaces de mantener la forma original del conducto sin crear severas irregularidades tales como escalones, efecto de cremallera, adelgazamiento y perforaciones particularmente en las paredes internas de la curvatura del conducto, debido a la superelasticidad y propiedad de memoria de la lima. (17)

La era moderna de los motores eléctricos para los instrumentos de rotación se inició en la década de los años noventa. Estos instrumentos fueron proyectados para movimientos mecánicos rotatorios continuos, utilizando motores eléctricos que ofrecen velocidad constante entre 150-600 rpm y un torque determinado para cada instrumento, el cual se define como la máxima fuerza de torsión que es capaz de resistir un material sin sobrepasar su límite elástico que debe ser fuerte para desgastar las paredes y no tan fuerte que produzca fractura en el instrumento. El torque depende del diámetro, aleación y la conicidad del instrumento. (6)(21)

Es de mucha importancia la conicidad cuando el instrumento es rotado en sentido horario y por alguna razón alcanza su límite de resistencia que puede ser predeterminado en algunos aparatos. Este instrumento se detiene automáticamente cuando se alcanza el torque preestablecido, lo que permite al instrumento salir del conducto radicular normalmente. (6)(22)

Uno de los sistemas de preparación rotatoria introducido al mercado es Protaper (Dentsply Maillefer, Vallaugues Suiza), diseñado para realizar un corte eficaz con una adecuada flexibilidad de los instrumentos. Ha mostrado una mayor remoción de tejido dentinal especialmente de las paredes internas de las curvaturas apicales, indicando una tendencia al enderezamiento del conducto. (18).

Los instrumentos Protaper han sido diseñados con una conicidad mayor con relación a los demás sistemas rotatorios de níquel titanio, presentan secciones convexas, triangulares y un ángulo helicoidal que cambia y se ensancha sobre sus láminas. Además presentan una punta o guía piloto no cortante. (18)

El sistema Protaper representa una nueva generación de limas de níquel titanio. Fue desarrollado por un grupo de endodoncistas: el profesor Pierre Machtou (Universidad de París, Francia); el Dr. Clifford Ruddle (Santa Bárbara, California, Estados Unidos); y el Profesor John West (Universidad de Washington, Seattle, y la Universidad de Boston, Boston Massachussets, Estados Unidos), en cooperación con Dentsply Maillefer. Este sistema consta de seis instrumentos con un diseño innovador que busca solucionar algunas de las deficiencias de los sistemas rotatorios disponibles hasta ese momento mediante las siguientes características:

- Mayor flexibilidad en instrumentos más largos y de múltiple conicidad.
- Mayor eficiencia de corte.
- Mayor seguridad en su uso.
- Un sistema con menos instrumentos y secuencias simples.

Las limas Protaper presentan conicidad progresiva o multitaper, siendo esta una de sus características más sobresalientes, las limas varían progresivamente a lo largo de su parte activa. En contraste con otros sistemas que manejan una serie secuencial de limas con un aumento en la conicidad simétrica, en las limas Protaper la conicidad varía dentro de un mismo instrumento, con aumentos progresivos de conicidad que van del 3.5 % al 19%, lo que hace posible la conformación de zonas determinadas del conducto con un sólo instrumento, haciendo que éste haga su propio Crown Down. Estos instrumentos poseen una punta inactiva o parcialmente activa modificada, que guía de mejor manera a la lima a través del conducto. También varían los diámetros de las puntas de las limas, que permite una acción de corte específica en áreas definidas del conducto, sin provocar estrés del instrumento en otras zonas. El diámetro de la punta de los instrumentos de la serie es variable, para acomodarse a la anatomía apical así: el shaper 1 (S1) tiene un diámetro en la punta de 0.17 mm, 0.20 mm el S2 y 0.19 el SX. Los instrumentos F1, F2 y F3, tienen diámetros en la punta de 0.20mm, 0.25 mm y 0.30 mm respectivamente. (6).

Inicialmente, para utilizar el sistema Protaper con éxito es importante tener una apertura que permita al operador un acceso en línea recta, con el fin de eliminar obstrucciones que impidan una correcta instrumentación del tercio apical. La lima SX puede ser utilizada para remover interferencias a nivel del tercio coronal y lograr un acceso directo, de esta forma los instrumentos llegan hasta la longitud de trabajo de una manera fácil y segura. (6).

Algunos autores han aconsejado que antes de iniciar la instrumentación con las limas Protaper, se deben introducir limas K nº 15 a 25 hasta la longitud de trabajo con el fin de crear una vía para la inserción de los instrumentos rotatorios en forma más segura. (19).

Otro punto muy importante es la utilización de una solución irrigadora (hipoclorito de sodio) durante toda la preparación biomecánica. Además, debe utilizarse un agente quelante para minimizar la fricción del instrumento contra las paredes del conducto. Entre cada instrumento se debe irrigar abundantemente y confirmar patencia para evitar un bloqueo por detritos de dentina a nivel apical.

Se han realizado diferentes estudios con el fin de evaluar los efectos sobre la preparación del conducto con el Sistema Protaper, encontrando una marcada tendencia a la formación de escalones o zip en la porción apical del conducto, ocasionada por las limas Protaper de finalización, por su menor flexibilidad, y gran conicidad comparada con otras limas de su mismo tipo.(17)(20)

Otros estudios han examinado la eficacia y la seguridad de las limas NiTi Protaper en la instrumentación de los conductos radiculares. Se ha reportado que factores tales como anatomía del conducto, secuencia de la instrumentación, velocidad del instrumento rotatorio, y la habilidad y experiencia del operador son factores importantes en el proceso de instrumentación. (8)(22)

Estudios (8,22) han demostrado que el sistema Protaper produce un mayor desgaste en las paredes del conducto radicular debido a su mayor conicidad con relación a otros sistemas rotatorios similares.

