

TRABAJO DE TESIS DOCTORAL



UNIVERSIDAD DE SEVILLA  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

***“Comparación in vitro de la forma transversal apical producida por los sistemas de instrumentación ProTaper, K3 y manual en conductos radiculares curvos”***

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor, por:  
**Francisco Javier Llamas Del Olmo**

**Director de Tesis:**

**Dr. Rafael Llamas Cadaval  
Dra. Amparo Jiménez Planas**

**Sevilla, España; Enero de 2014.**

Departamento de Estomatología  
Universidad de Sevilla

**D. RAFAEL LLAMAS CADAVAL Y D<sup>a</sup> AMPARO JIMÉNEZ PLANAS,  
DOCTORES EN MEDICINA Y CIRUGÍA Y PROFESORES TITULARES DE  
UNIVERSIDAD ADSCRITOS AL DEPARTAMENTO DE  
ESTOMATOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA,**

**CERTIFICANQUE : D.Francisco Javier Llamas del Olmo** ha realizado bajo su dirección los trabajos de investigación del proyecto de Tesis Doctoral titulado **“Comparación in vitro de la forma transversal apical producida por los sistemas de instrumentación ProTaper, K3 y manual en conductos radiculares curvos”**

Sevilla, Abril de 2013.

**Dr. Rafael Llamas Cadaval**

**Dra. Amparo Jiménez Planas**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Al Dr. Rafael Llamas Cadaval y a la Dra. Amparo Jiménez Planas**, por su valiosa dirección en la realización de este trabajo, gracias por su tiempo y sus valiosos consejos que me motivaron a llevar a fin esta investigación. Su ejemplo de trabajo en bien de la ciencia será siempre una motivación para continuar este camino que apenas inicio.

A los profesores: **Emilio Jiménez-Castellanos, Diego Cañadas, Magdalena Azabal, Enrique Solano, Asunción Mendoza, Guillermo Machuca, Pedro Bullón, José Luis Gutiérrez y Daniel Torres**, por los valiosos conocimientos que impartieron durante el periodo de investigación.

**A mi hija Andrea por ser mi inspiración para superarme.**

**A mi madre por su apoyo y palabras de aliento.**

**A mi padre que siempre me alentó para que llegara a esta meta, se que donde te encuentres te vas a sentir feliz de que haya llegado.**

## **INDICE**

I. INTRODUCCIÓN.....	8
A) OBJETIVO DE LA INSTRUMENTACIÓN MECÁNICA.....	9
B) MORFOLOGÍA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS.....	10
C) SISTEMAS DE INSTRUMENTACION.....	14
1. SISTEMA PROTAPER.....	15
2. K3.....	16
3. INSTRUMENTACIÓN MANUAL.....	20
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	28
III. HIPÓTESIS.....	31
A) HIPÓTESIS NULA.....	32
IV. OBJETIVOS.....	33
A) OBJETIVO GENERAL.....	34
B) OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	34
V. MATERIALES Y METODOS.....	35
A) DISEÑO.....	36
B) PROCEDIMIENTO.....	36
C) VARIABLES DEPENDIENTES.....	43
D) VARIABLES INDEPENDIENTES.....	45
VI. RESULTADOS.....	46
A) FORMA TRANSVERSAL DE LOS CONDUCTOS RADICULARES.....	47
B) ÁREA DEL CONDUCTO.....	54
VII. DISCUSIÓN.....	56
VIII.CONCLUSIONES.....	61
IX. BIBLIOGRAFIA.....	63

<b>X. ANEXOS.....</b>	<b>72</b>
<b>A) ANEXO 1.- TÉCNICA DE SCHNEIDER PARA DETERMINAR EL ÁNGULO DE CURVATURA.....</b>	<b>73</b>
<b>B) ANEXO 2.- FORMATO RECOLECTOR DE DATOS.....</b>	<b>74</b>

# **I. INTRODUCCIÓN**



## **A) OBJETIVO DE LA INSTRUMENTACION BIOMECANICA.**

El éxito de la terapia endodóntica depende de varios factores, siendo uno de los más importantes la preparación del conducto. Esta es esencial porque determina la efectividad de los procedimientos subsecuentes, que son un buen desbridamiento mecánico y la creación de una geometría óptima del conducto que permita una correcta obturación del mismo. Desafortunadamente la preparación del conducto está adversamente influenciada por la variabilidad de la anatomía del conducto y la inhabilidad del operador para visualizarla radiográficamente (1,2). Es por eso que el conocimiento completo de la morfología interna de la cavidad pulpar a diferentes niveles es indispensable para la correcta ejecución del tratamiento endodóntico.

Ingle y Cols.(3) mencionan que el éxito de la terapia endodóntica depende en primer término de la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares, llevado a cabo mediante el procedimiento conocido como preparación biomecánica, que consiste en el conjunto de intervenciones técnicas que preparan la cavidad pulpar para su posterior obturación. Por su parte, Schilder(4) denominó limpieza y conformación a la eliminación de todo el sustrato orgánico del sistema de conductos radiculares, así como la elaboración de una forma determinada dentro de cada conducto para la recepción de una obturación hermética y tridimensional en todo el espacio de estos, destacando la necesidad del desbridamiento, que consiste en retirar del sistema de conductos los irritantes existentes.

El tercio apical, constituye una de las principales consideraciones endodónticas que ha requerido mayor atención por parte de los investigadores y clínicos debido a la complejidad anatómica que caracteriza esta región, lo que representa en la mayoría de los casos, un inconveniente para el operador. Se ha reportado que en conductos que aparentemente son rectos, pueden presentarse curvaturas e irregularidades en el tercio apical (5).

Muchos errores durante el tratamiento de conductos ocurren mientras se instrumentan y se da forma a los conductos curvos y pueden poner en riesgo el éxito del tratamiento. El potencial de error en el tratamiento es agravado por la complejidad de la forma de los conductos.

## **B) MORFOLOGIA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS.**

En la práctica clínica es difícil la determinación de las dimensiones de los conductos, pero si se analiza una muestra suficientemente grande, el promedio del diámetro de los conductos a diferentes niveles nos proporcionaría un conocimiento general de la forma de los conductos; dicho conocimiento facilitaría la terapia endodóntica.

Lasala(6) describe una nomenclatura para diferenciar los conductos según su posición de la siguiente manera:

**1. Conducto principal:** es el conducto más importante que pasa por el eje dentario y generalmente alcanza el ápice.

**2. Conducto colateral:** es un conducto que recorre toda la raíz o parte, más o menos paralelo al conducto principal, y puede alcanzar el ápice.

**3. Conducto lateral o adventicio:** es el que comunica el conducto principal o colateral con el periodonto a nivel de los tercios medio y cervical de la raíz. El recorrido puede ser perpendicular u oblicuo.

**4. Conducto secundario:** es el conducto que, similar al lateral, comunica directamente el conducto principal o colateral con el periodonto, pero en el tercio apical.

**5. Conducto accesorio:** es el que comunica un conducto secundario con el periodonto, por lo general en pleno foramen apical.

**6. Interconducto:** es un pequeño conducto que comunica entre si dos o más conductos principales o de otro tipo, sin alcanzar el cemento y periodonto.

**7. Conducto recurrente:** es el que, partiendo del conducto principal, recorre un trayecto variable desembocando de nuevo en el conducto principal, pero antes de llegar al ápice.

**8. Conductos reticulares:** es el conjunto de varios conductillos entrelazados en forma reticular, como múltiples interconductos en forma de ramificaciones que pueden recorrer la raíz hasta alcanzar el ápice.

**9. Conducto cavointerradicular:** Es el que comunica la cámara pulpar con el periodonto, en la bifurcación de los molares.

**10. Delta apical:** lo constituyen las múltiples terminaciones de los distintos conductos que alcanzan el foramen apical múltiple, formando un delta de ramas terminales.

Se han realizado diversos intentos para determinar la forma y dimensiones de los conductos. Pineda y Kuttler (7) evaluaron 7275 conductos radiográficamente, demostrando que solo el 3% eran realmente rectos en sentido mesiodistal y vestibulolingual. Mauger MJY Cols. (8) con 100 dientes incisivos y mandibulares, observaron la anatomía de los conductos a 1, 2, 3 y 4 mm del ápice encontrando cuatro diferentes formas del conducto, las que describieron como redondo, ovalado, ovalado alargado y acintado. En general se observó que los conductos son más ovalados a nivel cervical y tienden a terminar en forma circular a nivel del foramen.

Wu y Cols. (9) examinaron el diámetro a nivel apical de 100 dientes, mediante secciones horizontales, las cuales fueron examinadas en microscopio, encontrando que

tanto la raíz mesiovestibular como la mesiolingual presentaban formas ovaladas largas en el 25% de los casos a 2 mm del ápice. También se observó que el diámetro promedio apical encontrado en la raíz mesiolingual fue de 0.38  $\mu$  y para la raíz mesiovestibular de 0.40  $\mu$  en sentido bucolingual, y de 0.21  $\mu$  para la raíz mesiovestibular y de 0.28  $\mu$  para la mesiolingual en sentido mesiodistal a un milímetro del ápice.

Green (10) observó 50 raíces mesiales de molares inferiores en secciones sagitales bajo microscopio estereoscópico a 30X determinando la forma del conducto a nivel apical a 1 mm por arriba del foramen, clasificándola como circular en el 58%, ovalada en el 38% y asimétrica en el 4%. El promedio del diámetro del conducto a nivel apical fue de 0.30 mm.

Muchos conductos son de sección casi circular, como lo son los incisivos centrales superiores, mesiales de molares inferiores, palatinos y distovestibulares de molares superiores, y frecuentemente los de premolares superiores con dos conductos.

Pero en otros dientes, los conductos suelen ser aplanados en sentido mesiodistal en mayor o menor cuantía, como lo son incisivos y caninos inferiores, premolares inferiores, conducto distal único en molares inferiores, conducto único en premolares superiores, conducto único mesiovestibular en molares superiores y ligeramente caninos e incisivos laterales superiores. Por lo general todos los conductos tienden a ser de sección circular en el tercio apical, pero los aplanados, pueden tener sección oval o elíptica, e incluso laminar y en forma de 8 en los tercios medio y cervical (6).

Según Walton y Vertucci(11) al hacer cortes transversales de los conductos se pueden encontrar seis configuraciones generales: redonda, oval, oval profunda, perno en forma de tazón, en forma de riñón y reloj de arena. Estas formas se pueden presentar a cualquier nivel de la raíz.

