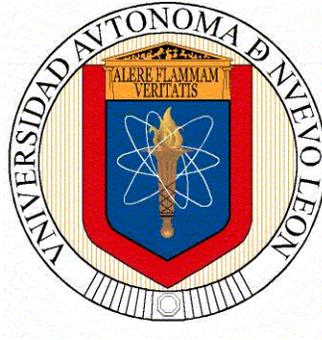


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



**EVALUACIÓN DE DOS DIFERENTES TÉCNICAS DE
INSTRUMENTACIÓN ROTATORIA: TWISTED FILES Y BIO RACE**

Por

Elizabeth Ibarra Rodríguez

Como requisito parcial para obtener el Grado de
**MAESTRÍA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS CON
ORIENTACIÓN EN ENDODONCIA**

Mayo 2014

MAESTRÍA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

CON ORIENTACIÓN EN ENDODONCIA

**EVALUACIÓN DE DOS DIFERENTES TÉCNICAS DE
INSTRUMENTACIÓN ROTATORIA: TWISTED FILES Y BIO RACE**

Comité de Tesis

Dr. Jorge Jaime Flores Treviño

Director de Tesis

Dra. Idalia Rodríguez Delgado

Co-director de Tesis

Dra. Mayra Guadalupe Martínez García /Dra. Elizabeth Madla Cruz

Asesoras Metodológicas

Lic. Gustavo Israel Martínez González

Asesor Estadístico

**MAESTRÍA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS
CON ORIENTACIÓN EN ENDODONCIA**

**EVALUACIÓN DE DOS DIFERENTES TÉCNICAS DE
INSTRUMENTACIÓN ROTATORIA: TWISTED FILES Y BIO RACE**

C.D.M.S JORGE JAIME FLORES TREVIÑO
COORDINADOR DEL POSGRADO DE ENDODONCIA

C.D.M.E.O SERGIO EDUARDO NAKAGOSHI CEPEDA PHD
SUBDIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE
ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**EVALUACIÓN DE DOS DIFERENTES TÉCNICAS DE
INSTRUMENTACIÓN ROTATORIA: TWISTED FILES Y BIO RACE**

APROBACIÓN DE LA TESIS

LOS MIEMBROS DEL JURADO ACEPTAMOS LA INVESTIGACION Y
APROBAMOS EL DOCUMENTO QUE AVALA LA MISMA; COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN
CIENCIAS ODONTOLÓGICAS CON ORIENTACIÓN EN ENDODONCIA

HONORABLES MIEMBROS DEL JURADO

Dr.
PRESIDENTE

Dra.
SECRETARIO

Dra.
VOCAL

ÍNDICE

Resumen.....	1
Abstract.....	4
Introducción.....	5
Hipótesis.....	6
Objetivos.....	7
Antecedentes.....	8
Marco de referencia.....	22
Diseño y análisis estadístico.....	24
Materiales y métodos.....	26
Resultados.....	35
Discusión.....	36
Conclusiones.....	37
Recomendaciones.....	38
Referencias bibliografías.....	37

Nombre: Elizabeth Ibarra Rodríguez

Fecha de Graduación: Diciembre del 2013

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Odontología

Maestría en Ciencias Odontológicas con Orientación en Endodoncia

Páginas: 58

Título del Estudio: Evaluación de dos diferentes técnicas de instrumentación rotatoria: Twisted Files y Bio Race.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: Encontrar una técnica adecuada que nos ayude con instrumentación mecánica y que sea de fácil manejo, para alcanzar así el debridamiento, la forma adecuada y eliminar las irregularidades de las paredes de los conductos radiculares es un gran reto.

OBJETIVOS: Evaluar la forma final de los conductos radiculares de las raíces mesiales de molares inferiores con la técnica Twisted Files y Bio Race.

Analizar la forma final de los conductos a 2 y 5 mm. del ápice radicular, conformados con la técnica de instrumentación Bio Race.

Analizar la forma final de los conductos a 2 y 5 mm. del ápice radicular conformados con la técnica de instrumentación Twisted Files.

MATERIALES Y MÉTODOS: Para tal efecto se seleccionaron 12 raíces mesiales (24 conductos) de molares mandibulares debidamente conservadas, que presentaran conductos separados a todo lo largo del eje longitudinal de la raíz.

Cada una de las raíces mencionadas se colocó en una resina transparente, en un molde de aluminio siguiendo la técnica del Dr. Bramante modificada.

Se realizaron cortes a 2 y 5 milímetros del foramen apical y se le tomaron fotografías con microscopio estereoscópico de luz. Se instrumentó cada raíz con las 2 técnicas de instrumentación a evaluar.

Posteriormente se volvió a observar con el microscopio de luz y se comparó la forma inicial de conducto con la forma final asignándole a cada corte la forma correspondiente en la tabla de evaluación como: circular, ovoideo e irregular. Se analizaron las pruebas estadísticas de análisis subjetivo y análisis de imagen (por Computadora).

RESULTADOS: Twisted Files: la forma resultante después de ser tratados los conductos con esta técnica fue la siguiente:

- A los 2mm tercio apical terminaron siendo más circulares los conductos con un 50%, ovoideo 25%, irregulares 16.67% y semicircular 8.33%. (Grafica 1)
- A los 5mm tercio apical terminaron siendo más circulares y semicirculares los conductos con un 41.67%, ovoideo 16.67 y resultando ningún conducto irregular. (Grafica 2)

B) BioRace: la forma resultante después de ser tratados los conductos con esta técnica fue la siguiente:

- A los 2 mm tercio apical resultaron 41.67% conductos circulares, 25% ovoideos, 16.67% semicirculares e irregulares. (Gráfica 1)
- A los 5 mm tercio apical resultaron 41.67% conductos circulares y ovoideos, 16.67% semicirculares y resultaron ningún conducto irregular. (Gráfica 2).

CONCLUSIONES: No se encontró evidencia estadística suficiente para determinar una influencia en la forma de los conductos dependiendo de la técnica empleada, Se asegura con un 95% de confiabilidad que no existe relación estadísticamente significativa entre la técnica empleada y la forma del conducto en las evaluaciones realizadas a los 2 y a los 5 mm.

Dr. Jorge Jaime Flores Treviño
Director de Tesis

Dra. Idalia Rodríguez Delgado
Co-director de Tesis

ABSTRACT

Introduction

The aim of this study: to compare the work of the implementation with rotary files Bio Race and Twisted Files in moderately curved canals.

Methods

Twelve mesial roots (24 canals) of mandibular molars were selected. Properly preserved submit separate throughout the length axis of the root canals. Each of the roots above was placed in a transparent resin, in an aluminum mold using the Dr. Bramante modified technique.

Cuts at 2 and 5 mm were conducted from the apical foramen and were taken photographs with stereoscopic light microscope. Each root was instrumented with 2 rotary files to evaluate.

Later, were analyzed again noted with the light microscope and the initial shape of duct was compared with the final shape assigning each cut accordingly in the assessment table as circular, ovoid and irregular. Statistical tests of subjective analysis and image analysis (Computer).

Conclusions

Rotary instrument Bio Race results statistically significantly to the technical than Twisted Files.

Dr. Jorge Jaime Flores Treviño
Director de Tesis

Dra. Idalia Rodríguez Delgado
Co-director de Tesis

Introducción

El poder eliminar el tejido pulpar del sistema de conductos radiculares es de gran importancia para el endodoncista, ya que este tejido es el responsable de la permanencia de lesiones periapicales cuando no es adecuadamente removido, por lo que las técnicas de instrumentación están en constante desarrollo.

Encontrar una técnica adecuada que nos ayude con instrumentación mecánica y que sea de fácil manejo, para alcanzar así el debridamiento, la forma adecuada y eliminar las irregularidades de las paredes de los conductos radiculares es un gran reto. Ya que durante la instrumentación se corre el riesgo de transportación del foramen apical, perforaciones y fracturas de instrumentos, lo cual nos puede conducir al fracaso de dicho tratamiento.

Es de suma importancia conocer la anatomía interna de los conductos a diferentes niveles para ejecutar un tratamiento endodóntico exitoso. La forma inicial del conducto radicular es muy variable. Puede presentar diversas y complejas anatomías, como presencia de istmos, conductos ovoides, conductos irregulares, curvaturas y conductos accesorios, entre otros.

Será posible alcanzar después de la instrumentación mecánica la limpieza y forma de los conductos radiculares que nos permita posteriormente una adecuada obturación (relleno tridimensional).

Hipótesis

Los conductos radiculares se mostrarán más circulares utilizando los instrumentos Bio Race.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la forma final de los conductos radiculares de las raíces mesiales de molares inferiores con la técnica Twisted Files y Bio Race.