Otro sistema de preparación rotatoria es Mtwo que se introduce en el mercado a partir del año 2003, presenta limas de diámetro pequeño con conicidades grandes (serie básica, 10/.04,15/.05, 20/06,25/06), y para permitir el ensanchamiento del conducto radicular, el sistema cuenta con instrumentos (limas accesorias 30/05,35/04,40/04 y 25/07). Esta conicidad progresiva hace que el diámetro en D1 sea el mismo que en D0 del siguiente instrumento, lo cual es benéfico para permitir la preparación del foramen de acuerdo a su diámetro.

Es importante tener en cuenta que los instrumentos rotatorios de Níquel Titanio deben ser usados con precaución. Por tal motivo es importante el uso estandarizado de los motores rotatorios donde de acuerdo a las instrucciones del fabricante, todas las limas Mtwo deben ser usadas a la longitud de trabajo con un torque promedio que varia entre 120 N/cm² hasta 200 N/cm² a 280 revoluciones por minuto. (23).

Las limas Mtwo conforman y respetan las anatomías ovaladas, debido al perfil de sección transversal en forma de S, donde sus dos puntos de contacto asimétricos le dan una mayor capacidad de corte por el ángulo positivo de la estría, su núcleo central disminuído le brinda mayor flexibilidad. Se utilizan con un movimiento de cepillado, ejerciendo una presión lateral sobre las paredes para obtener un corte circunferencial selectivo conservando la forma original del conducto y generando una

conformación cónica ideal para la obturación del conducto. Todos los instrumentos trabajan hasta el límite apical de la preparación, generando un desgaste compensatorio coronal que facilita el trabajo apical del instrumento sin modificar la anatomía original del conducto, pues se crea un acceso directo hacia la porción apical, esto disminuye el estrés de la lima y minimiza su posibilidad de fractura o de crear errores operatorios. (23)(24) (25).

Las investigaciones de Schafer et al (23), han demostrado la habilidad de preparación de los instrumentos Mtwo en canales curvos artificiales de manera rápida, respetando la anatomía original del sistema de conductos radiculares. En una segunda investigación, esta vez en molares recién extraídos, con curvaturas radiculares mayores, se demostró con los instrumentos Mtwo, mejor limpieza y remoción del debris dentinal comparada con otros sistemas rotatorios. Por otro lado mantuvieron la curvatura original del conducto radicular con relación a otros sistemas rotatorios. (23).

La habilidad de preparación y limpieza de las limas Mtwo han sido también demostradas previamente por Forchi et al, Schafer et al, y Hulssmann et al,(23) presentando una adecuada preparación especialmente en los tercios coronal y medio con depositos de detritos en el tercio apical. No obstante la cantidad de debris no era significativa comparada con otros sistemas rotatorios.

MICROFRACTURAS DENTINALES

Durante una preparación endodóncica, colocación de postes intrarradiculares, instrumentación de gran conicidad, se pueden generar fuerzas excesivas que sobrepasan el límite elástico dentinal conllevando al debilitamiento de las paredes dentinales, lo que produce líneas de microfractura que se pueden propagar hacia la superficie externa radicular. (53) (54).

De acuerdo a estudios previos en relación a la generación de defectos dentinales producidas por limas de Níquel Titanio rotatorias, Wilcox et al (9) encontraron líneas de fractura, posteriores a la preparación manual en dientes con retratamiento endodóncico; apreciaron que todos los dientes con líneas de fractura subsiguientemente, presentaban fractura vertical radicular, debido al sometimiento del diente a estrés repetitivo.

A pesar de las ventajas clínicas de los sistemas rotatorios Níquel Titanio, sobre la instrumentación manual; la influencia del diseño de las láminas de corte, conicidad y configuración de la punta de la lima, pueden generar mayor fricción y estrés dentro de las paredes del conducto. (9)

Souza et al,(26) en un estudio en 260 dientes recién extraídos, encontraron una frecuencia de defectos dentinales, que comunicaban la pared del conducto y la

superficie externa de la raíz. Los defectos variaron entre el 4 y el 16%, pudiendo progresar a fracturas radiculares luego de estrés funcional de larga evolución. Onnink et al (27), fueron los primeros en reportar defectos dentinales, que no comunicaban la pared dentinal con la superficie externa, como consecuencia de la preparación del canal.

El dilema para diagnosticar líneas de fractura dentinal sigue siendo un reto en la endodoncia. Wright et al (55) compararon algunos medios de diagnóstico para visualizar microfracturas donde emplearon: transiluminación, fluorescencia sodica, azul de metileno con y sin transiluminación y detector de caries. Todas las técnicas mostraron ser efectivas, sin embargo enfatizan la utilidad de la transiluminación de toda la raíz con magnificación en la detección de microfracturas.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Comparar mediante estereomicroscopía, la frecuencia de microfracturas en el sistema de conductos radiculares con el uso de técnicas rotatorias Protaper y Mtwo en dientes unirradiculares.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer la frecuencia de microfracturas en dientes unirradiculares preparados con técnica rotatoria Mtwo.
- Establecer la frecuencia de microfracturas en dientes unirradiculares preparados con técnica rotatoria Protaper.
- Comparar la frecuencia de microfracturas entre el sistema rotatorio Mtwo y Protaper.

1.6 HIPÓTESIS

1.6.1 HIPÓTESIS NULA

No existe diferencia estadísticamente significativa en la frecuencia de microfracturas entre las técnicas de preparación rotatorias Protaper y Mtwo.