En el 2004, Maciasy Cols. (12) observaron que a nivel cervical la forma de los conductos distales de molares inferiores es principalmente acintada y ovalada, pero tiende a predominar la forma ovalada y circular a nivel apical.

## **C) SISTEMAS DE INSTRUMENTACION.**

Se han buscado técnicas que limpien correctamente los conductos, sin embargo los hallazgos hasta el momento sugieren que es imposible que la instrumentación por si misma alcance una eliminación completa de bacterias y material orgánico, ya que los instrumentos trabajan de manera circular y la forma de los conductos en la mayoría de los casos no lo son (12-15).

Se han desarrollado diferentes tipos de instrumentos de níquel titanio en las técnicas de instrumentación rotatorias (16). Estos instrumentos abrieron una nueva perspectiva en la endodoncia debido a su súperelasticidad, la cual permite que los instrumentos se mantengan centrados dentro del conducto y axial obteniendo preparaciones satisfactorias, aún en conductos curvos (17,18). Todos estos sistemas han

sido creados con conicidades mayores a la estandarizada por la ISO de 0.02 por lo que se pueden encontrar instrumentos que van 0.04 hasta 0.12. Estas conicidades se han incorporado en los instrumentos para mejorar su eficiencia en el corte, así como para reducir el número de fracturas y mejorar la forma final del conducto instrumentado, permitiendo así un mejor flujo del irrigante hasta apical, facilitando además las técnicas de obturación (19).

### **1. SISTEMA PROTAPER® :**

El sistema ProTaper consta de tres instrumentos para conformar el conducto y tres para el terminado de la instrumentación. Esta técnica da mejores resultados cuando los dos tercios coronales del conducto son pre ensanchados seguido de la preparación del tercio apical.

Una de las características de estos instrumentos es que incorpora dos nuevos conceptos: Una sección transversal triangular convexa de aristas redondas y ángulo de corte ligeramente positivo, lo que proporciona una mayor flexibilidad y eficiencia en el corte, axial como también la presencia de varias conicidades en un mismo instrumento. Este concepto minimiza el número de instrumentos disminuyendo la carga torsional por la subsecuente reducción de la fricción en la superficie, por lo tanto aumentando la eficiencia de corte, reduciendo el tiempo de preparación y la incidencia de errores en el procedimiento. A todo esto podemos atribuir su eficacia de corte de un modo seguro,

gracias al equilibrio entre la inclinación de sus estrías y el ángulo helicoidal constante axial como a una punta guía de seguridad (20).

## **2. K3 :**

Los instrumentos K3, presentan un ángulo ligeramente positivo que brinda una eficiencia de corte óptima. Los detritos resultantes de la acción cortante del sistema K3 son fácilmente desplazados del área de trabajo y removidos por el ángulo helicoidal único de la lima.

Las superficies radiales de los instrumentos K3 tienen un diseño único, dos de las tres superficies radiales son anchas y con superficies de descanso, mientras que la tercera es una superficie estrecha y en contacto con la superficie dentinaria en toda su extensión. La superficie de descanso de las dos superficies radiales minimizan la resistencia al corte mientras que su anchura maximiza su fuerza.

El ángulo helicoidal es el ángulo que hace el borde cortante con el eje longitudinal de la lima. Una vez que el instrumento haya hecho su corte en la dentina, los residuos desbridados necesitan ser removidos rápida y eficientemente. El ángulo helicoidal variable ha mejorado el desempeño de los instrumentos de níquel titanio y estos ángulos helicoidales variables son parte del diseño del sistema K3. Los fragmentos resultantes de la acción de corte del sistema K3 son removidos fácilmente del área de trabajo y expulsados por medio del diseño único del instrumento.



El diámetro del instrumento de centro variable, se puede definir como la profundidad variable de las estrías. La proporción entre el diámetro del centro y el diámetro externo es mayor en la punta, donde la rigidez es más importante. Esta proporción luego disminuye uniformemente conforme sube por la conicidad de la lima hacia el mango, resultando en una profundidad de la estría mayor, incrementándose con ello la flexibilidad mientras se mantiene la rigidez.

La punta no cortante del instrumento K3 ayuda a seguir el camino del conducto minimizando el riesgo de formar escalones, zips o perforaciones, esto también ayuda a reducir el riesgo de transportación , axial mismo como se minimiza el arrastre de restos hacia apical, disminuye el riesgo de dolor post operatorio del paciente (21).

Estos dos sistemas de instrumentación rotatoria son de los más utilizados, se ha reportado que el sistema K3 no permanece centrado en el conducto comparado con los sistemas RaCe y Mtwo<sup>®</sup> (22, 23) llevando a la formación de escalones y zips. En otro estudio donde se evaluó la capacidad de centrado de ProTaper y K3 se observó que ambas técnicas producen un ligero enderezamiento de la curvatura del conducto (24). Al estudiar la forma y área de los conductos se ha visto que estas tienen un impacto significativo en la preparación final, al estudiar los instrumentos ProTaper en conductos amplios dejaron una gran parte del conducto sin instrumentar (43-49%) comparados con conductos estrechos (25).

Guelzow y Cols. (26) estudiaron seis técnicas de instrumentación rotatoria ( Flex Master, GT, Hero 642, K3, Pro Taper y RaCe ) así como la instrumentación manual en 147 molares inferiores, evaluando los diámetros de los conductos post-instrumentación en cortes transversales y los definieron como ovals, redondos o irregulares y notaron que todos los sistemas rotatorios, así como el manual produjeron conductos redondos u ovals, sin embargo el sistema ProTaper fue el que obtuvo los mejores resultados produciendo menos conductos irregulares.

Schafer y Vlassis (27) estudiaron 48 molares humanos instrumentados con la técnica ProTaper y RaCe y pudieron observar que el sistema RaCe produjo conductos más limpios y se mantuvo mejor centrado en el conducto, respetando la curvatura original, en promedio el tercio apical fue el menos limpio comparado con el tercio coronal y medio, independientemente de la técnica de instrumentación utilizada, por lo que recomendaron utilizar instrumentos de mayor calibre en el tercio apical, de manera que al ampliar el diámetro del conducto se pueda lograr una mejor limpieza.

Jodway y Hulsmann (28) evaluaron la preparación de conductos curvos de raíces mesiales de molares inferiores, instrumentando 25 conductos con NiTi-TEE y 25 con K3, y encontraron que al utilizar el sistema K3 se producían conductos de diámetro oval y redondos en la mayoría de los casos (65.3%) y no mostraban diferencias en las preparaciones de los segmentos apical, coronal y medio, mientras que el sistema NiTi-TEE obtuvo resultados de 50.6% de conductos redondos y ovals. La superposición de

imágenes de pre y postinstrumentación reveló que dejaron áreas del conducto sin instrumentar en ambos grupos a nivel de los tres segmentos estudiados.

Un estudio similar realizaron Paqué y Cols. (29), comparando la limpieza y la geometría producida en conductos mesiales de molares inferiores al utilizar el sistema ProTaper y RaCe, observando que los dos sistemas produjeron conductos de diámetro redondo y oval de manera muy similar ( ProTaper 50% y RaCe 49% ). En el tercio medio del conducto el sistema ProTaper produjo conductos más redondos mientras que el sistema RaCe lo hizo en el tercio apical, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Schafer y Lohman (30) estudiaron la eficacia de la instrumentación del sistema rotatorio de níquel titanio Flex Master y de las limas de acero inoxidable K-Flexofile pero en conductos simulados en bloques de resina con curvaturas de 28 y 35 grados, en todos se llegó hasta el instrumento # 35 y observaron al comparar los resultados que los instrumentos rotatorios Flex Master lograron una mejor geometría del conducto, mostrando menos transportación y creando menos aberraciones en el conducto. De la misma manera utilizando los conductos simulados con las dos curvaturas, Schafer y Florek (31) y Schafer y Schlingeman (32) compararon las limas K-Flexofile con el sistema rotatorio K3 y encontraron que el sistema K3 logro mejor geometría del conducto y significativamente menos transportación del mismo. En los conductos con curvatura de 28 grados los instrumentos K3 removieron más material tanto de la superficie interna como de la externa de la curvatura y se mantuvieron mejor centrados en el conducto que

la lima K-Flexofile, mientras que en los conductos con curvatura de 35° los instrumentos K3 removieron más material de la superficie externa de la curvatura y también se mostraron mejor centrados en el conducto que las limas K-Flexofile.

Calberson y Cols. (33), estudiaron el comportamiento de los instrumentos ProTaper en cuarenta conductos simulados con cuatro formas diferentes en cuanto a la angulación (20° y 40° ) e inicio de la curvatura ( porción recta antes de la curva a 8 y 12 mm ) y observaron que la mayoría de las aberraciones ocurrieron en los conductos con la curvatura más pronunciada, debido a que los instrumentos de níquel titanio tienden a enderezarse cuando están en rotación, por lo que ellos recomiendan no mantener el instrumento girando dentro del conducto por más de 1 segundo cuando este haya alcanzado la profundidad deseada.

Yang y Cols. (34) compararon la capacidad de centrado y la remoción de resina en bloques de conductos simulados instrumentados con ProTaper y Hero 642 y observaron que el sistema Hero 642 se mantuvo mejor centrado en el conducto en la porción apical, sin embargo el sistema ProTaper removió más resina y creó una mejor conicidad en el conducto aunque tendió a transportar hacia la porción externa de la curvatura.

#### **INSTRUMENTACION MANUAL :**

Se ha demostrado en numerosos estudios la deficiencia de la instrumentación manual tanto con respecto a la limpieza como a la forma original del conducto, debido a la modesta capacidad de los instrumentos manuales ( K-Flexofile ) en mantener la

curvatura del conducto (35). Schafer (36) observó que las limas K-Flexofile no se mantuvieron centradas en los conductos creados en cubos de acrílico con curvaturas de 28° al compararlas con los instrumentos Hero 642, mientras que en conductos con curvaturas de 35° los instrumentos K-Flexofile no removieron material en la pared interna de la curvatura en los últimos 3 mm apicales sino que tendió a remover principalmente los últimos 1-4 mm apicales de la pared externa de la curvatura, deformando así la forma original del conducto.

En un estudio realizado en raíces mesiovestibulares de 100 molares superiores se observó que la instrumentación manual con limas Flexofile produjo un severo desplazamiento de la curvatura del conducto en apical comparado con los sistemas rotatorios Quantec 2000, Profile y Pow-R (37).