1.1 Objetivos Específicos.

- Analizar la forma final de los conductos a 2 y 5 mm. del ápice radicular, conformados con la técnica de instrumentación Bio Race.
- Analizar la forma final de los conductos a 2 y 5 mm. del ápice radicular conformados con la técnica de instrumentación Twisted Files.

ANTECEDENTES

La terapia endodóntica involucra el tratamiento de tejido pulpar vital y necrótico en pacientes que puedan conservar sus dientes naturales en función y estética. A pesar de que el éxito endodóntico depende de muchos factores, uno de los más importantes es la preparación del conducto. (*Peters, 2004*).

El objetivo del tratamiento endodóntico es la limpieza, desinfección y el completo sellado del sistema de conductos radiculares. La conformación del conducto es un aspecto crítico en el tratamiento de endodoncia debido a que influye en el resultado de las fases subsecuentes como lo es la irrigación y la obturación. Una vez que el conducto es preparado, éste debe tener una conicidad uniforme, incrementar el diámetro desde la porción apical hacia el orificio de la entrada del conducto. Esta preparación proporciona suficiente espacio para los irrigantes, la completa limpieza del conducto y una efectiva obturación. (*Schilder, 1974*).

La curvatura del conducto y el uso de instrumentos de calibres grandes dan por resultado el fracaso en la obtención de los objetivos. Estudios previos han demostrado la dificultad de mantener el conducto en el centro durante la limpieza y conformación. Esto da como resultado transportación, escalones y perforaciones (*Cimis, 1988*)

La limpieza y la preparación son palabras de acción que identifican con exactitud los dos objetivos principales de trabajar los conductos radiculares, aunque es necesario considerar cada criterio por separado.

Schilder en 1974, definió la meta general de la preparación de un conducto como sigue:

“Es preciso limpiar y preparar los conductos radiculares; limpiarlos de residuos orgánicos y prepararlos para recibir una obturación tridimensional hermética de todo el conducto radicular”.

Consiste en retirar del sistema de conductos radiculares los irritantes existentes o potenciales, aunque el objetivo es eliminarlos, sólo ocurre una reducción importante. Los irritantes constan de lo siguiente: bacterias, productos bacterianos de desecho, tejido necrótico, desechos orgánicos, tejido vital, productos salivales de desecho, y otros. Sin duda el contenido necrótico de un espacio pulpar es un irritante poderoso. (Schilder, 1974)

Kerekes y Trostad en 1977 midieron las dimensiones de conductos de molares, determinando que el instrumento necesario para crear preparaciones circulares, a 1mm del ápice en raíces bucales y mesiales de molares superiores e inferiores sería de # 40 al #60 para lograr una buena redondez.

Ruddle y Malagnino, 1999. Concordaron en que la ubicación de la curvatura del conducto es un factor importante para poder trabajar con el instrumento endodóntico. Cuando la curvatura está localizada en la porción coronal, el instrumento está sujeto al máximo estrés ya que es el área en donde el diámetro es mayor. Lo más peligroso incluso para los clínicos más experimentados es el potencial de pérdida de estructura durante el conformado o una perforación al tratar de crear un acceso adecuado.

Shilder, 1974, la resumió así:

"Producir una forma cónica continua desde la porción apical hasta coronal. La preparación apical debe ser tan pequeña como sea posible y quedar en su posición espacial original."

Las dimensiones del conducto, su forma y curvaturas, así como las propiedades físicas de los que se usan para prepararlos, obstaculizan la posibilidad de lograr una preparación cónica y uniforme, ya que la mayoría de los conductos son curvos y los instrumentos relativamente rígidos. Las técnicas de limpieza y preparación de los conductos radiculares difieren como consecuencia de las investigaciones de nuevos instrumentos y técnicas.

Clasificación de los instrumentos endodónticos

Los instrumentos endodónticos para preparar los conductos radiculares se subdividen según su forma de empleo:

Grupo I

Son instrumentos únicamente de uso manual como por ejemplo: limas tipo K (Kerr), limas H (Hedstrom), tiranervios ó sondas barbadas, condensadores y espaciadores.

Grupo II

Tienen el diseño semejante que los del grupo I, pero están fabricados para insertarse en una pieza de mano. En este grupo se incluyen los instrumentos rotatorios de Níquel- Titanio y los léntufos.

Grupo III Son instrumentos de propulsión mecánica de baja velocidad como por ejemplo: las fresas Gates-Gliden (tipo G) y las fresas Peeso (tipo P). Weine, 1975.

El propósito principal de la instrumentación es el desbridamiento mecánico del sistema de conductos y la creación de un espacio para permitir el paso de las sustancias antimicrobianas. (*Zehnder, 2006*).

El proceso de desbridamiento incluye la instrumentación mecánica en conjunto con la irrigación química, esta técnica combinada eliminará la mayoría de las bacterias en el conducto, así como el tejido necrótico y la remoción de dentina contaminada. (*Bystrom, 1983*).

Hay tres cuestiones principales que son consideradas como difíciles y controvertidas en la configuración del conducto: a) La identificación, acceso y ampliación de los conductos principales sin errores de procedimiento, b) Establecer y mantener adecuadas longitudes de trabajo a través del proceso de conformación y c) La selección de tamaños y geometrías en la preparación general que permita una adecuada desinfección y obturación. (*Peters, 2004*).

El tejido duro que rodea la pulpa dental puede adoptar una variedad de configuraciones y formas, el conocimiento profundo de la morfología dental, la interpretación cuidadosa de las radiografías anguladas, el acceso adecuado al interior del diente y su exploración son requisitos indispensables para el éxito del tratamiento. La magnificación y la iluminación constituyen ayudas necesarias. (*Vertucci, 2005*).

Se ha destacado la importancia fundamental de la evaluación plena de cada radiografía, antes y durante la terapia endodóntica (*Friedman et al., 1986*). Las radiografías, sin embargo, no siempre pueden determinar la morfología correcta, sobre todo cuando se toma sólo una visión buco-lingual; la evaluación del sistema de conductos radiculares es más precisa cuando el dentista usa la información desde múltiples puntos de vista radiológicos, junto con una exploración clínica exhaustiva del interior y el exterior del diente. (*Peters, 2004*).

El conocimiento de la morfología interna de la raíz es complejo y extremadamente importante con respecto a la planeación y ejecución de la terapia endodóntica. Las variaciones anatómicas que existen en el sistema de conductos radiculares han contribuido al fracaso del tratamiento. (*Filbo, 2009*).

La complejidad de la anatomía dental se manifiesta al inicio del procedimiento cuando los orificios de los conductos o la totalidad del conducto puede pasarse por alto, además irregularidades del conducto, conductos accesorios y deltas apicales son en su mayoría inaccesibles para la preparación mecánica; así mismo la curvatura del conducto resulta en una remoción asimétrica del material durante la conformación ocasionando transportación del conducto en varios grados. El conducto radicular generalmente empieza en forma de émbolo en el orificio de entrada del conducto o en dirección apical a la línea cervical y termina en el foramen apical que comunica con la superficie radicular alrededor de 0mm. / 3mm. del centro del ápex radicular. (*Peters, 2004*).

Se han identificaron 8 configuraciones del espacio pulpar:

Tipo I: Un conducto único se extiende desde la cámara pulpar hasta el ápice (1).

Tipo II: Dos conductos separados salen de la cámara pulpar y se unen cerca del ápice para formar un conducto (2-1).

Tipo III: Un conducto sale de la cámara pulpar y se divide en dos en la raíz; los conductos se funden después de salir para salir como uno solo (1-2-1).

Tipo IV: Dos conductos distintos y separados se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice (2).

Tipo V: Un conducto sale de la cámara pulpar y se divide cerca del ápice en dos conductos distintos con forámenes apicales separados (1-2).

Tipo VI: Dos conductos separados salen de la cámara pulpar, se funden en el cuerpo de la raíz y vuelven a dividirse del ápice para salir como dos (2-1-2).

Tipo VII: Un conducto sale de la cámara pulpar, se divide y después vuelve a unirse en el cuerpo de la raíz, y finalmente se divide otra vez en dos conductos distintos cerca del ápice (1-2-1-2).

Tipo VIII: Tres conductos distintos y separados se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice. (*Vertucci et al., 1974*).

Antes de comenzar el tratamiento, el endodoncista no puede determinar con precisión el número real de los conductos radiculares presentes, la anatomía del piso de la cámara pulpar y la pared proporcionan una guía para determinar la morfología que está realmente presente (*Peters, 2004*). La unión cemento-esmalte es el punto de referencia anatómico más importante para determinar la ubicación de la cámara pulpar y los orificios de los conductos. (*Vertucci, 1974*).