1.6.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA

Existe diferencia estadísticamente significativa entre las técnicas de preparación rotatorias Mtwo y Protaper para generar microfracturas ($p \leq 0.05$)

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1 TIPO DE ESTUDIO

Analítico comparativo in vitro experimental.

2.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO

66 dientes unirradiculares recién extraídos.

2.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN

2.3.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

- Dientes unirradiculares recién extraídos: Por fines ortodóncicos o por enfermedad periodontal.
- Dientes con formación radicular completa.
- Dientes con conductos viables.

2.3.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

- Dientes con fractura radicular.
- Dientes con caries radicular.
- Dientes con tratamiento endodóncico previo.
- Dientes con ápice abierto.

2.4 MUESTREO

Aleatorio simple.

2.4.1.MARCO MUESTRAL

POBLACION O UNIVERSO: Dientes unirradiculares.

POBLACIÓN BLANCO: Pacientes de las clínicas de la Institución Universitaria Colegios de Colombia. Colegio Odontológico.

POBLACIÓN DE ESTUDIO: 66 dientes unirradiculares recién extraídos.

2.5 VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN	OPERACIONALIZACIÓN	CATEGORÍA	ESCALA DE MEDICIÓN	RELACIÓN VARIABLES	INSTRUMENTO
MICROFRACTURA	Fisuras que se presentan en la dentina radicular luego de la preparación biomecánica	Si-No	Cualitativa	Nominal	Dependiente	Estereomicroscopio
SISTEMA ROTATORIO	Mecanismo de preparación del conducto radicular	Protaper Mtwo	Cualitativa	Nominal	Independiente	Limas rotatorias Protaper y Mtwo
TORQUE	Máxima fuerza de torsión, del material sin sobrepasar límite elástico	N/cm ²	Cuantitativa	Continua	Independiente	Motor rotatorio
VELOCIDAD	Magnitud que expresa distancia sobre unidad de tiempo	RPM	Cuantitativa	Continua	Independiente	Motor rotatorio

2.6 MÉTODO

Se seleccionaron 66 dientes unirradiculares recién extraídos, de pacientes de la Clínica del Colegio Odontológico. Se tomaron radiografías preoperatorias de los especímenes y fueron sumergidos inmediatamente en hipoclorito de sodio al 5.25% para retirar el tejido remanente durante 5 minutos. Posteriormente se dejaron en formalina al 10%. Estudios han demostrado que este medio causa los menores cambios sobre la dentina, lo cual fué previamente recomendado por investigaciones sobre dentina humana. (56).

Los operadores fueron calibrados por el asesor científico utilizando el 10% de la muestra seleccionada, con el fin de estandarizar cada uno de los procedimientos, establecer los medios de campo más adecuados, probar las dos técnicas de preparación y observar consecuencias. Se tomaron radiografías iniciales, para observar la viabilidad del conducto, los dientes fueron decoronados a nivel del límite amelocementario con discos de carburo a una longitud de 14 mm y colocados en un recipiente plástico para ser asignados aleatoriamente 2 dientes a cada operador quienes estaban identificados con un número (1,2,3). La longitud de trabajo fue establecida con la lima K No 10 a menos 1 milímetro del ápice clínico para verificar su patencia tomando como especímenes incisivos y segundos premolares superiores e inferiores. Longitudes radiculares: Superiores: Central y lateral (13.0), Canino (17.0), segundo premolar (14.0). Inferiores: Central y lateral (14.0), canino (16.0), premolar (14.5), promedio (14.4 mm). (57). Después se aplicaron las

técnicas de preparación siguiendo las instrucciones de la casa fabricante. Se utilizó como lubricante quelante marca RC PREP, y la irrigación entre cada instrumento se realizó con hipoclorito de sodio al 5.25% . Luego se colocó un cono maestro correspondiente al último instrumento utilizado para cada técnica y se tomaron radiografías con el fin de evaluar la preparación de cada uno de los operadores.

Finalmente los especímenes fueron colocados en un recipientes debidamente marcados, indicando la técnica utilizada y el número del operador ,para ser evaluados con el índice de Kappa intraexaminador. Este valor fue superior a 0.9 . Se seleccionó el operador No 1 para la técnica Protaper y el operador No 2 para la técnica Mtwo.

Una vez efectuada la calibración, se procedió a la realización del trabajo de campo definitivo. Se inició con el decoronamiento de los dientes con disco de carburo a una longitud radicular promedio de 14 mm. Se estableció la viabilidad del conducto mediante una lima K No 10 , se humedeció y lubricó el conducto con hipoclorito de sodio al 5.25% y quelante (RC Prep).

A cada diente de la muestra se le asignó un número para ser distribuido aleatoriamente de la siguiente manera: Grupo 1: 30 dientes, los cuales fueron preparados con el sistema rotatorio Protaper. Se inició la instrumentación rotatoria con limas S1, para permitir el ensanchamiento en la porcion coronal, luego se efectuó una subdivision de este grupo con 15 dientes cada uno, los cuales fueron preparados hasta la lima F4, y los 15 restantes hasta la lima F5 con el fin de

observar si al aumentar la conicidad se presentan microfracturas. Toda la secuencia anterior se realizó, con un motor rotatorio Endomate NSK programado a 250 revoluciones por minuto y un torque específico para cada lima. Entre cada lima se irrigó con hipoclorito de sodio al 5.25% y se hizo lubricación del conducto con RCPrep. Para terminar la preparación se irrigó con EDTA al 17% para eliminar el barrillo dentinario y se finalizó la irrigación con agua destilada.