Wu y Cols. (38) realizaron un estudio donde evaluaron la instrumentación manual en 30 conductos ovalados de incisivos mandibulares, instrumentando un grupo con limas FlexoFile utilizando la técnica de fuerzas balanceadas y otro grupo con limas FlexoFile y movimientos de limado circunferencial y observaron que independientemente de la técnica utilizada ninguno tuvo éxito en el contacto con el 40% o más de la circunferencia del conducto, por lo que llegaron a la conclusión de que ninguna de las dos técnicas es capaz de remover la capa interna de dentina completamente en conductos ovales.

Tucker y Cols. (39) evaluaron el alisado en las paredes del conducto de 30 raíces mesiales de molares inferiores producido con la instrumentación manual utilizando

limas Flexofile, y pudieron observar que el porcentaje de alisado en la pared del conducto fue de 77.2% a nivel apical, 81.2% a nivel del tercio medio y de 76.9% en el tercio coronal, mientras que en el grupo donde utilizaron instrumentación rotatoria con limas de níquel titanio el porcentaje de pared del conducto alisada fue de 82.7% a nivel apical, 79.9% en el tercio medio y 62.8% a nivel coronal. A este respecto, Bergmans y Cols. (40) concluyen que la similitud en el promedio de pared alisada entre los dos grupos puede ser influenciada más por la anatomía que por el tipo de instrumentación utilizado. Además, observaron también que los conductos redondos fueron alisados en un 95-100%, mientras que los conductos irregulares u ovalados solo en un 70-80%.

Schafer y Zapke (41) compararon la capacidad de limpieza entre la técnica de instrumentación manual con limas K-Flexofile y Hedstroem con la rotatoria, utilizando el sistema Profile y sus resultados indicaron que en conductos tanto rectos como curvos se obtuvo una mejor limpieza al utilizar las limas Hedstroem, seguidas por las K-Flexofile mientras que los resultados más pobres los obtuvo el sistema rotatorio Profile, aunque todos dejaron áreas del conducto sin instrumentar.

Grande y Cols. (42) evaluaron el diámetro de 40 conductos ovalados instrumentados con el sistema AET y con ProTaper, observando que en los tercios coronal y medio hubo diferencias notables, removiendo más cantidad de dentina el sistema AET, sin embargo a nivel apical no hubo diferencias entre los dos sistemas de instrumentación. De la misma forma Loizides y Cols. (43) compararon los efectos de Hero con ProTaper en la geometría de 22 conductos mesiales de molares inferiores, utilizando tomografía

micro-computarizada. Se obtuvieron imágenes de los conductos a intervalos de 2 mm observando que los dos sistemas produjeron conductos redondos después de instrumentarse, sin importar la forma inicial del conducto, los instrumentos Hero tuvieron mejor eficiencia de corte en los niveles 8 mm, 6 mm y 4 mm pero no a nivel de 2 mm, mientras que el sistema ProTaper tuvo similar eficacia de corte en todos los niveles, sin embargo el sistema ProTaper tendió más a provocar transportación apical.

Hashem y Cols. (44) realizaron un estudio donde hicieron un análisis geométrico de los conductos mesiovestibulares de molares inferiores a 1.3, 2,6, 5.2, y 7.8 mm del ápice, utilizando cuatro sistemas de instrumentación rotatoria, los cuales fueron Revo-S, Twisted File (TF), Profile y ProTaper. Encontraron que el sistema ProTaper fue el que removió mayor cantidad de dentina a 1.3 mm. No hubo diferencias entre los cuatro sistemas de instrumentación en cuanto a transportación y al centrado, sin embargo en los otros niveles, TF fue el que mantuvo mejor la curvatura del conducto y se mantuvo mejor centrado sin deformar la forma del mismo.

Para comparar la eficacia tanto en la transportación como en el centrado de los instrumentos rotatorios ProTaper así como los instrumentos manuales ProTaper, Gandhi y Col. (45) utilizaron 20 conductos curvos dividiéndolos en dos grupos de 10 cada uno e instrumentando con el sistema ProTaper manual uno y con el rotatorio el otro. Mediante el uso de tomografía computarizada realizaron un análisis del centrado, obteniendo el grupo de instrumentación rotatoria ProTaper mejores resultados en la capacidad de centrado en el conducto radicular.

Paqué y Cols. (46) evaluaron la superficie de conductos ovals de raíces distales de molares inferiores instrumentados con limado circunferencial utilizando limas Hedstroem y el sistema rotatorio ProTaper, observando que independientemente del sistema usado, quedaron áreas del conducto que no fueron tocadas por los instrumentos.

Yin y Cols. (47) estudiaron el efecto de la instrumentación tanto con el sistema rotatorio ProTaper así como con instrumentación manual utilizando limas K, en conductos en forma de C de raíces de molares inferiores. Por medio de imágenes tridimensionales obtenidas por tomografías, midieron el volumen de dentina removida, así como las áreas del conducto que quedaron sin instrumentar. Observaron que la instrumentación manual fue la que removió mayor cantidad de dentina y dejó menos áreas sin instrumentar, mientras que el sistema ProTaper mantuvo mejor la curvatura del conducto. Concluyeron que el sistema Protaper mantiene mejor la forma y curvatura del conducto, mientras que la instrumentación manual con limas K produce una mejor limpieza del conducto.

Del mismo modo Stern y Cols. (48) evaluaron la capacidad de centrado durante la instrumentación con el sistema ProTaper y con TF utilizando 60 conductos mesiales de molares inferiores. Observaron que no hubo diferencia entre los grupos, aunque la transportación fue dirigida hacia la pared mesial en el tercio medio y apical. Concluyeron que tanto ProTaper como TF son capaces de producir preparaciones centradas sin deformación del conducto.



Hartman y Cols.(49) hicieron una comparación de la remoción de tejido dentinario a 3 milímetros del ápice en raíces mesiovestibulares de molares superiores utilizando la técnica manual con limas K-Flexofile, la técnica oscilatoria con limas K-Flexofile y el sistema de instrumentación ProTaper. Observaron que la técnica oscilatoria fue la que removió mayor cantidad de dentina hacia la superficie interna de la curvatura, situación que pone en riesgo la integridad del conducto llevándolo a un adelgazamiento excesivo en la zona de riesgo o a una posible perforación, mientras que la técnica de instrumentación manual produjo mayor transportación hacia las zonas bucal, palatina, mesial y distal, siendo una de ellas hacia la porción interna de la curvatura aunque se tiene la ventaja de que se tiene mejor control del instrumento que la técnica oscilatoria. La técnica rotatoria ProTaper produjo transportación en dirección bucal y mesial las cuales están en las zonas externas de la curvatura, concluyendo así que esta técnica provee una remoción de dentina de forma más segura.

Batthi y Cols.(50) en un estudio similar utilizando 120 molares inferiores compararon cuatro técnicas de instrumentación para determinar cuál es la que causa mayor deformación de la curvatura del conducto. Las técnicas que compararon fueron la manual con limas K-flexofile, Lightspeed, ProTaper y Mtwo. Observaron que el grupo de instrumentación manual fue el que produjo mayor cambio en la curvatura, seguido por ProTaper, Mtwo y obteniendo mejores resultados con el sistema Lightspeed, dando como explicación que los bajos resultados obtenidos con ProTaper y Mtwo se deben a la forma en la punta de estos instrumentos, la quemencionan, es agresiva en su acción cortante y disminuye su capacidad de centrado en el conducto.

Tratando de analizar la remoción de dentina del conducto en los tercios cervical, medio y apical, Gopal y Cols.(51) utilizaron 60 molares superiores y compararon las técnicas K3, Mtwo y RaCe. Mediante la utilización de tomografías computarizadas hicieron una comparación pre y postoperatoria de la cantidad de dentina removida, observando que en todas las zonas evaluadas Mtwo removió más cantidad de dentina, aunque la diferencia entre los tres grupos fue mínima.

De-Deus y Cols. (52) compararon las técnicas de instrumentación Hero 642, K3 y ProTaper en 67 molares inferiores midiendo la cantidad de tejido pulpar remanente mediante cortes a 3 milímetros del ápice, observando que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los grupos.

Una de las mayores preocupaciones durante la instrumentación es mantener la curvatura original del conducto, por lo que Batthi y Cols. (53) la evaluaron midiendo el cambio en la curvatura provocado por varios sistemas de instrumentación y observaron que al usar limas K-files hubo un cambio de  $7.71^{\circ}$ , con ProTaper  $6.03^{\circ}$ , con Mtwo  $5.43^{\circ}$  y con Lightspeed  $4.57^{\circ}$ , concluyendo que fue el sistema de instrumentación Lightspeed fue el que mejor respetó la anatomía del conducto.

Nagaraja y Murthy(54) evaluaron la preparación de conductos tomando en cuenta la transportación, el grosor de tejido dentinario remanente y la capacidad de centrado de los instrumentos en conductos curvos de raíces mesiovestibulares de molares superiores

utilizando los sistemas de instrumentación manual con Ni-Ti K files y el sistema rotatorio ProTaper. Utilizando imágenes de tomografía computarizada pre y postoperatoria llegaron a la conclusión de que se logró menos transportación del conducto y se mantuvo mayor grosor de dentina cuando se utilizaron las limas NiTi K files en los tercios medio y cervical a 5,6,7 y 8 milímetros comparados con la instrumentación realizada con ProTaper. Sin embargo en el tercio apical a 1,2,3 y 4 milímetros no se observaron diferencias significativas entre los dos grupos. En cuanto a la capacidad de centrado no se observó ninguna diferencia entre los dos grupos en los tres niveles estudiados. Por lo que ellos recomiendan utilizar el sistema de instrumentación ProTaper de manera cuidadosa en conductos curvos debido a su transportación y adelgazamiento de la pared de dentina en los tercios coronal y medio.

