

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

“ESTUDIO DE LA DESVIACIÓN DEL CONDUCTO ORIGINAL POR EL USO
DE LOS SISTEMAS ROTATORIOS MTWO Y PROTAPER EN DIENTES
EXTRAÍDOS CON CURVATURA MODERADA”

QUÉ COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA

EN ENDODONCIA PRESENTA:

C.D. CARLOS EDUARDO GARCÍA SANZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. EDUARDO LLAMOSAS HERNANDÉZ

ASESOR

DRA. MARÍA DE LOURDES VERDUGO BARRAZA

CULIACÁN DE ROSALES, SINALOA. MARZO DEL 2010.

ÍNDICE

	PÁGINA
I.- INTRODUCCIÓN	01
II.- ANTECEDENTES CIENTÍFICOS	03
III.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
IV.- JUSTIFICACIÓN	19
V.- HIPÓTESIS DE TRABAJO	20
VI.- OBJETIVOS	21
VII.- MATERIAL Y MÉTODOS	22
VIII.- RESULTADOS	25
IX.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	30
X.- CONCLUSIONES	33
XI.- RECOMENDACIONES	34
XII.- BIBLIOGRAFÍA	35

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue establecer la efectividad de los sistemas rotatorios Mtwo y Protaper en la preparación y “permanencia” de la forma original de los conductos curvos.

A todos los dientes se les realizó el acceso a la cámara pulpar. Se seccionó parte de la corona. Se tomó la medida del conducto radicular con una lima tipo k #10. Los dientes fueron montados en muflas con acrílico auto polimerizable, se colocó en el interior de los conductos una lima tipo k #10 de acero a longitud de trabajo correspondiente, se realizó la primera toma radiográfica, se midió la angulación de la curvatura original con el software motic images plus 2.0. Se realizó la instrumentación de los conductos de los dos grupos de trabajo, el primer grupo fue instrumentado con el sistema Mtwo.

El segundo grupo fue instrumentado con el sistema Protaper.

Se tomó una radiografía final con la última lima que se instrumentó cada grupo siendo la lima 25/06 para Mtwo y F2 para protaper.

Por último, comparando los grados inicial y final de Mtwo, la diferencia fue de 2.60, mientras que en Protaper esta diferencia fue de 4.20. Cuando se aplicó la T de student, resultó que esta diferencia es estadísticamente significativa.

Podemos concluir que el sistema Mtwo es mejor para instrumentar conductos con curvatura mayor a 25°.

Palabras clave: curvatura, Mtwo, Protaper, limas de níquel-titanio.

ABSTRACT

The aim of this study was to establish the effectiveness of rotary systems Protaper and Mtwo in the development and permanence of the original shape of curved canals. All teeth were performed to access the pulp chamber. The crown was sectioned. He took the measure of the root canal with a file type k # 10. The teeth were mounted in flasks with auto polymerizing acrylic, was placed inside a file type ducts k # 10 steel for working length was performed the first take radiographic angulations was measured from the original curve with Motic Images Plus 2.0 software. Instrumentation was performed of the root canals at working length in two groups; the first group was instrumented with Mtwo system.

The second group was instrumented with Protaper system. A final radiograph was taken with the last file that was implemented each group being Mtwo lime and 25/06 for ProTaper F2.

Finally comparing the initial and final degrees, the difference was Mtwo 2.60, whereas this difference was Protaper 4.20. When applied Student t, it appeared this difference is statistically significant.

We conclude that the system is better to implement Mtwo canals with curvature greater than 25 °.

Keywords: curvature, Mtwo, Protaper, nickel-titanium files.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios, a mis padres, Eduardo y Amparo, y a mis hermanos porque siempre han estado a mi lado.

Al Lic. Jorge Luis Telles y a la Sra. Idolina Puente por su ayuda desinteresada y a mi novia Mariol Madrid por su apoyo incondicional.

De igual forma agradezco los consejos y estímulos de todas aquellas personas que creyeron en mí, sus palabras siempre fueron un incentivo para seguir adelante.

A mis compañeros y amigos, por ser parte de una etapa importante en mi vida.

A mis maestros, por compartir sus conocimientos.

Y al Dr. Eduardo Llamosas Hernández por su asesoría y ayuda en la realización de esta investigación.

A todos ellos.

¡Muchas Gracias!

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a mis padres, a mis hermanos, a Norma, Héctor, a mi novia y su familia.

A mis maestros, compañeros y amigos de la Universidad Autónoma de Sinaloa, así como al Dr. Eduardo Llamosas, amigos y docentes de la especialidad en Endoperiodontología de la FES IZTACALA de la UNAM.

I. INTRODUCCIÓN

El análisis comparativo de las dos técnicas radica en la importancia de determinar cuál es la más conveniente en la preparación del conducto radicular.

El estudio de la desviación del conducto por el uso del sistema rotatorio Mtwo y Protaper en dientes extraídos con curvatura moderada es un problema que en la actualidad repercute en el éxito del tratamiento endodóntico, es por eso, que el desarrollo de este tema es de suma importancia para conocer cuáles son los factores determinantes en la desviación de la curvatura original del conducto radicular.

Esto debido a que se tiene identificado que un conducto mal instrumentado reduce significativamente el porcentaje de éxito del tratamiento de conductos.

Las técnicas que se analizarán son: sistema rotatorio Mtwo y sistema rotatorio Protaper.

El sistema rotatorio Mtwo y sistema rotatorio Protaper son considerados actualmente dos de los sistemas rotatorios más eficaces en la preparación biomecánica de los conductos radiculares curvos.

Para determinar la mejor opción se realizará un estudio comparativo de la desviación del conducto original con cada uno de los instrumentos a utilizarse.

La técnica que respete más la curvatura original será la mejor opción a implementarse en los conductos curvos.

Analizaremos cual es el grado de desviación original del conducto radicular en la raíces mesiales de primeros molares inferiores que era imposible la rehabilitación

II. ANTECEDENTES CIENTÍFICOS

Hoy en día se ha logrado valorar más la endodoncia, y sobre todo el denominado tratamiento del sistema de conductos radiculares, el cual ha experimentado cambios fundamentales en los últimos decenios. Mientras que en el pasado la indicación para un tratamiento de conductos radiculares era muy restringida y se planteaba predominantemente sólo para dientes uniradiculares, en la actualidad es posible mantener la mayor parte de los dientes que necesiten tratamiento con el correspondiente despliegue a largo plazo.¹

Todos los profesionales de la odontología, coinciden en el pensamiento que el sistema de conductos radiculares debe ser limpiado y conformado; pero existe hoy en día la controversia respecto a cual podrá ser el mejor método para lograr este propósito.¹

Las posibilidades de que un tratamiento del sistema de conductos radiculares tenga éxito a largo plazo se cifran actualmente según la situación patogénica de partida entre el 70% y hasta superiores al 90%.

