

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES
FACULTAD DE ODONTOLOGIA



"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA PREPARACION
DE CONDUCCION SIMULANEO UTILIZANDO
DIFERENTES TECNICAS DE INSTRUMENTACION"

(FUERZAS BALANCEADAS, PROFILE GT
Y LIGHTSPEED).

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO DE MAESTRIA EN CIENCIAS
ODONTOLOGICAS CON ESPECIALIDAD EN
ENDODONCIA

POR
ROSARIO GARZA CORTEZ

MONTERREY, NUEVO LEON MARZO DEL 2002

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES
FACULTAD DE ODONTOLOGIA



"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA PREPARACION
DE CONDUCTOS SIMULADOS UTILIZANDO
DIFERENTES TECNICAS DE INSTRUMENTACION."

(FUERZAS BALANCEADAS, PROFILE GT
Y LIGHTSPEED).

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO DE MAESTRIA EN CIENCIAS
ODONTOLOGICAS CON ESPECIALIDAD EN
ENDODONCIA

POR
ROSARIO GARZA CORTEZ



MONTERREY, NUEVO LEON MARZO DEL 2002

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al M.C. . Jorge Jaime Flores Treviño y al M.C Juan José Segura Luna, asesores de mi tesis. Así como al M.C. Manuel de la Rosa Ramírez, M.C. Juana Nelly Leal Camarillo, M.C. Felipe Cavazos Montemayor y M.C. Hilda Torre Martínez por formar parte del Comité de Tesis, por sus valiosas sugerencias e interés, en la revisión del presente trabajo.

Al Centro de Investigaciones Biomédicas del Noreste y al laboratorio de doctorado de la Facultad de Ingeniería Mecánica (FIME) por permitirme el uso de su equipo y su invaluable ayuda en el desarrollo de este estudio.

A mi familia por el apoyo moral que siempre me ha brindado y a todas las personas que directa o indirectamente contribuyeron en la realización de este trabajo.

**"Estudio comparativo de la preparación de conductos
simulados utilizando diferentes técnicas de
instrumentación."**

(Fuerzas Balanceadas, Profile GT y LightSpeed).

Aprobación de la Tesis:

Asesor de la Tesis

Jefe de la División de Estudios de Postgrado

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	1
Introducción	3
1. Antecedentes	5
2. Justificación	13
3. Objetivos	14
4. Hipótesis	15
5. Marco Teórico	16
5.1 Preparación Biomecánica	16
5.2 Clasificación de los Instrumentos y sus técnicas	17
5.2.1 Perspectiva Histórica	17
5.2.2 Instrumentos Operados Manualmente	18
5.2.2.1 Limas y Escariadores	18
5.2.3 Instrumentos operados en forma Mecánica	21
5.3 Errores de Procedimiento	22
5.4 Variaciones en el diseño de la punta	23
5.5 Conicidad	24
5.6 Aleación de Níquel-Titanio	25
5.7 Técnicas de Instrumentación	26
5.8 Variables en Investigación	27
6. Materiales y Métodos	28
7. Resultados	32
8. Discusión de los resultados	35
9. Conclusiones y Recomendaciones	37

Anexos

- Cuadros de resultados
- Fotos

RESUMEN

C.D. Rosario Garza Cortez

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Odontología

Título: "Estudio comparativo de la preparación de conductos simulados utilizando diferentes técnicas de instrumentación." (Fuerzas Balanceadas, Profile GT y LightSpeed).

Candidato para el grado de Maestría en Ciencias Odontológicas con especialidad en Endodoncia

El objetivo de este trabajo fue comparar tres técnicas de instrumentación endodóntica para conocer la preparación del conducto resultante con cada una de ellas, así como, la transportación del tercio medio y apical; utilizando un modelo artificial prefabricado en el laboratorio. La investigación propuesta se considera de cierta importancia ya que puede ayudar a encontrar la respuesta de la siguiente interrogante: ¿Puede el odontólogo ofrecer un mejor pronóstico según la técnica de instrumentación que emplee?

Los objetivos específicos fueron:

- Medir la desviación del conducto original después de instrumentar con Flexofile, NiTi-Flex, Profile GT y LightSpeed.
- Estudiar el grado de curvatura pre y post-instrumentación de los conductos simulados al utilizar diferentes técnicas de preparación biomecánica.

- Observar la forma final de los conductos instrumentados (redondos, ovales o irregulares) con tres diferentes técnicas de instrumentación.

Después de instrumentar 32 bloques de diente-resina con cuatro instrumentos diferentes se encontró que no existe transportación apical cuando se utilizan instrumentos rotatorios, sin embargo, al utilizar instrumentos manuales si se produjo transportación a nivel apical.

INTRODUCCIÓN

La instrumentación de los conductos radiculares dentro del tratamiento de endodoncia es un punto crítico para el pronóstico del diente que se está tratando.

En los últimos años se han estado modificando los instrumentos de limpieza de conductos, la gran mayoría se han basado en los mismos principios, por ejemplo la forma del instrumento, el tipo de corte realizado, el material de los instrumentos, entre otros, por lo que existen más opciones de instrumentación.

Actualmente en Endodoncia, las técnicas de instrumentación de mayor discusión son: *Fuerzas Balanceadas*, conocida desde 1985, *Profile* creada en 1991 por el Dr. Ben Jonhson, y *LightSpeed* introducida en 1994. Sin descartar, la convencionalmente utilizada que es la de *Impulsión y Tracción*.

Cada una de ellas tiene su propia ideología, las tres primeras ofrecen menor riesgo de transportación y menor corte indiscriminado de dentina. La técnica de *LightSpeed* produce una preparación redondeada y mantiene el conducto centrado.

El objetivo principal de esta parte del tratamiento, como ya se mencionó, es limpiar y dar forma al conducto para posteriormente recibir el material obturador. De esta manera, una mala configuración del conducto causaría una limpieza deficiente, por lo tanto, resultaría alojo de tejido o bacterias, y un

impropio sellado apical, produciendo filtración, impidiendo así, la cicatrización de la lesión o provocando la formación de una nueva lesión.

Ahora bien, ¿habrá diferencia significativa entre la configuración radicular que resulta de utilizar una técnica de instrumentación a otra?. Esta fue la interrogante que nos motivó a la realización del presente estudio, en el cual se compararon 4 diseños de instrumentos en conductos simulados en bloques de diente-resina.

1. ANTECEDENTES

La efectividad de instrumentación del sistema de conductos radiculares ha sido evaluada usando varios métodos, incluyendo radiografías, examinación con microscopio de luz, inyección de materiales de impresión, fotografía de resina preparada, utilizando radioactividad, determinación de peso húmedo y seco y microscopía electrónica de barrido.

De la década de los 30s a 1970 el tipo de instrumentación era primariamente "ensanchado" o combinado con limado. Desde 1965 se ha cuestionado la habilidad de realizar preparaciones redondas que puedan adecuadamente ser obturadas (Luks,1965). Estudios de diámetros de conductos no instrumentados de raíces bucales de molares superiores indica que el diámetro promedio varía entre 220 y 300 micras a 1mm del ápice (Green 1958). Haga en 1968 encontró que en molares superiores e inferiores, seccionados a 2mm del ápice, estaban incompletamente desbridados en un 81-82% de las veces con limas #35-40, se requería hasta la # 50. (55)

En 1971 Schneider encontró preparaciones redondas a 1mm del ápice en el 80% de dientes usando limas con movimiento de ensanchado (girando) en curvaturas de 5° o menos, 40% curva de 10-20° y 33.33% cuando la curva medía 25-70°. (51)

Kerekes y Tronstand en 1977 midieron las dimensiones de conductos de molares, estimando que el instrumento necesario para crear preparaciones redondas, sugieren que a 1mm del ápice en raíces bucales y mesiales de

molares superiores e inferiores requeriría de preparar a 40-60 para lograr redondez (25)

La preparación seriada resultó ser la más efectiva en eliminar debris en conductos mesiales de molares inferiores, histológicamente Walton en 1976 demostró que la técnica de Step Back era significativamente más efectiva en remover debris y dentina de las paredes del conducto, que ensanchando o técnicas convencionales. (66)

La técnica de Step Back con previo ensanchado coronal es efectiva en la limpieza de conductos curvos, alisado de paredes remoción de pulpa, aumento en el área de conducto favoreciendo la irrigación, esto lo reportan Cimis, Walton y Reynolds Así mismo, Morgan y Montgomery determinaron que la técnica Crown Down es superior a Step Back en preparaciones de conductos curvos (10 a 35°) produciendo menor extrusión de debris apical. (32)

Por otro lado, Briseño y Sonnabend en 1991 después de comparar seis instrumentos diferentes reportaron que ningún instrumento fue capaz de reproducir resultados ideales, sin embargo, con todos ellos se pudo constatar resultados clínicamente aceptables. (9)