Grupo 2: 30 dientes, los cuales fueron preparados con el sistema rotatorio Mtwo, iniciando a partir de la serie básica (10,15, 20,25) seguido de la serie accesoria (30,35,40,25) las cuales se utilizaron a la longitud de trabajo, con torques predeterminados desde 120 hasta 200 g/cm², a una velocidad de 280 rpm. Entre cada lima se realizó la respectiva irrigación con hipoclorito de sodio al 5.25% y lubricando del conducto. Al finalizar la preparación se irrigó con EDTA al 17% y agua destilada.

Se selló la entrada del conducto y el foramen apical, con gutapercha en barra para evitar filtración en el conducto. Se colocaron los dientes en un recipiente plástico, cuyo fondo tenía una espuma húmeda con agua destilada para evitar la desecación de la dentina y se transportaron al laboratorio. Después de 24 horas, se efectuó la inclusión de los especímenes en resina epóxica, para poder fijar las raíces y realizar los cortes longitudinales con un micrótopo Isomet de baja velocidad (BUEHLER) y discos de diamante con abundante refrigeración con agua destilada para evitar el sobrecalentamiento y prevenir fisuras por el corte.

Después de obtener los cortes de las muestras se observó al estereomicroscopio (Leica 2000) y posteriormente se analizó la raíz en cada tercio a una magnificación de 40X: tres tomas para poder abarcar la longitud total de la raíz y determinar la frecuencia de microfracturas.

2.7 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se realizó una ficha técnica tomando como variables la microfractura, el sistema de preparación endodónica, el torque y la velocidad.

DIENTE No	OPERADOR	TÉCNICA PREPARACIÓN EMPLEADA	MICROFRACTURA	ZONA MICROFRACTURA
1				
2				
3				
4				
5				

2.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron procesados en el programa estadístico SPSS V. 17.0. Se aplicó la prueba estadística Chi cuadrado Estadístico Exacto de Fisher para proporciones

Tabla de contingencia Microfractura * Sistema limas rotatorias

			Sistema limas rotatorias		
			Mtwo	Protaper	Total
Microfractura	No	Recuento	30	27	57
		% de Sistema limas rotatorias	100.0%	90.0%	95.0%
	Si	Recuento	0	3	3
		% de Sistema limas rotatorias	.0%	10.0%	5.0%
Total		Recuento	30	30	60
		% de Sistema limas rotatorias	100.0%	100.0%	100.0%

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	Gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	3.158 ^a	1	.076		
Corrección por continuidad ^b	1.404	1	.236		
Razón de verosimilitudes	4.317	1	.038		
Estadístico exacto de Fisher				.237	.119
N de casos válidos	60				

a. 2 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1,50.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

Tabla de contingencia Microfractura * Torque

			Torque		
			2,0	2,5	Total
Microfractura	No	Recuento	30	27	57
		% de Torque	100.0%	90.0%	95.0%
	Si	Recuento	0	3	3
		% de Torque	0.0%	10.0%	5.0%
Total		Recuento	30	30	60
		% de Torque	100.0%	100.0%	100.0%

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	Gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	3.158 ^a	1	.076		
Corrección por continuidad ^b	1.404	1	.236		
Razón de verosimilitudes	4.317	1	.038		
Estadístico exacto de Fisher				.237	.119
N de casos válidos	60				

a. 2 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1,50.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

2.9 IMPLICACIONES ÉTICAS

De acuerdo a la resolución 8430 de 1993, en su Artículo 11, la presente investigación tiene un riesgo menor que el mínimo. Con el fin de respetar la autonomía de los pacientes, se diseñó un consentimiento informado que se anexó en la historia clínica de los pacientes que asistieron a las Clínicas del Colegio Odontológico, donde se les explicó que sus dientes unirradiculares extraídos serían usados con fines investigativos. Si el paciente daba autorización, diligenciaría dicho consentimiento.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Institución Uiversitaria Colegios de Colombia

Colegio Odontológico

Fecha:

Yo _____
identificado con C.C. _____,

he sido informado por los Doctores: José Luis Rodríguez, Diego Andrés Rivera, Sonia Yanibe Rodríguez y Martha Lucía Vega Residentes del Postgrado de IV semestre de Endodoncia, acerca del estudio "COMPARACIÓN IN VITRO DE LA FRECUENCIA DE MICROFRACTURAS EN DIENTES UNIRRADICULARES PREPARADOS ENDODÓNICAMENTE CON DOS TÉCNICAS ROTATORIAS", donde se utilizarán mi(s) diente(s) extraídos por fines ortodóncicos o periodontales, para propositos investigativos.

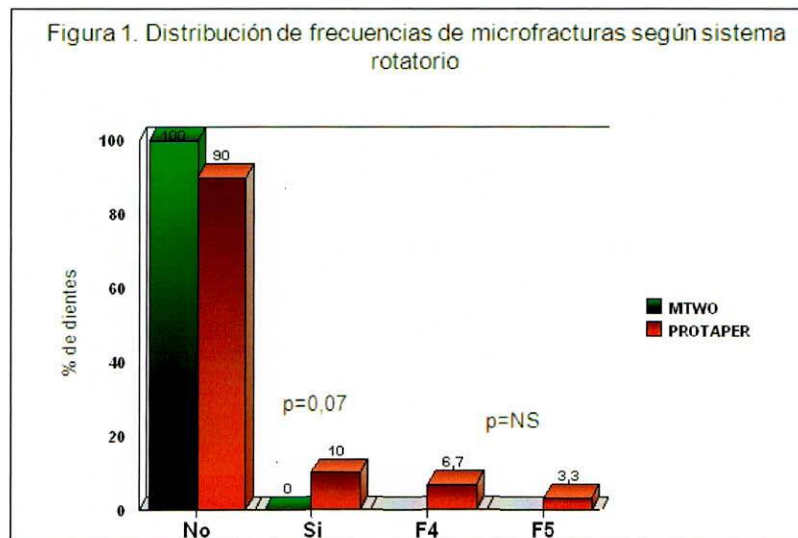
Teniendo pleno conocimiento para que seran utilizados mis dientes después de la exodoncia realizada por otros profesionales diferentes a los integrantes del estudio, doy mi autorización para que mi(s) diente(s) sea(n) utilizado(s) en dicha investigación.