La magnificación y la iluminación son auxiliares para la evaluación de los cambios de color y de trabajo en el interior del diente. (*Peters, 2004*).

Molares mandibulares usualmente tienen dos raíces, sin embargo ocasionalmente tres raíces están presentes con dos o tres conductos en mesial y uno, dos o tres conductos en la raíz distal; ocasionalmente tienen una raíz distolingual adicional. (*Peters, 2004*).

La incidencia del conducto medio-mesial está presente en el rango de 1% al 15% encontrado entre el conducto mesiobucal y mesiolingual. La raíz distal puede contener un conducto llamado conducto distal o bien poseer un conducto distobucal y distolingual. (*Peters, 2004*).

Se han identificaron 5 tipos de istmos que se pueden presentar:

Tipo I: Dos o tres conductos sin comunicación.

Tipo II: Dos conductos con una definida comunicación entre ellos.

Tipo III: Tres conductos con una definida comunicación entre ellos.

Tipo IV: Los conductos se extienden dentro del área del istmo.

Tipo V: Comunicación verdadera a todo lo largo del istmo.

El tipo más frecuente de istmos encontrado en raíces mesiales de molares inferiores es el tipo V. (*Hsu y Kim, 1997*).

Los métodos de análisis de curvaturas resultan de gran utilidad al brindar información más precisa del nivel de complejidad, permitiendo realizar una correcta selección del instrumento al momento de preparar conductos curvos (*Peters, 2004*).

Wu, 2002. Concluyó que al preparar el conducto con 3 limas más grandes que la primera lima que ajustó, se asegura la remoción de la capa interna de la dentina de todas las regiones del conducto. La primera lima que ajusta no es segura para determinar el diámetro apical. Un método para obtener el grado de curvatura consiste en trazar una línea paralela al eje longitudinal del conducto en el tercio coronal, una segunda línea trazada desde el foramen apical hasta que se intersecta el punto donde la primera línea deja el eje axial del conducto y finalmente se mide el ángulo formado. Se clasifican como rectos desde 0 a 5 grados, moderados de 10 a 20 grados y severos de 20 o más grados. (*Schneider, 1971*).

Se ha estudiado el grado de curvatura de las raíces mesiales de molares inferiores y el efecto que sufren al instrumentar sobre las curvas con instrumentos rotatorios en la porción coronal de la raíz. El promedio de grado de curvatura para los conductos mesiobucales es de 28.7 y para los conductos mesiolinguales de 27.2. (*Cunningham y Senia, 1992*).

Se ha demostrado que los instrumentos rotatorios de níquel-titanio (NiTi) permiten la conformación de conductos radiculares, curvas estrechas de manera más eficiente y más eficaz de los instrumentos manuales de acero inoxidable, sin embargo, la búsqueda continua de instrumentos aún más eficaces y más seguros ha dado lugar a nuevos sistemas rotatorios que se introducen en una base regular. (*Merrett, 2006*).

Los objetivos básicos de la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares son: a) Eliminar los tejidos blandos y duros infectados, b) Proporcionar acceso a las soluciones de irrigación y desinfección hasta la zona apical, c) Crear espacio para la colocación de medicamentos y la subsecuente obturación y d) Conservar la integridad de las estructuras radiculares. El término conformación y limpieza refleja más correctamente el hecho de que los conductos ensanchados dirigen y facilitan la acción desinfectante de los irrigantes y la eliminación de la dentina infectada. (*Cohen, 2008*).

Las técnicas de instrumentación realizaron una preparación aceptable en conductos radiculares curvos. Cabe señalar, sin embargo, que la técnica recomendada por el fabricante no siempre es el más beneficioso para cada anatomía. Por otra parte, las características de los instrumentos no deben confundirse con las características de la técnica. La secuencia y la profundidad a la que se utilizan los instrumentos pueden alterar los resultados. (Uyanik, 2006).

Los objetivos biológicos se dirigen a que la forma de la preparación y la eficacia antimicrobiana estén íntimamente relacionadas entre sí través de la remoción de dentina infectada y el uso de irrigantes. (Cohen, 2008).

Los objetivos mecánicos señalan como importante incluir completamente los conductos originales en la preparación, lo cual no es posible con las técnicas actuales. Evitar los errores de preparación como las deformaciones y las perforaciones; quizás éstos factores no afecten por sí mismos el éxito del tratamiento, más sin embargo pueden hacer que partes del sistema de conductos radiculares sean inaccesibles a la desinfección. (Cohen, 2008).

En los estudios que investigan la capacidad de conformación de instrumentos de endodoncia, técnicas radiográficas de doble digital de 10, 11, 12, 13 y micro - tomografía computarizada 4, 9, 14, 15 se utilizan actualmente para la evaluación del transporte del canal. Las técnicas radiográficas de doble digitales son fáciles de usar, de bajo costo, y potencialmente informativa en función del tema objeto de la investigación, pero carecen de la capacidad de revelar datos volumétricos.

Los nuevos materiales y métodos utilizados en la producción de instrumentos rotatorios de NiTi pueden contribuir al desarrollo de la preparación del canal radicular, sin embargo, el número de estudios que investigan estos nuevos materiales y métodos comparativamente es limitado. El objetivo de este estudio fue comparar la capacidad de formación de 6 sistemas rotativos diferentes NiTi y acero inoxidable K-Flexofile midiendo el transporte del canal en los canales mesiovestibular de los primeros molares superiores que tenían una curvatura canal entre 30° - 40° y la curvatura de la raíz radio entre 4-9 mm.

Instrumentos de Níquel Titanio

Desde principio de la década de 1990 se han introducido en la práctica de la endodoncia varios sistemas de instrumentos fabricados de Níquel-Titanio. Las características de diseño específicas varían, como el tamaño de la punta, la conicidad, la sección transversal, el ángulo helicoidal y la distancia entre las estrías. (*Cohen, 2008*).

Dos propiedades de la aleación de Níquel-Titanio tienen interés en endodoncia: la superelasticidad y alta resistencia a la fatiga cíclica. Estas dos propiedades permiten usar con éxito instrumentos de rotación continua en los conductos radiculares curvos. Han disminuido sustancialmente la incidencia de varios problemas clínicos, como bloqueos, escalones, transportación y perforaciones; sin embargo tienen tendencia a fracturarse con más facilidad que los instrumentos manuales. (*Cohen, 2008*).

La preparación endodóntica de cualquier diente debe consistir en tres procesos: acceso coronal, acceso radicular y la instrumentación apical. (*Georing, 1982*). El acceso coronal y radicular se realiza para obtener un acceso directo en línea hacia al tercio apical del conducto (*Georing, 1982; Pettiett, 1999*).

Un tratamiento endodóntico depende de una limpieza a fondo y de conformación de conductos radiculares. En los estudios morfológicos de Peters y Hubscher en el 2003 muestran la complejidad de la anatomía del conducto radicular se ha planteado en forma explícita. Las variaciones de secciones del conducto, irregularidades y la diversidad de la curvatura asociada, hacen que las fallas del procedimiento sean casi inevitables. Modelar el conducto de la raíz mediante la preservación de curvatura es uno de los principales parámetros utilizados para el análisis de los métodos o instrumentos desarrollados para la preparación del conducto radicular. (NiTi) instrumentos rotatorios han ido cambiando de forma continua en los últimos 20 años para darse cuenta de éxito este parámetro. Uno de estos campos de alteración son los estudios que se centraron en la estructura química directa de la aleación para hacer al NiTi más duradero y más eficaz. Por lo tanto, el material de NiTi M - alambre, que se sugiere para ser más flexible que el 55 - de nitinol y más resistente a la fatiga cíclica y con más eficiencia de corte, se ha producido. El primer sistema de instrumentos rotatorios generado a partir de este material fue GT Serie X. (*Celik, 2013*)

Twisted Files

Los métodos para la preparación de conductos en endodoncia han evolucionado lentamente a través de las décadas. Un gran salto se dio con la aparición de las limas rotatorias de níquel titanio sobre el uso de las fresas Gates Glidden y las limas manuales a principio de los 90's. A pesar de este avance, incluso en la actualidad, muchos clínicos siguen instrumentando a mano. Las técnicas e instrumentos rotatorios de níquel titanio existentes, aunque efectivos, han causado inquietudes referentes a la fractura y transportación.

La Twisted File representa el primer punto de partida real sobre el resto de las limas rotatorias de níquel titanio, y el avance más dramático en la preparación de conductos que haya existido. (*Mounce, 2008*).