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El principal objetivo de la preparación de conductos es remover la pulpa y los microorganismos del sistema de conductos así como darle la forma correcta para facilitar la obturación, lograr un sellado efectivo(55) y permitir que el sistema de irrigación empleado pueda limpiar el sistema de conductos (56). Estos objetivos a veces son difíciles de lograr debido a la anatomía de los conductos, especialmente en conductos ovales donde las técnicas de instrumentación son incapaces de limpiar la totalidad de las paredes del conducto. Algunos investigadores han afirmado que el diseño de los instrumentos rotatorios no es efectivo en la preparación de conductos ovales debido a la diferencia entre el diseño del instrumento y la geometría del conducto (57), por lo que recomiendan utilizar instrumentos de gran calibre para poder preparar correctamente las paredes del conducto, sin embargo esto llevaría a la excesiva remoción de dentina poniendo en riesgo la integridad de la raíz (58), afirmando que hasta el momento no hay técnica rotatoria disponible que sea capaz de prevenir modificaciones a la morfología del conducto causando zips, escalones, transportaciones o enderezamientos de la curvatura.

Mientras que otros investigadores han obtenido excelentes resultados utilizando instrumentación rotatoria. Veltri y Cols. (59) analizaron el diámetro del conducto después de instrumentar con el sistema ProTaper y observaron que las preparaciones estaban bien centradas en el conducto con mínima tendencia a transportar la curvatura del conducto.

Por otro lado, la instrumentación manual con limas K-Flexofile ha mostrado grandes desventajas al ser comparada con la instrumentación rotatoria, mostrando una

marcada transportación en conductos curvos hacia la superficie externa de la curva(36), aunque se ha demostrado que permite una mejor remoción de restos al compararla con el sistema K3 (32).

### **PREGUNTA DE LA INVESTIGACION.**

¿Pueden los sistemas de instrumentación rotatoria ProTaper y K3 dejar conductos más circulares transversalmente en el tercio medio y apical de conductos curvos que la instrumentación manual in vitro?

### **III. HIPÓTESIS**

Los sistemas de instrumentación rotatoria ProTaper y K3 dejan conductos más circulares en el tercio medio y apical que la instrumentación manual.

### **A) HIPÓTESIS NULA:**

Los sistemas de instrumentación rotatoria ProTaper y K3 dejan conductos igual o menos circulares en el tercio medio y apical que la instrumentación manual.



## **IV. OBJETIVOS**

## **A) OBJETIVO GENERAL.**

Comparar in vitro la forma producida por los sistemas de instrumentación manual, rotatoria ProTaper y K3 en el tercio medio y apical en conductos curvos.

## **B) OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

1. Identificar y registrar la forma transversal original del conducto de raíces mesiales de molares inferiores a 3 y 6 mm del ápice.
2. Identificar y registrar en cortes transversales la forma del conducto producida por la instrumentación ProTaper, K3 y limas K-Flexofile de raíces mesiales de molares inferiores a 3 y 6 mm del ápice.
3. Cuantificar el área de dentina removida en los diferentes cortes por cada método de instrumentación.
4. Relacionar la influencia que tiene la forma dejada por los diferentes sistemas de instrumentación con la forma original del conducto.

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

## **A) DISEÑO.**

Estudio experimental in vitro comparativo y aleatorio con medición transversal y ciega de la forma del conducto y remoción de dentina producida por tres diferentes sistemas de instrumentación.

## **B) PROCEDIMIENTOS.**

Se seleccionaron un total de 60 molares inferiores indicados para extracción por razones protésicas, periodontales o caries, las cuales se colocaron en NaOCl 5.25% por dos horas para eliminar el tejido remanente y permitir su desinfección. A continuación los molares fueron codificados numéricamente con un rotulador indeleble (Zebra). Enseguida se tomó una radiografía con radiovisiografía (RVG) (TrophyMame la Vallée, France) para así tomar el ángulo de curvatura de la raíz mesial según el método de Schneider (60) (anexo 1) y la modificación propuesta por Sydney (61) basándonos en la línea del conducto correspondiente al conducto mesiovestibular, para ello se empleó una plataforma que permitió llevar a cabo la técnica del paralelismo y determinar las raíces que entraron al estudio según los criterios de inclusión. Posteriormente se realizó un corte transversal en la raíz distal de todas las molares con una fresa de diamante (Mani) para obtener un total de 120 conductos de raíces mesiales de molares inferiores.

Se procedió a realizar el acceso de manera convencional con una fresa de carburo de bola (Mani) y se eliminó la limalla remanente con 1.8 ml. De NaOCl al 2%, enseguida

los dientes se almacenaron en agua destilada en recipientes individuales hasta el momento del experimento.

Se hicieron conductometrías (Fig. 1), las cuales se determinaron cuando la punta de la lima # 10 Flexofile ( Maillefer) se visualizó en la imagen digital obtenida con el RVG (Trophy) entre 0.5-1 mm del vértice radiográfico y posteriormente fueron registradas en el formato recolector de datos (Anexo 2).

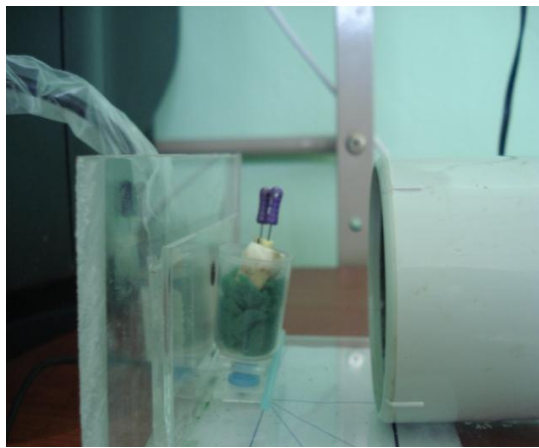


Fig. 1

Enseguida se colocó cera rosa (toda estación) en los ápices y el acceso, la que funcionó como barrera evitando la entrada de resina al conducto, ya que si esto sucedía se impedía la preparación biomecánica del mismo. Por otro lado, confeccionó un cubo endodóntico con una resina acrílica ayudada con una mufla metálica diseñada por Bramante con modificación de Kuttler y Cols. (62)(Fig. 2).



Fig. 2

A esta mufla se le colocaron dos tipos de separador, primero cera desmoldante CP-500 poliéster y enseguida una segunda capa de aceite de silicona Polisil, una vez colocadas se tomaron con una jeringa hipodérmica 15 ml de resina cristal preparada (poliformas)(Fig. 3) y con otra jeringa 0.3 ml de catalizador K-2000 (proporciones indicadas por el fabricante), estas sustancias se colocaron en una taza medidora de vidrio y se mezclaron con una espátula No. 7-a durante 2 minutos, posteriormente se vació la resina cristal en la mufla rectangular (cubo endodóntico previamente armado) en pequeñas porciones, con periodos de vibración entre cada ración; una vez que la resina llegó al límite del cubo se colocó el espécimen a través de un cuadro de cera rosa, este tenía las dimensiones de la parte superior de la mufla sirviendo como barrera, con la finalidad de que al ser sumergido el diente quedara libre la porción coronal y evitar que la resina escurriera dentro del acceso, obstruyendo la entrada a los conductos. Se dejó polimerizar y después de cuatro horas de completado el proceso se desmontó la mufla para extraer el cubo de resina, éste fue marcado con el número de mufla en el cual fue vaciada la resina para evitar variaciones en el re-ensamblado.



Fig. 3

El cubo se llevó a la recortadora (Buehler) ubicada en el Área de Investigación de la Facultad de Odontología, se realizaron dos cortes horizontales a 3 y 6 mm del ápice con un disco de diamante de 0.012 pulgadas(Buehler), de manera que el cubo se pudo desensamblar en tres porciones, marcando cada cara del acrílico con rotulador indeleble para permitir la orientación del cubo de acrílico al momento de ser ensamblado (Fig. 4 y 5).

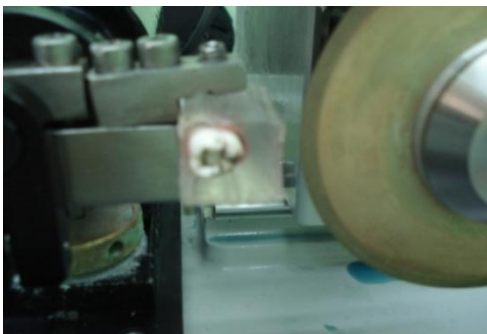


Fig. 4

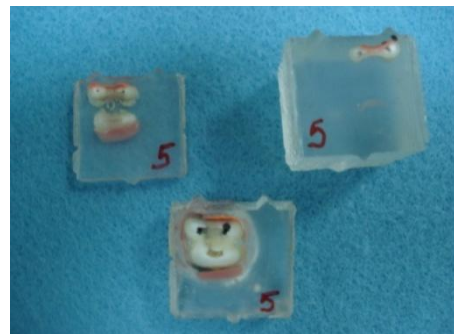


Fig. 5

En la sección apical y media de cada raíz se tomó una fotografía con una cámara Sony Cybershoot dsc-w50/5ce33, a la que se le agregó una reglilla milimétrica que

servió como referencia al momento de la calibración del área en el programa ImageTool, las imágenes fueron obtenidas a través de la lente del microscopio estereoscópico (Swift MicapsaMod. 8625043) a 35x.

Para delimitar el área total del conducto se utilizó en primera instancia la función “Calibración de mediciones especiales” mostrada en la barra de herramientas del programa desarrollado en la Universidad de Texas en el centro de salud y ciencias de San Antonio, en donde se empleó la regla incluida en la imagen obtenida tomando en cuenta lo que en ella representa 1 mm, posteriormente se determinó el área total del conducto con la función Área, con el cursor se delimitó el contorno del conducto en la imagen del corte apical y medio, el resultado de esta medición fue registrada en el formato recolector de datos, este mismo procedimiento se repitió con cada grupo de igual manera.

Con los datos obtenidos a través de la medición basal del área del conducto se conformaron los grupos de forma aleatoria igualando el área original para cada grupo, lo que fue confirmado al practicar un ANOVA ( $p=.89$ ) en el programa Statview v. 5.0. Una vez vuelto a ensamblar el cubo en la mufla correspondiente se procedió a instrumentar los conductos con la técnica correspondiente a cada grupo (Fig. 6).



