

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION



Desarrollo  
Bibliotecario

**DETERMINACIÓN DEL CENTRADO DE LA INSTRUMENTACIÓN EN  
CONDUCTOS RADICULARES CON DOS SISTEMAS ROTATORIOS  
Y UNA TÉCNICA MANUAL**

**T E S I S**

Que para obtener el grado de

**MAESTRO EN ODONTOLOGÍA**

Presenta

**JORGE PAREDES VIEYRA**

Tutor

M. C. Miguel Alberto Zamudio Gómez

Tepic, Nayarit, Septiembre del 2001



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

## FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

Tepic, Nayarit, 18 de septiembre de 2004

**C. Jorge Paredes Vieyra**  
Candidato a Maestro en Odontología  
Presente.

En virtud de que hemos recibido la notificación de los sinodales asignados por esta comisión de que su trabajo de tesis de maestría titulado "Determinación del centrado de la instrumentación en conductos radiculares con dos sistemas rotatorios y una técnica manual" bajo la tutoría de el M.C. Miguel Alberto Zamudio Gómez, ha sido revisada y se han hecho las sugerencias y recomendaciones pertinentes, le extendemos la autorización de impresión, para que una vez concluidos los trámites administrativos necesarios le sea asignada la fecha y hora de la réplica oral.

**ATENTAMENTE**  
**"POR LO NUESTRO A LO UNIVERSAL"**  
La Comisión Asesora Interna de la División de Estudios  
de Posgrado e Investigación.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE NAYARIT

M.O. Narda Yadira Aguilar Orozco

M.O. Alma Rosa Rojas García



M.S.P. Saúl H. Aguilar Orozco

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA, Julio César Rodríguez Arámbula  
COORD. DE LA DIV. DE  
ESTUDIOS DE POSGRADO

El presente trabajo de investigación fue realizado gracias al convenio entre la  
Universidades:

Universidad Autónoma de Nayarit  
Facultad de Odontología

y la Universidad Autónoma de Baja California  
Facultad de Odontología Tijuana

## Agradecimientos

*A dios, por abrir mi entendimiento*

*A mi madre por su amor eterno*

## Índice

Capítulo	Página
I. Resumen	01
II. Introducción	03
2.1 Planteamiento del problema	06
2.2 Justificación	10
2.3 Hipótesis, objetivos, criterios y variables	14
2.4 Marco Teórico	17
III. Materiales y métodos	61
IV. Resultados	68
V. Discusión	72
VI. Conclusiones	77
VII. Referencias bibliográficas	82
VIII. Anexos	86

## Capítulo I

### Resumen

El propósito del presente estudio fué determinar si el sistema Light Speed comparado con la técnica de Fuerzas Balanceadas y el sistema Profile, es un método rotatorio confiable que permita limpiar y ensanchar al sistema de conductos radiculares curvos igual o mejor que las técnicas o métodos manuales de instrumentación.

Se utilizaron dientes permanentes naturales en donde se midió por medio de microscopia estereoscópica el centrado y limpieza de la instrumentación que se logra con con el sistema Light Speed, Profile y la Técnica de Fuerzas Balanceadas.

Todos los dientes empleados en el estudio, fueron seccionados transversalmente cada 2mm - 3mm y vueltos a unir prensándolos, de tal manera que ya unidos se pudiera analizar el espacio del conducto antes de ser instrumentado bajo los tres métodos de limpieza y ensanchado.

Esta maniobra permitió obtener secciones del diente en los tres tercios radiculares del diente, de tal manera que por cada tercio se tomó un fragmento del diente para identificar la condición previa y posterior a la instrumentación.

El análisis estadístico de los resultados experimentales se hizo aplicando la prueba de (Cocran, 1950) para número de éxitos y fracasos, con un nivel de significancia de .001

El resultado del análisis estadístico demostró que no existen diferencias significativas entre los tres grupos estudiados, Fuerzas Balanceadas, Light Speed y Profile respectivamente

## Capítulo II

### Introducción

El tratamiento de conductos radiculares, es una alternativa que se le ofrece al paciente cuando el tejido pulpar del diente afectado está inflamado, ha perdido su vitalidad o se encuentra expuesto a los fluidos bucales, con la finalidad de preservarlo funcionalmente.

El tratamiento en conductos rectos no representa problema alguno para el clínico, sin embargo, ejecutarlo en conductos curvos, requiere de habilidad, destreza, entrenamiento.

El diagnóstico del diente a intervenir es imperativo para poder continuar con las maniobras operatorias dentro del conducto, pues si el clínico desconoce lo que retira, con qué lo realiza y los medios que facilitan este tipo de maniobras, es de esperarse una disminución de la probabilidad de éxito.