La razón fundamental del tratamiento endodóntico se basa en principios biológicos simples. Como consecuencia de la caries, de los procedimientos restauradores o de un trauma, una pulpa sana puede degenerar a una necrosis pulpar. Los productos de esta degeneración escapan del sistema de conductos radiculares por los puntos de salida de este, y penetran en la anatomía del sistema periodontal, donde su presencia genera lesiones de origen endodóntico. Por lo tanto, cuando el sistema de conductos radiculares se limpia, se conforma y se sella herméticamente, se produce la reparación.

De estos principios dependerá la tasa de éxito del tratamiento.¹⁻³

Como es de esperar el conocimiento del sistema de conductos radiculares es la clave del éxito clínico. Se habla de un sistema tridimensional. Los sistemas de conductos radiculares no sólo son cilíndricos y curvos, sino que se pueden presentar en formas variadas como lo son en forma de cintas, hojas y banderas. Pueden llegar a ser seis veces más anchos en dirección buco-lingual que en sentido mesio-distal. La excentricidad, la curvatura y las irregularidades son frecuentemente habituales.³

Las técnicas de limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares difieren como consecuencia de la investigación de nuevos instrumentos y técnicas, por los extensos estudios clínicos y por la experiencia profesional.

La instrumentación del sistema de conductos radiculares tiene como objetivo específico limpiar los conductos de restos de tejido pulpar, bacterias y restos tisulares necróticos, y poder brindarles una forma que permita su relleno con material biológicamente inerte.²

Hace ya más de cuarenta años, Schilder (1967) introdujo el concepto de limpieza y conformación (cleaning and shaping). La limpieza hace referencia a la eliminación de todos los contenidos del sistema de conductos radiculares. La conformación se refiere a una forma específica de cavidad, realizado con cinco principios o reglas de oro en endodoncia.²

Su objetivo no se resume solamente a la remoción de tejido pulpar, restos necróticos y dentina infectada del sistema de conductos radiculares, sino también atribuir una conformación de mayor diámetro en la porción cervical y menor en apical. Esta preparación con mayor conicidad en cervical paso a

considerarse como el aspecto más positivo de la contribución del Dr. Herbert Schilder, ya que esta técnica paso a ofrecer un sistema de conductos radiculares acentuadamente más cónico en sentido corono/apical, favoreciendo mucho la irrigación del sistema de conductos radiculares, y también que su posterior obturación fuese lo más hermética posible. ^{2,4,5}

En 1838, pasados por lo tanto más de 160 años, Edward Maynard creó el primer instrumento endodóntico, idealizado a partir del muelle de un reloj y desarrolló otros para poder ser utilizados con el objeto de limpiar y ensanchar el conducto radicular. Este principio técnico preconizado por Maynard persistió hasta recientemente, ya que, para ensanchar convenientemente un conducto radicular, hasta la lima tipo K, número 25, se necesitaba aproximadamente 1200 movimientos de introducción de esas limas (presión) en dirección al ápice y de tracción lateral de las mismas, hacia las paredes laterales. ⁴

Esa instrumentación considerada como clásica o convencional determinaba un aumento en el diámetro del conducto radicular correspondiente al creciente aumento numérico de los diámetros de los instrumentos, siendo esa instrumentación realizada en sentido apico-coronal y en toda la extensión del conducto. ^{2,4}

Para facilitar al odontólogo la desgastante y laboriosa instrumentación del sistema de conductos radiculares, ya en 1899, Rollins desarrollo un taladro para conductos radiculares que se accionaba con un motor dental. Para evitar las fracturas de los instrumentos, se limito el número de revoluciones a 100 rpm. Pero sólo con la llegada del cabezal de limado de Racer, en 1958 con movimientos oscilatorios longitudinales, y el contra ángulo de Giromatic, en

1964, comenzó la verdadera época de la instrumentación mecánica del sistema de conductos radiculares.^{2,4}

Con la aparición del contra ángulo Giromatic (MicroMega), a lo largo de los últimos cuarenta años, se ha desarrollado un gran número de técnicas de instrumentación mecánica que utilizan diversos movimientos de flexión. Algunos de ellos utilizan movimientos de rotación recíproco (Giromatic) con una velocidad de 3000 rpm. Es considerado como el sistema mecánico más conocido. El sistema Kerr Endolift, el cual mantiene movimientos de tracción combinados con rotaciones de un cuarto de vuelta. El sistema Endocursor que funciona mediante movimientos de rotación continuo; y el sistema Intra-Endo que mantiene movimientos de tracción lineales. Sin embargo, todos estos sistemas fueron criticados por su capacidad de modelar el sistema de conductos radiculares debido a la constante formación de escalones y desviaciones de los conductos, y de convertir los conductos curvos en demasiado rectos.^{2,4}

A mediados de los años 80, surgió un nuevo sistema diseñado por el Dr. Guy Levy, que marco la transición a sistemas rotatorios más flexibles (Canalfinder); el cual operaba con movimientos lineales de 0.4 a 0.8mm. No obstante, existía la problemática que también hacia rectos los sistemas de conductos curvos.^{2,7}

Las aleaciones de níquel-titanio se desarrollaron en los laboratorios de la marina estadounidense en los años setenta. Su primera aplicación en odontología, fue para los alambres de ortodoncia, por su gran resistencia a la fatiga. Sólo desde hace unos años se utilizan aleaciones, generalmente con un 56% de níquel y 44% de titanio, provenientes de China (Nitalloy), Japón o

Estados Unidos (Nitinol-NOL = Naval Ordnance Laboratory, Silver Spring), para instrumentos de endodoncia.^{2, 4, 8}

El avance tecnológico y la asociación de la metalurgia con la endodoncia permitieron que los instrumentos rotatorios se lograran fabricar con aleaciones de níquel-titanio, que confiere a los mismos, elasticidad, flexibilidad, resistencia a la deformación plástica y a la fractura. Acorde a los estudios realizados por Walia y colaboradores, (1988), y Schaefer (1997) los instrumentos de níquel-titanio han demostrado una mayor flexibilidad y resistencia a la fractura por torsión comparada con los instrumentos de acero inoxidable. El níquel-titanio supuestamente además absorbe tensiones y resiste el desgaste mejor que el acero inoxidable.^{3, 8, 13}

Son interesantes las propiedades especiales que nos provee esta aleación, como el efecto de memoria, es decir, que el níquel-titanio vuelve a su forma inicial después de la deformación y muestra con ello una súper elasticidad; por lo cual estos instrumentos no se pueden pre curvar. Un ejemplo de lo anterior es cuando las aleaciones de níquel-titanio, son sometidas a deformaciones de hasta 10%, pueden retornar a su forma original, siendo, por lo tanto, recuperables; mientras las limas de acero inoxidable solamente retornan a su estado inicial cuando la deformación no es superior al 1%.^{2, 4, 8, 9}