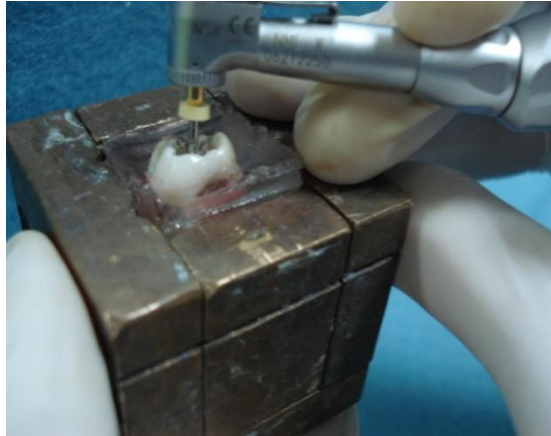


Fig. 6

- **GRUPOS DEL ESTUDIO :**

1. **Grupo A:** 40 conductos se trabajaron con la técnica de instrumentación manual, utilizando limas K-Flexofile, iniciando con una lima del número 10 o 15 y terminando con una lima número 30, realizando una apertura cervical con fresas Gates Glidden en secuencia 3, 2, 1.

La técnica de instrumentación se inició con una lima K-Flexofile # 10 para patentizar el conducto y comprobar su llegada a la longitud de trabajo obtenida anteriormente, se realizó ensanchamiento cervical con las fresas Gates Glidden en secuencia 3, 2, 1 y se irrigó entre cada instrumento con hipoclorito de sodio al 2%, se continuó con la lima #15 a la que se le colocó quelante (File Eze, Ultradent) y se introdujo la lima realizando limado circunferencial en sentido de las manecillas del reloj, así sucesivamente fueron utilizadas las limas #20, #25, #30 con irrigación constante precurvando las limas cada vez que iba a ser introducida al conducto; a continuación se

realizó retroceso restándole 1 mm a la conductometría entre cada lima, esto se hizo hasta la lima #45, finalmente se corroboró con la lima maestra que se mantuviera la longitud inicial.

**2.Grupo B:** 40 conductos se instrumentaron con el sistema rotatorio ProTaper. Con una lima K-Flexofile#10 se patentizó el conducto verificando su llegada a la conductometría registrada anteriormente, una vez corroborado esto se insertó el instrumento SX en el contra-ángulo del motor (Endo Mate NSK) y se le aplicó quelante en la parte activa, llevándolo al conducto con movimientos de pincelado y a resistencia, luego se introdujo la lima S1 a longitud de trabajo con el mismo tipo de movimiento y descendiendo progresivamente, se irrigó y se introdujo la lima S2, la cual también debió llegar a la conductometría, de esta manera se dio paso a F1, F2 y F3 a conductometría y con abundante irrigación.

**3.Grupo C:** 40 conductos instrumentados con el sistema rotatorio K3. Se patentizó el conducto con una lima K-Flexofile#10 corroborando la llegada a la longitud de trabajo, enseguida se irrigó el conducto con hipoclorito de sodio al 2% y el motor (Endo Mate NSK) se programó a 300 rpm. Se colocó el abridor #25 .10 hasta sentir resistencia, enseguida se introdujo la lima #25 .08 de igual forma hasta que la lima encontrara resistencia dentro del conducto, posteriormente la lima #25 .06 a longitud de trabajo, se insertó la lima #20 .04 y finalmente la #30 .04, entre cada una de ellas se irrigó copiosamente con hipoclorito de sodio al 2%.

Posterior a la instrumentación de cada grupo se desarmó la mufla y los cortes se colocaron nuevamente en el microscopio estereoscópico (35X), se tomaron fotografías para ser llevadas al programa ImageTool y así repetir el procedimiento de obtención de área, de igual manera que en la medición basal, los datos se colocaron en el formato recolector y fueron analizados mediante estadística descriptiva, para la variable de forma se obtuvieron proporciones y porcentajes y la prueba utilizada fue la Chi Cuadrado. Para la variable área del conducto se manejarán medias, desviación estándar, mediana, valores mínimo y máximo e intervalos de confianza del 95% para cada media. La normalidad de los datos se evaluó con la prueba Kolmogorov-Smirnov por lo que la prueba estadística empleada fue la Kruskal Wallis y comparaciones entre grupos con U-Mann-Whitney –Wilcoxon. Todas las pruebas se manejaron a un valor alfa de .05 en el programa Statview 5.0 de AbacusConcepts.

## **C) VARIABLES DEPENDIENTES:**

### **1. LA FORMA TRANSVERSAL DEL CONDUCTO.**

- a) Definición conceptual:** aspecto de la superficie en sentido transversal en el interior del conducto radicular.
- b) Definición operacional:** configuración del conducto radicular observada en cortes transversales (3 y 6 mm) en el tercio medio y apical, previo y posterior a

la instrumentación con la clasificación en base a la relación entre el diámetro mayor y el diámetro menor del conducto.

c) **Escala de medición:**nominal.

d) **Categoría:**

- **Circular** ( conductos en que el cociente entre el diámetro menor respecto al mayor tuvo un valor entre 1.0 y 0.667.)
- **Oval** ( Cuando el cociente tuvo un valor entre 0.334 y 0.666.)
- **Acintado**( Cuando el cociente fue menor a 0.333.)

## 2. **ÁREA DEL CONDUCTO.**

a) **Definición conceptual:**es el tamaño interno del conducto radicular.

b) **Definición operacional:**es el espacio interno del conducto registrado en cortes transversales de manera ciega, midiendo imágenes obtenidas en el tercio medio y apical ( 3 y 6 mm) a partir del microscopio estereoscópico (35x) empleando el programa ImageTool con referencia de una regla milimétrica previo y posterior a la instrumentación, con el sistema ProTaper, K3 e instrumentación manual.

c) **Escala de medición :** numérica.

d) **Categoría:** mm<sup>2</sup>

## **D) VARIABLES INDEPENDIENTES:**

### **1. SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN.**

**a) Definición conceptual:** son los métodos empleados en la preparación biomecánica de los conductos radiculares.

**b) Definición operacional:** es el empleo del sistema ProTaper, K3 e instrumentación manual con k-Flexofile de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

**c) Escala de medición:**nominal.

**d) Categoría:**

- ProTaper

- K3

- Kflexofile

## **VI. RESULTADOS**

## A) FORMA TRANSVERSAL DE LOS CONDUCTOS RADICULARES

En el estudio no se eliminó ninguna muestra. De los datos encontrados se obtuvieron los siguientes resultados.

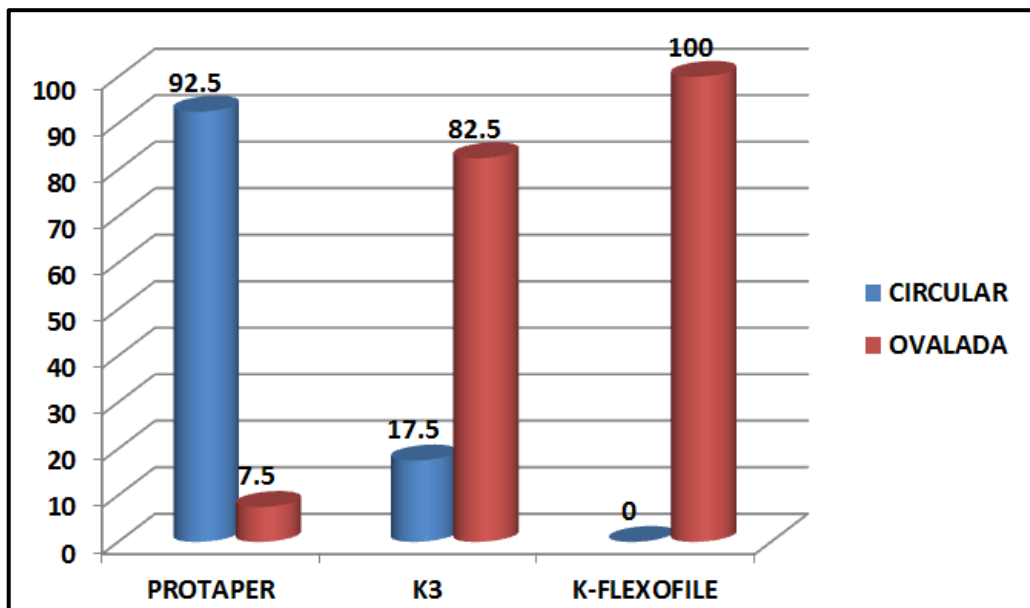
Los porcentajes de la forma transversal en el tercio apical se detallan en la Tabla 1 y Fig. 7.

**Tabla 1. Frecuencias y porcentajes (%) de la forma transversal del conducto basal y post instrumentación encontrada en el tercio apical. (n=40)**

GRUPO	CIRCULAR		ACINTADO		OVALADA	
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
<b>PROTAPER</b>	0 (0,0%)	37 (92.5%)	40 (100%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	3 (7.5%)
<b>K3</b>	0 (0,0%)	7 (17.5%)	39 (97.5%)	0 (0,0%)	1 (2.5%)	33 (82.5%)
<b>K-FLEXOFILE</b>	0 (0,0%)	0 (0,0%)	40 (100%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	40 (100%)

No se identificaron diferencias estadísticamente significativas en la medición pre operatoria de la forma transversal apical de los conductos asignados a las tres técnicas de instrumentación, siendo en la mayoría conductos acintados ( $p=.36$ ).

Sin embargo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la forma transversal dejada por los diferentes grupos de estudio ( $p < .0001$ ) en donde los instrumentos ProTaper dejaron la mayor cantidad de conductos en forma circular en la zona apical mientras con K-Flexofile prevalecieron los conductos ovalados.