Pero no sólo es importante saber lo que se esté retirando del sistema de conductos, sino también lo que pudiera dejarse dentro de ellos. El dejar restos de material vital o necrótico provocará al paciente una respuesta inflamatoria dolorosa a corto plazo.

Esta situación clínica pudiera presentarse durante la limpieza y ensanchado, y está asociada con el material que se desplaza más allá del foramen apical.



Así por ejemplo, si se toma un diente de extracción reciente y previamente desinfectado, se realiza el acceso, e introduce las limas para efectuar las maniobras antes descritas siempre se proyectará material producto del tallado de la dentina. Esto es visible por el operador en condiciones *in Vitro*.

Tal problema puede ocurrir en una situación preclínica y si el material fuese necrótico, es casi seguro que se presenten agudizaciones en el paciente<sup>1</sup>.

La limpieza invertida es una maniobra clínica útil para disminuir la cantidad de tejido necrótico contenido en los conductos radiculares reduciendo el índice de agudizaciones.

Limpiar y ensanchar un conducto con contenido vital requiere de un manejo clínico diferente de aquel con restos pulparec necróticos y microorganismos, es decir, todo el complejo que constituye la flora endodonto bacteriana.

Desde 1956, Strindberg tomaba como referencia el ápice radiográfico, como un valor constante de medición, que ha sido adoptado como estándar en la mayoría de las publicaciones desde esa época a la fecha.

Tan relevante es el punto crítico de referencia para dirigir las maniobras de la instrumentación y obturación, que investigadores como (Cunningham,1992), (Marsicovetere, 1996) y (Barbakow, 1997), han estudiado cuales pueden ser los

---

<sup>1</sup> Comunicación personal. Dr. E. Steve Serin, Conferencia a posgrado-UIABC Toluca 1999

materiales biotolerables o los tóxicos, una vez colocados intraconducto a diferentes niveles.<sup>2</sup>

En ocasiones, el éxito no radica sólo en la ubicación de la longitud de trabajo, sino que, es toda una serie de factores contemplados desde el diagnóstico hasta la obturación. Cada uno de ellos presenta sus variantes, por lo que se debe identificar y reconocer la importancia que guardan los elementos anatómicos e histológicos del ápice, tal y como lo postuló Langeland desde 1957, quien consideraba que el forámen puede abrirse en un punto muy diferente al vértice radicular, o bien adoptar una curva en forma de "u" antes de terminar en la superficie.

---

<sup>2</sup> Comunicación personal de James Simon, Pública conferencia dictada a posgrado UABC Tijuana, Dic. 2000

## 2.1 Planteamiento del problema

El manejo de conductos curvos siempre ha sido un reto para el odontólogo, aún para el más experimentado. Es necesario realizar estudios que demuestren que Light Speed es capaz de ensanchar mejor los conductos curvos, sin transportaciones y en menor tiempo que otras técnicas, manuales o rotatorias como Fuerzas Balanceadas e Instrumentación Seriada.

Existen básicamente tres tipos de problema que pueden provocar desviaciones a partir de la curva original del conducto radicular, tales como:

- **Perforación:** Es la incidencia más drástica, resulta cuando se utiliza una lima muy gruesa, perforando la superficie de la raíz en otro punto que no sea el foramen apical anatómico.
- **Escalón:** Es la formación de un nuevo canal tangente al original que no ha perforado la raíz. Su causa es la misma que la de la perforación, y normalmente resulta en una longitud de trabajo menor, debido a que el escalón es creado a breve distancia de la longitud de trabajo.
- **Zip:** Es el agrandamiento continuo del área a nivel apical, que provoca problemas durante la obturación.

El conocimiento de ellos compromete y obliga a evitarlos. El clínico se enfrenta a diario con un complejo de curvaturas dentro del sistema de conductos, lo que le conduce a buscar medidas aplicadas en su técnica de instrumentación, a limpiar, ensanchar y/o modelar al sistema de conductos respetando la configuración original que guarda éste en el espacio.

Es importante mantener la configuración original del conducto, sin embargo, estudios similares realizados *in vitro* e *in vivo* han indicado que cada vez que se introduce una lima en un conducto curvo, se puede alterar ligeramente la forma original del mismo. El cambio producido por cada una de las limas, es muy leve, pero el cambio neto total puede ser drástico.

El problema más comúnmente encontrado durante el ensanchado de conductos curvos, es la formación de escalones, aunado a la acumulación de limalla o fodo dentinario en el tercio apical. Esto es acentuado en conductos finamente curvos, sin importar el tipo de irrigante que se utilice, el liquido no puede limpiar los restos de material vital o necrótico de los conductos de tamaños pequeño equivalentes a una lima calibre 10 o 20. (Mullaney, 1979).

Los cambios en la morfología interna son mucho más rápidos y perjudiciales en los conductos curvos, y pueden conducir al fracaso: transportación del conducto.