Roane en 1985 propuso la técnica de Fuerzas Balanceadas, la mayor flexibilidad de limas triangulares aplica una menor "fuerza restauradora en contra de las paredes internas de la curvatura durante la preparación. La fuerza restauradora sería la responsable de enderezar el conducto con técnicas convencionales. La rotación del instrumento permitiría que la dureza de la dentina actuara en contra de la fuerza de restauración, balanceándola y

disipando su efecto. La modificación en el diseño de la punta, distribuiría las fuerzas a todo lo largo del instrumento, en lugar de concentrarse en la punta. (42)

Una vez introducidos los instrumentos con punta modificada Zmener y Marrero en 1992, compararon con microscopía electrónica de barrido cuatro instrumentos para preparar conductos (Trifiles, Flex-R, Flexofile y K-file), considerando la constricción apical, y la presencia o ausencia de escalones. Reportaron que Trifile y Flex-R mostraron preparaciones bien redondeadas y sin transportación o escalones. (74)

Backman en 1992 determinó la desviación del conducto original sobreponiendo las radiografías pre y post instrumentación. Utilizando las técnicas de Fuerzas Balanceadas con limas K Unitek (triangulares) y la Técnica de ensanchado progresivo con limas K y H de Union Broach. Concluyó que la técnica de Fuerzas Balanceadas es muy exitosa en lograr un tamaño apical de # 45 sin desviación, cuando la longitud del segmento del conducto sobre el que ocurre la curva es relativamente largo. (4)

Al-Omari y col, en 1992, realizaron un estudio para conocer la eficacia de seis tipos de limas en término de la prevalencia de aberraciones de los conductos, la cantidad y dirección de transportación y la forma de la preparación del conducto. Determinó que la forma de reloj de arena se encontró en un 4.5% de los 300 conductos simulados, la mayoría creados por limas tipo K y K-Flex. Las perforaciones se observaron en un 6.3% la mayoría producidas por Flex-R y limas tipo K. Excesiva remoción de dentina ocurrió en

un 10.4% creadas por limas Hedstrom. Transportación de conductos fue un hallazgo constante con todos los instrumentos. (2,3)

Royal y Donnelly en 1995, compararon tres instrumentos empleando la misma técnica, Fuerzas Balanceadas, los instrumentos de níquel-titanio modificaron menos la curvatura del conducto, según lo indicó la técnica de Schneider, que Flex-R y K-Flex. (45)

Comparando la instrumentación manual con la rotatoria tenemos que Guilles y del Río en 1990, realizaron un estudio en el cual 20 molares inferiores (40 conductos mesiales) los cuales fueron instrumentados con limas tipo K (manual) y Canal Master (rotatorio). Se evaluó radiográficamente la transportación. Reportaron que Canal Master transportó menos y produjo preparaciones más redondas que la técnica circunferencial con limas K. (19)

Zmener, Spielberg y Olmos en 1992, hicieron un estudio comparativo con microscopía electrónica de barrido en dientes uniradiculares extraídos utilizando igualmente Canal Master y técnica convencional circunferencial con limas K; considerando constricción apical y presencia o ausencia de escalones especialmente en el tercio apical. Reportaron que Canal Master provee preparaciones bien centradas y redondeadas, sin embargo, K-Flex demostró transportación apical y formación de escalones. (74)

Zoulo y col, en 1992, realizaron un estudio similar pero incluyeron la técnica de Fuerzas Balanceadas con Flex-R midiendo el área del conducto y remoción de predentina en la región apical. Reportaron que limas K

aumentaron significativamente más el área del conducto y produjo mayor remoción de predentina que Flex-R y CM. (76)

En 1993 Shankar y col, también mencionaron que Canal Master causó menos transportación y fue más cómodo para preparar los conductos. (53)

Pertot, Camps y Damiani en 1995, compararon tres técnicas de instrumentación utilizando 63 conductos curvos simulados las técnicas comparadas fueron Canal Master "U" de níquel titanio, Canal Master de acero inoxidable y Retroceso con Limas K de acero inoxidable. Reportaron que CM "U" provee una mejor configuración del conducto que limas K. (38)

Al comparar Step Back, Fuerzas Balanceadas y Canal Master las tres técnicas mostraron una tendencia del conducto a ser movido hacia mesial a 5mm, hacia distal a 3mm y centrado a 1mm. (22)

Al evaluar la eficacia de 5 técnicas de instrumentación para la limpieza del tercio apical de los conductos radiculares, determinaron que no hay diferencia significativa entre las técnicas Step-Back (níquel-titanio y acero inoxidable), Ultrasonido, Fuerzas Balanceadas y Canal Master "U". (56)

Martin y Blaskovic-Subat en 1997 compararon Macfile y K-Flexofile con técnica Step-Back- impulsión y tracción- y Fuerzas Balanceadas con Canal Master "U". Macfile provocó desviación mínima. Canal Master fue similarmente efectivo pero tuvo la mayor incidencia de instrumentos fracturados. Flexofile demostró ser el más deficiente en la preparación de conductos con mayor desviación del conducto a nivel apical. (34)

Al comparar los instrumentos de acero inoxidable con los de níquel titanio tenemos que Esposito y Cunningham en 1995 reportaron que los instrumentos de níquel-titanio manuales y rotatorios son significativamente más efectivos en mantener el camino original del conducto curvo. Esta diferencia llegó a ser estadísticamente significativa con instrumentos mayores de 30. (18) Así mismo, Coleman y cols en 1996 reportaron que los instrumentos de níquel titanio producen menor transportación y dejan los conductos más centrados que el acero inoxidable. (12)

Igualmente, Short en 1997 mencionó que los instrumentos de Níquel-Titanio, se mantienen mejor centrados es decir con menor transportación desde la fase inicial (#30) y es más evidente al final # 40 y reducen el tiempo de preparación que la instrumentación manual con acero inoxidable. (54)

Al comparar Flexofile y Niti-flex, concluyeron que es preferible usar Nitiflex con la técnica de Fuerzas Balanceadas y Flexofile con la de limado con limas de acero inoxidable las cuales pueden ser precurvadas. (17)

Flexofile creó significativamente más transportación, perforaciones, escalones y mayor remoción del material. Por lo cual, NiTi-Flex fue más efectivo y produjo formas de conductos más apropiadas que Flexofile. (6,16)

Sin embargo, Harlan en 1996 al comparar Flex-R con Onyx-R (acero inoxidable y níquel titanio, respectivamente) en 42 molares humanos extraídos de 20 y 40° de curvatura, reportaron que no existe diferencia significativa en el tercio apical del conducto radicular. (21).

Glosson, Haller, Dove y del Río en 1995, compararon 5 métodos de instrumentación (K-Flex, Mity-file, Canal Master "U", NT Sensor, LightSpeed). Reportaron que LS y NTSensor y la instrumentación manual con Canal Master "U" causaron significativamente menos transportación apical, manteniendo más centrado el conducto en el canal y removiendo menos dentina, dando como resultado preparaciones del conducto más redondeadas que K-Flex y Mity-file.(20) Por esto concluyeron que los instrumentos rotatorios producen mejores efectos que los instrumentos manuales.

Posteriormente, Roig-Cayon y col. en 1997 mostraron preparaciones redondas a 2mm con Canal Master "U" y LightSpeed.(43)

Con instrumentación manual la incidencia de áreas no instrumentadas en la pared del conducto con remanentes de debris aparentó ser menor que lo encontrado con Profile. El sistema Profile causó un lodo dentinario más grueso que la instrumentación manual. (47)

La instrumentación con una lima Nitiflex #30 fue significativamente más que con los instrumentos GT. Ensachar con una lima Nitiflex # 40 fue significativamente más efectivo para la eliminación bacteriana cuando se comparó con GT y Profile .06. (57)

Las preparaciones con Profile rara vez terminaban en tope apical en bloques de plástico. La presencia de un tope apical puede ayudar a asegurar una mejor obturación, sin tener que considerar la técnica de obturación empleada. (60)

Contrario a esto, Bryant y col. demostraron una buena conformación tridimensional, tope apical, paredes cónicas, lisas y rápida preparación con el uso de Profile ISO .04 y .06 en conductos simulados.(10)

La eficacia de los instrumentos de níquel titanio ha sido evaluada in vitro, tanto en bloques de plástico como en dientes extraídos. Conductos curvos de raíces mesiales de molares inferiores instrumentados con Light Speed, se mantienen bien centrados, aunque sean preparado con un número 45 ó 50, esto por la gran flexibilidad de los instrumentos. Esto aumenta la remoción mecánica del tejido pulpar remanente y los microorganismos. (40)

Similarmente los instrumentos rotatorios Profile .04 también sigue correctamente el camino del conducto en bloques de plástico. Sin embargo, Thompson and Dummer mostraron que siguiendo las indicaciones del fabricante, las preparaciones realizadas con Profile son más pequeñas que aquellas producidas con instrumentos Light Speed. (61).