RaCe

La lima RaCe empezó a fabricarse en 1999 y es distribuida actualmente por Brasseler (Savannah, GA). El nombre significa *reamer with alternating cutting edges* (ensanchador con bordes cortantes alternos). La microscopía óptica de la lima muestra áreas retorcidas alternadas con áreas rectas; este diseño reduce la tendencia

de la lima a enroscarse en el conducto radicular.

La calidad de la superficie de la lima RaCe ha sido mejorada mediante un pulido eléctrico. Las puntas son redondas no cortantes, y los instrumentos están codificados por mangos de colores y anillos grabados en su superficie. (*Cohen, 2008*).

Bio RaCe

La mayoría de los sistemas de instrumentación requieren un paso más para lograr un tamaño adecuado en el tercio apical. Esto resulta en instrumentos adicionales, tiempo y gasto para el practicante.

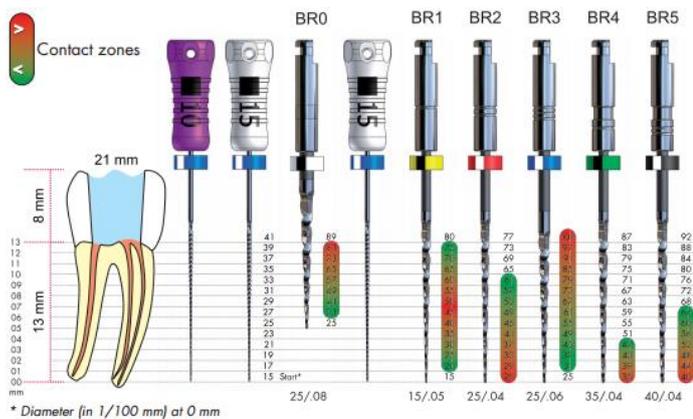
La secuencia BioRaCe es única, ha sido especialmente diseñada para lograr

los tamaños requeridos en apical sin la necesidad de una etapa adicional y de más instrumentos rotatorios. Si se usa según las instrucciones, la mayoría de los conductos se pueden limpiar con 5 instrumentos rotatorios NiTi. Así, con el uso del único sistema BioRaCe, el objetivo biológico del tratamiento de conductos radiculares se consigue sin comprometer la eficiencia.

El Sistema BioRaCe NiTi rotatorio utiliza una sección modificada por secuencia cónica variable de forma segura y eficiente para los tamaños mínimos requeridos en la preparación apical.

Los escariadores (sección transversal triangular) contienen muchas funciones patentadas, incluyendo un consejo de seguridad y precisión "RACE" de diseño (Rotary alterna filos de corte) que ayuda a mantener el instrumento rotatorio centrado en el conducto sin la necesidad de áreas radiales

BioRaCe es el sistema de instrumentación de elección para aquellos clínicos que deseen terminar de forma segura y eficiente los conductos a tamaños más grandes en apical.



BioRaCe Basic Set



	ck	acc		ck	acc
BR0			BR3		
25/.08			25/.06		
BR1			BR4		
15/.05			35/.04		
BR2			BR5		
25/.04			40/.04		

MARCO DE REFERENCIA

La limpieza y conformación del conducto radicular han sido reconocidas como una fase importante en la terapia endodóntica. Cuando se presentan curvaturas, la preparación endodóntica se vuelve más difícil, y existe una tendencia de todas las técnicas de preparación para desviar el conducto preparado lejos del eje original (*Gergi et al., 2010*).

Los instrumentos de Níquel Titanio rotatorios con las técnicas de fabricación más recientes se evaluaron los efectos del ciclo de autoclave múltiples sobre la fatiga cíclica de limas GT X Series y Twisted. (*Hilfer et al., 2011*).

Un inconveniente importante de pruebas de laboratorio más el comportamiento de fatiga de NiTi instrumento rotatorio es que uno no ha sido capaz de eliminar la confusión por varios factores, como propiedades de los materiales, el diseño y las dimensiones del instrumento. (*Ya Shen, 2011*).

Se compararon dos instrumentos de NiTi con diferentes diseños. Instrumentos FlexMaster tienen una sección transversal triangular convexa sin tierras radiales, tres filos de corte, un ángulo de corte negativo y una punta no cortante y reportado para ser adecuado para la preparación de los conductos radiculares curvos pero con un riesgo de transporte del conducto menor. Los instrumentos de la marca (FKG Dentaire compañía, la- Chaux -de- Fonds, Suiza) tienen un diseño innovador se refleja en sus Reamers nombres con alternancia de Cuchillas, se han reportado como ser capaces de mantener la curvatura del canal original y estar seguro de usar.

(*Merrett, 2006*).

Se ha demostrado mejores formas del conducto con instrumentos rotatorios de NiTi, parece razonable recomendar el uso de instrumentos rotatorios de NiTi, por ejemplo GT o limas ProTaper, en el ámbito clínico. (*Gekelman, 2009*).

Se investigaron varios parámetros de la preparación del conducto radicular con tres diferentes sistemas NiTi rotatorios: Hero Shaper, ProTaper. Los parámetros evaluados fueron: cambios en el volumen del conducto radicular y área de sección transversal del conducto, transporte y tiempo de trabajo, volumen de post instrumentación y área de sección transversal de los conductos radiculares y la medida de transportación se calcularon utilizando software de análisis de imagen y, a partir de entonces, se sometió a análisis estadístico. No hubo diferencias entre los sistemas rotatorios en cuanto a tiempo de trabajo. (*Uyanik, 2006*).

Otro avance en la producción de instrumentos rotatorios de NiTi es Twisted File. Sistema de instrumento rotatorio producido con la deformación plástica a través de la aplicación de calor fase-R y contorsión perno. Los instrumentos que pertenecen a este sistema se han reivindicado a ser más flexibles y más resistentes a la fatiga cíclica, para proceder en el centro del conducto, especialmente en conductos curvos, y para tener transportación del conducto minimizado (*Celik, 2013*).

11.1 Universo del estudio.

12 primeros y segundos molares inferiores recién extraídos del humano, obtenidos de clínicas del IMSS.

11.2 Tamaño de la muestra

Considerando que la muestra debe ser representativa del universo de donde es elegida, debe reunir todas las condiciones o características de dicha población, de manera que sea lo más pequeña posible sin sacrificar exactitud ni precisión.

La muestra que será aplicada para el desarrollo del presente proyecto debe reproducir las características del universo, por ello se determinará cuántos elementos se deben incluir en la muestra y hasta qué punto pueden generalizarse a la población. Ambas características convergen en la exactitud y precisión para evitar incurrir en errores al momento de obtener los resultados y realizar inferencia con ellos.

Determinación del tamaño de la muestra

Por las condiciones de la variable a evaluar del tipo cuantitativa (Forma de las paredes de los conductos radiculares) donde además, se trata de una población infinita se estima el tamaño de la muestra con la aplicación de la siguiente fórmula general:

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{e^2}$$

Para el presente proyecto se han determinado los siguientes valores con base a la tesis titulada “Evaluación de dos diferentes técnicas de instrumentación Light Speed y Profile en conductos moderadamente curvos: Un estudio comparativo” que fueron aplicados para determinar el tamaño de la muestra:

$z = 1.96$ para 95% confiabilidad

$\sigma = 0.0450$

$e = 0.0260$

Para obtener el tamaño de la muestra se sustituyen los valores y se obtiene que:

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{e^2} \qquad n = \frac{(1.96)^2 (0.0450)^2}{(0.0260)^2} \qquad n = 11.50 \approx 12$$

De aquí se obtiene que el número total de piezas de estudio será de 12 primeros y segundos molares inferiores, los cuales serán distribuidos en 2 grupos de 6, uno para instrumentar con la técnica Bio RaCe y otro instrumentado con la técnica Twisted files.

11.3. Criterios de Selección

11.3.1 Criterios de Inclusión.

- Primeras y segundas molares inferiores extraídas del humano, debidamente conservadas.
- Con raíz mesial intacta al examen clínico.
- Con ápices completamente formados.
- Con conductos viables.
- Conductos no calcificados.
- Grado de curvatura menor de 40° según la clasificación de Schneider.

11.3.2 Criterios de Exclusión.

- Molares con raíz mesial fracturada.
- Resorción radicular.
- Incompleta formación de la raíz.
- Ápices inmaduros.
- Conductos con tratamiento endodóntico previo.
- Conductos calcificados o estrechos o una curvatura mayor de 40 grados de acuerdo al método de Schneider.

11.3.3 Criterios de Eliminación.

- Instrumentos fracturados dentro del conducto radicular durante el procedimiento.
- Dientes fracturados durante el proceso.