La forma del conducto más apropiado para obturar con gutapercha y sellador es aquel con taper o conicidad continua y con el menor diámetro en el ápice y el mayor en la entrada del conducto radicular. (Thompson, 1997).

Instrumentar un conducto curvo es un gran problema para el clínico, ya que genera fuerzas que hacen que un instrumento sea presionado más agresivamente en la pared externa de la porción apical y disminuir su eficacia de corte en las paredes internas del conducto. Fuerzas desequilibradas como estas puede resultar en transportación, escalones y perforación apical. (Hudson, 1992).

Para prevenir problemas durante la limpieza y ensanchado en este tipo de conductos, la naturaleza tridimensional del conducto debe ser visualizada con especial atención y precaución a las múltiples concavidades a lo largo de la superficie externa de la raíz.

La falla en el reconocimiento de esto puede llevar a una transportación o fracaso en la porción apical del conducto de la superficie interna de cada curvatura. (Gutmann, 1997).

Las diferentes curvaturas radiculares han propiciado la creación de nuevos métodos para limpiar y ensanchar al sistema de conductos radiculares. El clínico hábil escogerá aquella que le permita negociar tales curvaturas.

Una curvatura radicular de más de 38 grados, es considerada en la literatura endodóntica como severa. (Royal, 1995) En términos clínicos se cataloga difícil su manejo.

Algunos de los factores que complican el manejo clínico de la curvatura o angulación radicular son: la forma, el tamaño y la presencia/ausencia de lesión periapical.

Los conductos radiculares atrésicos y curvos están representados principalmente por los conductos vestibulares de los molares superiores y los mesiales de los molares inferiores. (Leonardo, 1994).

El incisivo lateral superior según Ingle es el segundo diente que presenta mayor índice de falla en boca, quizá porque está curvo aún cuando radiográficamente aparenta estar recto. Esto resulta en una desviación apical de la curvatura original causando sobreinstrumentación, al igual que usar una lima muy gruesa para el ensanchamiento apical. (Mullaney, 1979).

El problema que enfrenta el clínico se incrementa cuando existen conductos muy diferentes a lo que es usual en la práctica endodóntica convencional, y para ello debe estar preparado con la técnica e instrumental adecuado.

Schrades en 1998, evaluó al sistema Light Speed en cubos de plástico, cubos de resina y otros artificiales con cierto grado de curvatura comparándolo con técnicas rotatorias y en condiciones ideales. En este estudio se evaluó al Sistema Light Speed en dientes permanentes, naturales y de extracción reciente.

## 2.2 Justificación

El tratamiento de conductos fundamenta su eficacia en la limpieza, ensanchado y modelado del sistema de conductos radiculares. La obturación, es subsecuente a ésta maniobra operatoria. (Leonardo, 1994).

Una deficiente limpieza del sistema de conductos radiculares deja restos de material orgánico e inorgánico, vital o necrótico dentro de éstos.

El inadecuado ensanchado del tercio apical y cuerpo del sistema de conductos, no permite la obturación tridimensional y limita al operador a utilizar un material de obturación de menor calibre, con lo que se sacrifica la calidad del sellado apical.

La preparación manual del sistema de conductos fue, hasta la década de los años noventas, una maniobra sobresaliente y confiable, además de ser relativamente rápida.

En la actualidad los nuevos sistemas con tecnología y metalurgia diferente permiten al clínico negociar curvaturas en cualquier parte del sistema de conductos radiculares.

La mayoría de las veces es aplicado el término nuevo o revolucionario, al material o técnica propuesta por el fabricante y que, con frecuencia, dista mucho de acercarse a los parámetros que, científica y clínicamente, han sido establecidos por autores a través de publicaciones serias.

Pero no basta tan sólo con abrir el diente y remover el tejido flojo, laxo, sangrante o coagulado, sino que se debe de realizar este procedimiento con la mayor cautela posible trazando cada paso a seguir, previendo el efecto que a futuro pudiera tener la maniobra clínica realizada, en una palabra, poseer dominio y conocimiento de causa.

Dentro de las maniobras de limpieza y ensanchado, es más importante lo que se retira del conducto que la mayoría de medicamentos propuestos para reducir la carga bacteriana cuando ésta se encuentra presente, ya que se ha comprobado que solo dañan en cierto grado al muñón periapical.

Si se toma en cuenta lo anterior, dejar restos de tejido en conductos curvos traería como consecuencia problemas de salud que iniciarían en la boca, que según su magnitud, pudiesen alterar el estado bio psico social del individuo que se somete a un tratamiento de conductos, con tal tipo de curvatura.