FIRMA DEL PACIENTE

CC

3. RESULTADOS

Se analizaron 66 muestras de las cuales 6 fueron para calibración de los operadores. Los 60 restantes siguieron los procedimientos descritos en el método en donde 30 fueron preparados con el sistema Protaper y 30 con Mtwo. Dentro del sistema Protaper se dividieron en dos grupos: los primeros 15 se prepararon hasta la lima F4 y los 15 restantes hasta la lima F5.



Los resultados respecto a la frecuencia de microfracturas se presentan en la Fig 1, donde el eje X representa el sistema de preparación endodóncica empleado, y el eje Y representa el porcentaje de distribución de microfracturas. La frecuencia de

microfracturas fue 10% de los casos (n=3) en el sistema Protaper, y 0 en el sistema Mtwo. Esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0.07$). Al comparar los resultados obtenidos cuando se utilizó el Taper F4 y F5, se encontró que 2 casos de microfractura se presentaron con Taper F4 (6.7%) y 1 con taper F5 (3.3%). (Fig 3-4). Esta diferencia no fue estadísticamente significativa. ($p > 0,05$). En cuanto a la localización, las tres microfracturas ocurrieron en el tercio medio radicular. (Fig 2)

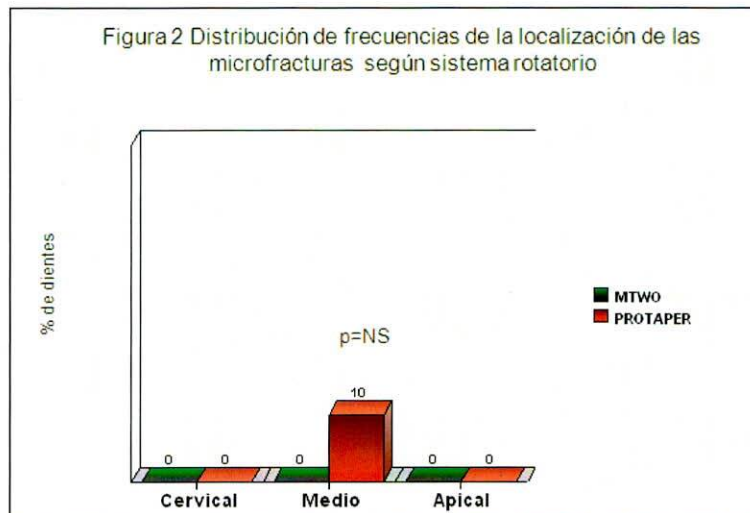


Figura 2. Distribución de frecuencias de la localización de las microfracturas según sistema rotatorio.

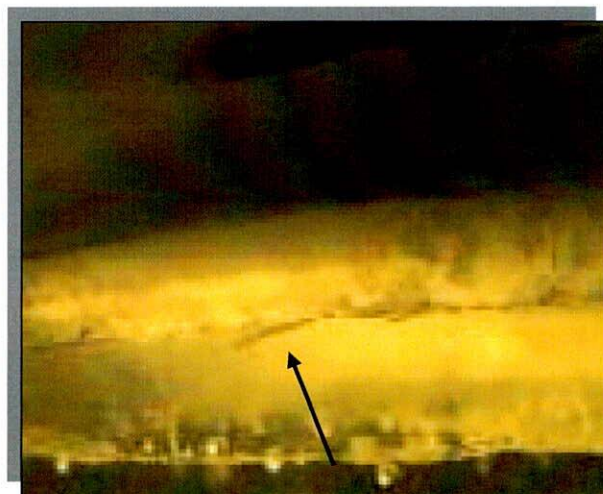


Figura 3 Microfotografía de un corte longitudinal vista con transiluminación, que muestra la presencia de microfractura en el tercio medio radicular con una preparación con el sistema Protaper.

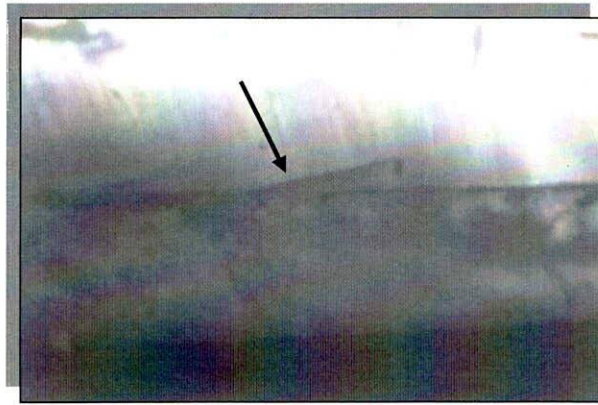


Figura 4. Microfotografía de un corte longitudinal vista con luz directa, que muestra la presencia de microfractura en el tercio medio radicular con una preparación con el sistema Protaper.