Por otro lado, la deformación plástica de una aleación se caracteriza por su capacidad de sufrir deformaciones permanentes, sin alcanzar la ruptura. Esta propiedad permite evaluar la capacidad de trabajo mecánico que el material podría soportar, conservando, no obstante, su integridad física. Las limas de níquel-titanio se fabrican tanto para ser utilizadas de forma mecánica rotatoria como manual. Pueden existir diferencias entre ambos tipos

en los patrones de deterioro (reflejados por el desgaste y fracturas). Los instrumentos manuales nos permiten cierta sensación táctil, lo cual nos ayudaría a detectar el debilitamiento o la pérdida de afilado del instrumento. Por lo contrario, los instrumentos de mecanización rotatoria permiten el desgaste y/o fractura sin signos previos de alarma.¹³

La aleación de níquel-titanio presenta dos fases cristalográficas. Cuando una lima, fabricada con este tipo de aleación, está en reposo, se encuentra en la fase de austenita, y cuando está en movimiento rotatorio, presenta una deformación conocida como martensita, propia de las aleaciones níquel-titanio, las cuales son susceptibles a la fractura o a la deformación. Así, las limas confeccionadas con aleaciones níquel-titanio poseen tendencia a fracturarse, más que las que se fabrican con acero inoxidable.^{4, 6, 8}

El cambio de austenita a martensita facilita la fractura de los instrumentos rotatorios de níquel-titanio, el cual es dado por elevados niveles de stress (presión y calor), puede ocurrir en dos formas: fractura por torsión y por fatiga de flexión. La fractura por torsión ocurre cuando la punta de la lima o cualquier parte del instrumento se detiene en el conducto radicular, mientras su eje continúa en rotación. En esta situación, se sobrepasa el límite de elasticidad del metal, llevando al mismo a una deformación plástica, así como también a la fractura. Otro tipo de fractura esta causado por el stress y por la propia fatiga del metal, resultando como una fractura de flexión. Con este tipo de fractura, el instrumento gira libremente en un conducto acentuadamente curvo, pero en la misma longitud de trabajo; de esta manera, en la curva el instrumento dobla y ocurre la fractura, siendo este hecho de elevada importancia en relación con la fractura de los instrumentos de níquel-titanio. En estudios realizados por

Sattapan, B., y colaboradores indicaron que la fractura torsional ocurre en un 55% de todas las fracturas de instrumentos y la fractura por flexión en un 45% de los casos respectivamente. Estos análisis nos indican que la fractura por torsión es causada por la excesiva fuerza de presión que se le ejerce a un instrumento en sentido apical, ocurriendo con más frecuencia en torsión, que la fractura por flexión. Así, en los sistemas de conductos radiculares con curvaturas acentuadas y bruscas, bifurcaciones, conductos en forma de “S”, este tipo de instrumento debe evitarse para así poder reducir las fracturas, y el sobre uso de los mismos.^{4, 8, 10, 11, 16, 17}

A pesar de la problemática concerniente a la fractura o deformación de los instrumentos de níquel-titanio, otra de las complicaciones que se pueden presentar al usar este tipo de instrumento es la fatiga cíclica del mismo. La fatiga cíclica, se refiere a los cambios dimensionales que el instrumento presenta posterior a cada vez que es utilizado debido al movimiento de flexión y deflexión, o explícitamente al número de rotaciones a la cual ha sido expuesto dentro del sistema de conductos radiculares. Este factor por regla general, aumentará con el grado de curvatura que el conducto presente.¹⁷

En investigaciones realizadas por Yared y colaboradores, evaluaron la fatiga cíclica de los instrumentos níquel-titanio, posterior a la esterilización con calor seco, asociado al uso clínico simulado de los mismos hasta por diez veces. Los resultados de esta investigación evidenciaron que las condiciones de uso de los instrumentos propuestas en el estudio, e incluso utilizando una solución de hipoclorito de sodio al 2.5% no aumento el riesgo de fractura con relación a la fractura de las limas. En otras investigaciones Hilt y colaboradores, evaluaron la acción de la esterilización en las propiedades físicas de los instrumentos de

níquel-titanio. En esta investigación se observó que ni el número de ciclos de esterilización ni el tipo de autoclave utilizado, afectó la dureza, micro-estructura y la propiedad de torsión de los instrumentos de níquel-titanio.^{9,12}

Los instrumentos rotatorios de níquel-titanio se diferencian considerablemente de los instrumentos habituales en la geometría del filo y de la punta. El Reamer (ensanchador) de los instrumentos convencionales, que está pensado para la aplicación rotatoria, presenta unos filos y punta afilada. Por lo contrario los instrumentos de níquel-titanio poseen una punta cónica y roma que sigue mejor el trayecto primitivo del sistema de conductos radiculares. Igualmente, en estudios realizados por Brau, A. y colaboradores en 1996, demostraron que la capacidad de corte de los instrumentos níquel-titanio, es menor que la de los instrumentos convencionales (alrededor de un 60-90%). Sin embargo, un estudio realizado por Kazemi, R., y colaboradores encontraron que las limas de níquel-titanio eran tan agresivas o más que las de acero inoxidable en el corte y más resistentes al desgaste que las primeras.^{1-3,6,14,15}

En la actualidad, el diseño de instrumentos y materiales se están adaptando por fin a los conceptos de instrumentación del conducto, razón por la cual los procedimientos de limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares tiene hoy tanto éxito. Las aleaciones de níquel-titanio, han permitido realizar nuevos diseños de hojas, instrumentos afilados más grandes, sistemas de tamaños alternativos y la introducción de movimientos rotatorios para la limpieza y conformación de los conductos radiculares.

Con ello no se están modificando los protocolos fundamentales de la limpieza y la conformación.³

La preparación biomecánica de los conductos radiculares curvos es una consideración importante en el tratamiento endodóntico. Además de los instrumentos y técnicas de preparación del canal, la morfología del conducto radicular y el grado de curvatura son factores determinantes en la preparación del conducto radicular. Las dificultades en la preparación de conductos radiculares curvos han impulsado el desarrollo de nuevos métodos de preparación y las investigaciones de la geometría del conducto radicular. ¹⁸⁻²³

Weine ²⁴ informó que las curvaturas de los conductos superiores a 30 grados dan lugar a las complicaciones en la preparación del conducto radicular y los casos son más complejos. Lim y Webber²⁵ describen algunas de las complicaciones resultantes de la preparación de los conductos radiculares curvos.

En 1971, Schneider²⁷ realiza una labor pionera en la medición de la angulación del conducto radicular.

Posteriormente, Weine²⁴ desarrolló un método alternativo para determinar la angulación del conducto radicular. Un tercer método para determinar la angulación del conducto radicular, conocido como el eje largo (LA) esta técnica, fue descrita por Hankins et al. ¹⁸

En contraste, Kyomen et al. ¹⁹ presentaron un parámetro lineal que se describe como la altura máxima de curvatura, que difiere de las técnicas de medición angular.