Los instrumentos de níquel titanio Profile .04 taper serie 29 prepara conductos simulados rápidamente y con una buena forma tridimensional. (60,61)

Los instrumentos de LightSpeed preparan conductos rápidamente sin fracturas ni bloqueos y con un cambio mínimo en la longitud del trabajo. La conicidad no fue la ideal, como resultado de un retroceso inefectivo. (62)

2. JUSTIFICACIÓN

Para disminuir este común accidente un gran número de técnicas y diseños de instrumentos se han desarrollado, Fuerzas Balanceadas, LightSpeed, y Profile GT son ejemplos de estos y en esta ocasión serán analizados.

Ahora bien, el hacer investigación en dientes extraídos implica seleccionar entre cientos de estos una muestra que contenga características similares, por ello hoy en día este modelo de estudio es cada vez menos utilizado ya que resulta difícil el conseguir la cantidad de muestra adecuada, ya que la filosofía actual es la conservación de dientes, y el conseguir cientos de dientes extraídos es casi imposible. Por tal circunstancia se ha utilizado un nuevo modelo de investigación que consiste en fabricar bloques que simulan la anatomía interna del canal radicular del diente, con el fin de tener una muestra controlada y estandarizada. Estos bloques (conductos simulados) se fabrican de una mezcla hecha con diente pulverizado y resina.

3. OBJETIVO GENERAL

- Comparar la preparación biomecánica en conductos simulados de tres diferentes técnicas de instrumentación endodóntica (Fuerza Balanceada, Profile GT y LightSpeed).
- Evaluar el grado de transportación en los tercios medio y apical ocasionado con las diferentes técnicas de instrumentación utilizadas en el estudio.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir la desviación del conducto original después de instrumentar con Flexofile, NiTi-flex, Profile y LightSpeed.
- Estudiar el grado de curvatura pre y post-instrumentación de los conductos simulados al utilizar diferentes técnicas de preparación biomecánica.
- Observar la forma final de los conductos instrumentados (redondos, ovals o irregulares) con diferentes técnicas de instrumentación.

4. HIPÓTESIS

- El grado de transportación ocasionado durante la preparación biomecánica de conductos simulados en bloques de diente-resina, es diferente con las técnicas Fuerzas Balanceadas, Profile GT y LightSpeed.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 PREPARACIÓN BIOMECÁNICA

El objetivo de los procedimientos endodónticos para la limpieza de los conductos consiste en eliminar todo el tejido pulpar, toda la sustancia química antigénica e inflamatoria y las bacterias. El no alcanzar estos objetivos acarrea el riesgo de fracaso del tratamiento a corto plazo y también genera inflamación periodontal, inflamación persistente o ambas. (11)

Schilder definió el objetivo general de la preparación del conducto así: "Los sistemas de conductos radiculares se deben limpiar y preparar; limpiar de remanentes orgánicos y preparar para recibir una obturación hermética tridimensional en todo el espacio del conducto". (69)

Por lo tanto, limpieza-desbridamiento: es la eliminación de irritantes existentes o probables del sistema de conductos radiculares. Estos irritantes únicos o en combinación, consisten en bacterias, productos de desecho bacteriano, tejido necrótico, residuos orgánicos, tejido vital, productos salivales, hemorragia y otros contaminantes. Por ello las limas deben tener contacto y alisar todas las paredes del conducto para limpiar de manera eficaz. (69)

Desafortunadamente, el proceso de limpiar y dar forma al conducto no es fácil de obtener, especialmente en conductos curvos. El área más difícil de limpiar y de mantener la forma original del conducto es el área apical. Los instrumentos tienden a enderezar los conductos curvos, resultando un codo y transportación del forámen. (9)

Han ocurrido importantes avances en las últimas décadas en métodos de limpieza, conformación y obturación de conductos radiculares. Las limas y los instrumentos endodónticos están convenientemente agrupado en manuales, los manejados con motor, sónicos y ultrasónicos, y son tradicionalmente fabricados con acero inoxidable. Hasta que las limas de níquel titanio fueron descritas en 1988. (39)

5.2 CLASIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS Y SUS TÉCNICAS (11)

5.2.1. PERSPECTIVA HISTÓRICA

Las primeras investigaciones sobre diseño de instrumentos endodónticos se iniciaron en la década de 1950-60 en la Universidad de Michigan. Fue investigada la constricción apical y su relación con la dimensión de los instrumentos para conductos radiculares; también empezaron a evaluar la factibilidad del uso de la propia lima endodóntica para obturar el conducto. En 1959 determinaron si las limas de acero inoxidable eran comparables en cuanto a propiedades físicas y de trabajo con el acero al carbono, mediante un análisis de las características físicas y estructurales de limas y escariadores estandarizados.

Hacia esos mismos años Ingle y Levine propusieron la uniformidad de tamaño de instrumentos, y la estandarización de la conicidad y otros parámetros dimensionales.

Los instrumentos, materiales y aparatos usados en endodoncia fueron agrupados según su utilización por la ISO (Internacional Standards

Organization) y por la FDI (Federation Dentaire Internationale), mediante un grupo de trabajo conjunto sobre instrumentos y materiales odontológicos.

5.2.2. INSTRUMENTOS OPERADOS MANUALMENTE

En la categoría de los instrumentos operados en forma manual están las limas barbadadas o tiranervios, limas tipo H (Hedstrom), limas y escariadores tipo K y limas tipo R.

5.2.2.1 LIMAS Y ESCARIADORES

En 1976 fue adoptado el primer estándar nacional estadounidense para limas y escariadores endodónticos tipo K (especificación no. 28).

Las limas y escariadores endodónticos tipo K se fabricaron con alambre de acero inoxidable matizado, para darle forma piramidal, con diámetro decreciente y tres o cuatro lados. El segmento de alambre matizado es luego retorcido para introducir una serie de espirales en lo que será la porción activa u operativa del instrumento. Mediante este método el proceso de fabricación de una lima es idéntico al de un escariador. La porción matizada del alambre puede tener sección transversal en forma de cuadro, rombo o triángulo equilátero.

Un alambre matizado, retorcido para producir desde un cuarto hasta más de media vuelta de espiral por milímetro de longitud –lo que depende del tamaño-, produce un instrumento con un 1.97 a 0.88 estrías cortantes por milímetro de extremo de trabajo; a este instrumento se le denomina lima. Un

alambre matrizado y retorcido, en forma tal que produzca desde menos de un cuarto hasta menos de un décimo de vuelta de espiral por milímetro de longitud –lo que depende del tamaño-, produce un instrumento con 0.80 a 0.28 vueltas por milímetro del extremo de trabajo; a éste se le denomina escariador.

A pesar de que la diferencia esencial entre limas y escariadores del tipo K es la cantidad de espirales o estrías cortantes por unidad de longitud, existe la tendencia (en particular en alambres con diámetro superior a 0.30mm) a formar las limas por torsión de material con sección cuadrada, y a los escariadores, haciendo lo propio con alambre matrizado de sección triangular. Ahora bien, los escariadores tipo K se usan para ensanchar conductos radiculares mediante acción de corte por rotación. Con las limas tipo K el corte se produce al empujar o al tirar del instrumento.

Un instrumento con sección transversal cuadrada, con más masa en sus extremidades externas tendrá más endurecimiento mecánico que un instrumento con tallo de sección triangular. Por ello la percepción clínica del instrumento y sus consecuencias pueden ser significativas.

Las limas tipo H (Hedstrom) se hacen torneando las espiras de la lima en el alambre metálico del extremo operativo del instrumento, de manera que se forme una serie de conos que se intersecan y son sucesivamente más grandes desde la punta hacia el mango. Estas limas son instrumentos metálicos con punta, con bordes espiralados y cortantes dispuestos en forma tal que el corte se produce principalmente al tirar del instrumento. El símbolo de identificación para las limas tipo H es un círculo.

Las limas y los escariadores endodónticos son, a gran distancia del resto, los instrumentos para conductos más utilizados en el presente. La lima K fue presentada a principios de siglo (1901); su denominación deriva del nombre del poseedor de la patente original, Kerr Manufacturing Company.

Se han realizado algunas modificaciones de limas tipo K, H o R, con la aparente finalidad de reducir las dificultades clínicas halladas en procedimientos de instrumentación como ser: formación de escalones o perforación de la pared del conducto; o bien, para ayudar en la penetración y el ensanche de conductos severamente curvos o constreñidos. Por lo general esas modificaciones consistieron en: 1) cambios en el diseño de la sección transversal, 2) cambios en la profundidad o el ángulo de los bordes cortantes de las estrías; o 3) cambios en el diseño del extremo del instrumento.

El efecto de minúsculas variaciones en el diseño tiene, según los informes, un significativo efecto sobre las propiedades físicas y mecánicas del instrumento, tales como eficacia de corte resistencia a la torsión y flexibilidad medidas en comparaciones de laboratorio. Otros autores mostraron evidencias clínicas en apoyo de sus teorías de que las modificaciones específicas del diseño de instrumentos gobiernan su desempeño clínico y la capacidad de operador para alcanzar con éxito los objetivos de los procedimientos endodónticos.

La modificación del diseño de la sección transversal de las limas tipo K, de cuadrada a triangular o romboidal, produjo una flexibilidad significativamente superior, en especial en instrumentos de mayor diámetro.