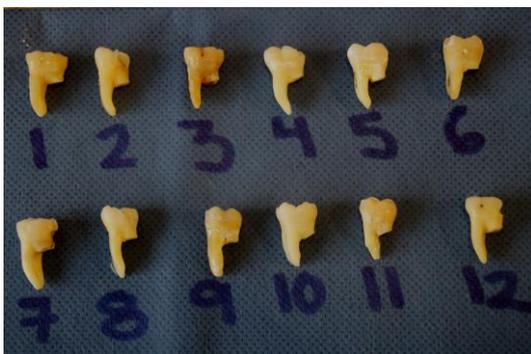
11.4 Definición de Variables.

Las variables independientes: las técnicas de instrumentación Bio RaCe y Twisted Files.

Las variables dependientes: la conformación del tercio apical de los conductos radiculares.

Descripción del procedimiento

Se recolectaron 12 primeros y segundos molares inferiores extraídos del humano que conservaban la integridad de sus raíces, los cuales se almacenaron en solución fisiológica con cinco gotas de hipoclorito de sodio, para eliminar el tejido remanente y preservar la permeabilidad de la dentina. La raíz distal fue seccionada con una fresa Zecrya.



Fase II

Se tomaron radiografías en un ángulo mesiodistal y bucolingual para conservar la anatomía y valorar el grado de curvatura, tomando en cuenta el procedimiento y la clasificación según Schneider. Con una lima # 6, 8 o 10 tipo K se comprobó la patencia de los conductos y se verificó la cavometría observando la punta de la lima en el límite del foramen y restando un milímetro a esta medida.



Fase III

En la superficie externa de la raíz mesial se realizaron marcas perpendiculares al eje longitudinal y siguiendo la curvatura de 2 y 5 mm. del ápice hacia coronal con un lápiz #2.



Para prevenir que la resina acrílica industrial marca plastiforma con consistencia líquida en la que se colocaron los órganos dentarios se introdujera dentro de los conductos, se selló el tercio apical de la raíz mesial con cera rosa, el área de amputación de la raíz distal y la cara oclusal. Una base de cera rosa se le unió a la pieza dental por la cara oclusal, esta base hizo la función de soporte para fijar la pieza en la resina, evitando que se sumerja por completo en ella.



Fase IV

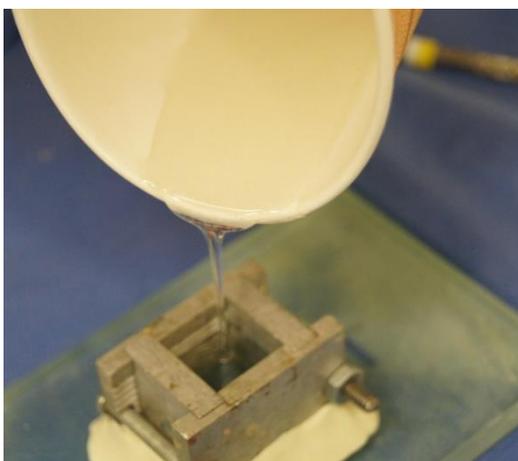
Se utilizó un cubo a base de aluminio según especificaciones de la técnica de Bramante modificada, que consiste en 4 paredes de las cuales 2 presentan ranuras que sirvieron de retención y 2 más con caras lisas. Como base se utilizó una loseta de vidrio, aceite desmoldante en spray y plastilina para sellar espacios por donde pudiera escaparse la resina.

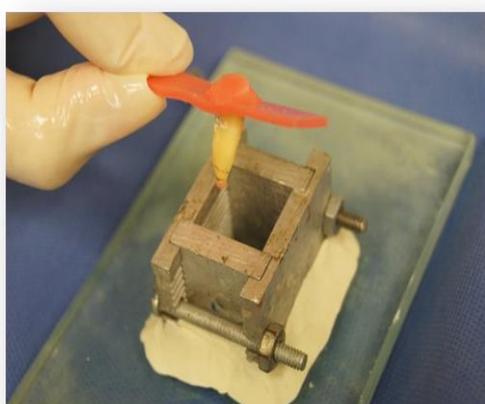
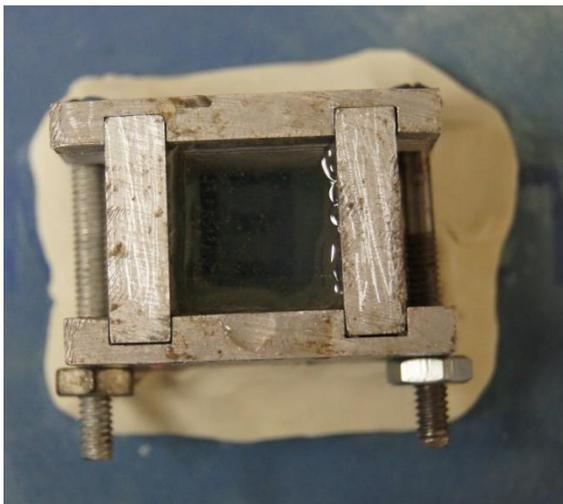
El desmoldante de resina fue aplicado en las caras internas del cubo, para evitar complicaciones al momento de desensamblarlo. Se colocó la resina acrílica cristal con colorante rojo dentro del cubo y por último la tapa o base de cera que contiene la muestra.



Preparación de la resina

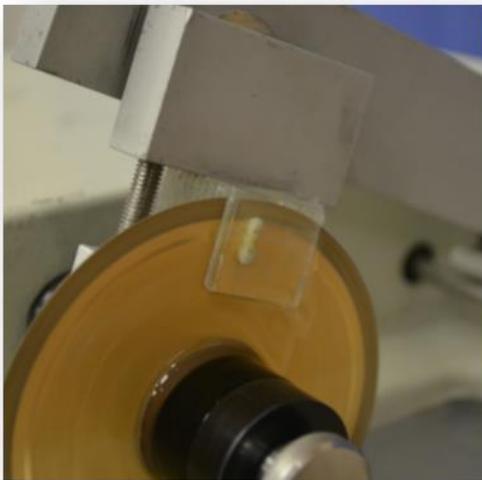
Se ajustó la báscula gramera con el vaso encerado a 0 gramos, para que el peso del vaso no afecte los componentes de la mezcla. Con la báscula en 0, se pesaron 50 grs. de resina. En un vaso diferente se pesaron los 10 grs. de monómero. Se mezclaron estos 2 componentes en un vaso encerado usando un abatelenguas de madera. Una vez conseguida una mezcla uniforme se añadieron 25 gotas de promotor y se mezclaron por un minuto, hasta que se consiguió un color uniforme. Se colocó una pequeñísima cantidad de colorante rojo, una bolita de diámetro de .5mm. Luego se añadieron las 30 gotas del catalizador, mezclando durante un minuto. Se vibró la mezcla para eliminar burbujas de aire. Se dejó reposar la mezcla por unos segundos y se vertió poco a poco en el interior del cubo ya montado en su base verificando que no se derramara la resina y que no bajara el nivel de la misma. Se colocó la muestra en el cubo de forma que la cara bucal estuviera próxima a una cara lisa del cubo. Una vez polimerizada la resina, se liberó la prensa y se desmoldó el cubo de resina.





Fase V

Cada muestra se seccionó basándose en una línea que se trazó con lapicero a los 2 y 5 mm. del vértice apical, esto con la ayuda de un disco 12 High Concentration, (Buehler LTD, Evaston, IL, USA) en una cortadora Isomet de baja velocidad (Buehler Ltd.).



Técnica fotográfica

Se usó un estereomicroscopio digital calibrado marca Motic con cámara fotográfica incorporada y software, Motic Digital micros Optic industrial group Co, France) que permite realizar mediciones a escala. Se utilizó un rango de magnificación de 10x a 20x. Se tomaron los registros radiográficos preoperatorios de cada corte y se registró la magnificación y distancia lente- muestra. Se tomaron fotografías con el microscopio digital marca Motic, siendo estas, las fotografías preoperatorias, Un segundo registro se tomó después de instrumentar, para superponer las imágenes con el programa Photoshop CS.



Técnica plataforma radiográfica

Se colocó el cubo de aluminio ensamblado sin las 2 caras lisas del mismo detenido con una prensa de plástico, con el cubo de resina dentro de él. Se colocó en una base de acrílico siempre en la misma posición con una lima 10 tipo K dentro de un solo conducto para observar la cavimetría y su curvatura. Posteriormente se instrumentó cada conducto y se tomaron imágenes postoperatorias, para poder comparar éstas con las iniciales.

RESULTADOS

-

Morfología de los conductos postinstrumentación

La anatomía final encontrada en los dos cortes transversales hechos a los 12 dientes fue la siguiente:

La mayoría de los conductos a los 2 y 5 mm fueron en mayor porcentaje circular 45.83% Y 41.67% respectivamente.