**Fig. 7. Porcentaje de la forma transversal encontrada en el tercio apical después de la instrumentación de conductos radiculares con instrumentos de Níquel Titanio o acero inoxidable.**

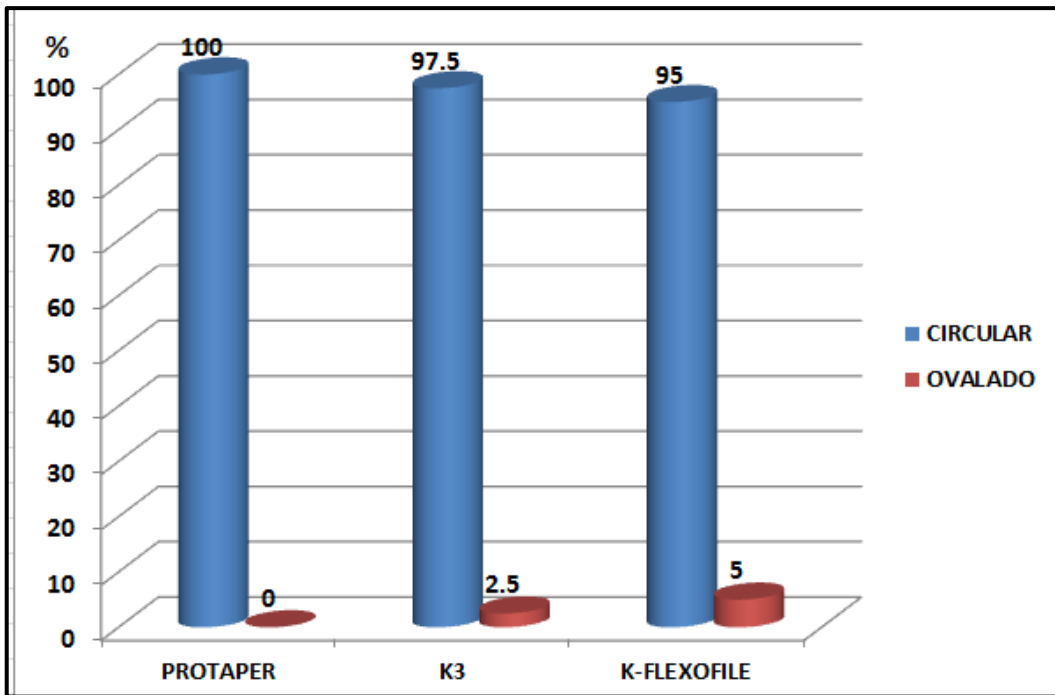
En la Tabla 2 y Fig. 8 se observan los resultados encontrados en el tercio medio.



**Tabla 2. Frecuencias y porcentajes (%) de la forma transversal del conducto pre y post instrumentación en el tercio medio. (n=40)**

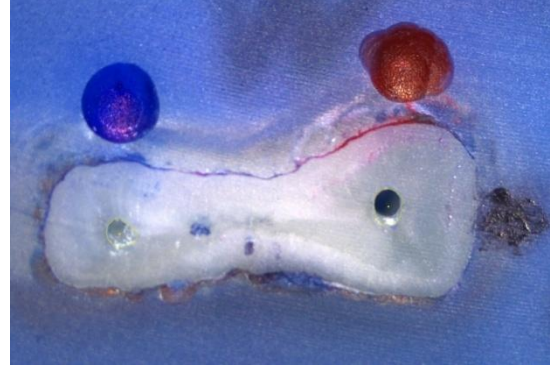
GRUPO	CIRCULAR		ACINTADO		OVALADA	
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
<b>PROTAPER</b>	39 (97,5%)	40 (100,0%)	1 (2,5%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
<b>K3</b>	37 (92,5%)	39 (97,5%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	3 (7,5%)	1 (2,5%)
<b>K-FLEXOFILE</b>	36 (90,0%)	38 (95,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	4 (10,0%)	2 (5,0%)

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre la forma pre operatoria ( $p=.21$ ) y post operatoria ( $p=.35$ ) dejada por los diferentes grupos de instrumentación.

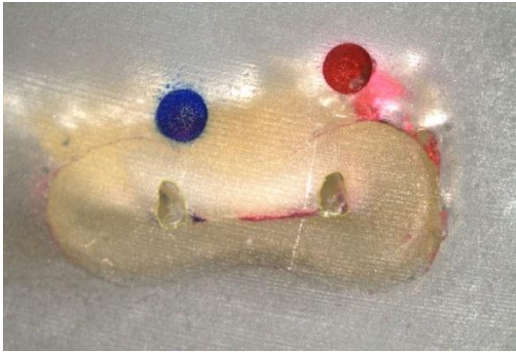


**Fig. 8. Forma transversal (%) encontrada en el tercio medioposterior a la instrumentación de conductos radiculares con instrumentos de Níquel Titanio y acero inoxidable.**

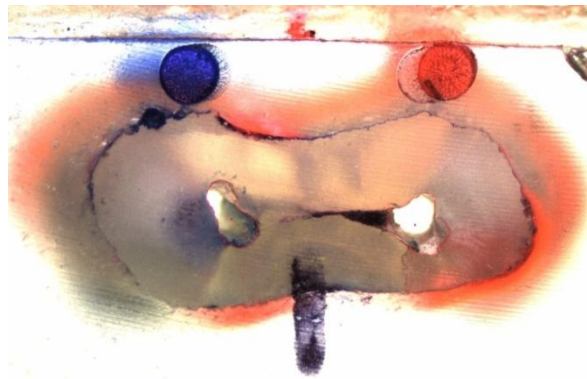
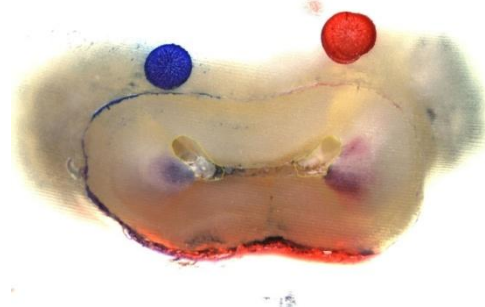
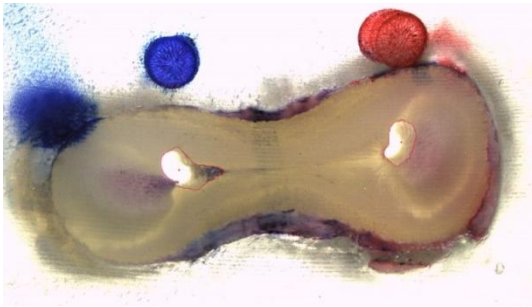
A continuación se presentan imágenes que representan la forma circular encontrada en el tercio apical después de la instrumentación con el sistema ProTaper, K3 y K Flexofile respectivamente. Fig.9, 10 y 11.



**Fig. 9. Cortes transversales del tercio apical de conductos radiculares instrumentados a un calibre F3.**



**Fig. 10. Cortes transversales del tercio apical de conductos instrumentados con el sistema K3 a un calibre #30 .04.**



**Fig. 11. Cortes transversales del tercio apical de conductos instrumentados con instrumentos K-Flexofile a un calibre #30.**

## B) ÁREA DEL CONDUCTO

Analizados los datos se reportan los resultados del área del conducto previo y posterior a la instrumentación con las técnicas rotatorias de Ni-Ti y el método de instrumentación manual en el tercio apical y tercio medio. Tabla 3, 4 y Fig. 12.

**Tabla 3. Área (mm<sup>2</sup>) del conducto en cortes transversales dejada por diferentes técnicas de instrumentación rotatoria con Ni-Ti y acero inoxidable.**

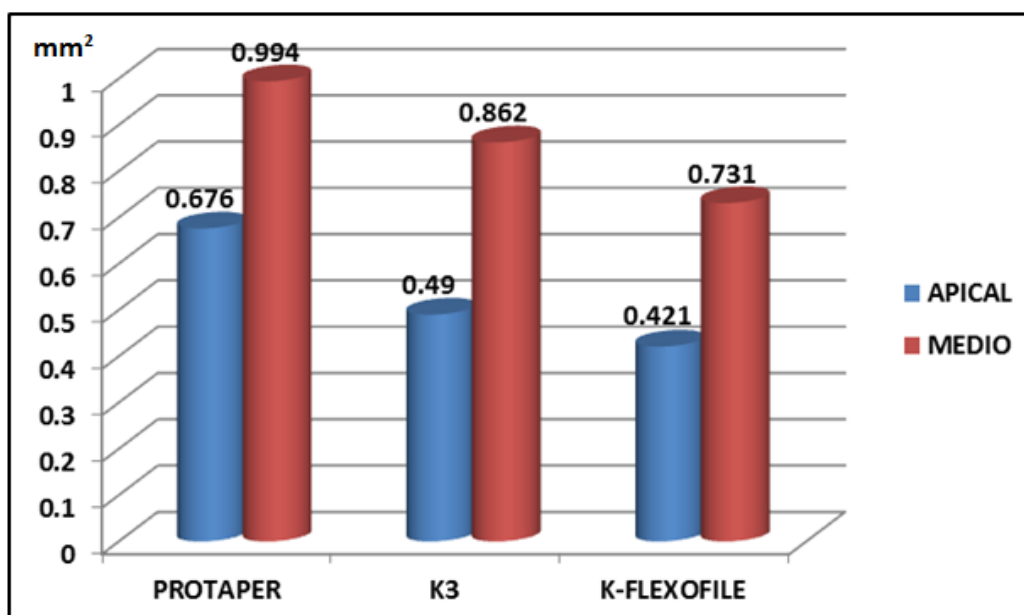
<b>GRUPO</b>	<b>MEDIANA</b>		<b>MEDIA (D.E.)</b>		<b>I.C. DE 95%</b>	
<b>TERCIO APICAL</b>	<b>BASAL</b>	<b>POST-INSTRUM</b>	<b>BASAL</b>	<b>POST INSTRUM</b>	<b>BASAL</b>	<b>POST INSTRUM</b>
<b>ProTaper</b>	.250	.680	.246 ±.030	.676 ±.025	.237 - .256	.668 - .684
<b>K3</b>	.260	.465	.256 ±.030	.490 ±.097	.247 - .266	.458 - .521
<b>K Flexofile</b>	.280	.405	.277 ±.029	.421 ±.048	.268 - .287	.405 - .436

Se identificaron diferencias estadísticamente significativas en el área apical dejada entre la instrumentación con ProTaper y K3 ( $p<.0001$ ); ProTaper y K Flexofile ( $p<.0001$ ) y K3 con K Flexofile ( $p<.0001$ ). Tabla 4 y Fig.9.

**Tabla 4. Área (mm<sup>2</sup>) del conducto encontrado con diferentes técnicas de instrumentación rotatoria con Ni-Ti y acero inoxidable.**

GRUPO	MEDIANA		MEDIA (D.E.)		I.C. DE 95%	
	BASAL	POST-INSTRUM	BASAL	POST INSTRUM	BASAL	POST INSTRUM
<b>ProTaper</b>	.700	.960	.706 ±.045	.994 ±.141	.692 - .720	.948 - 1.04
<b>K3</b>	.680	.880	.670 ±.051	.862 ±.103	.654 - .687	.829 - .894
<b>K Flexofile</b>	.680	.730	.681 ±.031	.731 ±.035	.671 - .691	.720 - .742

En el tercio medio la mayor área de dentina removida se encontró con el sistema ProTaper, identificando diferencias estadísticamente significativas en la comparación post instrumentación entre todos los grupos ( $p < .0001$ ).