5.2.3 INSTRUMENTOS OPERADOS EN FORMA MECÁNICA (11)

Se han diseñado muchos sistemas mecanizados para ensanchar conductos. Los cuales se puede dividir en tres grupos:

1) Instrumentos rotatorios para ser utilizados en piezas de mano convencionales:

Las fresas (brocas) Peeso y Gates-Glidden son ejemplos de instrumentos rotatorios.

2) Instrumentos usados en aparatos endodónticos vibratorios:

La instrumentación sónica y ultrasónica difiere de los procedimientos manuales o rotacionales mecánicos en que el corte de dentina es facilitado por un aparato mecánico, que imparte un movimiento sinusoidal al instrumento por transferencia de energía vibratoria a lo largo del tallo. El primer uso del ultrasonido en terapéutica de conductos radiculares y resección radicular se atribuye a Richman.

Instrumentos ultrasónicos

La lima vibra en forma de ondas con cerca de 25,000 vibraciones por segundo. La cavitación parece crear burbujas de tallado pequeñas que aflojan y sacan los residuos del espacio del conducto. Otro efecto sugerido es un aumento en la temperatura del irrigante, mejorando la calidad bactericida de este, produciendo una mejor desinfección y disolución de tejido.

Instrumentos sónicos

El instrumento gira con movimiento de remolino en una frecuencia aproximada de 1500 a 8000 vibraciones por segundo.

3) Limas, escariadores y tiranervios para ser usados en piezas de mano especiales:

Para superar la falta de flexibilidad hallada en los instrumentos endodónticos manuales fue desarrollada una pieza de mano endodóntica de un cuarto de vuelta. La pieza de mano Giromatic, presentada en 1964, opera mediante acción rotacional de vaivén a 90° de giro (cuarto de vuelta).

Posteriormente, los doctores Senia y Wildey del Centro de Ciencias de la Salud, Universidad de Texas, presentaron uno de los conceptos más revolucionarios en la preparación de conductos. El Canal Master System emplea instrumentos de diseño singular accionados manual y mecánicamente, lo que facilita la instrumentación de conductos curvos. Los instrumentos no son muy diferentes al escariadores Gates-Glidden.

El propósito de este instrumento consiste en combinar una punta piloto no cortante con una superficie cortante reducida en la cabeza activa, que está fijada a un tallo flexible de reducido diámetro que puede seguir mejor la curvatura original del conducto y reducir el desplazamiento o transporte. (71)

5.3 ERRORES DE PROCEDIMIENTO

Uno de los errores de procedimiento más comunes en la instrumentación de conductos curvos es enderezar el conducto. (28) Además, de complicaciones serias, como el desarrollo de escalones, instrumentos fracturados, transportación y perforación han sido reportados en numerosas

publicaciones. (67) La forma de prevenirlo es: un acceso directo en línea recta hacia la parte apical del conducto, y precurvar las limas. (27,68)

Los errores de preparación se presentan en los conductos estrechos, curvos y largos, ya que los instrumentos intentan enderezarse a sí mismos y cortan la parte externa de la curva en la región apical.

Al enderezarse el instrumento, la punta empieza a cortar dentina formando un escalón. La **transportación** es la creación de un túnel reverso a la preparación apical al enderezarse la lima en un conducto curvo. Posiblemente es un término mal empleado ya que nos referimos a un "**desvío**" del conducto original.

Cimis y col. en 1988 reportaron que el 46% de las preparaciones de conductos curvos exhibían varios grados de transportación. (13)

Otro error común es la perforación por desgaste (stripping) en este caso la porción cervical del instrumento endereza el conducto en dientes multiradiculares, lo que conduce al final a una comunicación con la bifurcación.

La severidad de la curva podría resultar en una fuerza de restauración de la lima, mayor que la fuerza aplicada por la pared del conducto, resultando en una desviación del eje original del conducto. (4)

5.4 VARIACIONES EN EL DISEÑO DE LA PUNTA

Hace poco tiempo la atención se desplazó hacia el diseño de la punta de los instrumentos endodónticos. Los primeros que investigaron sobre el efecto de los procedimientos de instrumentación en la forma del conducto radicular

preparado observaron que la remoción de bordes cortantes en la punta del instrumento podría reducir la incidencia de perforaciones y escalones en conductos curvos. (11)

La preparación de la pared interna de la curva fue lograda más frecuentemente con la modificación de la punta. (46)

La lima flex-R, diseñada por el Dr. Roane (42) y desarrollado por la Union Broach Corporation, es un ejemplo de instrumento con diseño de punta no cortante. La finalidad de ese diseño es la de guiar la punta a través de curvaturas y reducir el peligro de producir escalones y perforaciones. Existen muchos estudios que comprueban este concepto.

Powell y Simon en 1986 demostraron que los instrumentos manuales con puntas modificadas tienen mayor control durante la instrumentación y muestran una significativa diferencia con instrumentos sin modificar y rotatorios (modificado) en cuanto a la desviación. Por ello, determinaron que las limas tipo K con punta modificada se mantenían significativamente más centradas con la técnicas de Step Back y Fuerzas Balanceadas. (37)

Sepic en 1989 soporta que la técnica de Fuerzas Balanceadas con Flex-R producen mínima transportación apical. Dicha técnica mostró la preservación del flujo anatómico en curvaturas extremas clínicamente. (52)

5.5 CONICIDAD

De acuerdo con la especificación ANSI no. 28, los instrumentos tipo K estandarizados (limas y escariadores) presentan una conicidad tradicional $D0 - D2 = 16\text{mm} \times 0.02\text{mm} = 0.32\text{mm}$ (11)

En 1991, una nueva serie de instrumentos fueron desarrollados, caracterizados por un incremento constante, en lugar, de un incremento variable longitudinal de acuerdo con el ISO estándar. Los cambios de incremento en el D1, con instrumentos fabricados de acuerdo al ISO, son muy grandes, específicamente al inicio de las series. Este nuevo instrumento muestra un incremento constante de 29.17% en D1, entre cada instrumento sucesivo. Tienen una punta no cortante. Este instrumento es conocido como Profile serie 29. (17,48)

5.6 ALEACIÓN DE NIQUEL-TITANIO

El uso de este metal ha ido incrementando para la fabricación de instrumentos endodónticos, por su flexibilidad. Ahora los instrumentos de níquel titanio son fabricados para uso manual y para uso con motor. (39)

En 1963, William F. Buehler desarrolló una aleación de níquel-titanio en el laboratorio Naval en Silver Springs, MD y lo llamó Nitinol. En 1975 Civjan y col. sugirieron la fabricación de instrumentos endodónticos manuales y rotatorios con aleación de níquel titanio, ya que esta aleación mostró propiedades ideales para aplicación endodóntica, como una mayor flexibilidad y resistencia a la corrosión que el acero inoxidable. (14).

Walia y col. introdujeron las limas de níquel titanio manuales y demostraron que las limas de níquel titanio son tres veces más flexibles y resistentes a la fractura que las tradicionales de acero inoxidable. Numerosos

estudios indican que han mejorado a las limas de acero inoxidable en conductos curvos.(65,75)

Investigaciones del uso de instrumentos rotatorios de níquel titanio han mostrado que estos causan significativamente menos transportación manteniendo más centrado el conducto radicular, remueve menos dentina, y produce una preparación más redonda que los instrumentos de acero inoxidable o los de níquel titanio manuales.(20)

Los instrumentos de níquel titanio tanto manuales como rotatorios siguen el conducto radicular mejor que las limas manuales, y esto es significativo cuando la preparación apical va más allá de una lima # 30. (18)

5.7 TÉCNICAS DE INSTRUMENTACIÓN

MANUAL

- Step-Back y modificaciones
- Crown-Down
- Fuerzas Balanceadas

MECÁNICA (ROTATORIA)

- Canal Master "U"
- Profile
- LightSpeed
- RBS
- Quantec

5.8 VARIABLES EN INVESTIGACIÓN

Los parámetros que pueden ser controlados al trabajar en conductos simulados son: longitud del conducto, radio de curvatura, tamaño del conducto y el inicio de la porción curva del conducto. (58) Otra variable podrían ser el operador (humano o mecánico) considerando la destreza, fuerza y velocidad de éste.

Ha sido comprobado que los conductos simulados son un sustituto aceptable de los dientes naturales. Los bloques de resina eliminan las variables de dureza, curvaturas y tamaño del conducto, que existen en los dientes. (31)

Un factor importante en la desviación de los conductos al ser instrumentados puede ser la dureza de la dentina, Patterson reportó la dureza Knoop de la dentina entre 40 y 72. (55)

Una mayor transportación es creada en conductos de 40° que 20° y en aquellos donde la curvatura empieza a los 8mm que a 12mm del orificio. (61)

6. MATERIAL Y MÉTODOS

Para realizar este estudio se utilizó un nuevo modelo de trabajo, el cual consiste en conductos curvos simulados en 32 bloques de diente-resina, los cuales se distribuyeron en 4 grupos de 8 cubos cada uno. Los conductos tendrán una longitud de 19mm y una curvatura de 45 grados, según la técnica de Schneider.