A) Twisted Files: la forma resultante después de ser tratados los conductos con esta técnica fue la siguiente:

- A los 2mm tercio apical terminaron siendo más circulares los conductos con un 50%, ovoideo 25%, irregulares 16.67% y semicircular 8.33%. (Grafica 1)
- A los 5mm tercio apical terminaron siendo más circulares y semicirculares los conductos con un 41.67%, ovoideo 16.67 y resultando ningún conducto irregular. (Grafica 2)

B) BioRace: la forma resultante después de ser tratados los conductos con esta técnica fue la siguiente:

- A los 2 mm tercio apical resultaron 41.67% conductos circulares, 25% ovoideos, 16.67% semicirculares e irregulares. (Gráfica 1)
- A los 5 mm tercio apical resultaron 41.67% conductos circulares y ovoideos, 16.67% semicirculares y resultaron ningún conducto irregular. (Gráfica 2).

Los istmos fueron eliminados por los 4 examinadores para la evaluación de la forma de los conductos. Los conductos que poseían estos istmos se les asignaban la forma de ovalada o irregular según la opinión de los expertos examinadores.

Tabla 1

Evaluación de la forma a los 2 mm según la técnica empleada, Posgrado de Endodoncia UANL, Febrero de 2014.

Forma	BioRace		Twisted Files		Total	
	n	%	n	%	N	%
Circular	3	25.00	3	25.00	6	25.00
Semicircular	5	41.67	1	8.33	6	25.00
Ovoideo	2	16.67	2	16.67	4	16.67
Irregular	2	16.67	6	50.00	8	33.33
Total	12	100	12	100	24	100

$\chi^2=0.466$, $p=0.198$

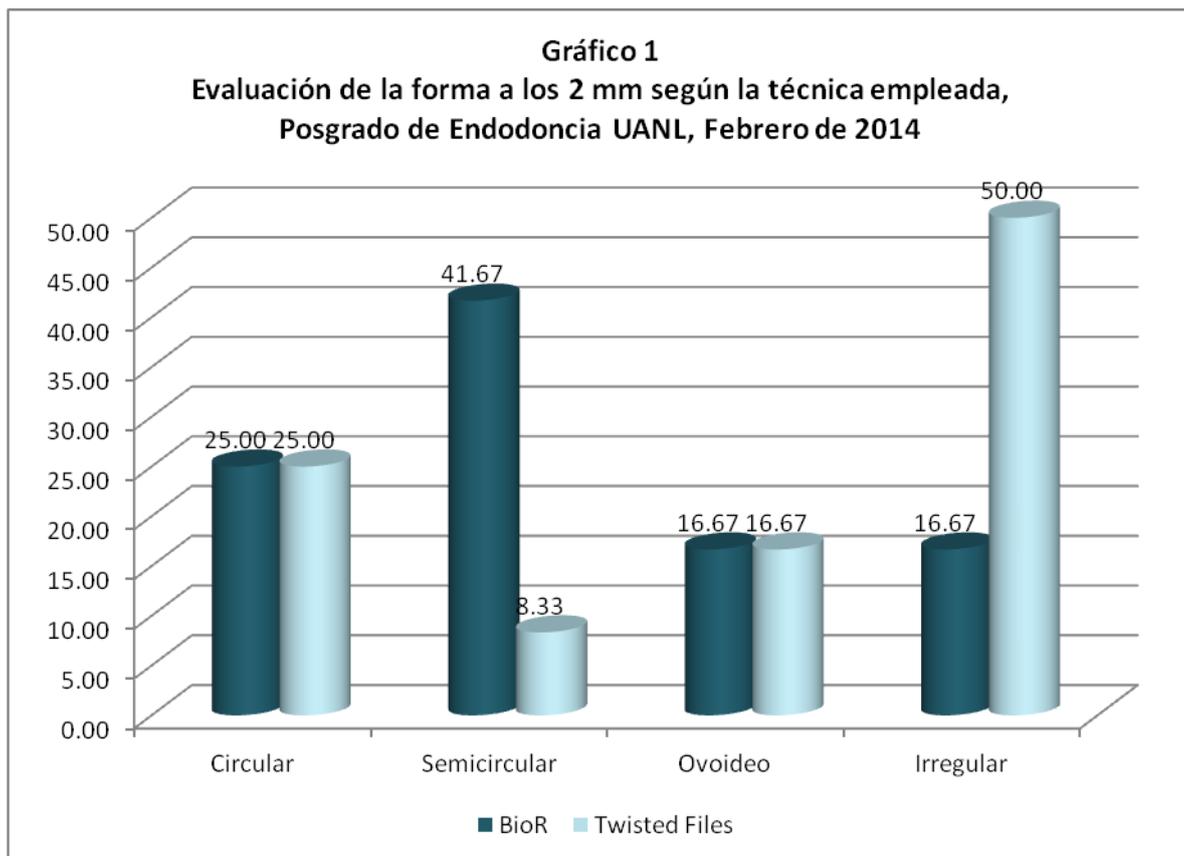


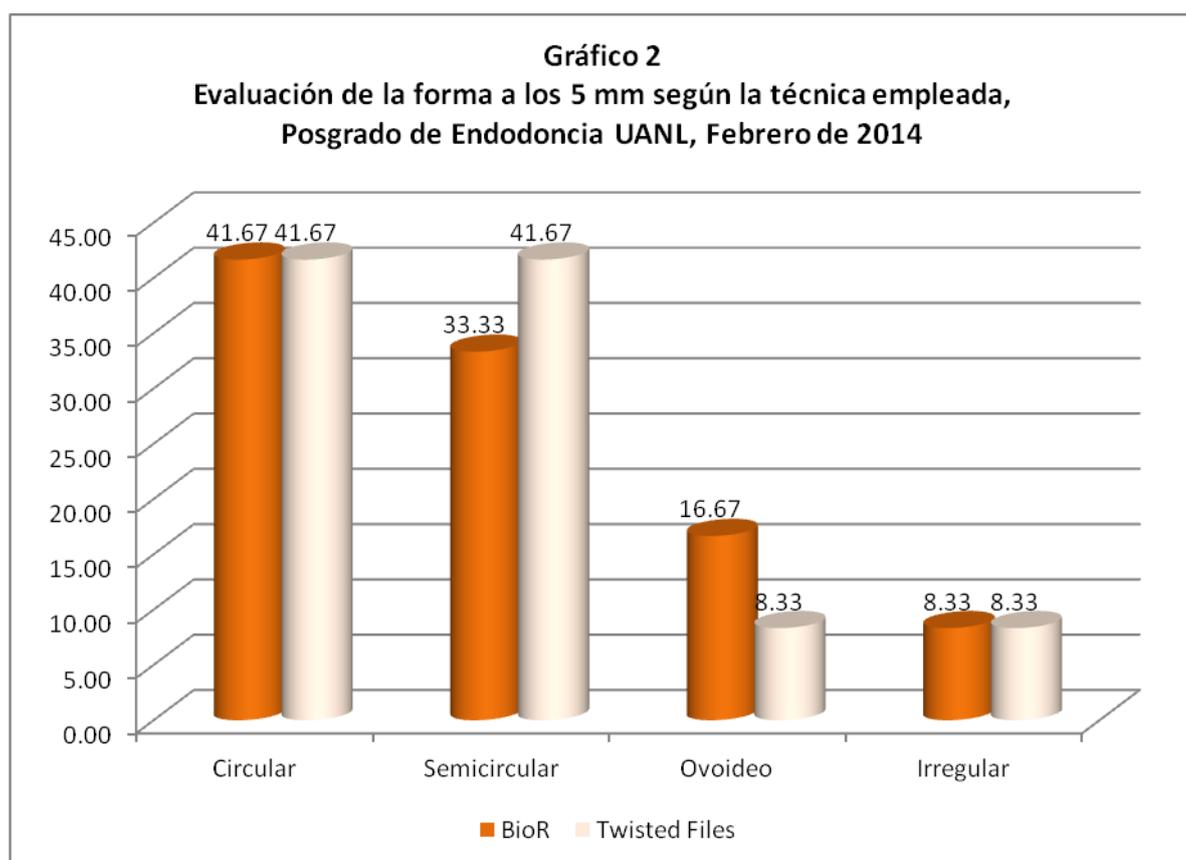
Tabla 2

Evaluación de la forma a los 5 mm según la técnica empleada, Posgrado de Endodoncia UANL, Febrero de 2014.