Al comparar la distribución de la frecuencia de microfracturas se encontró presente en el sistema de preparación Protaper en un 10%, en la conicidad F4 en un 6.7% y en la conicidad F5 3.3%, localizadas en el tercio medio radicular. El sistema Mtwo no presentó microfracturas. (Tabla 1)

Tabla 1. Distribución de frecuencias de microfracturas según sistema rotatorio

Microfractura	Sistema			
	Mtwo		Protaper	
	N	%	n	%
No	30	100,0	27	90,0
Si	0	0,0	3	10,0
Conicidad				
F4			2	6,7
F5			1	3,3

Total	30	100,0	30	100,0
Localización				
Cervical	0	0,0	0	0,0
Medio	0	0,0	3	10,0
Apical	0	0,0	0	0,0

4. DISCUSIÓN

El presente estudio in vitro, comparó la frecuencia de microfracturas con dos sistemas de preparación rotatorios (Protaper y Mtwo). Tiene por lo tanto las limitaciones de todo estudio in vitro, que no puede simular todas las condiciones de uso clínico. Adicionalmente, las conclusiones del estudio son limitadas por la baja frecuencia de microfracturas observadas (tres casos en un mismo grupo), lo que sugiere que la probabilidad de que se produzcan microfracturas, es realmente muy baja con los dos sistemas, siendo particularmente relevante el hallazgo de cero microfracturas en el grupo Mtwo. Todas las microfracturas se presentaron en el tercio medio donde el diente es sometido a estrés repetitivo durante el procedimiento y posee menor cantidad de túbulos dentinales, mayor sustrato inorgánico y dentina intertubular radicular con menor grado de humedad.(52)

Los operadores fueron seleccionados uno para cada sistema por medio de una calibración intraoperador doble ciego.

Onnink y col, (26) fueron los primeros en reportar defectos dentinales como consecuencia de la preparación del conducto, encontrando líneas de fractura en la dentina que no se comunicaban con la pared del conducto.

Posterior a un retratamiento endodóncico Wilcox et al (9) encontraron líneas de fractura, en dientes preparados con técnica manual, el aumento en la conicidad y el ensanchamiento adicional refirieron que puede producir grietas que progresan a fracturas verticales radiculares.

Lertchirakarn et al (58), comparó la tensión y la carga durante la condensación lateral usando espaciadores digitales y manuales. Los resultados sugieren que la condensación lateral no es una causa directa de las fracturas radiculares, sin embargo el uso de espaciadores manuales genera mayor tensión a lo largo de la superficie radicular.

El auge de los sistemas de preparación rotatoria ha venido en aumento debido a la necesidad de optimización del tiempo operatorio y eficacia en la calidad de la conformación del sistema de conductos, no obstante la diversidad de sistemas permiten al operador seleccionar el que más se ajuste de acuerdo a la complejidad de la anatomía radicular. A pesar de ofrecer múltiples ventajas, la influencia del diseño de las láminas de corte, conicidad y configuración de la punta de la lima generan mayor fricción y estrés dentro de las paredes del conducto radicular. (Souza) (26).

Para la observación de las muestras se utilizó como instrumento de magnificación el estereomicroscopio, debido a que la magnificación que nos brinda es suficiente para evidenciar y analizar las posibles microfracturas, a diferencia de una radiografía

panorámica o periapical donde sería imposible detectar las microfracturas. Sin embargo el dilema para diagnosticar líneas de fractura dentinal sigue siendo un reto en la endodoncia. Wright et al (55) compararon algunos medios de diagnóstico para visualizar microfracturas donde emplearon: transiluminación, fluorescencia sódica, detector de caries, azul de metileno con y sin transiluminación. Todas las técnicas mostraron ser efectivas, sin embargo enfatizan la utilidad de la transiluminación de toda la raíz con magnificación, en el diagnóstico de microfracturas.

Se ha demostrado que los instrumentos rotatorios de níquel titanio no pueden utilizarse indefinidamente, los investigadores y los clínicos no son capaces de concordar en cuanto a cuantas veces puede utilizarse este tipo de instrumento antes de descartarlo, excepto si una lima se ha fracturado o se deforma visiblemente. Svek et al (59), mediante microscopía electrónica examinaron el deterioro de instrumentos de níquel titanio rotatorios después de cada cinco usos, encontrando posterior a este número de usos fatiga superficial, desgaste y grietas. Sin embargo UGUR et al (60) encuentran que los instrumentos Mtwo presentan fatiga cíclica con alto riesgo de separación en el canal posterior a un solo uso.

Para evitar sesgos en los resultados, debido a la fatiga cíclica, producto del uso excesivo de los mismos, el presente estudio utilizó por cada 4 especímenes una secuencia de limas Protaper y Mtwo respectivamente, logrando así unas condiciones controladas.

Los resultados concuerdan con los obtenidos en otros estudios como el de Souza et al,(26) donde encontraron una frecuencia de defectos dentinales definidos como aquellos cracks producidos durante la preparación endodóncica rotatoria que comunicaban la pared del conducto y la superficie externa de la raíz. que variaron entre el 4 y el 16%, coincidiendo con el 10% encontrado en el grupo Protaper del presente estudio.

5. CONCLUSIONES

Se concluye de acuerdo a lo encontrado en el presente estudio que los dos sistemas rotatorios utilizados Protaper y Mtwo, presentan escasa probabilidad para generar microfracturas.