Dichos bloques fueron fabricados con diente humano deshidratado y pulverizado y resina poliéster. El conducto fue simulado introduciendo una lima # 20 durante la polimerización de la resina. La dureza de dicho cubo es de 21.40 Vickers siendo de 20.08 la de un cubo comercial. (Microdurómetro Shimadru 100grs x 15 seg.)

Fabricación de los bloques:

- Recolección de dientes extraídos.
- Deshidratación de los dientes en un horno a 100°C durante 72 horas.
- Trituración de los dientes y eliminación del esmalte.
- Pulverización de los dientes utilizando un amalgamador.
- Preparación del molde (colocación de limas precurvadas a 45° y desmoldante)
- Preparación de la mezcla (resina, 20% de metil-monómero, 7% de catalizador y 1% de acelerador)

- Se vació al molde con vibración y se dejó polimerizar.
- Una vez polimerizado se desmoldó y se extrajo la lima precurvada.

Los bloques de diente-resina se cortaron con un disco de diamante de .15mm de grosor, en dos porciones: una longitudinal a 1.5mm de apical y otra perpendicular al conducto con un minicortador (Buehler) y microfotografiados (microscopio estereoscópico).

Se estableció la conductometría a 1mm del forámen de cada uno de los bloques y se instrumentaron con cuatro diferentes diseños de instrumentos, las cuales se asignarán al azar. Los conductos se instrumentaron según lo describe el fabricante. Las muestras se dividieron en 4 grupos:

GRUPO 1: 8 se instrumentaron manualmente con la técnica de Fuerzas Balanceadas con Flexofile

GRUPO 2: 8 se instrumentaron manualmente con la técnica de Fuerzas Balanceadas con NiTi-flex

GRUPO 3: 8 se instrumentaron mecánicamente con la técnica de LightSpeed

GRUPO 4: 8 se instrumentaron mecánicamente con la técnica de Profile GT

FUERZAS BALANCEADAS

Se utilizaron limas Flexofile de acero inoxidable (Mailleffer) y NiTi-Flex de níquel-titanio (Mailleffer). Los conductos se instrumentaron utilizando el concepto de "Fuerzas Balanceadas" descrito por el Dr. Roane, y col. (42) Los conductos se ensancharon hasta un no. 40 con Flexofile y 45 con Nitiflex a la longitud de trabajo. Se utilizaron instrumentos Gates Glidden no. 2 y 3 (8 y

10mm) para ensanchar el tercio cervical. A partir de la lima 40/45 se instrumentó 1mm menos de la longitud de trabajo, haciendo retroceso.

LIGHTSPEED

Después de establecer la longitud de trabajo con una lima no. 10 tipo K, el conducto se midió con un instrumento de LightSpeed para asegurar que no excediera un tamaño 25. Los instrumentos de níquel-titanio se utilizaron en una pieza de mano de 1/16 activada por un motor eléctrico (Rotary Master, Morita) a una velocidad constante de 1700 rpm avanzando y retrocediendo gentilmente (movimiento de picoteo) como recomienda el fabricante (72). Hasta un no.45 a la longitud de trabajo después 1mm menos por instrumento hasta llegar a la no. 80. Posteriormente se introdujo un instrumento no. 45 a la longitud de trabajo.

PROFILE .04 GT

Se instrumentarán de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Se utilizará un contrángulo de reducción 16/1 con un motor eléctrico (Rotary Master, Morita) con una velocidad constante de 300rpm. El último instrumento utilizado a la longitud de trabajo fue el no. 7 (equivale a la # 45)

Todos los conductos sin considerar la técnica de instrumentación se irrigaron con 2ml de 2.5% de hipoclorito de sodio después de cada instrumento utilizando una aguja # 28. La instrumentación se realizó por el mismo operador.

Después de la instrumentación los bloques se radiografiaron, las imágenes de postinstrumentación se superpusieron sobre las de preinstrumentación y se compararon. Posteriormente, se cortaron en sentido longitudinal a 1.5 mm de apical y perpendicularmente al conducto en el tercio medio para ser microfotografiados. Las microfotografías se digitalizaron y se estudiaron con un procesador de imágenes, con el fin de determinar:

- Transportación del conducto radicular, la cual se determinó midiendo la distancia del conducto al extremo inferior.
- Redondez del conducto, se determinó midiendo el área del orificio final.

Para estudiar el grado de curvatura pre y post-instrumentación de los conductos simulados se utilizó la superposición de las radiografías pre y post instrumentación. En estas se midió la curvatura del conducto utilizando la técnica de Shneider. (51)

7. RESULTADOS

De los 32 bloques de diente-resina que se incluyeron en el estudio 4 fueron eliminados, 2 por bloqueo y 2 por fractura de instrumentos.

Se encontró bloqueo de material en el grupo de Nitiflex y fractura de instrumentos en los grupos de Profile y Lightspeed

Después de instrumentar cada grupo con su respectiva técnica, se compararon las radiografías pre-instrumentación y post-instrumentación sobreponiendo una con otra, se hizo a doble ciego participando dos observadores.

Considerando que transportación es desvío del conducto original concluimos que únicamente existe transportación apical en el grupo I de Fuerzas Balanceadas con Flexofile, esto en un 50% de la muestra.

Para analizar cada grupo se hicieron los siguientes subgrupos:

GRUPO I (FUERZAS BALANCEADAS/FLEXOFILE)

1. Tercio apical pre-instrumentación del grupo I
2. Tercio medio pre-instrumentación del grupo I
3. Tercio apical post-instrumentación del grupo I
4. Tercio medio post-instrumentación del grupo I

GRUPO II (FUERZAS BALANCEADAS/NITIFLEX)

5. Tercio apical pre-instrumentación del grupo II
6. Tercio medio pre-instrumentación del grupo II
7. Tercio apical post-instrumentación del grupo II

8. Tercio medio post-instrumentación del grupo II

GRUPO III (PROFILE)

9. Tercio apical pre-instrumentación del grupo III

10. Tercio medio pre-instrumentación del grupo III

11. Tercio apical post-instrumentación del grupo III

12. Tercio medio post-instrumentación del grupo III

GRUPO IV (LIGHTSPEED)

13. Tercio apical pre-instrumentación del grupo VI

14. Tercio medio pre-instrumentación del grupo VI

15. Tercio apical post-instrumentación del grupo VI

16. Tercio medio post-instrumentación del grupo VI

Utilizando el análisis de ANOVA se determinó que no existe diferencia significativa entre los siguientes subgrupos.

1,5, 9 y 13 con una $f = 2.62$ y $p = 0.07$ no fue significativo

2,6,10 y 14 con una $f = 2.64$ y $p = 0.07$ no fue significativo

3,7,11 y 15 con una $f = 4.45$ y $p = 0.01$ fue significativo $p < 0.05$

4,8,12 y 16 con una $f = 6.4$ y $p = 0.002$ fue significativo $p < 0.005$

De estos primeros análisis se puede inferir que no hay diferencias significativas en las medidas de pre-instrumentación de los tercios medio y apical de cada uno los grupos, sin embargo, en las medidas de post-instrumentación tanto del tercio apical como del tercio medio si hay diferencia significativa y para determinar entre cuales grupos se encuentra tal diferencia

se analizaron los datos por la **prueba de "t"**, de los cuales solamente se señalan los que dieron un resultado significativo.

Al comparar los subgrupos 3 y 15 se obtuvo un valor de $t = 3.12$ esta diferencia fue significativa $p < 0.01$

Entre los subgrupos 11 y 15 el valor de la t fue de 2.40 y su significancia correspondió a una $p < 0.05$

Los valores de la t para los subgrupos 4 y 8, 4 y 12, y 4 y 16 resultaron significativos con $p < 0.005$

De acuerdo a estos resultados se puede inferir que a nivel apical el grupo 15 fue el que menos variaciones tuvo comparado con los demás, sin embargo, para las medidas de post-instrumentación del tercio medio los grupos II, III y IV fueron los que menos variaciones tuvieron a diferencia del grupo I el cual resultó diferente a todos los otros tres grupos significativamente diferente con una $p < 0.01$.

8. DISCUSIÓN

El objetivo principal de los procedimientos endodónticos es limpiar y dar forma a los conductos para recibir una obturación hermética tridimensional en todo el espacio del conducto.

Esta meta es difícil de alcanzar en conductos curvos por la presencia de calcificaciones, conductos irregulares y curvaturas en más de una dimensión. Es por ello que la preparación de los conductos curvos en piezas posteriores continúa siendo un enigma en la actualidad.

La alta incidencia de accidentes operatorios tales como: instrumentos fracturados, pérdida de la curvatura, transportación de conductos, formación de escalones, perforaciones, entre otros, se presentan en aquellas piezas dentarias que tiene raíces y conductos curvos.

Ahora bien, con la reciente introducción de instrumentos rotatorios de níquel titanio los fabricantes han desarrollado una gran variedad de diseños haciendo la instrumentación más efectiva y eficiente.