Forma	BioRace		Twisted Files		Total	
	n	%	n	%	n	%
Circular	5	41.67	5	41.67	10	41.67
Semicircular	4	33.33	5	41.67	9	37.50
Ovoideo	2	16.67	1	8.33	3	12.50

Irregular	1	8.33	1	8.33	2	8.33
Total	12	100	12	100	24	100

$\chi^2=0.444$, $p=0.931$



Discusión

Para el éxito de un tratamiento endodóntico, el conocimiento de la anatomía radicular es esencial, por lo que es muy importante el conocimiento preciso de la morfología interna de la cavidad pulpar a diferentes niveles.

En el pasado, los endodoncistas trabajaban con menos información acerca de la anatomía interna de los conductos radiculares, y algunos de los casos fracasaban.

Al realizar un tratamiento de endodoncia el tercio apical es el nivel de mayor dificultad, ya que por ser la zona más distante a trabajar, tiene menor probabilidad de que sea bien instrumentada, existe más dificultad para la penetración de las soluciones irrigadoras y por lo tanto la limpieza es difícil de lograr.

Durante este estudio se utilizaron 12 molares humanos extraídos ya que proveen las condiciones más cercanas a la realidad a los tratamientos en clínica, como, la forma de los conductos, la dureza de la dentina, las curvaturas de las raíces. Mientras que en los conductos simulados o creados se presentan en los cortes transversales formas circulares diferentes a la anatomía natural de un diente, así como también la dureza del material resinoso es muy diferente a la dureza de la dentina.

Los fabricantes de estos sistemas producen una serie de instrumentos con una gama de tamaños y diámetros. En el presente estudio se utilizó la misma secuencia de instrumentos, aparte de la ampliación inicial durante el orificio. Por lo tanto, los resultados proporcionan una comparación directa entre los dos diseños de instrumentos y su potencial para dar forma a los conductos.

Conclusión

En general, las formas finales del conducto eran aceptables con pocas aberraciones.

No se encontró evidencia estadística suficiente para determinar una influencia en la forma de los conductos dependiendo de la técnica empleada, Se asegura con un 95% de confiabilidad que no existe relación estadísticamente significativa entre la técnica empleada y la forma del conducto en las evaluaciones realizadas a los 2 y a los 5 mm.

Recomendaciones

Seleccionar los dientes para que los grupos de estudio sean lo más similares posibles con respecto al diámetro apical del conducto, la forma de los istmos.

Basarse en una radiografía inicial con una lima en el interior de cada conducto bucal y lingual en caso de ser una raíz mesial de molar inferior para balancear la selección de las muestras de acuerdo al grado de dificultad del ángulo y radio de curvatura del conducto y no por conducto bucal y lingual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alapati SB, Brantley WA, Iijima M, et al. Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for rotary endodontic instruments. *J Endod.* 2009;35:1589–1593
2. Alodeh MH, Dummer PMH. A comparison of the ability of K-files and Hedstrom files to shape simulated root canals in resin blocks. *Int Endod J.* 1989;22:226–235
3. Al-Omari MAO, Dummer PMH, Newcombe RG, Doller R. Comparison of six files to prepare simulated root canals. *Int Endod J.* 1992;25:67–81
4. Al-Omari MAO, Dummer PMH, Newcombe RG. Comparison of six files to prepare simulated root canals. *Int Endod J.* 1992;25:57–66
5. Bryant ST, Dummer PMH, Pitoni C, Bourba M, Moghal S. Shaping ability of .04 and .06 taper ProFile rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *Int Endod J.* 1999;32:155–164
6. Bryant ST, Thompson SA, Al-Omari MAO, Dummer PMH. Shaping ability of ProFile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: part 1. *Int Endod J.* 1998;31:275–281
7. Bystrom A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 per cent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983; 55:307-12.
8. Carvalho LA, Bonetti I, Borges MA. A comparison of molar root canal preparation using stainless Steel and nickel-titanium instruments. *J Endod* 1999; 25:807-10.
9. Cimis G, Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root Canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod.* 1995; 492-6.
10. Cohen S, Hargreaves KM; *Vías de la pulpa.* 9ª edición, Editorial Elsevier Mosby 2008. Cap.9 pp.307-31.

11. Cuningham C, Senia S. A Three-Dimensional Study of Canal Curvatures in the Mesial Roots of Mandibular Molars. *J Endod* 1992; 18:294-300.
12. Davut Celik, Tamer Tas, and Kurs, Comparative Study of 6 Rotary Nickel-Titanium Systems and Hand Instrumentation for Root Canal Preparation in Severely Curved Root Canals of Extracted Teeth, *Febrero* 2013; 278-82.
13. Dummer PMH, Alodeh MH, Al-Omari MAO. A method for the construction of simulated root canals in clear resin blocks. *Int Endod J*. 1991;24:63–66
14. ElDeeb ME, Boraas JC. The effect of different files on the preparation shape of severely curved canals. *Int Endod J* .1985;18:1–7
15. Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endod*. 1995;21:173–176
16. Filbo FB, Zaitter S, Haragushiku GA, De Campos EA, Abuabara A, Correr GM. Analysis of the Internal Anatomy of Maxillary First Molars by Using Different Methods. *J Endod* 2009; 35:337-42.
17. Friedman S, Moshonov J, Stabholz A. Five root canals in a mandibular first molar. *Dent Traumatol* 1986; 2: 226–228.
18. Gambarini G, Gerosa R, De Luca M, et al. Mechanical properties of a new and improved nickel-titanium alloy for endodontic use: an evaluation of file flexibility. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008;105:798–800
19. Gambarini G, Grande NM, Plotino G, et al. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. *J Endod*. 2008;34:1003–1005
20. García M, Duran-Sindreu F, Mercadé M, et al. A comparison of apical transportation between profile and RaCe rotary instruments. *J Endod*. 2012;38:990–992

21. Georing AC, Michelich RJ, Schultz HH. Instrumentation of Root Canals in Molars Using the Setp-down Tecqunique. *J Endod* 1982; 8:550-4.
22. Gergi R, Rjeily JA, Sader J, Naaman A. Comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, Pathfile-ProTaper system, and stainless steel hand K-files by using computed tomography. *J Endod*. 2010;36:904–907
23. Glosson CR, Haller RH, Dove SB, del Rio CE. A comparison of root canal preparation using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endod* . 1995;21:146–151
24. Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J*. 2005;38:743–752
25. Gulabivala K, Patel B, Evans G, Ng YL. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endod Topics*.2005;10:103–122
26. Günday M, Sazak H, Garip Y. A Comparative Study of Three Different Root Canal Curvature Measurement Techniques and Measuring the Canal Access Angle in Curved Canals. *J Endod* 2005; 32:796-8.
27. Günday M, Sazak H, Garip Y. A Comparative Study of Three Different Root Canal Curvature Measurement Techniques and Measuring the Canal Access Angle in Curved Canals. *J Endod* 2005; 32:796-8.
28. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endod Topics*. 2005;10:77–102
29. Hartmann MSM, Barletta FBm Fontanella VRC, Vianni JR. Canal transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. *J Endod* 2007; 33:962.5.
30. Hashem AA, Ghoneim AG, Lutfy RA, et al. Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems. *J Endod*. 2012;38:996–1000

31. Hsu Y, Kim S. The resected root surface: the issue of canal isthmuses. *Dent Clin N Am* 1997; 3: 529–540.
32. Hubscher W, Barbakow F, Peters OA. Root canal preparation with FlexMaster: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *Int Endod J*. 2003;36:883–890
33. Hubscher W, Barbakow F, Peters OA. Root-canal preparation with FlexMaster: canal shapes analysed by micro-computed tomography. *Int Endod J*. 2003;36:740–747
34. Hülsmann M, Gressmann G, Schafers F. A comparative study of root canal preparation using FlexMaster and HERO 642 rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J*. 2003;36:358–366
35. Iqbal MK, Banfield B, Lavorini A, Bachstein B. A comparison of LightSpeed LS1 and LightSpeed LSX NiTi rotary instruments in apical transportation and length control in simulated root canals. *J Endod*. 2007;33:268–271
36. Iqbal MK, Firic S, Tulcan J, et al. Comparison of apical transportation between ProFile and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J*. 2004;37:359–364
37. Iqbal MK, Floratos S, Hsu YK, Karabucak B. An in vitro comparison of Profile GT and GTX nickel-titanium rotary instruments in apical transportation and length control in mandibular molar. *J Endod*. 2010;36:302–304
38. Iqbal MK, Maggiore F, Suh B, et al. Comparison of apical transportation in four Ni-Ti rotary instrumentation techniques. *J Endod*. 2003;29:587–591
39. Javaheri HH, Javaheri GH. A comparison of three Ni-Ti rotary instruments in apical transportation. *J Endod*. 2007;33:284–286
40. Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerow K. Comparison between a novel nickel titanium alloy and 508 Nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/.04 rotary instruments. *J Endod*. 2008;34:1406–1409