Se debe tomar en cuenta que las maniobras de limpieza y ensanchado no deben estar confinadas a provocar agresión hacia los tejidos periapicales, situación que ocurre por un deficiente manejo de los instrumentos y en la fuerza empleada durante el tallado de la dentina, por lo que la solución anestésica debe brindar un tiempo de analgesia óptimo y sin comprometer la homeostasia del paciente.

El muñón pulpar, muñón periapical o coto pulpar, son una sola entidad histológica en donde radica el potencial para que las maniobras clínicas del operador confinadas estrictamente al conducto dentinario faciliten el proceso fisiológico de reparación perirradicular.



## Consideraciones previas al tratamiento de conductos

Es necesario que el clínico cuente con una radiografía preoperatoria del caso a tratar. Que emita un diagnóstico, y dicte un plan de tratamiento a seguir. La preparación del sistema de conductos es una fase del tratamiento que requiere la habilidad, destreza y deseo del operador. Es en esta etapa en donde los instrumentos rotatorios adquieren gran importancia.

Toda maniobra que se realice en boca del paciente llevará implícito el seguimiento de la cadena aséptica. (Leonardo, 1994).

Se recomienda que en donde existan restauraciones protésicas, primero se realice la cavidad de acceso tomando en cuenta la dirección que guarda el eje longitudinal del diente con los arcos dentarios, para que posteriormente sea colocado el dique de goma.

La limpieza corono apical del conducto radicular, es una maniobra clínica útil para disminuir la cantidad de tejido necrótico contenido en los conductos radiculares reduciendo el índice de agudizaciones.

Se considera que una herida cicatriza mejor y con menos variables en su contra cuando ésta es lo más pequeña posible, lo que obliga a dirigir éste corte del tejido a nivel de la constricción apical, siempre y cuando se ubique la distancia a la que se encuentra y los factores que influyen en sentirla y corroborarla con la radiografía o cualquier otro dispositivo a base de resistencia eléctrica, impedancia o frecuencia.

Por el contrario, si ya está instalada una lesión periapical o el tejido contenido en el conducto radicular es necrótico, lo menos que se pueda irritar al tejido ya dañado será lo más conveniente para la cicatrización.

Relevantes son los aspectos antes descritos, cuando se va a tratar dientes con curvaturas radiculares de 38 grados o más.

Es un reto para el clínico, negociar curvaturas radiculares, con la graduación antes descrita, es contraproducente para el paciente que se somete a un tratamiento de conductos, finalizar su tratamiento en la extracción del diente afectado.

## 2.3 Hipótesis, objetivos, criterios y variables del estudio

### Hipótesis (Hi)

Los instrumentos Light Speed, mantienen el centrado de la instrumentación en tercio apical de conductos radiculares curvos, en comparación con los otros instrumentos manuales y rotatorios.

### Hipótesis Nula (Ho)

No existe diferencia entre los instrumentos manuales, rotatorios y los del tipo Light Speed en el mantenimiento del centrado de la instrumentación en el tercio apical de conductos curvos.

$$\mu_1 = \mu_2$$

$\mu_1$  = Limas Flex R y Sistema Profile

$\mu_2$  = Light Speed

### Criterios de Inclusión

- Dientes permanentes unirradiculares completamente formados con curvatura gradual entre veinte y treinta y ocho grados y de extracción reciente
- Dientes sin patología periapical
- Dientes sin resorción interna y/o externa
- Dientes con conductos permeables

## Criterios de exclusión

- Dientes con patología periapical
- Dientes con resorción interna y/o externa
- Dientes con conductos calcificados
- Dientes con curvatura mayor de 38 grados

## Criterios de eliminación

- Dientes en los que durante el estudio se separen instrumentos dentro de ellos

## Variables del estudio

- Centrado de la instrumentación
- Longitud de trabajo
- Grado de curvatura

## Objetivos

### a) General

Comparar por medio de microscopía estereoscópica el centrado de la instrumentación con el Sistema Light Speed, limas Flex - R y rotatorios tipo Profile en conductos curvos de 20 a 38 grados.

b) Especifico

- Determinar bajo cortes transversales del conducto radicular el centrado de la instrumentación con el sistema *Light Speed*, limas *Flex - R* y tipo *Profile*.

### **Marco teórico conceptual**

Remover tejido, bacterias y restos de dentina es una maniobra dentro del tratamiento de conductos que culmina con en el sellado tridimensional del conducto.

La conformación que se dé al sistema de conductos, durante la fase de limpieza y ensanchado, será en función del material de obturación.

Para reducir los procedimientos erróneos y manejar eficazmente los conductos curvos, se han enfocado a varias modificaciones en las técnicas de instrumentación y el diseño y flexibilidad de los instrumentos. (Tharuni, 1996).

Es importante que el clínico tome en consideración el metal con el que va a cortar la dentina, el material del que está fabricado, su diseño, el agente irrigante que será utilizado así como la fuerza que se empleará ante conductos curvos o aparentemente estrechos. (Barbakow, 1997).