Del mismo modo, Pruett et al. ²⁰ establecen un nuevo parámetro descrito como el "radio de curvatura" para medir la curvatura del conducto radicular. El radio de curvatura, con su consiguiente aumento del estrés en los instrumentos endodónticos también puede ser un factor significativo que

contribuye clínicamente a la fractura del instrumento y al transporte del conducto radicular.²⁸

El conducto radicular debe ser preparado cónicamente pero que sea modificado lo menos posible en su forma original. Sin embargo, hasta la fecha ninguna técnica de preparación rotatoria es plenamente capaz de impedir las modificaciones de la morfología del conducto radicular, tales como zips, codos, y transporte apical.

El desplazamiento del eje del conducto radicular o la eliminación excesiva de dentina en la curvatura interior puede resultar en la destrucción o la perforación de la pared.²⁹

El pronóstico de los dientes dañados de esta forma es reservado, y en la mayoría de los casos necesaria la intervención quirúrgica.³⁰

Desde hace algunas décadas, las limas y las nuevas técnicas de instrumentación han sido probadas y evaluadas con el fin de minimizar estos problemas.

El transporte del eje longitudinal del conducto radicular ha sido investigado por numerosos autores.^{31 - 33}

La curvatura del conducto radicular y la modificación de la curvatura inducida por la preparación de instrumentos rotatorios también se han evaluado con numerosos métodos^{34 - 39}

La aparición de los sistemas de instrumentación rotatoria sobre la base de níquel titanio ha desencadenado una verdadera cascada de ofertas de diferentes sistemas en el mercado que proporcionan al profesional de la Endodoncia una gran variedad de productos, pero al mismo tiempo nos crean

un problema al momento de decidir qué sistema es el mejor para nuestra práctica clínica.

Con el fin de darnos una idea de lo difícil de esta decisión enumeramos algunos de los sistemas de instrumentación existentes en el mercado. Protaper, profile, K3, Hero642, Lightspeed, Quantec, Sistema GT, Power R, Flexmaster, Race, Endosequence, Endo-EZE, Mtwo, Endowave, Liberator, NITI-TEE.

Todos y cada uno de estos sistemas pueden pregonar que son los más indicados para nuestra práctica, pero toca a los profesionales de la Endodoncia valorar la efectividad de cada uno de ellos de acuerdo a los requerimientos de una instrumentación de conductos exitosa.

De acuerdo con la mayoría de los autores, los objetivos de la instrumentación en Endodoncia son los siguientes:

1. Eliminar del sistema de conductos el material orgánico que sea capaz de mantener el desarrollo bacteriano o de descomponerse en subproductos hísticos destructores.
2. Eliminar del sistema de conductos los microorganismos que pudieran estar presentes antes del tratamiento.
3. Diseñar y preparar dentro de cada conducto radicular la forma cavitaria que fomente la obturación tridimensional más eficaz y simple.
4. Establecer una forma cónica de estrechamiento continuo.
5. Hacer que la preparación cónica exista en múltiples planos, no solamente en aquellos en que se pueda describir un cono geométrico.
6. Mantener el conducto en su situación espacial original.

7. Mantener el foramen apical en su posición espacial original.
8. Mantener el foramen apical tan pequeño como sea posible.

Sin ignorar la gran importancia de cada uno de ellos, estos ocho puntos se pueden resumir en dos palabras: Limpieza y conformación.

Es difícil para el profesional de la endodoncia de práctica clínica conocer qué sistema de instrumentación rotatoria nos acerca más a los valores de limpieza y conformación de conductos radiculares requeridos y que al mismo tiempo sea poco susceptible a las fracturas, las fuentes de información que poseemos están proporcionadas por la publicidad de las casas comerciales, comentarios en cursos de actualización, comentarios de colegas y artículos de investigación publicados en revistas odontológicas, considerando de manera personal esta última fuente como la más recomendable.

Recientemente se han publicado en revistas especializadas en endodoncia varios estudios acerca de un sistema de instrumentación rotatoria sobre la base de níquel titanio que ha captado fuertemente nuestra atención, el sistema Mtwo. El sistema estándar incluye una secuencia básica de 4 instrumentos con calibres en la punta (D1) que van del 10 al 25, presentando una conicidad que varía según el instrumento, el calibre del D1 y la conicidad correspondiente son las siguientes:

Punta	Conicidad
-------	-----------

10	.04
----	-----

15	.05
----	-----

20	.06
----	-----

25	.06
----	-----

Después de esta secuencia básica, el sistema Mtwo proporciona una segunda secuencia de los siguientes calibres y conicidades:

Punta Conicidad

30 .05

35 .04

40 .04

25 .07

Las limas 30, 35 y 40 de esta segunda secuencia permiten una instrumentación apical más completa y el uso de la lima 25 /07 facilita la técnica de condensación vertical con gutapercha sin alterar el diámetro apical final. El anillo de color en el mango identifica el calibre de la lima de acuerdo a los estándares ISO y los anillos profundos en el mango identifican la conicidad de la siguiente manera:

1 anillo = conicidad .04

2 anillos = conicidad .05

3 anillos = conicidad .06

4 anillos = conicidad .07

El sistema de instrumentación rotatoria Mtwo presenta instrumentos en longitud de 21 mm, 25 mm y 30 mm.

El sistema Protaper fue diseñado para proporcionar flexibilidad, eficacia y seguridad con el menor número de limas posible.

Son recomendadas por sus creadores para conductos curvos, finos y/o calcificados que puedan tener concavidades u otras dificultades anatómicas, por su gran flexibilidad y capacidad de corte.

Pero lo más importante y a tener en cuenta para obtener los beneficios que aportan es que están diseñados para profesionales acostumbrados a trabajar con instrumental rotatorio de Ni-Ti

Este sistema consta de 6 limas:

3 de CONFORMACIÓN: SX, S1, S2 con diámetros en la punta D1 de 19, 17 y 20 respectivamente.

Diseñadas para la preparación del tercio coronal y medio.

S1: anillo morado ISO 17

S2: anillo blanco ISO 20

SX: sin anillo ISO 19

3 de ACABADO: F1, F2, F3 con diámetros en la punta D1 de 0.20, 0.25 y 0.30 respectivamente. Diseñados para la preparación del tercio apical.

F1: anillo amarillo ISO 20 (conicidad 7%)

F2: anillo rojo ISO 25 (conicidad 8%)

F3: anillo azul ISO 30 (conicidad 9%)

Por ser de sección triangular, la zona de contacto entre los ángulos de las estrías y la dentina es mínima., reduciendo así la fuerza de torsión y fatiga de la lima, con lo que se reduce el riesgo de fractura. Diseño parecido a un ensanchador, que le permite sacar restos del conducto. La característica diferencial y ventajosa de estas limas es la conicidad progresiva que presenta cada una individualmente. Es como hacer un crown down con cada una.

Mango corto de 13mm, que facilita el acceso en sector posterior o limitaciones de apertura.