**Fig. 12. Media (mm<sup>2</sup>) del área transversal de conductos radiculares instrumentados con 3 diferentes técnicas de instrumentación.**

## **VII. DISCUSIÓN**



Tomando en cuenta que parte del éxito de la terapia endodóntica depende en primer término de la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares (3) se realizó este estudio para comparar tres técnicas de instrumentación y observar cual es la que mejores resultados en la forma transversal del conducto nos da en esta etapa del tratamiento endodóntico. La forma transversal dejada por la instrumentación de conductos consideramos que es crucial ya que de esta depende una íntima adaptación del cono de gutapercha y del confinamiento de las bacterias residuales que pudieran existir minimizando el efecto de la microfiltración. El método empleado en la evaluación de la forma anatómica transversal del conducto involucró el método de inserción de molares en el cubo endodóntico (62) que ha demostrado con el paso de los años ser una estrategia de medición útil en la medición cualitativa y cuantitativa de este tipo de estudios. Este tipo de cortes transversales nos permitió identificar de manera exacta las dimensiones del conducto radiculares en zonas críticas relacionadas a la instrumentación como lo son el tercio medio y apical, consiguiendo con ello conocer no solo la forma anatómica transversal de los conductos radiculares si no a la vez conseguimos cuantificar el área del conducto tanto en las mediciones basales como post instrumentación, identificando de esta manera la capacidad de remoción de dentina en un corte transversal y la forma dejada por los diferentes métodos de instrumentación evaluados.

En este estudio observamos que el 92.5% de los conductos instrumentados con la técnica ProTaper tuvieron una forma circular en el tercio apical y un 100% en el tercio medio, esto concuerda con los resultados del estudio de Guelzow y Cols. (26) en donde al comparar la forma producida post instrumentación con seis técnicas, llegaron a la conclusión de que los conductos instrumentados con la técnica ProTaper fueron los que tuvieron mejores resultados produciendo conductos redondos en su gran mayoría.

De la misma manera los resultados obtenidos en este estudio, coinciden con los encontrados por Grande y Cols. (42) donde al analizar la geometría producida en conductos mesiales de molares inferiores después de ser instrumentados con el sistema

ProTaper se obtuvieron principalmente conductos redondos, tal como lo observamos en este estudio.

Gandih y Cols. (45) en su estudio demuestran que al utilizarse el sistema rotatorio ProTaper los instrumentos se mantienen mejor centrados en el conducto produciendo conductos más uniformes y con mínima transportación, lo cual concuerda con nuestros resultados donde demostramos que la geometría redonda del conducto es mejor respetada por este sistema de instrumentación. Resultados similares encontraron Stern y Cols. (48) donde demuestran que el sistema ProTaper es capaz de producir preparaciones centradas sin deformación del conducto.

Jodway y Cols. (28) realizaron un estudio similar utilizando imágenes pre y post instrumentación con las técnicas NiTi- TEE y K3, ellos observaron que el 65.3% de los conductos instrumentados con K3 tuvieron una forma oval en el tercio apical, mientras que en este estudio pudimos ver que la misma forma fue producida en el 82%. Es posible que las diferencias encontradas entre ambos estudio se deban a que Jodway y Cols. Utilizaron súper-imposición de imágenes mientras en nuestro estudio evaluamos la forma mediante la obtención de cocientes que orientaban sobre la forma del conducto presente.

La instrumentación manual con limas K es una técnica utilizada desde hace mucho tiempo, sin embargo con los adelantos tecnológicos en los sistemas de instrumentación, se ha logrado superar, uno de los grandes problemas de esta técnica es su deficiencia al respetar la anatomía del conducto, lo cual quedo demostrado en este estudio al ser comparada con las técnicas rotatorias ProTaper y K3.

En este estudio se pudo observar que al utilizar la instrumentación manual con limas K Flexofile, no se obtuvieron conductos redondos en el tercio apical, la instrumentación provocó conductos de forma ovalada en el 100% de la muestra, esto puede ser explicado con los resultados obtenidos por Wu y Cols. (38) donde en su estudio demuestran que el 40% de la superficie de la circunferencia del conducto no tuvo contacto con la instrumentación realizada con limas K Flexofile, independientemente de haber sido instrumentados de forma circunferencial o con la técnica de fuerzas balanceadas. Corroboramos que la aleación de acero inoxidable es un factor que participa en la aparición de conductos ovalados dado el efecto de enderezamiento principalmente en calibres mayores al #10, en nuestro estudio este efecto pudo producirse por el empleo de limas #30 utilizadas como instrumento maestro.

La forma transversal circular encontrada con ProTaper y K3 no solo es benéfica para la etapa de la obturación si no también encontramos una remoción dentinaria significativa que complementa la etapa de la preparación biomecánica. Esta considerable remoción dentinaria se explica dado la conicidad progresiva y constante de los instrumentos ProTaper y K3 utilizados y es determinante en la eliminación de contenido pulpar y bacterias.

En el tercio medio no se observaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la forma transversal dejada por las tres técnicas de instrumentación, en donde se produjo una forma redonda en la mayoría de los conductos, esto coincide con lo observado por Bergmans y Cols. (40) en cuyo estudio concluyen que el promedio de la pared alisada puede ser influenciada más por la anatomía que por el tipo de instrumentación utilizada, ellos observaron que los conductos redondos fueron alisados en un 95-100% , en este estudio la mayoría de los conductos en el tercio medio presentaban una forma redonda y posterior a la instrumentación mantuvieron la misma forma independientemente de la técnica de instrumentación utilizada.

La mayor cantidad de dentina removida del conducto fue producida por las técnicas rotatorias, principalmente cuando se utilizó el sistema de instrumentación ProTaper, estos resultados coinciden con lo observado por Hartmann y Cols.(49) quienes obtuvieron resultados similares al comparar la técnica manual con limas K Flexofile, la técnica oscilatoria con limas K Flexofile y el sistema rotatorio ProTaper, concluyendo que es este último el que remueve mayor cantidad de dentina de las paredes del conducto.

## **VII .CONCLUSIONES**

Bajo las condiciones y limitaciones del estudio se establecen las siguientes conclusiones:

1. El sistema ProTaper consigue en cortes transversales del tercio apical y medio dejar conductos circulares.
2. La instrumentación manual con K-Flexofile deja en el tercio apical y tercio medio conductos ovalados.
3. El área en cortes transversales del tercio apical y medio de conductos radiculares instrumentados con ProTaper es significativamente mayor al área dejada por K3 o K Flexofile, por lo que se deduce que la cantidad de remoción dentinaria es superior con ProTaper.
4. El área de dentina removida con K3 en los tercios apical y medio es superior a la de K Flexofile.
5. La mayor conicidad de los instrumentos de NiTi permite conseguir una mayor remoción de dentina.

## **VIII. BIBLIOGRAFIA**

1. **OveP.**Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. J Endod 2004; 30 : 559-67.
2. **Ponti TM, Mc Donald NJ, Kuttler S, Strassler HE, Dumsha TC.** Canal centering ability of two rotary file system. J Endod 2002; 28 : 283-6.
3. **Ingle JI, Mullaney TA, Grandich RA, Taintor JF, Fahid A.** Preparación de la cavidad endodóntica. En: Ingle JI, Taintor F : Endodoncia. 3ª edición. México DF, Editorial Interamericana, 1988 : 106-229.
4. **Schilder H.** Clearing and shaping the root canal. Dent Clin North Am 1974; 18 : 269-73.
5. **Garip Y, Gunday M.** The use of computed tomography when comparing nickel-titanium and stainless steel files during preparation of simulated curved canals. Int Endod J 2001; 34 : 452-7.
6. **Lasala A.** Anatomía pulpar y de los conductos radiculares. En: Lasala A : Endodoncia. 4ª. Edición. Barcelona, Editorial Masson-Salvat, 1992 : 3-24.
7. **Pineda F, Kuttler Y.** Mesiodistal and bucolingual roentgenography, investigation of 7.275 root canals. Oral Surg 1972; 33 : 1101-10.
8. **Mauger MJ, Schindler WG, Walker WA.** An evaluation of canal morphology at different levels of root resection in mandibular incisors. J Endod 1998; 24 : 607-9.
9. **Wu MK, AR O, Barkis D, Wessenlink PR.** Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 2000; 89 : 739-43.
10. **Green DA.** Stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1956; 9 : 1224-32.



11. **Walton RE, Vertucci FJ.** Anatomía interna. En: Walton RE, Torabinejad M. Endodoncia principios y práctica. 2ª edición. México DF, Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1997 : 177-91.
12. **MaciasSO, García ARL, Díaz MMA.** Forma y diámetro de los conductos en molares inferiores. RevOdontolMex 2004.8: 24-31.
13. **Nagy CD, Bartha K, Bernath M, Verdes E, Szabo J.** The effect of root canal morphology on canal shape following instrumentation using different techniques. IntEndod J 1977; 30: 133-40.
14. **Zmener O, Pameijer CH, Banejas G.** Effectiveness in clearing oval-shaped root canals using anatomic endodontic technology, profile, Profile and manual instrumentation: a scanning electron microscopy study. IntEndod J 2005; 38 : 356-63.
15. **Tan BT, Messer H.** The quality of apical canal preparation using hand and rotary instruments with specific criteria for enlargement based on initial apical file size. J Endod 2002; 28 : 658-64.
16. **Tasdemir T, Aydemir H, Inan U, Unal O.** Canal preparation with Hero 642 rotary NiTi instruments compared with stainless steel hand K file assessed using computed tomography. IntEndod J 2005; 38 : 402-8.
17. **Trojan CH, So MVR, Figueredo JAP, Oliveira EPM.** Deformation and fracture of RaCe and K3 endodontic instruments according to the number of uses. IntEndod J 2006; 39 : 616-25.

- 18.- **Deplazes P, Peters O, Barbakow F.** Comparing apical preparations of root canals shaped by nickel titanium rotary instruments and nickel-titanium hand instruments. *J Endod* 2001; 7 : 196-202.
19. **Schafer E, Florek H.** Efficiency of rotary nickel titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *IntEndod J* 2003; 36 : 199-207.
20. **Ruddle CJ.** The ProTaper technique. *Endodontic topics* 2005; 10: 187-90.
21. **Gambarini G.** The K3 rotary nickel titanium instrument system. *Endodontic topics* 2005; 10: 179-82.
22. **Schafer E, Erler M, Dammaschke T.** Comparative study on the shaping ability and clearing efficiency of rotary Mtwo instruments. Part. 1. Shaping ability in simulated curved canals. *IntEndod J* 2006; 39 : 196-202.
23. **Schafer E, Erler M, Dammaschke T.** Comparative study of 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. *IntEndod J* 2006; 39: 203-12.
24. **Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Beullens M, Wevers M, Van Meerbeek B, Lambreehts P.** Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *IntEndod J* 2003; 36 : 288-95
25. **Peters OA, Peters CI, Schonenberg K, Barbakow F.** ProTaper rotary root canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *IntEndod J* 2003; 36 : 86-92.