Se considera que la eliminación de las aberraciones morfológicas, y la completa debridación del tejido es importante para satisfacer la preparación del conducto radicular. ( Abou-Rass, 1982).

Se puede observar que un tratamiento de conductos varía de diente a diente así como entre individuos, existiendo además otro factor: la raza.

El problema que enfrenta el clínico se incrementa cuando existen conductos muy diferentes a lo que es usual en la práctica endodóntica convencional, y para ello debe estar preparado con la técnica e instrumental adecuado.

Los conductos con doble curvatura usualmente son identificados radiográficamente si se encuentran en dirección mesiodistal, si se orientan en dirección bucolingual, pueden ser identificados con múltiples radiografías anguladas, bajo algunos métodos radiográficos para separarlos y así distinguirlos, o cuando la lima inicial es removida del conducto y simula múltiples curvas.

Para prevenir problemas durante la limpieza y ensanchado en este tipo de conductos, la naturaleza tridimensional del conducto debe ser visualizada con especial atención y precaución a las múltiples concavidades a lo largo de la superficie externa de la raíz.

Si los signos y síntomas del paciente conducen a llevar a cabo un tratamiento de conductos éste se deberá realizar con los requisitos que exige.

Como clínicos responsables se deberá tomar en cuenta lo siguiente<sup>2</sup>:

- Remoción de todo material vital o necrótico que se encuentre dentro del sistema de conductos .
- Promover la salud periapical o perpetuar su homeostasia
- Respeto irrestricto al conducto cementario
- Mantener la forma y posición original del forámen apical

---

<sup>2</sup> Parámetros propuestos por la American Association of Endodontics. Philadelphia 1995

- Limpieza, ensanchado y modelado del sistema de conductos necesaria para recibir al material de obturación .
- Dominio de la Técnica o Método para la limpieza, ensanchado y modelado del sistema de conductos .
- Dominio de la Técnica o Método para el sellado tridimensional del sistema de conductos.

Cuando el odontólogo ha decidido realizar un tratamiento de conductos, lo hace fundamentando su juicio clínico en los hallazgos durante las maniobras de diagnóstico del tejido pulpar.

La terminología técnica empleada para ubicar adecuadamente el sitio y la maniobra clínica del operador sugerida es la siguiente. (Cohen, 1999).

- Acceso. Maniobra endodóntica que consiste en la trepanación y penetración hacia la cámara pulpar.
- Apice. Parte terminal de la raíz, corresponde a los cuatro o cinco milímetros apicales de la raíz.
- Apice radiográfico. Punta de la raíz
- Calcificado. Obstruido por alguna formación dentinaria que impide el paso de un instrumento dentro del conducto radicular .
- Constricción. Porción más estrecha del conducto radicular, sitio en donde debe concluir las maniobras de instrumentación durante la terapia de conductos .
- CDC. Entidad anatómico radicular ubicada en el ápice del diente, por sus siglas significa: Cemento, Dentina Conducto .



- Escalón. Formación dentinaria que resulta del movimiento y uso inadecuado de los instrumentos para limpiar y ensanchar al sistema de conductos radiculares.
- Forámen. Agujero ubicado en el tercio apical o ápice radicular por donde entran y salen vasos y nervios dentales .
- Fuerzas Balanceadas. Técnica para la preparación de conductos radiculares, en especial aquellos curvos, bajo tres movimientos del instrumento dentro de los mismos .
- Light Speed. Sistema de instrumentos de níquel titanio que permiten la preparación del sistema de conductos de una manera suave y continua, respetando curvaturas existentes en los mismos .
- Peck. Movimiento que a manera de suave golpeteo es sugerido en el manejo del sistema Light Speed, para facilitar que los instrumentos utilizados, avancen hacia el objetivo .
- Profile. Método sugerido para limpiar y ensanchar al sistema de conductos radiculares, empleando instrumentos hechos a base de níquel titanio y de diferente conicidad o taper en su cuerpo.
- Taper. Grado de conicidad en el cuerpo de un instrumento endodóntico
- Vértice. Punta de la raíz.
- Transportación. Alteración de la morfología interna del conducto
- Centrado de la instrumentación. Maniobra que realiza el operador dentro del conducto radicular, permaneciendo en el centro del mismo.

## Marco teórico referencial

En 1965, Luks fué el primero en cuestionar la habilidad de crear una preparación redonda durante la instrumentación del conducto radicular que pudiera adaptarse adecuadamente con materiales de masa sólida.

Hoy en día la mayoría de los posgrados en Endodoncia, enseñan la técnica del centrado del instrumento y la preparación seriada o Step-Back con mínimas medidas apicales.

Cohen sugiere que un #40 a #60 sería necesario para crear una forma circular 1mm del ápice de los conductos mesiales de molares mandibulares.