Ángulo de ataque negativo (permite raspado de las paredes).

Maryam Kuzekanani y cols. Compararon la efectividad de limpieza y conformación Protaper y Mtwo en conductos curvos y los resultados obtenidos de este estudio indicaron que el sistema Mtwo era mejor que Protaper para mantener la forma original del conducto, recomendando que es mejor el uso de Mtwo para la instrumentación de conductos radiculares curvos.⁴²

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El tratamiento de conductos es un procedimiento que evita la extracción de los dientes con patología pulpar irreversible o necrosis pulpar. Esto implica una serie de pasos que tienen, entre otros, el propósito de mantener la forma original del conducto, por lo que se han diseñado técnicas y procedimientos que logren este fin.

Por ello se pretende ¿determinar cuál de las dos técnicas Mtwo y Protaper es la que más respeta la curvatura original del conducto?

IV. JUSTIFICACIÓN

El tratamiento de conductos radiculares tiene rangos de éxito elevados, de entre 60% y 95% de acuerdo a la patología preexistente y a las técnicas empleadas.

Un punto crucial del éxito consiste en la necesidad de mantener la forma original del conducto cuando se realiza la preparación biomecánica.

Se han descrito muchas técnicas que pueden lograr este fin, sin embargo aún se presentan errores en el procedimiento debido a las limitantes de los instrumentos empleados y las técnicas utilizadas.

Por otro lado, es una realidad que los diseñadores de instrumentos endodónticos constantemente presentan mejoras en éstos, con el objetivo de cumplir los propósitos de la preparación ideal de los conductos radiculares. De esta manera el sistema Mtwo y el sistema Protaper se presentan como una alternativa que, a decir del fabricante, tiene la capacidad de seguir curvaturas moderadas de los conductos estrechos sin desviarse de la forma original de los conductos.

Por esto se propone la presente investigación que pretende determinar la efectividad de estos sistemas.

V. HIPÓTESIS DE TRABAJO

La técnica con el sistema rotatorio Mtwo provoca menos desviaciones del conducto original, que la técnica del sistema rotatorio Protaper.

VI. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Establecer la efectividad de los sistemas rotatorios Mtwo y Protaper en la preparación y “permanencia” de la forma original de los conductos curvos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer la desviación del conducto original con la técnica de preparación rotatoria Mtwo.
- Establecer la desviación del conducto original con la técnica de preparación rotatoria Protaper.
- Determinar las diferencias intra e inter técnicas.

VII. MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología implementada en esta investigación fue de enfoque cuantitativo, comparativo, explicativo.

Para el desarrollo de esta investigación se tomaron 60 primeros molares inferiores extraídos, los cuales fueron seleccionados y almacenados en agua purificada ya que este medio causa un cambio mínimo en la dentina a través del tiempo.⁴⁰ Después se dividieron al azar en dos grupos de 30 molares cada uno con un total de 60 conductos por grupo.

Selección de los dientes

- **Criterios de inclusión**

Primeros molares inferiores izquierdos y derechos con curvatura mayor a 25 grados en las raíces mesiales.

- **Criterios de exclusión**

Molares con resorción radicular.

Molares con rizogénesis incompleta.

Molares con raíces fracturadas.

Molares con conductos calcificados.

Molares con tratamientos de conductos.

Procedimiento

A todos los dientes se les realizó el acceso a la cámara pulpar con pieza de mano de alta velocidad e irrigación, fresa de bola de carburo #4, #6 y fresa endo-zeta, se comprobó la patencia de los conductos mesiales con una lima tipo k #10 ISO de acero inoxidable. Después se seccionó parte de la corona con pieza de baja velocidad y disco diamantado para dejar una superficie plana y mantener la misma longitud de trabajo en todo momento. Se tomó la medida del conducto radicular con una lima tipo k #10 ISO de acero inoxidable del borde del remanente coronal hasta la salida del foramen apical y se le restó 1mm.

Posteriormente se fabricó un sistema de muflas haciendo una modificación al sistema descrito por Bramante y cols.⁴¹ Los dientes fueron montados en las muflas con acrílico auto polimerizable, se colocó en el interior de los conductos una lima tipo k #10 ISO de acero inoxidable a la longitud de trabajo correspondiente, posteriormente se realizó la primera toma radiográfica de los conductos usando radiología digital, las radiografías fueron analizadas y se midió la angulación de la curvatura original de los conductos mesiales con el software motic images plus 2.0.

Se procedió a realizar la instrumentación de los conductos radiculares de los dos grupos de trabajo con un total de 60 conductos por grupo, el primer grupo fue instrumentado con el sistema Mtwo de acuerdo con las instrucciones del fabricante con la siguiente secuencia: se instrumento manualmente hasta una lima #10 a longitud de trabajo, seguida de las limas 10/04, 15/05, 20/06 y 25/06 con motor eléctrico a una velocidad constante de 280 RPM todas a longitud de

trabajo irrigando con 5 ml de solución de hipoclorito de sodio al 2.5% y RC-Prep alternadamente entre cada lima.

El segundo grupo fue instrumentado con el sistema Protaper de acuerdo con las instrucciones del fabricante con la siguiente secuencia: se instrumentó manualmente con limas #10, #15 y #20 seguidas de las limas S1 y Sx hasta los tercios coronal y medio, posteriormente se introdujeron S1, S2, F1 y F2 hasta la longitud de trabajo con motor eléctrico a una velocidad constante de 350 RPM irrigando con 5 ml de solución de hipoclorito de sodio al 2.5% y RC-Prep alternadamente entre cada lima.

Por último se tomó una radiografía final con la última lima que se instrumentó cada grupo siendo la lima 25/06 para el grupo de Mtwo y F2 25/08 para el grupo de protaper.

Después de esto, se analizaron las radiografías y se midió la curvatura final de los conductos mesiales con el software motic images plus 2.0 y se obtuvieron los resultados de la modificación de los ángulos iniciales.

Análisis estadístico

Para establecer la significancia estadística entre las medias de la modificación de los ángulos de los conductos obtenidos de los dos grupos, se aplicó la prueba T de Student. Los resultados se presentaron en tablas y gráficos para su análisis y discusión.

VIII. RESULTADOS

Los resultados obtenidos se presentan en los siguientes cuadros

Cuadro 1.- Modificación de la angulación con el sistema Mtwo (30 dientes con 60 conductos).