Las microfracturas que se produjeron fueron en el tercio medio con el sistema rotatorio Protaper al aumentar la conicidad del instrumento.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio con otros sistemas de preparación rotatorios, que involucren el análisis del módulo de elasticidad de la dentina comparado con la resistencia a la torsión del instrumento.
- Debido a que los sistemas de preparación rotatorios empleados en este estudio presentan baja probabilidad de producir microfracturas, se recomienda investigar la frecuencia de microfracturas asociadas con los sistemas de obturación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. SCHILDER H. Clearing and shaping the root canal. Dent clin north Am. 1974; 18: 269-97.
2. PUCCI FM, REIG R. Conductos radiculares. Vol II. Editorial Médico-quirúrgica. Buenos Aires. 1944. 289-95.
3. MORGAN L, Montgomery: A pressureless root canal preparation. Journal of Endodontics. 1984, 18: 23-35.
4. SATTAPAN B., NERVO G., PALAMARA J., MESSER H. Defects in rotary nickel- titanium files after clinical use. Journal of Endodontics. 2000. 26 (3): 151- 155.
5. MIYAI, Ebihara, HAYASHI Y, DOI H, SUDA H, YONEYAMA T. Influence of the phase transformation on the torsional and bending properties of niquel titanium rotary endodontic instruments. Journal of Endodontics, 2006 39: 119-126.
6. LEONARDO, Mario R, LEONARDO Renato. Sistemas rotatorios en endodoncia. Ed Artes médicas latinoamericanas. 2002. Pgs 51-58.
7. JOU,Y, et al. Endodontic working with current concepts and techniques. Dental Clinics of North America. 2004; 48: 323-362.
8. OZGUR M, Zafer C, Burce Ozgen; Comparative evaluation of three nickel-titanium instrumentations systems in human teeth using computed tomography. Journal of Endodontics, 2006, 32(7): 668-671
9. SOUZA C, SHEMESH H, TANOMARU-FILHO M, WESSELINK P, WU M: The ability of different nickel-titanium rotary instruments to induce Dentinal Damage During Canal Preparation. Journal of Endodontics 2009; 35(2): 236-38.

10. SCHAFER E, Vlassis M, Comparative investigation of Two rotary nickel titanium instruments protaper Vs Race. *Journal of Endodontics*; 2004 30:239-48.
11. BAUMANN, M. Nickel- titanium: options and challenge. *Dent clin Norte Am.* 2004;48:55-67.
12. ESPOSITO PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *Journal of Endodontics.* 1995, 21: 173-6.
13. INGLE J, Levine M, The need for uniformity of endodontic instruments, equipment and fillings materials. 1958 International Conference of endodontics. Pennsylvania.
14. SONG YL, BRIAN Z, FAN B, FAN M, GUTMANN JL. Comparison of instrument-centering ability within the root canal for three contemporary instrumentation techniques. *International endodontic Journal.* 2004, 37: 265-71.
15. WEINE FS, Defects of preparation procedures of on canal shape and on apical foramen shape. *Journal of endodontics*; 1975, 1: 255-62.
16. ABOU RASS M, Frank AI, Glick Dh. The anticurvature filling method to prepare the curved canal. *J Am Dent Assoc.* 1980, 101: 792-94
17. YOSHIMINE A, Onom, Akamine A: The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments in simulated s-shaped canals. 31: 5. 2005.
18. PETERS OA, PETERS CI, SCHONENBERGER K, BARBAKOW F. Protaper rotary root canal preparation: assessment of torque in relation to canal anatomy. *Int endodontic J* 2003; 36: 93-9
19. PASQUALINI D, SCOTTI N, TAMAGONE L, ELLENA F, BERUTTII E: Hand-operated and rotary protaper instruments: A comparison of working time and number of rotations in simulated root canals. *Journal of Endodontics*; 2008 34(3): 314-317.

20. FIFE D, GAMBARINI G, BRITTO LR. Cyclic fatigue of ProTaper NiTi rotary instruments after clinical use. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004; 97: 251-256.
21. BERUTTI E, NEGRO AR, LENDINI M, PASQUALINI D. Influence of Manual Preflaring and Torque on the Failure Rate of ProTaper Rotary Instruments. *Journal of Endodontics* 2004; 30 (4): 228-233
22. PEREIRA H, LIMA E, ELIAS C, ANDRIOLA R: Cyclic fatigue of protaper instruments. *Journal of Endodontics*; 2007 33(1): 55-57.
23. BURKLEIN S, SCHAFFER E. The influence of various automated devices on the shaping ability of Mtwo rotary nickel-titanium instruments. *International Endodontic Journal*, 2006, 39: 945–951.
24. SCHAFFER E, ERLER M, DAMMASCHKE T, Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary M two instruments. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *International Endodontic Journal*, 2006 39: 203-212.
25. LERTCHIRAKARN V, PALAMARA J, MESSER H. Patterns of vertical root fracture: Factors affecting stress distribution in the root canal . *Journal of Endodontics* 2003; 29 (8): 523-28.
26. ONNINK PA, DAVIS RD, WAYMAN BE. An in vitro comparison of incomplete root fractures associated with three obturation techniques. *Journal of Endodontics*, 1994; 20: 32-7
27. MULLANEY T. Instrument of finally curved canals. *Dent Clin North AM*. 1979: 4:575.
28. ALLISON D, Weber C, Walton R. The influence of the method of canal preparation on the quality of apical and coronal obturation. *Journal of Endodontics*; 1979 5: 298-304.
29. PENG B, Shen Y, Cheung GSP, Xia TJ. Defects in protaper S1 instruments after clinical use: Longitudinal examination. *International Endodontic Journal*, 2005 38: 550-557