Southard et al. sugirió que los conductos pequeños y curvos en molares, ensanchados a medidas #25 o 30 puede resultar en una inadecuada debridación, de la región apical.

Roane, citado por Cohen en 1999, sugiere un mínimo de MAF ( Lima apical maestra por sus siglas en inglés) de #45 para todos los conductos. Si el dentista puede aceptar un tamaño menor, existen una diversidad de limas capaces de instrumentar sin ninguna transportación. (Royal, 1995).

En un estudio realizado por Green establece que los conductos mesiales de molares mandibulares tienen una medida natural de 220 a 300 micras a 1mm del ápice.

Utilizando el criterio de Grossman de instrumentar tres limas en tercio apical un #40 a #45 sería necesario para la debridación adecuada en conductos de molares mandibulares. (Shadid, 1998).

Subsecuentemente, varias técnicas se han desarrollado, todas basadas en el movimiento rotatorio, el cual es sugerido para proveer una preparación satisfactoria en conductos curvos. Ejemplos de técnicas tales como Step-Back , Fuerzas Balanceadas Step-Down, Crown-Down, Doble Flare Modificado, Light Speed introducido por Senia y Wildey. (Scafer, 1996).

Weine desarrolló una técnica en donde se precurvan las limas y se remueve surcos de la porción externa del instrumento para minimizar la transportación del forámen y formación de escalón.

Abou-Rass en 1980, describió una técnica de instrumentación anticurvatura el cual mantiene la integridad del conducto en su porción delgada y reduce la posibilidad de perforación. Walton demostró que la técnica telescópica o Step-Back reduce la posibilidad de escalón. En esta técnica, la curvatura del conducto se mantiene por medio de la preparación apical pequeña y el ensanchamiento gradual del conducto coronalmente.

En la técnica de fuerzas balanceadas descrita por James B. Roane (Roane, 1985) se introduce la lima a longitud de trabajo y se realizan giros de 180° en sentido de las manecillas del reloj.

La técnica de fuerzas balanceadas, introducida por Roane en 1985, se auxilia en el método de la instrumentación rotatoria bajo fresas Gates Glidden.

Roane introdujo la lima flexible Flex-R y describió la técnica llamada Fuerzas Balanceadas como una forma efectiva de reducir o eliminar la transportación durante la instrumentación.

Este método usa terminaciones no cortantes, en combinación con movimientos de rotación en sentido del reloj y contrareloj para instrumentar los conductos a un mínimo de #45.

La técnica de fuerzas balanceadas se realiza introduciendo la lima en sentido de las manecillas del reloj con una ligera torsión, cuando se sienta que los bordes cortantes se ajustan en las paredes del conducto, la lima es rotada en sentido de las manecillas del reloj aproximadamente 180° mientras se mantiene la presión apical.

Este movimiento de rotación se continúa hasta que se logre la longitud deseada, para posteriormente girarla en sentido antihorario y tracción. (Lopes, 1998).

Weine notó que sin importar el tipo de técnica de instrumentación usada, se producen características indeseables en todas las preparaciones debido a la falla de muchas técnicas de no producir la forma correcta en conductos curvos estrechos.

Weine en 1997 demostró que cada lima tiene tendencia a enderezar los conductos curvos por lo que la remoción de material de la pared interna de éstos depende del instrumento utilizado y de la técnica.

Harlan en 1996 demostró, que conforme la curvatura del conducto incrementa, la habilidad de ensanchar un conducto en forma redonda disminuye.

Es importante mantener el control de la longitud de trabajo durante el tratamiento, el cual resulta difícil con instrumentos rotatorios debido a la ausencia de la percepción táctil por el operador. Debido a que los conductos tienden a enderezarse y a bloquear el tercio apical produciendo una pérdida de la longitud de trabajo. (Thompson, 1997).

No se debe imaginar la instrumentación sólo como un acto para dilatar los conductos radiculares, sino como un conjunto de procedimientos operatorios que, aplicados en forma correcta, llevarán al clínico a alcanzar racionalmente los objetivos básicos de la preparación biomecánica, no sólo en sus principios técnicos sino también los biológicos.

#### Importancia de la curvatura en la preparación de conductos

Antes de comenzar el tratamiento, es necesario calcular aproximadamente el ángulo de la curvatura de los conductos que vayamos a tratar. El método originalmente por Schneider en 1971 y posteriormente por Jungman y cols. (Rolg-Cayon, 1997) está basado en el ángulo y el radio del círculo el cual puede ser sobrepuesto en el conducto radicular.

Cuando una curva o más está presente en el conducto, la curva primaria descrita es medida hasta su extensión más apical antes de la desviación lejos del eje central del diente. La curva secundaria es medida desde este punto hasta el forámen apical.