41. Karabucak B, Gatan AJ, Hsiao C, Iqbal MK. A comparison of apical transportation and length control between EndoSequence and Guidance rotary instruments. *J Endod.* 2010;36:123–125
42. Kenneth S. Serota, Yosef Nahmias, Frederick Barnett, Matthew Brock, and E. Steve Senia, BS Predictable Endodontic Success: The Apical Control Zone ORAL HEALTH October 2003.
43. Kerekes K. Morphometric observations on the root canals of human molars. *J Endod.* 1977; 114.8.
44. Krasner P, Rankow HJ. Anatomy of the pulp chamber floor. *J Endod* 2004; 30: 5–16
45. Larsen CM, Watanabe I, Glickman GN, He J. Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel titanium rotary instruments. *J Endod.* 2009;35:401–403
46. Maggiore F. Endodontic preparation of curved root canals using the mac files: evaluation using a radiographic method and a computerized analysis. Master's thesis. Rome, Italy: University of Rome 'La Sapienza'; 1994;
47. Mahran AH, AboEl-Fotouh M. Comparison of effects of ProTaper, HeroShaper, and Gates Glidden burs on cervical dentin thickness and root canal volume by using multislice computed tomography. *J Endod* 2008; 34:1219–1222.
48. Malagino VA. The influence of root canal trajectory on the risk of cyclic fatigue on NiTi engine driven endodontic instrument. *Giornale italiano di Endodonzia* 1999, 190-200.
49. McCann JT, Keller DL, LaBounty GL. Remaining dentin/cementum thickness after hand or ultrasonic instrumentation. *J Endod.* 1990; 16:109–113.
50. Merrett SJ, Susan T, Bryant, Paul M. Full Length Article. *J Endod* Vol. 32 Pages 960-62.

51. Ounsi HF, Franciosi G, Paragliola R, et al. Comparison of two techniques for assessing the shaping efficacy of repeatedly used nickel-titanium rotary instruments. *J Endod.* 2011;37:847–850
52. Paqué F, Musch U, Hülsmann M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary NiTi instruments. *Int Endod J.* 2005;38:8–16
53. Paque F, Peters OA. Micro-computed tomography evaluation of the preparation of long oval root canals in mandibular molars with the self-adjusting file. *J Endod.* 2011;37:517–521
54. Peters OA. Current Challenges and Concepts in the Preparation of Root Canal Systems: A Review. *J Endod.* 2004; 30:559-67.
55. Peters OA, Boessler C, Paque F. Root canal preparation with a novel nickel-titanium instrument evaluated with micro-computed tomography: canal surface preparation over time. *J Endod.* 2010;36:1068–1072
56. Peters OA, Paque F. Root canal preparation of maxillary molars with the self-adjusting file: a micro-computed tomography study. *J Endod.* 2011;37:53–57
57. Peters OA, Peters CI, Schonenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J.* 2003;36:86–92
58. Pilo R, Corcino G, Tamse A. Residual dentin thickness in mandibular premolars prepared with hand and rotary instruments. *J Endod.* 1998; 24:401–404.
59. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL Jr. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1997;23:77–85.
60. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod.* 1997;23:77–85
61. Rangel S, Cremonese R, Bryant ST, Dummer PMH. Shaping ability of RaCe rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *J Endod.* 2005;31:460–463

62. Riitano F. Anatomic Endodontic Technology (AET) a Crown-down root canal preparation technique: basic concepts, operative procedure and instruments. *International Endodontic Journal* 2005; 38:575-87.
63. Sanfelice CM, Costa FB, DDS, Reis S6 MV, Vier-Pelisser F, Souza Bier CAS, Grecca FS, PhD. Effects of Four Instruments on Coronal Pre-enlargement by Using Cone Beam Computed Tomography. *J Endod* 2010; 36:858–86.
64. Sarah J. Merrett, Susan T. Bryant, and Paul M.H. Dummer, Comparison of the Shaping Ability of RaCe and FlexMaster Rotary Nickel-Titanium Systems in Simulated Canals, . *J Endod.*2006; 960-62.
65. Schafer E, Erler M, Dammaschke T. Influence of Different types of automated devices on the shaping ability of rotary nickel-titanium Flex Master instruments. *Int Endod J.* 2005; 38: 627-636.
66. Schafer E, Zapke K. A comparative scanning electron microscopic investigation of the efficacy of manual and automated instrumentation of root canals. *J Endod.* 2000; 26:660-664.
67. Schäfer E, Erler M, Dammaschke T. Influence of different types of automated devices on the shaping ability of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments. *Int Endod J.* 2005;38:627–636
68. Schäfer E, Lohmann D. Efficiency of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile - Part 2 (Cleaning effectiveness and instrumentation results in severely curved root canals of extracted teeth). *Int Endod J.* 2002;35:514–521
69. Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe (Part 1. Shaping ability in simulated curved canals). *Int Endod J.* 2004;37:229–238
70. Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe (Part 2. Cleaning effectiveness

- and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth). *Int Endod J.* 2004;37:239–248
71. Schäfer E, Zapke K. A comparative scanning electron microscopic investigation of the efficacy of manual and automated instrumentation of root canals. *J Endod.* 2000;26:660–664
72. Schafer E, Erler M, Dammaschke T. 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 Endod J.* 2006;39:203–212
73. Schafer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe—part 2: cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2004;37:239–248
74. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974; 18:269-96.
75. Schneider SW. A comparison of the canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* .1971; 32:271–275.
76. Setzer FC, Kwon TK, Karabucak B. Comparison of apical transportation between two rotary file systems and two hybrid rotary instrumentation sequences. *J Endod.* 2010;36:1226–1229
77. Steven L. Klyn, Timothy C. Kirkpatrick, and Richard E. Rutledge, In Vitro Comparisons of Debris Removal of the EndoActivator™ System, the F File™, Ultrasonic Irrigation, and NaOCl Irrigation Alone after Hand-rotary Instrumentation in Human Mandibular Molars.
78. Taşdemir T, Aydemir H, Inan U, Unal O. Canal preparation with Hero 642 rotary Ni-Ti instruments compared with stainless steel hand K-file assessed using computed tomography. *Int Endod J.* 2005;38:402–408

79. Thompson SA , Dummer PMH . Shaping ability of ProFile. 04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals (Part 2) . *Int Endod J* . 1997;30:8–15
80. Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Quantec Series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: part 2. *Int Endod J*. 1998;31:268–274
81. Tsesis I, Amdor B, Tamse A, Kfir A. The effect of maintaining apical patency on canal transportation. *Int Endod J*. 2008;41:431–435
82. Uroz-Torres D, Gonzalez-Rodriguez MP, Ferrer-Luque CM. Effectiveness of a manual glide path on the preparation of curved root canals by using Mtwo rotary instruments. *J Endod*. 2009;35:699–702
83. Valencia de Plabo O, Estevez R, Sanchez MP, Heiborn C, Cahenca N. Root Anatomy and Canal Configuration of the Permanent Mandibular First Molar: A Systematic Review. *J Endod* 2010; 36:1919-31.
84. Versumer J, Hulsmann M, Schafers F. A comparative study of root canal preparation using Profile .04 and Lightspeed rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J*. 2002;35:37–46
85. Weiger R , Bruckner M , ElAyouti A , Lost C . Preparation of curved root canals with rotary FlexMaster instruments compared to Lightspeed instruments and NiTi hand files. *Int Endod J*. 2003;36:483–490
86. Weine FS. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod*. 1975; 255-62
87. Weine FS. The use of non ISO-tapered instruments for canal flaring. *Compend Dent Educ*. 1996;17:651–657
88. Wu MK, Fan B, Wesselink PR. Leakage along apical root fillings in curved root canals: part I—effects of apical transportation on seal of root fillings. *J Endod*. 2000;26:210–216

89. Ya Shen , Wei Qian, Houman Abtin, Yuan Gao, et al. Effect of Environment on Fatigue Failure of Controlled Memory Wire Nickel-Titanium Rotary Instruments *Journal of Endodontics* Vol. 38, Issue 3, Pages 376-380.
90. You SY, Kim HC, Bae KS, et al. Shaping ability of reciprocating motion in curved root ca Yamamura B, Cox TC, Heddaya B, et al. Comparing canal transportation and centering ability of endosequence and vortex rotary files by using micro-computed tomography. *J Endod.* 2012;38:1121–1125
91. Yun HH, Kim SK. A comparison of the shaping abilities of 4 nickel-titanium rotary instruments in simulated root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003;95:228–233
92. Zehnder M. Root Canal Issigants. *J Endod.* 2006; 32:389-98.
93. [http://www.biorace.ch/download/fkg_br_brochure_an.pdf (Revisado en septiembre de 2012)]