	ANGULO INICIAL	ANGULO FINAL	TOTAL		ANGULO INICIAL	ANGULO FINAL	TOTAL
Conducto 1	153.8	158.1	4.3	Conducto 31	157.5	160.8	3.3
Conducto 2	153	153.3	0.3	Conducto 32	168	168.4	0.4
Conducto 3	163.1	163.3	0.2	Conducto 33	157.5	160.2	2.7
Conducto 4	141.2	142.6	1.4	Conducto 34	138.7	141.9	3.2
Conducto 5	149.1	150.5	1.4	Conducto 35	154.5	160	5.5
Conducto 6	158.7	163.4	4.7	Conducto 36	157	164.6	7.6
Conducto 7	161.9	164.8	2.9	Conducto 37	149.8	152.4	2.6
Conducto 8	154.6	156.9	2.3	Conducto 38	159	162.3	3.3
Conducto 9	156	156.9	0.9	Conducto 39	148.7	151.6	2.9
Conducto 10	156.5	159.6	3.1	Conducto 40	164.7	168	3.3
Conducto 11	158.6	161.5	2.9	Conducto 41	167.8	170.6	2.8
Conducto 12	156.9	158.5	1.6	Conducto 42	156.4	159.8	3.4
Conducto 13	155.3	156.9	1.6	Conducto 43	147.2	153.3	6.1
Conducto 14	157	161.2	4.2	Conducto 44	149.2	154.2	5
Conducto 15	151.8	154	2.2	Conducto 45	149.5	153.6	4.1
Conducto 16	150.3	152.5	2.2	Conducto 46	154	156.7	2.7
Conducto 17	152.1	158.4	6.3	Conducto 47	150.7	155.3	4.6
Conducto 18	136.9	142.5	5.6	Conducto 48	136.3	138.9	2.6
Conducto 19	145.7	147.5	1.8	Conducto 49	143.4	145.8	2.4
Conducto 20	162.1	162.4	0.3	Conducto 50	162.1	162.4	0.3
Conducto 21	165.7	167.5	1.8	Conducto 51	168.4	169.8	1.4
Conducto 22	159.3	160.1	0.8	Conducto 52	149.3	153.1	3.8
Conducto 23	156.2	156.8	0.6	Conducto 53	155.8	156.9	1.1
Conducto 24	163.7	167.2	3.5	Conducto 54	165.1	169.3	4.2
Conducto 25	142.3	143.8	1.5	Conducto 55	144.2	145.6	1.4
Conducto 26	159.4	162.7	3.3	Conducto 56	157.9	160.5	2.6
Conducto 27	148.5	150.2	1.7	Conducto 57	149.7	151.1	1.4
Conducto 28	147.3	148.1	0.8	Conducto 58	145.5	146.7	1.2
Conducto 29	158.9	161.2	2.3	Conducto 59	166.3	171.2	4.9
Conducto 30	153.8	155.1	1.3	Conducto 60	157.4	158.5	1.1

Promedio ángulo inicial	Promedio ángulo final	Promedio diferencia ángulo inicial vs. ángulo final
154.3	157.0	2.7

Cuadro 2.- Modificación de la angulación con el sistema Protaper (30 dientes con 60 conductos)

	ANGULO INICIAL	ANGULO FINAL	TOTAL		ANGULO INICIAL	ANGULO FINAL	TOTAL
Conducto 1	153.5	161.5	8	Conducto 31	146.3	155.3	9
Conducto 2	153.8	159.1	5.3	Conducto 32	151.5	156.6	5.1
Conducto 3	163.4	165.5	2.1	Conducto 33	146.9	156.7	9.8
Conducto 4	152.2	161.7	9.5	Conducto 34	142.3	147.5	5.2
Conducto 5	142.3	145.1	2.8	Conducto 35	151.4	157.4	6
Conducto 6	148.8	158.3	9.5	Conducto 36	148.8	158.5	9.7
Conducto 7	151.9	152.7	0.8	Conducto 37	139.5	145.2	5.7
Conducto 8	158.4	161.2	2.8	Conducto 38	163	166.9	3.9
Conducto 9	151.9	156.8	4.9	Conducto 39	150.6	155.2	4.6
Conducto 10	164.3	164.8	0.5	Conducto 40	153.2	158.6	5.4
Conducto 11	142.6	146	3.4	Conducto 41	149.5	157	7.5
Conducto 12	161.6	166.5	4.9	Conducto 42	158.8	163.4	4.6
Conducto 13	144.4	144.8	0.4	Conducto 43	152.6	155.1	2.5
Conducto 14	157.2	159.5	2.3	Conducto 44	158.6	160.6	2
Conducto 15	155.5	163	7.5	Conducto 45	164.7	170.1	5.4
Conducto 16	156	157.3	1.3	Conducto 46	152.9	154.9	2
Conducto 17	140.6	147	6.4	Conducto 47	144	149.9	5.9
Conducto 18	168.2	171.5	3.3	Conducto 48	159.1	165.1	6
Conducto 19	165.9	166.6	0.7	Conducto 49	167.7	169.6	1.9
Conducto 20	154.7	158	3.3	Conducto 50	154.3	159	4.7
Conducto 21	152.8	156.2	3.4	Conducto 51	152.6	156	3.4
Conducto 22	155.2	157.5	2.3	Conducto 52	155.9	156.8	0.9
Conducto 23	145.3	148.1	2.8	Conducto 53	165.8	171.2	5.4
Conducto 24	155.5	155.9	0.4	Conducto 54	154.6	155.4	0.8
Conducto 25	150.2	159.1	8.9	Conducto 55	152.4	158.1	5.7
Conducto 26	165.3	165.8	0.5	Conducto 56	166.5	167.3	0.8
Conducto 27	152.3	155.1	2.8	Conducto 57	154.4	157.3	2.9
Conducto 28	156.9	166.8	9.9	Conducto 58	155.6	164.7	9.1
Conducto 29	153.4	156.2	2.8	Conducto 59	153	154.5	1.5
Conducto 30	158.5	161.2	2.7	Conducto 60	158.4	160.4	2

Promedio ángulo inicial	Promedio ángulo final	Promedio diferencia ángulo inicial vs. ángulo final
154.3	158.5	4.1