Esta separación de curvaturas fue hecha porque de haberse combinado, una aparente rectitud hubiera sido el resultado. (Cunningham. 1992).

Estas dos líneas se cruzan y forman cuatro ángulos. El ángulo interno equivale aproximadamente a la curvatura del conducto.

Es sólo un cálculo aproximado y únicamente establece la curvatura mesiodistal, sin tener en cuenta la posible curvatura bucolingual. Debemos conocer los dientes que suelen presentar una curvatura bucolingual y tener en cuenta esta posibilidad. También se debe examinar la curvatura que presentan las limas incisales al extraerlas del diente.

A menudo se puede deducir la existencia de algunas curvaturas pequeñas, abruptas o inadvertidas basándose en la forma un poco extraña que ha tomado la lima y que corresponde a la verdadera curvatura del conducto.

Schneider fundamenta la clasificación de los conductos en base al grado de la curvatura:

- Rectos: 5 grados o menos
- Moderado: 10-20 grados
- Severa: 25-70 grados

Schneider fué el primero en describir un método confiable para determinar la curvatura de los conductos, bajo análisis de radiografías clínicas. No investigó curvaturas de conductos en vistas proximales.

Pineda y Kuttler utilizaron un método roentgenográfico para evaluar conductos radiculares por vista proximal y clínica.

Slowey describió el conducto mesiolingual del primer molar mandibular como más recto que el mesiobucal, enfatizó la necesidad de tomar radiografías anguladas en dientes multiradicales, o en cualquier ocasión que se sospeche de anatomía radicular inusual, como apoyo a la detección de estas anomalías. (Cunningham, 1992).

Este método es propuesto durante un estudio realizado por Lopes et al. 1998.

En la determinación de la curvatura del conducto por el método del radio, las imágenes son proyectadas en una superficie a una distancia fija para aumentarla diez veces y seguir el contorno del instrumento en una hoja blanca.

El radio de la curvatura es medido en la región de la curvatura mayor utilizando el método geométrico (el centro de la curva es determinado por la unión de las medianas de los dos cordones en la región de la curvatura mayor). (Cunningham, 1992).

Walton estipuló que existen otros factores más importantes que el ángulo de la curvatura. Un conducto con radio corto (curva ajustada) puede llevarnos a un corte no deseado que una curva con un radio largo (curva gentil). (Walton, 1998).

Otro factor que puede jugar un rol importante es la dureza dentinaria. Patterson reportó la dureza de la dentina en un rango de 40 a 72. Dientes con dentina dura pueden ser más difíciles de instrumentar que los dientes con dentina suave. (Hudson, 1992).

Los procedimientos desarrollados por Bramante en 1987, permiten examinar la transportación del conducto después de el ensanchamiento en dientes extraídos. En esta técnica, conductos no preparados son cortados transversalmente desde el ápice y posteriormente fotografiados.

La sección radicular es reposicionada, de acuerdo a un método específico y es comparada, con la forma del conducto una vez instrumentado, desmantelado y refotografiado.

Puede realizarse una comparación directa al examinar las posiciones de la forma original y el instrumentado del conducto. En un corte transversal, utilizando las fotografías (Portenier, 1998).

#### Acción de los instrumentos durante el tratamiento en conductos curvos

La limpieza y ensanchado de los conductos radiculares era un procedimiento difícil, porque los instrumentos estaban pobremente diseñados para estas maniobras. Posteriormente, varios diseños de instrumentos fueron fabricados.

Las técnicas y métodos modernos para la limpieza y ensanchado buscan la optimización en tiempo y esfuerzo sin poner en riesgo la calidad de las maniobras



clínicas, hecho que radica en la constitución y características del material que se va a cortar y en el diseño del instrumento mismo.

Tal advertencia, como no podía ser de otro modo, sacudió los cimientos del concepto hasta entonces firme, de que el tratamiento de conductos era solo recambio de medicamentos intraconducto.

En 1915, la lima K fue patentada por la compañía Kerr, y representa el diseño básico de los instrumentos para la preparación de los conductos utilizados hasta el presente. (Portenier, 1998).

En la actualidad estos instrumentos están hechos de acero al carbón o acero inoxidable para asegurar la dureza y rigidez requerida para la preparación de las paredes dentinarias del conducto.

Existen recientes modificaciones de los instrumentos en cuanto a diseño y tipo de aleación utilizados como Flex-R (Union Broach), ProFile .04 (Dentsply-Maillefer), Quantec 2000 (Tycom Co.).

Estos instrumentos están contruidos de acuerdo a los antiguos principios de que el corte activo o la sección del limado de un instrumento endodóntico debe ser 16mm de largo.