El propósito de este estudio fue comparar la efectividad de 4 tipos de instrumentos bajo condiciones estrictamente controladas. En particular la capacidad de probar los instrumentos usando las mismas características del conducto elimina las variables que se presentan en dientes reales. Durante el estudio, cada instrumento fue utilizado de manera idéntica. Incluso, el procedimiento de preparación fue estandarizado y el mismo para cada tipo de instrumento.

En el presente estudio se compararon dos instrumentos de uso manual, uno fabricado de acero inoxidable (*Flexofile*) y otro fabricado de níquel-titanio (*Nitiflex*) y por otro lado se compararon dos diseños mecánicos (*Profile* y *LightSpeed*). Los resultados de este estudio coinciden con lo descrito por Royal y Donnelly (45) en cuanto a que los instrumentos de níquel titanio modifican menos la curvatura original del conducto. Lo mismo determinaron Guilles y del Río (19).

Así mismo, otros estudio (6,16,17,18) concluyen que al comparar *Flexofile* con *Nitiflex*, *Flexofile* crea significativamente más transportación, perforaciones, escalones y mayor remoción de material, siendo *Nitiflex* más efectivo.

Por otro lado, la técnica de *LightSpeed* fue quien menos transportación apical mostró, resultados igualmente mencionados por Glosson y col. (20).

Profile sigue correctamente el conducto original, pero con preparaciones más pequeñas que las producidas con *LightSpeed* (61), sin embargo, son preparaciones con una buena forma tridimensional.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dentro de los límites de este estudio podemos concluir que:

- Las técnicas rotatorias *LighSpeed* y *Profile GT* no producen transportación a nivel del tercio apical.
- Las limas *Flexofile* bajo la técnica de Fuerzas Balanceadas si produjeron transportación apical.
- Las limas *Nitiflex* bajo la técnica de Fuerzas Balanceadas produjeron mínima transportación apical.
- Sin embargo, a nivel del tercio medio las limas *Flexofile* no produjeron transportación

Un dato que quisimos obtener y no nos fue posible, con éste método, fue la dirección de desviación en cada conducto, por lo que se sugiere considerarlo para próximas investigaciones.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. Ahmad, et al Ultrasonic debridement of root canals: A insight into the mechanisms involved *J Endodond* 1987;13,3:93-101.
2. Al-Omari MA, et al Comparision of six files to prepare simulated root canals.
 1. *Int Endod J* 1992;25,2:57-66
3. Al-Omari MA, et al Comparision of six files to prepare simulated root canals.
 2. *Int Endod J* 1992;25,2:67-81
4. Backman Ch.A., Oswald R.J. Pitt D.L.: A radiographic comparison of two root canal instrumentation techniques. *J Endodon* 1992;18,1:19-24.
5. Baumgartner, et al. Histomorphometric Comparison of Canals Prepared by Four Techniques. *J. Endodon* 1992;18,11:530-534
6. Bishop K, Dummer P.M. A comparison of stainless steel Flexofile and Niquel-Titanium Niti-flex file during the shaping of simulated canals. *Int Endodon J* 1997;30,1:25-34
7. Bou Dagher F.E., Yared G.M. Comparison of three files to prepare curved canals *J Endodon* 1995, 21,5:264-265.
8. Bramante C.M., Berbert A., Borges R.P. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endodon* 1987;13:243-45.
9. Briseño BM, Sonnabend E. The influence root canal instruments on root canal preparation: in vitro study. *Int Endod J* 1991;23:15-23.

10. Bryant S.T., Thompson S.A. al-Omari M.A., Dummer P.M. Shaping ability of rofile rotatory nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canal. Part 2. *Int Endod J* 1998;31:282-9
11. Cohen S., Burns R. Endodoncia. Los caminos de la pulpa. 5a. Edición. 1993. Editorial Médica Panamericana
12. Coleman Ch.L, Svec T.A. Rieger M.R. Suchina J.A. Wang M.M.: Analysis of Niquel-Titanium versus Stainless Steel instrumentation by means of direct digital imaging. *J Endodon* 1996;22,11:603-607.
13. Cimis G.M., Boyer T.J., Pellev G.B. Effect of three file types on the apical preparation of moderately curved canals. *J Endodon* 1988;14:441-4
14. Civjan S., Huget E.F., DeSimon L.B. Potencial applications of certain nickel-titanium alloys. *Jdent Res* 1975;54:89-96
15. Cunningham C. J. A scanning electron microscopic evaluation of root canal debridement with ultrasonic system. *Oral Surg* 1982;53:527-531
16. Dummer P.M., Al-Omari M.A., Bryant S. Comparision of the performance of four files with rounded tips during shaping of simulated root canals. *J Endodon* 1998;24,5:364-71.
17. Elliot L.M., Curtis R.V., Pitt Ford T.R. Cutting pattern of nickel- titanium files: using two preparation techniques. *Endodont & Dental Traumatol* 1998,14,1:10-5
18. Esposito P.T, Cunningham C.J. A comparison of canal preparations with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endodon* 1995;21:173-6

19. Gilles J.A., del Rio C.E. A comparison of the Canal Master endodontic instrument and K-type files for enlargement of curved root canals. *J. Endodon* 1990;16:561-65
20. Glosson, Haller et al.. A comparison of root canal preparations using NiTi hand, NiTiEngine-Driven and K-Flex endodontic instruments. *J Endodon* 1995;21,3:146-51
21. Harlan A.I., Nicholls J.I., Steiner J.C. A comparison of curved canal instrumentation using nickel-titanium or stainless steel files with balanced Force technique. *J Endodon* 1996;22,8:410-3
22. Hankis P.J., ElDeeb E. An evaluation of the Canal Master , Balanced Force. And Step-Back Techniques. *J Endodon* 1996;22,):123-130.
23. Kerekes K., Tronstad L. Morphometric observations on root canals of human anterior teeth. *J Endodon* 1977;3,1:24-9
24. Kerekes K., Tronstad L. Morphometric observations on root canals of human premolars. *J Endodon* 1977;3,2:74-9
25. Kerekes K., Tronstad L. Morphometric observations on root canals of human molars. *J Endodon* 1977;3,3:114-8
26. Langeland K., Liao K., Pascon E.A. Work saving devices in endodontics: efficacy of sonic and ultrasonic techniques. *J Endodon* 1985;11: 499-510.
27. LaTurno S.A., Zillich R.M. Straightline endodontic access to anterior teeth. *Oral Surg* 1985;59:418
28. Lentine F.N. A study of torsional and angular deflection of endodontic files and reamers. *J Endodon* 1979;5:181.

29. Leseberg D.A., Montgomery S. The effect of Canal Master, Flex-R and K-Flex instrumentation on root canal configuration. *J. Endodon* 1991;17:59-65
30. Lewinstein I., Hirshfeld Z., y et al. Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on the microhardness of human enamel and dentin. *J Endodon* 1994;20,2:61-63.
31. Lim K.C., Webber J. The validity of simulated root canals for the investigation of the prepared root canal shape *Int Endod J* 1985;18:240-6
32. Luiten, Morgan et al A comparison of four instrumentation on apical canal transportation *J Endodon* 1995,12:26-32
33. Mandel E., Machtou P. and Friedman S. Scanning Electron Microscope Observation of Canal Cleanliness *J.Endodon* 1990;16,6:279-83.
34. Martin G., Blaskovic- Subat V. Preparation of simulated root canals using Macfile, Canal Master U and K- Flexofile. *Int Endodon J.* 1997;30,3:160-6
35. Martin H, Cunningham W. Endodontics- the ultrasonic synergistic system of endodontics. *Endod Dent Traumatol* 1985;1:201-6.
36. Morgan L.F., Montgomery S. An evaluation of Crown-down pressureless technique. *J Endodon* 1984;10,10:491-498.
37. Powell S.E., Simon J.H., Maze B.B. A comparison or the effect of modified and nonmodified instrument tips on apical canal configuration *J Endodon* 1986;12,7:293-300.
38. Pertot W.J., Camps J. Damiani M.G. Transportation of curved canals prepared with Canal Master "U", Canal Master "U" NiTi and stainless steel K type file. *Oral Surgery, Oral Medicine and Pathology* 1995,79:504-9.