30. CLIFFORD J. RUDDLE. The protaper technique. *Endodontic topics*, 2005 10: 187-190.
31. CHARLOTTE S, MED DENT AND OVE A, Analysis of torque and force with differently tapered rotary endodontic instruments in vitro. *The American Association of Endodontics*. 2005, 31: 2.
32. ABEER H, MAHRAM, MONA M ABOEL-FOTOUB: Comparison of effects of protaper, hero shaper and gates glidden burs on cervical dentin thickness and root canal volume by using Multislice computed tomography. *Journal of Endodontics* 2008 34 (10):1219-1222.
33. YARED GM, BOU DAGHER FE, MACHTOU P, KULKARNI GK . Influence of rotational speed, torque and operator proficiency on failure of greater taper files. *International Endodontic Journal*. 2002 35: 7-12.
34. GRANDE, N M. PLOTINO G. Cyclic fatigue resistance and three dimensional analysis of instruments from two niqel titanio rotary systems. *International Endodontic Journal*. 2006;39:755-763.
35. JASON R, JAMES P, LEMONS JACK, ELEAZER P. A comparison of torque required to fracture three different niqel-titanium rotatory instruments around curves of the same angle but of different radius when bound at the tip. *Journal of Endodontics*, 2003, 29 (1): 55-57.
36. WALTON R, MICHELICHR, SMITH N: The histopatogenesis of vertical root fractures. *Journal of Endodontics*; 1984 10 (2); 48-56.
37. WEI X, LING J, JIANG J, HUANG X: Models of failure of protaper nickel-titanium rotatory instruments after clinical use. *Journal of Endodontics* 2007, 33 (3): 276-279.
38. YAO J, SCHWARTZ S, BEESON T: Cyclic fatigue of three types of rotatory niqel-titanium files in a dynamic model. *Journal of Endodontics*. 2006 32 (1): 55-57.
39. VARELA P, MARTIN B, RODRIGUEZ C, CANTATORE G, GONZALES J: The influence of a manual glide path on the separation rate of NiTi rotatory instruments. *Journal of Endodontics*. 2005 31(2): 114-116.

40. IQBAL M, RAFAILOV H, KRATCHMAN S, KARABUCAK B: A comparison of three methods for preparing centered platforms around separated instruments in curved canals. *Journal of Endodontics* 2006 32 (1):48-51.
41. AL-SUNADI D, AL-SHAHRANI S: A comparison of the canal centering ability of profile, K3 and Race Niquel-titanium rotatory systems. *Journal of Endodontics* 2006 32 (12): 1198-1201.
42. PONTI, T, MC DONALD J, KUTTLER S, STRASSLER H, DUMSHA T: Canal-centering ability of two rotatory file systems. *Journal of Endodontics* 2002 28 (4): 283-286.
43. BERUTTI E, CHIANDUSSI G, GAVIGLIO I, IBBA A: Comparative analysis of torsional and bending stresses in two mathematical models of niquel-titanium rotary instruments: Protaper Versus profile. *Journal of Endodontics*. 2002 28 (1): 15-19.
44. ERNESTO PAZ, JAMES SATOVSKI, Comparisson of the cutting efficiency of two ultrasonic units utilizing two differents tips at two different power. *Journal of Endodontics* 2005 31 (11): 824-826
45. GREGORY J, DEARING D, KASEMI, ROY STEVENS: An objetive evaluation comparing the physical properties of two brands of stainless steel endodontic hand files, *Journal of Endodontics* 2005 31(11): 827-830.
46. CAROLINE R, VALOIS M, LUCIANO P, RICARDO B: Atomic force microscopy study of stainless steel and nickel titanium files *Journal Of Endodontics* 2005 31 (12): 882-885.
47. JAMES H, SCOTT A THOMAS J: Cyclic fatigue of three types of nickel titanium file in a dynamic model; *Journal of Endodontics*, 2006 32 (1): 55-57.
48. EVERDAN C, MONTEIRO C, Accuracy of root length determination using tri auto zx and protaper instruments: an in vitro study; *Journal of Endodontics* 2006 32 (2): 142-144.

49. SCHIRRMESTER J, THOMAS K Efficacy of a different rotary instruments for gutta percha removal in root canal retreatmen Journal of Endodontics 2006 32 (5): 469-472
50. SARAH J; Comparison of the shaping ability of race and flexmaster rotary niquel-titanium system in simulated canals Journal of Endodontics 2006 32 (10): 960-962 .
51. WOLCOTT S, WOLCOTT J Separation incidence of protaper rotary instruments: a large cohort clinical evaluation Journal of Endodontics 2006. 32(12): 1139-1149 .
52. GUTMANN J: The dentin-root complex: Anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. J Prosthet Dent. 1992; 67: 458-67.
53. WILCOX LR, ROSKELLEY C, SUTTON T: The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. Journal of Endodontics 1997; 23(8): 533-4.
54. SOROS C, ZINELIS S, LAMBRIANIDIS T: Spreader load required for vertical root fracture during lateral compaction ex vivo: Evaluation of periodontal simulation and fracture load information. Oral surg Oral Med, Oral Pathol Oral radiol Endod. 2008; 106:64-70.
55. WRIGHT H, LOUSHINE R, WELLER R, KIMBROUGH W, WALLER J, PASHLEY D: Identification of Resected Root-End Dentinal Cracks: A Comparative Study of Transillumination and Dyes. Journal of Endodontics, 2009; 30 (10): 712-715.
56. STRAWN SE, WHITE JM, MARSHALL GW, GEE L GOODIS HE: Spectroscopic changes in human dentine exposed to varios storage solutions- short term. J Dent, 1996; 24: 417-23.
57. MAJOR M. ASH. Anatomia, fisiologia y oclusión dental de Wheeler. Interamericana Mc Graw Hill. 1994. Séptima edición 126-237.
58. LERTCHIRAKARN V, PALAMARA J, MESSER H. Load and strain during lateral condensation and vertical root fracture. Journal of Endodontics 2009; 35 (2): 99-104.

59. SVEK TA, POWERS JM. The deterioration of rotary nickel-titanium files under controlled conditions. *Journal of Endodontics* 2002; 28 (2): 105-107.
60. UGUR I, GONULOL N. Deformation and Fracture of Mtwo Rotary Nickel-Titanium Instruments After Clinical Use. *Journal Endodontic* 2009; 35; 10 págs1396- 1399.