26. **Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM.** Comparative study of six rotary nickel titanium system and hand instrumentation for root canal preparation. *IntEndod J* 2005; 38 : 743-52.
27. **Schafer E, Vassis M.** Comparative investigation of two rotator nickel titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part. 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *IntEndod J* 2004; 37 : 239-48.
28. **Jodway B, Hulsman M.** A comparative study of root canal preparation with NiTi-Tee and K3 rotary NiTi instruments. *IntEndod J* 2006; 39 : 71-80.
29. **Paque F, Musch U, Hulsman M.** Comparision of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary NiTi instruments. *IntEndod J* 2005, 38 : 8-16.
30. **Schafer E. Lohman D.** Efficiency of rotary nickel titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-flexofile Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *IntEndod J* 2002; 35 : 505-13.
31. **Scahfer E, Florek H.** Efficiency of rotary nickel titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping hability in simulated curved canals. *IntEndod J* 2003; 36 : 199-207.
32. **Schafer E, Schlingeman R.** Efficiency of rotary nickel titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *IntEndod J* 2003; 36: 208-17.

33. **Calberson FL, Deroose CA, Homme GM, De Moor RJ.** Shaping ability of ProTaper nickel titanium files in simulated resin root canals. *IntEndod J* 2004; 37 : 613-23.
34. **Yang GB, Zhou XD, Zhang H, Wu HK.** Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in simulated root canals. *IntEndod J* 2006; 39: 791-9.
35. **Martin G, Blaskovic-Subat V.** Preparation on simulated root canals using the Macfile, Canal Master and K-Flexofile. *IntEndod J* 1997; 30 : 160-6.
36. **Schafer E.** Shaping ability of Hero 642 rotary nickel titanium instruments and stainless hand K-Flexofiles in simulated curved root canals. *OralSurg OralMed Oral Pathol Oral RadiolEndod* 2001; 92 : 215-20.
37. **Vanni JR, Santana de Albuquerque D, Reiss C, Filho FB, Limongi O, Della Bonna A.** Apical displacement produced by rotary nickel titanium instruments and stainless steel files. *J Appl Oral Sci* 2004; 12 : 51-5.
38. **Wu MK, Van Der Sluis LWM, Wesselink PR.** The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentin in oval canals. *IntEndod J* 2003; 36 : 218-24.
39. **Tucker DM, Wenckus CS, Bentkover SK.** Canal wall planning by engine-driven nickel titanium instruments, compared with stainless-steel hand instrumentation. *J Endod* 1997; 23: 170-3.
40. **Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Beullens M, Wevers M, Van Meerbeek B, Lambrechts P.** Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *IntEndod J* 2003; 36 : 288-95.

41. **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 : 660-4.
42. **Grande NM, Plotino G, Butti A, Messina F, PameijerCh, Somma F.** Cross-sectional analysis of root canals prepared with NiTi rotary instruments and stainless steel reciprocating files. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endod* 2007; 103 : 120-6.
43. **Loizides AL, Kakavetsos V, Tzanetakos GN, Kontakiotis EG, Eliades G.** A comparative study of the effects of two nickel-titanium preparation techniques on root canal geometry assessed by microcomputed tomography. *J Endod* 2007; 33 : 1455-9.
44. **Hashem AA, Ghoneim AG, Lutfy RA, Foda MY, Omar GA.** Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems. *J Endod* 2012; 38: 996-1000.
45. **Gandhi A, Gandhi T.** Comparison of canal transportation and centering ability of hand Protaper files and rotary Protaper files by using micro computed tomography. *RSBO* 2011; 8 : 375-80.
46. **Paqué F, Balmer M, Attin T, Peters OA.** Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel-titanium rotary instruments: A micro-computed tomography study. *J Endod* 2010; 36: 703-7.
47. **Yin X, Cheung GS, Zhang C, Masuda YM, Kimura Y, Matsumoto K.** Micro-computed tomographic comparison of nickel-titanium rotary versus traditional instruments in c-shaped root canal system. *J Endod* 2010; 36: 708-12.

48. **Stern S, Patel S, Foschi F, Sheriff M, Mannocci F.** Changes in centering and shaping ability using three nickel-titanium instrumentation techniques analysed by micro-computed tomography. *IntEndod J* 2012; 45: 514-23.
49. **Hartmann MS, Fontanella VR, Vanni JR, Fornari VJ, Barletta FB.** CT evaluation of apical canal transportation associated with stainless steels hand files, oscillatory technique and ProTaper rotary system. *Braz Dent J* 2011; 22 : 288-93.
50. **Bhatti N, Sroa R, Sikri VK.** Evaluation of surface preparation and maintenance of canal curvature following instrumentation with hand K file and three different Ni-Ti rotary systems: a radiographic and SEM study. *ContempClin Dent* 2010; 1: 88-93.
51. **Narayan GS, Venkatesan SM, KarumaranCS, Indira R, Ramachandran S, Srinivasan MR.** A comparative evaluation on the cleaning and shaping ability of three nickel titanium rotary instruments using computerized tomography-An ex vivo study. *Contemporary Clinical Dentistry* 2012; 3: supplement 2.
52. **De-Deus G, Garcia-Filho P.** Influence of the NiTi rotary system on the debridement quality of the root canal space. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral RadiolEndod* 2009; 108 : 71-6.
53. **Bhatti N, Sroa R, Sikri VK.** Evaluation of surface preparation and maintenance of canal curvature following instrumentation with hand K file and three different Ni-Ti rotary systems: a radiographic and SEM study. *ContempClin Dent* 2010; 1 : 88-93.

54. **Nagaraja S, Murthy BVS.** CT evaluation of canal preparation using rotary and hand Ni-Ti instruments: an in vitro study. J Conserv Dent 2010; 13 : 16-22.
55. Fabra-Campos H, Rodriguez-Vallejo J. Digitalization análisis and procesing of dental images during root canal preparation with Quantec Series 2000 instruments. IntEndod J 2001; 34: 29-39.
56. **Buchanan LS.** The standardized-taper root canal preparation. Part 1. Concepts for variably tapered shaping instruments. IntEndod J 2002; 33 : 516-29.
57. **Weiger R, ElAyouti A, Lost C.** Efficiency of hand and rotator instruments in shaping oval root canals. J Endod 2002; 28 : 580-3.
58. **Sontag D, Stachniss S, Stachniss C.** Determination of root canal curvatures before and after canal preparation. Part 2. A method based on numeric calculus. IntEndod J 2006; 32 : 16-25.
59. **Veltri M, Mollo A, Pini PP, Ghelli LE, Balleri P.** In vitro comparision of shaping ability of ProTaper and GT rotary files. J Endod 2004; 30 : 163-6.
60. **Schneider SW.** A comparision of canal preparations in straight and curved root canals.  
  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1971; 32: 271-5.
61. **Sydney G, Batista A, Loureiro de Melo L.** The radiographic platform: a new method to  
  
evaluate root canal preparation in vitro. J Endodont 1991; 11:570-2.
62. **Kuttler S, Garala M, Perez R, Dorn S.** The endodontic cube: A system designed for evaluation of root canal anatomy and canal preparation. J Endod 2001; 27 : 533-6.

## **X. ANEXOS**



## **A) Anexo 1:**

### **Técnica de Schneider para determinar el ángulo de curvatura.**

Schneider divide su muestra en tres grupos, con base en el grado de curvatura; los clasifica de la siguiente manera:

1. Conductos rectos a los que presenten un grado de curvatura menor a 5°.
2. Curvaturas moderadas a los conductos que presenten de 10-20°.
3. Curvaturas severas a aquellos conductos que muestren un grado de curvatura de 25-70°.

Se utilizó imagen ortoradial en la cual se colocó el diente en una plataforma radiográfica elaborada con la modificación de la técnica propuesta por Sydney(61). La cual consta de una base acrílica con un respaldo acrílico, en la cual existe un tubo de plástico que sirve para colocar el diente. Para sujetarse al cono del aparato radiográfico cuenta con un aro metálico ajustable, para asegurar una posición ortoradial se marcó una línea negra horizontal en la base de la plataforma. La imagen se obtuvo mediante el radiovisiógrafo (Trophy) colocando el sensor en la parte de atrás del respaldo, sujetándola con cinta adhesiva.

La imagen se introdujo en el programa Paint para Windows Microsoft en el cual se dibujaron las líneas, trazándolas desde el inicio del conducto paralela al eje mayor del mismo y una segunda línea desde el foramen apical para interceptarla con la primera en el punto donde el conducto comienza a dejar el eje mayor del diente. El ángulo formado se midió por medio de la función ángulo del programa ImageTool, obteniendo axial el grado de curvatura.



**B) Anexo2:**

**Formato recolector de datos.**

Nº. DE DIENTE \_\_\_\_\_ Nº. DE CUBO \_\_\_\_\_ GRUPO \_\_\_\_\_

MV \_\_\_\_\_ REF \_\_\_\_\_ LIMA INICIAL \_\_\_\_\_ LIMA APICAL \_\_\_\_\_ RETROCESO \_\_\_\_\_

ML \_\_\_\_\_ REF \_\_\_\_\_ LIMA INICIAL \_\_\_\_\_ LIMA APICAL \_\_\_\_\_ RETROCESO \_\_\_\_\_

FORMA ORIGINAL APICAL \_\_\_\_\_ AREA ORIGINAL APICAL \_\_\_\_\_ MM<sup>2</sup>

FORMA ORIGINAL MEDIO \_\_\_\_\_ AREA ORIGINAL MEDIO \_\_\_\_\_ MM<sup>2</sup>

FORMA POST APICAL \_\_\_\_\_ AREA POST APICAL \_\_\_\_\_ MM<sup>2</sup>

FORMA POST MEDIO \_\_\_\_\_ AREA POST MEDIO \_\_\_\_\_ MM<sup>2</sup>

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