39. Peters, O.A. and Barbakow F. Effects of irrigation on debris and smear layer on canal walls prepared by two rotatory techniques: A scanning electron microscopic study. *J Endodon* 2000;26,1:6-10
40. Pontenier I., Lutz F., Barbakow F. Preparation of the apical part of the root canal by the Light Speed and step back techniques. *Int Endod J* 1998;31:103-11
41. Reynolds M.C., Madison S., Walton R.E. An in vitro histological comparison of the step back, sonic and ultrasonic instrumentation technique in small curved canals. *J Endodon* 1987;15:307-314.
42. Roane J.B., Sabala C.L. Duncanson Jr M.G. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. *J Endodon* 1985;11:203-11
43. Roig-Cayón M., Basilio-Mone J, Abos RH, et al: A comparison of molar root canal preparations using six instruments and instrumentation techniques. *J Endodon* 1997;23,6:383-386.
44. Roig-Cayón, M. Brau-Aguade, Canalda Sahli & Moreno-Aguado. A comparison of molar root canal preparations using Flexofile, Canal Master U and Heliapical Instruments. *J Endodon* 1994;20:495-99
45. Royal J.R., et al A comparison of maintenance of canal curvature using balanced-force instrumentation with three different file type. *J Endodon* 1995;21,6:300-304
46. Sabala C.L., Roane J.B., Southard L.Z. Instrumentation of curved canals using a modified tip instrument: a comparison study. *J Endodon* 1988;14:59-64

47. Schäfer E., Zapke K. A comparative Scanning Electron Microscopic investigation of the efficacy of manual and automated instrumentation of root canals. *J Endodon* 2000;26,11:660-64.
48. Schilder H. Revolutionary new concept in endodontic instruments sizing. *J Endodon* 1993;7:166-72
49. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974,18:269
50. Schilder H. Set of endodontic instruments. International Patent Number WO 90/13267, May2, 1990
51. Schneider W.S. A comparison of root canal preparations in straight and curved root canals *Oral Surg.* 1971;32:271-5
52. Sepic A.O., Pantera E.A., Neaverth E.J., Anderson R.W. A comparison of Flex-R files and K Type files for enlargement of severely curved molar root canals. *J Endodon* 1989;15,6:240-245.
53. Shankar P. Parameswaran A., Lakshminarayanan L. Apical third instrumentation of curved canals with K-type and Canal Master instruments. *J Endodon* 1993;19:224-7.
54. Short J.A., Morgan L.A., Baumgartner J.C. A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. *J Endodon* 1997;23,8:503-507.
55. Southard D.W. Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique. *J Endodon* 1987;13,10:479-489

56. Siquiera J.F., Araujo M.C., García P.F., Frage R.C., Dantas C.J. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endodon* 1997;23,8:499-502.
57. Siquiera J.F., Lima K.C., Magalhães. Mechanical reduction of bacterial population the root canal by three instrumentation techniques. *J Endodon* 1999;25,5:332-35.
58. Svec T.A., Powers J.M. A method to assess rotary nickel-titanium files. *J Endodon* 2000;26,9:517-18
59. Tauber R., Morse D.R. A magnifying lens comparative evaluation of conventional and ultrasonically energized filing. *J Endodon* 1983;9: 269-74
60. Thompson S.A., Dummer P.M. Shaping ability of Profile .04 taper serie 29 níquel titanium instruments. Part 1. *Int Endod J* 1997;30:1-7.
61. Thompson S.A., Dummer P.M. Shaping ability of Profile .04 taper serie 29 níquel titanium instruments. Part 2. *Int Endod J* 1997;30,1:8-15.
62. Thompson S.A., Dummer P.M. Shaping ability of Light Speed rotatory nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. *J Endodon* 1997;23,11:698-702
63. Turek T., Langeland K. A light microscopic study of the efficacy of the telescopic and the Giromatic preparation of root canals. *J Endodon* 1982;8: 437-43
64. Vasseý R.A. The effect of filing versus reaming on the shape of prepared root canal. . *O Surg, O Pathol, O Med* 1969

65. Walia H., Brantley W.A., Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endodon* 1988;14:346-51.
66. Walton R.E. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *J Endodon* 1976; 2:304-311.
67. Walton R.E., Torabinejad M. Principles and practice of endodontics. Philadelphia:WB Saunders, 1989:208-10
68. Walton R.E., Torabinejad M. Principles and practice of endodontics. Philadelphia:WB Saunders, 1989:174
69. Walton R.E., Torabinejad M. Endodoncia principios y práctica. 2ª. Edición 1997. McGraw-Hill Interamericana.
70. Weine F.S. Endodontic therapy. 4th edition 1989. St.Louis: Mosby, 277-8, 303, 320.
71. Wildey W.L., Senia S. A new root canal instrument and instrumentation technique : A preliminary report. *O Surg, O Med, & O Pathol.* 1989;67:198-207
72. Wildey W.L., Senia S., Montgomery S.: Another look at root canal instrumentation. *O Surg, O Med & O Pathol.* 1992;74,4:499-507.
73. Wu M.K. and Wesselink P.R. Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root canals. *O Surg, O Pathol, O Med.* 1995;19,4:492-496
74. Zmener, et al. Effectiveness of different endodontic files for preparing curved root canals; scanning electron microscopic study. *Endod Dent Traumatol* 1992;8,3:99-103.

75.Zmener O, Balbachan L. Effectiveness of nickel-titanium files for preparing curved root canals. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:121-3

76.Zuolo M.I., et al. Histologic evaluation of three endodontic instrument/preparation techniques. *Endod Dent Traumatol* 1992;8,3:125-129

15.21

10

15.87

10

ANEXOS

1823
1824
1825
1826

ANEXOS



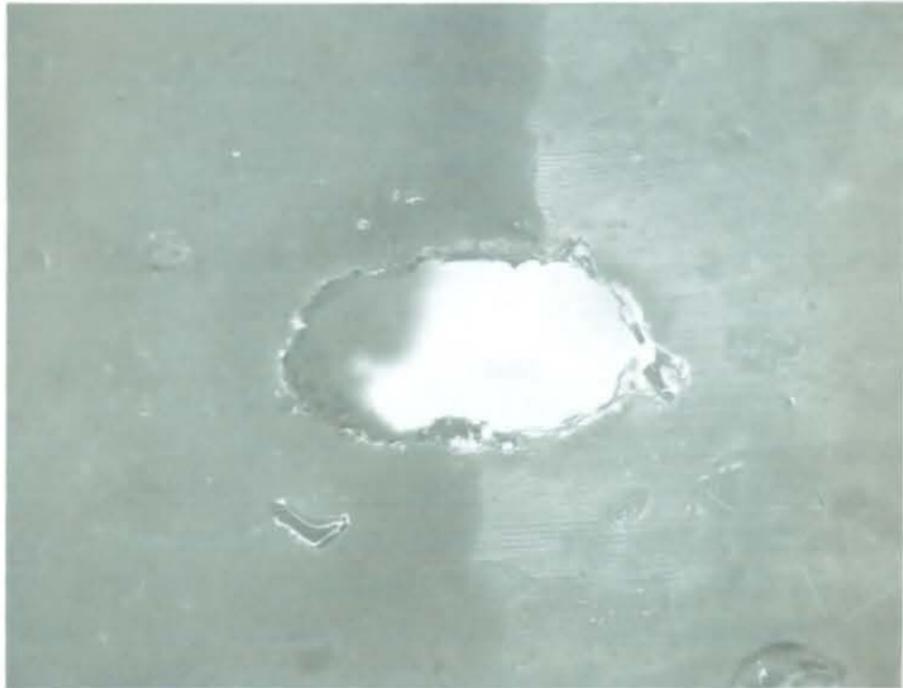
A) Microfotografía a nivel del tercio medio de un cubo instrumentado con la técnica Flexofile (Grupo I) a 4X



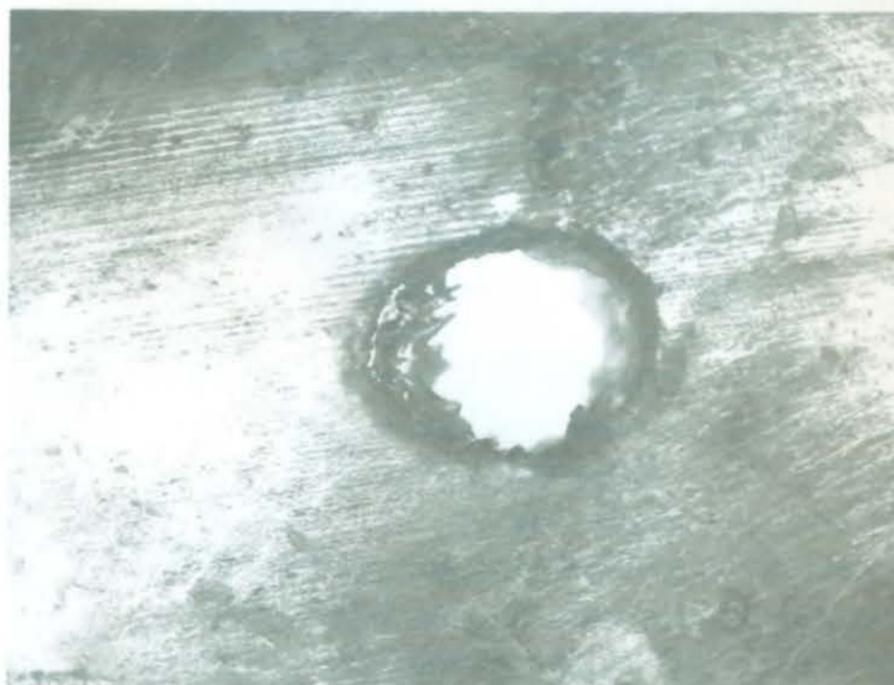
B) Microfotografía a nivel del tercio apical de un cubo instrumentado con la técnica Flexofile (Grupo I) a 4X