Cuadro 3.- Promedio del ángulo Inicial MTWO

PROMEDIO DEL ANGULO INICIAL MTWO	
MEDIA	154.3
DES. ESTANDAR	7.7

P=.05

Cuadro 4.- Promedio del ángulo Inicial PROTAPER

PROMEDIO DEL ANGULO INICIAL PROTAPER	
MEDIA	154.3
DES. ESTANDAR	6.9

P=.01

Cuadro 5.- Promedio ángulo final MTWO

PROMEDIO DEL ANGULO FINAL MTWO	
MEDIA	157.0
DES. ESTANDAR	7.7

Cuadro 6.- Promedio ángulo final PROTAPER

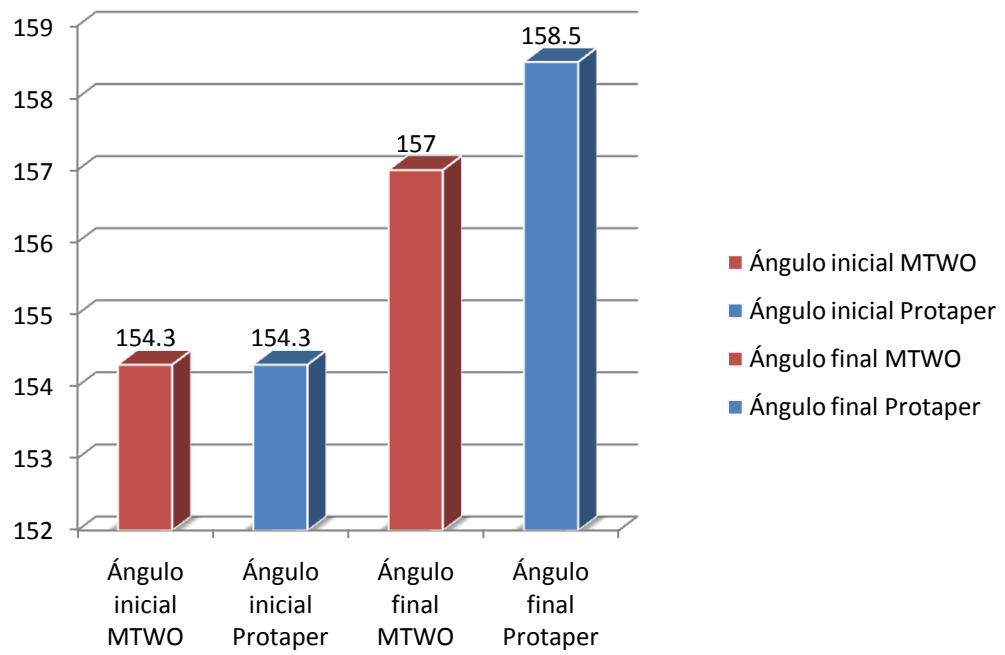
PROMEDIO DEL ANGULO FINAL PROTAPER	
MEDIA	158.5
DES. ESTANDAR	6.5

Cuadro 7.- Diferencia final MTWO y PROTAPER

	MTWO	PROTAPER
MEDIA	2.6	4.6
DES. ESTANDAR	1.6	2.8

P=.01

Gráfica 1.- Resumen de los resultados



IX. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La tendencia actual del tratamiento de conductos es el uso de sistemas rotatorios, que sin duda, han revolucionado esta área de la odontología.

Es por esto que cada vez más, nos llegan nuevos y diferentes sistemas, los cuales prometen ser mejores que sus precedentes. Sin embargo, como profesionistas cuidadosos, debemos tener más elementos que los ofrecidos por las casas comerciales y tener la seguridad de que lo que estemos usando es lo óptimo para nuestros pacientes.

El sistema Protaper tiene la virtud de haberse mantenido vigente por varios años, y con muy buenas opiniones acerca de su efectividad.^{43,44}

Por otro lado es sistema Mtwo, es de más reciente aparición, por lo que tiene menos estudios, sin embargo también se ha mencionado su efectividad, sobre todo para mantener las curvaturas originales del conducto.^{45, 46}

Para que los resultados del presente estudio fueran más confiables, se realizó un diseño cuidadoso en los siguientes aspectos.

En primer lugar, la selección de los conductos a evaluar. Se utilizaron solamente las raíces mesiales de primeros molares inferiores, los cuales tenían curvaturas similares. Al hacer la distribución aleatoria de las raíces en los dos grupos de estudio el promedio de curvatura fue igual, (154.3°), lo que evitó sesgos.

Además, la obtención de las radiografías fue realizada con un aditamento que evitó cambios de angulación y la preparación de los conductos fue realizada por un solo operador.

Mención aparte merece el uso del programa motic images puls 2.0, que permitió el trazo de los ángulos con una gran precisión.

En cuanto a los resultados, es interesante analizar que ambos sistemas mantuvieron muy buen control dentro del conducto. En ningún caso se apreció que se originaran perforaciones, transporte del ápice, ni pérdida de la longitud de trabajo, por lo que consideramos que tanto el Protaper como el Mtwo, son sistemas rotatorios confiables.

Del análisis estadístico podemos resaltar lo siguiente:

En el sistema Mtwo, al comparar el promedio del ángulo inicial (154.30) y final (157.0) no hubo diferencia significativa al 0.05 ($t=1.9$), por lo que el uso de estas limas rotatorias no parecen modificar sustancialmente el conducto original. Esto nos permite aceptar nuestra hipótesis de trabajo.

Este hallazgo coincide con lo mencionado por E. Schäfer, M. Erler & T. Dammaschke,⁴⁵ que dicen que al usar este sistema obtuvieron que el sistema Mtwo mantuvo la curvatura del conducto radicular.

Por lo que toca al sistema Protaper, al comparar el promedio del ángulo inicial (154.30) y final (158.50) si hubo diferencia significativa al 0.01 ($t=3.4$), lo que muestra que al usar este sistema si se modifica la forma del conducto original.

Sin embargo, la apreciación clínica nos mostró que esta variabilidad no provocó mayores complicaciones, como pudieran ser perforaciones, desgarramientos o

transporte del forman apical. Maryam Kuzekanani y cols. tuvieron resultados similares o distintos, y mencionan que Protaper es confiable.

Por último, comparando los grados inicial y final del sistema Mtwo, la diferencia fue de 2.60, mientras que en sistema Protaper esta diferencia fue de 4.20. Cuando se aplicó la T de student para estas mediciones, resultó que esta diferencia es estadísticamente significativa al 0.01,(valor t 3.8). En un estudio similar Maryam Kuzekanani y cols. Compararon la efectividad de limpieza y conformación Protaper y Mtwo en conductos curvos y los resultados obtenidos de este estudio indicaron que el sistema Mtwo era mejor que protaper para mantener la forma original del conducto, recomendando que es mejor el uso de Mtwo para la instrumentación de conductos radiculares curvos.⁴²

X. CONCLUSIONES

A la luz de las condiciones de esta investigación, podemos concluir que el sistema de evaluación de las angulaciones con el programa MotiC images plus 2.0 es útil y que tanto el sistema Protaper y Mtwo son eficientes en la preparación de conductos curvos, sin embargo Mtwo se recomienda en conductos con curvatura mayor a 25 °, ya que esta investigación demostró que Mtwo respeta mejor la curvatura original del conducto y presenta menores modificaciones en el ángulo del conducto comparado con Protaper, lo cual no afecta considerablemente la forma original, no se provocan perforaciones y/o desgarramientos, por lo que se considera que esto no disminuye el éxito a distancia del procedimiento endodóntico con el uso del sistema Mtwo.

XI. RECOMENDACIONES

Proponemos utilizar esta misma metodología para estudios futuros que exploren esta línea de investigación, en especial en otros sistemas rotatorios como son el Quantec, Power R, Flexmaster, S-Apex, Endowave, Endo-express, Navy flex, Endomagic, NITI-TEE, de los que se conoce poco su comportamiento clínico.