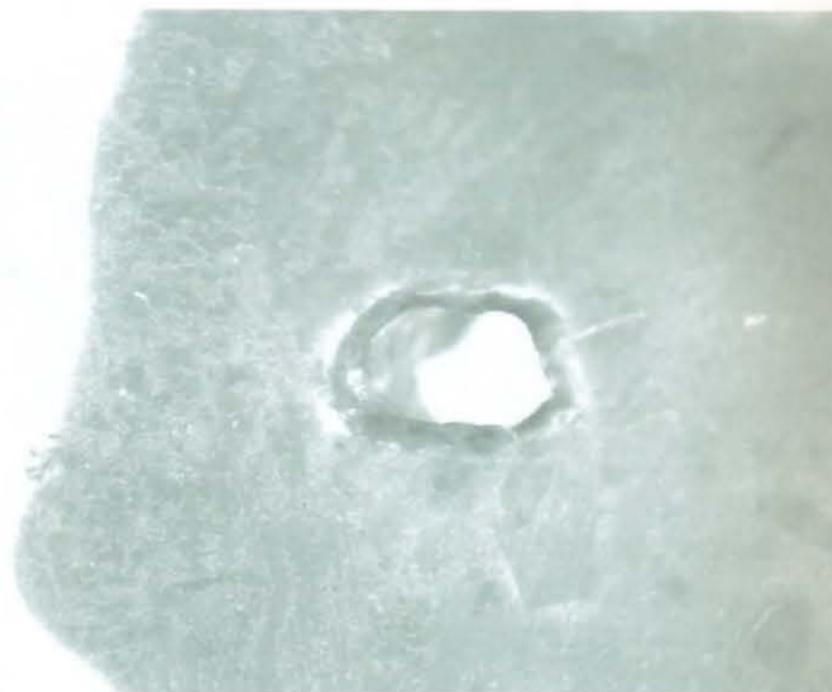
C) Microfotografía a nivel del tercio medio de un cubo instrumentado con la técnica Niti-Flex (Grupo 2) a 4X



D) Microfotografía a nivel del tercio apical de un cubo instrumentado con la técnica Niti-Flex (Grupo 2) a 4X



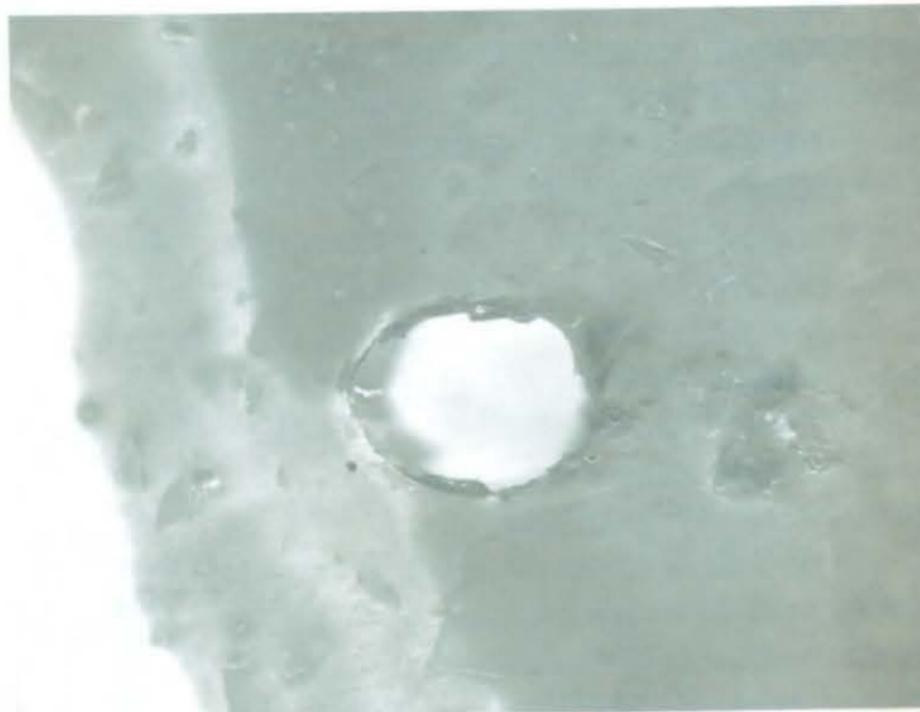
E) Microfotografía a nivel del tercio medio de un cubo instrumentado con la técnica Profile (Grupo 3) a 4X



F) Microfotografía a nivel del tercio apical de un cubo instrumentado con la técnica Profile (Grupo 3) a 4X



G) Microfotografía a nivel del tercio medio de un cubo instrumentado con la técnica LightSpeed (Grupo 4) a 4X



H) Microfotografía a nivel del tercio apical de un cubo instrumentado con la técnica LightSpeed (Grupo 4) a 4X

GRUPO 1

	PRE-INSTRUMENTACIÓN		POST-INSTRUMENTACIÓN	
	APICAL	CURVA	APICAL	CURVA
1/1	25	39	22	38
2/1	25	39	23	39
3/1	25	39	24	40
4/1	24	39	24	39
5/1	28	42	27.5	41
6/1	28	42	28	42
7/1	26	41	26	42
8/1	26	42	25.5	42

GRUPO 2

	PRE-INSTRUMENTACIÓN		POST-INSTRUMENTACIÓN	
	APICAL	CURVA	APICAL	CURVA
1/2	27	42	27	41
2/2	29	43	29	43
3/2	--	--	--	--
4/2	--	--	--	--
5/2	28	43	27	42
6/2	27	41	26.5	41
7/2	26	40	26	40
8/2	28	42	27	42

GRUPO 3

	PRE-INSTRUMENTACIÓN		POST-INSTRUMENTACIÓN	
	APICAL	CURVA	APICAL	CURVA
1/3	26	41	26	42
2/3	26	40	26	40.5
3/3	26	41	26	40
4/3	27.5	41	27	40.5
5/3	--	--	--	--
6/3	27	41.5	27	41
7/3	27	41	27	41
8/3	26	41	26	41

GRUPO 4

	PRE-INSTRUMENTACIÓN		POST-INSTRUMENTACIÓN	
	APICAL	CURVA	APICAL	CURVA
1/4	23.5	38	23.5	39.5
2/4	28	41	28	42
3/4	27.5	41	27.5	41
4/4	29	43	29	44
5/4	28	42	28	42.5
6/4	--	--	--	--
7/4	27	42	27	42
8/4	27	42	27	42

GRUPO 1

PRE-INSTRUMENTACIÓN		POST-INSTRUMENTACIÓN
1/1	52 grados	59
2/1	55	60
3/1	55	62
4/1	55	58
5/1	55	59
6/1	58	62
7/1	62	64
8/1	60	63

GRUPO 2

PRE-INSTRUMENTACIÓN		POST-INSTRUMENTACIÓN
1/2	55	59
2/2	52	53
3/2	--	--
4/2	--	--
5/2	58	60
6/2	52	52
7/2	55	55
8/2	55	55

GRUPO 3

PRE-INSTRUMENTACIÓN		POST-INSTRUMENTACIÓN
1/3	54	54
2/3	50	50
3/3	50	50
4/3	55	55
5/3	--	--
6/3	55	55
7/3	60	60
8/3	60	60

GRUPO 4

PRE-INSTRUMENTACIÓN		POST-INSTRUMENTACIÓN
1/4	55	55
2/4	44	45
3/4	50	52
4/4	56	56
5/4	58	58
6/4	--	--
7/4	55	55
8/4	60	60

FORMA FINAL DEL CONDUCTO

R-tercio apical N-tercio medio

La medida es del área en mm^2

GRUPO I

	TERCIO MEDIO	TERCIO APICAL
1/1	0.3635	0.2083
2/1	0.3293	0.3142
3/1	0.3888	0.2373
4/1	0.3345	0.2512
5/1	0.2895	0.3766
6/1	0.2427	0.2103
7/1	0.2470	0.2546
8/1	0.2850	0.1829

GRUPO II

	TERCIO MEDIO	TERCIO APICAL
1/2	0.4062	0.3189
2/2	0.4016	0.3194
3/2	0.4708	0.3122
4/2	-----	-----
5/2	0.4445	0.3524
6/2	0.4752	0.2914
7/2	0.3588	0.2540
8/2	0.4089	0.2132

GRUPO III

	TERCIO MEDIO	TERCIO APICAL
1/3	0.3026	0.2759
2/3	0.3576	0.1190
3/3	0.3642	0.2751
4/3	0.2652	0.2455
5/3	-----	-----
6/3	0.1416	0.1116
7/3	0.3082	0.2074
8/3	0.3203	0.3099

GRUPO VI

	TERCIO MEDIO	TERCIO APICAL
1/4	0.2824	0.2564
2/4	0.3149	0.2291
3/4	0.2893	0.1892
4/4	0.3074	0.2246
5/4	0.3242	0.2260
6/4	-----	-----
7/4	0.3401	0.2428
8/4	0.2846	0.2552