XII. BIBLIOGRAFÍA

1. Vorwek, G. Terapéutica endodóntica con instrumentos rotativos. Concepto terapéutico sistemático para la práctica dental. Quintessence (ed. esp.) Volumen 13, Número 10, 2000.
2. Beer R, Baumann M, Kim S. Atlas de Endodoncia. 2000 Edit Masson, S.A.
3. Cohen, S., Burns, R. Vías de la Pulpa. 7ª ed. Edit Harcourt, S.A. Madrid. 1999 p. 227-288
4. Leonardo, M.R., De Toledo, R. Sistemas Rotatorios en Endodoncia: instrumentos de níquel-titanio. Edit Artes Médicas. Brasil 2002 p.24-48
5. Yared, G.M., Bou Dagher, F.E., Machtou, P. Failure of Profile instruments used with high and low torque motors. International Endodontic Journal. Vol. 34, 471-475, 2001
6. Canalda C., Brau Aguade. Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas. 1ª ed. Edit Masson. 2001. Pag. 159-193
7. Soares, I, Goldberg, F. Endodoncia Técnica y fundamentos. 1ª ed Médica Panamericana. Mexico 2002.
8. Thompson,S.A. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. International Endodontic Journal, 33, 297-310, 2000.
9. Yared, G.M., Bou Dagher, F.E., Machtou, P. Cyclic fatigue of Profile rotary instruments after simulated clinical use. International Endodontic Journal. Vol. 33, No. 2, 2000.
10. Sattapan, B., Nervo, G., Palamara, J., Messer, H. Defects in Rotary Nickel-Titanium Files After Clinical Use. Journal of Endodontics. Vol. 26, No. 3, March 2000.
11. Yared, G.M., Bou Dagher, F.E., Machtou, P. Influence of rotational speed, torque and operator's proficiency on Profile failures. International Endodontic Journal. Vol. 34, 47-53, 2001.
12. Hilt, B.R., Cunningham, C.J., Shen, C., Richards, N. Torsional properties of stainless steel and nickel-titanium files after multiple autoclave sterilizations. Journal of Endodontics. Vol. 26 No. 2, 2000.
13. Zuolo, M.L., Walton, R. E. Deterioro de los instrumentos con el uso: comparación entre níquel-titanio y el acero inoxidable. Quintessence (ed. esp.) Volumen 11, Número 4, 1998.

14. Kazemi, R., Stenman, E., Spangberg, L. Machining efficiency and wear resistance of nickel-titanium endodontic files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1996; 81: 596-602.
15. Brau, A.E., Canalda, S., Sentis, J. Cutting efficiency of K-files manufactured with different metallic alloys. *Endodontic Dental Traumatology.* 1996; 12: 286-288.
16. Sattapan, B., Nervo, G., Palamara, J., Messer, H. Defects in Rotary Nickel-Titanium Files After Clinical Use. *Journal of Endodontics.* Vol. 26, No. 3, March 2000.
17. Peters, O., Peters, C., Schonenberger, K., Barbakow, F. ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *International Endodontic Journal,* 36, 93-99, 2003.
18. Hankins PJ, ElDeeb ME. An evaluation of the canal master, balanced-force, and step-back techniques. *J Endod* 1996;22:123–30.
19. Kyomen SM, Caputo AA, White SN. Critical analysis of the balanced force technique in endodontics. *J Endod* 1994;20:332–7.
20. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1997;23:77– 85.
21. Esposito PI, Cunningham CJ. A comparison of curved canal preparations with nickeltitanium and stainless steel instruments. *J Endod* 1995;21:171–3.
22. Harlan AL, Nicholls JI, Steiner JC. A comparison of curved canal instrumentation using nickel-titanium or stainless steel files with the balanced-force technique. *J Endod* 1996;22:410 –3.
23. Roane IB, Sabala CL, Duncanson MG. The balanced force concept for instrumentation of curved canals. *J Endod* 1985;11:203–11.
24. Weine FS. *Endodontic therapy*, 3rd ed. St. Louis: CV Mosby, 1982:288 306.
25. Lim KC, Webber J. The effect of canal preparation on the shape of the curved root canal. *Int Endod J* 1985;18:233– 6.
26. Zelada G, Varela P, Martin B, Bahillo JG, Maga'n F, Ahn S. The effect of rotational speed and the curvature of root canals on the breakage of rotary endodontic instruments *J Endod* 2002;28:540 –2.
27. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg* 1971;32:271–5.

28. Hai'kel Y, Serfaty R, Bateman G, Senger B, Allemann C. Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instrument. *J Endod* 1999;25:434–40.
29. Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *J Am Dent Assoc* 1980; 101: 792–4.
30. Meister F, Lommel TJ, Gerstein H, Davies EE. Endodontic perforations which resulted in alveolar bone loss. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1979; 47: 463–70.
31. Harlan AL, Nicholls JI, Steiner JC. A comparison of curved canal instrumentation using nickel-titanium or stainless steel files with the balanced-force technique. *J Endod* 1996; 22: 410–13.
32. Gluskin AH, Brown DC, Buchanan LS. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. *Int Endod J* 2001; 34: 476–84.
33. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Beullens M, Wevers M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Smooth flexible versus active tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 2002; 35: 820–8.
34. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971; 32: 271–5.
35. Cunningham CJ, Senia ES. A three-dimensional study of canal curvatures in the mesial roots of mandibular molars. *J Endod* 1992; 18: 294–300.
36. Nagy CD, Szabo J, Szabo J. A mathematically based classification of root canal curvatures on natural human teeth. *J. Endod* 1995; 21: 557–60.
37. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL Jr. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J. Endod* 1997; 23: 77–85.
38. Dobo-Nagy C, Keszthelyi G, Szabo J, Sulyok P, Ledeczky G, Szabo J. A computerized method for mathematical description of three-dimensional root canal axis. *J. Endod* 2000; 26: 639–43.
39. Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J* 2001; 34: 221–30.

40. Strawn SE, White JM, Marshall GW, Gee L, Goodis HE, Marshall SJ. Spectroscopic changes in human dentine exposed to various storage solutions-short term. *J Dent* 1996;24:417–23.
41. Bramante CM, Berbet A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endodon* 1987;13:243-5.
42. Maryam Kuzekanani y cols. Cleaning and shaping curved root canals: Mtwo vs protaper instruments a lab comparison. *Indian J Dent Res*, Jul-Sep; 2009 (3):268-70.
43. Clifford J. Ruddle. The protaper endodontics system: Geometries, Feature, and Guidelines for use. *Dentistry Today* 2001;20(10):60-67.
44. J-Y Blum, P. Machtou, C. Ruddle, J.P. Micallef, Analysis of mechanical preparation in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: Value of the safety quotient. *JOE*, Vol. 29:567-575, Septiembre 2003.
45. E. Schäfer, M. Erler & T. Dammaschke. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endodon J* 2006;39:206-212
46. Veltri, A. Mollo, L. Mantovani, P. Pini, P. Balleri, S. Grandini. A comparative study of Endoflare–Hero Shaper and Mtwo NiTi instruments in the preparation of curved root canals. *Int Endodon J* 2005;38:610-616.