De cualquier forma, la variación de grados de la transportación apical y coronal, escalones y formación de codos, suelen ocurrir cuando se instrumentan conductos

curvos utilizando ensanchadores o limas de 16mm. Además, la sobreinstrumentación del tercio coronal de la mitad de los conductos suele debilitar al diente. Mullaney (1979)

La técnica estandarizada fue introducida en 1961 y a partir de ahí otras técnicas han sido propuestas para mejorar la calidad de la preparación en los conductos. (Ramirez, 1997).

Se han descrito muchas técnicas e instrumentos para disminuir la transportación apical, entre otros problemas en conductos curvos.

En los diez últimos años han aparecido numerosos sistemas de limas nuevas para la preparación de conductos curvos. Como suele ocurrir con la mayor parte de los productos nuevos, varios de esos sistemas han resultado muy útiles y eficaces, pero muchos otros son totalmente inútiles y algunos pueden ser potencialmente perjudiciales.

Estos sistemas han experimentado mejoras en tres aspectos muy importantes:

- Aumento de la flexibilidad por una modificación del diseño de las limas
- Aumento de la flexibilidad por una modificación de los metales en la fabricación de las limas
- Limas que no producen cremalleras gracias a la supresión de estrías o una modificación de sus puntas.

Los instrumentos empleados en conductos curvos deben cumplir con alguna de las tres funciones siguientes:

- Penetración, o capacidad de acceder al extremo de un conducto estrecho
- Posibilidad de efectuar una preparación cónica del conducto
- Mantenimiento de la configuración de la curva. (Weine 1997)

Los cambios de diseños de los instrumentos han sido principalmente enfocados a cambios en su corte transversal, no solo para incrementar la habilidad del corte, pero también para aumentar la flexibilidad reduciendo el grosor del instrumento a lo largo de la navaja cortante.

Miserendino demostró que la eficiencia de corte en punta y la porción de las acanaladuras del instrumento difieren significativamente. Mostró que las puntas tienen mayor eficiencia que la forma de la acanaladura y que los diseños específicos de las puntas afectan la eficiencia del corte.

Según Miserendino, crear una punta de forma más parabólica reduce el efecto de fuerzas indeseables, por lo tanto elimina transportaciones del conducto.

Un instrumento seguro y eficiente, debe resistir la ruptura durante el uso normal; continuar el ensanchamiento en la forma original del conducto, y evitar escalones, desviaciones o perforaciones. (Marsicovetere, 1996).

Como ya se ha descrito, a medida que aumenta el grosor de los instrumentos, su flexibilidad disminuye rápidamente, lo que significa que tiene tendencia a enderezarse en el interior del conducto, de forma que el efecto abrasivo es intenso en algunas porciones del conducto e inexistente en otras.

Como consecuencia de esto, el radio de la curvatura aumenta en la porción apical del conducto; en las proximidades del foramen fisiológico se ensancha durante la preparación. (Guldener, 1999).

#### Efecto de los instrumentos sobre los conductos radiculares

Al introducir o extraer las limas, éstas tienden a enderezarse dentro de los conductos, ya fueran curvos o no. De ese modo, las limas raspan la parte interna del conducto entre el orificio y el punto más estrecho de la preparación, y actúan únicamente sobre la pared externa entre el punto más estrecho y la punta de la preparación.

La perspectiva del agujero apical es muy interesante, el lugar de salida no queda redondo, ni siquiera elíptico, sino que más bien tiene forma de lágrima. La parte más estrecha de la lágrima queda en donde la lima de menor diámetro ha salido en la parte más cerrada de la curvatura.

A medida que se utilizan las limas progresivamente mayores, éstas van saliendo por un punto cada vez más distante de la parte interna de la curva, ensanchando la lágrima en esa dirección.

Extrema curvatura del conducto radicular puede ser un reto aun para un clínico experimentado. El uso de obturación anticurvatura e instrumentos de NiTi pueden ayudar a disminuir la perforación y escalones. (Marsicovetere, 1996)

Radiografías expuestas a 15 grados en ángulo horizontal pueden ayudar a visualizar las curvaturas del conducto en un plano bucolingual.

Un motor es una potente fuente de acción. Cualquier acción de un instrumento rotatorio requiere de un motor. Una lima endodóntica tiene dos:

- La mano del operador, la fuerza que dirigen sus dedos
- El filo del instrumento y la orientación de sus navajas

La fuerza motora de la mano es obvia, pero el motor del instrumento no, al precurvar un instrumento se desarrollan fuerzas elásticas internas éstas fuerzas intentan regresar el instrumento a su forma original y son las responsables de la rectitud del conducto en su forma final. (Guldener, 1999).

Si no fuese por estas fuerzas, el conformado final tendría el mismo eje central del conducto original.

Este tipo de fuerza elástica interna actúa en la pared del conducto durante la preparación e influencia la cantidad de dentina removida.

Son particularmente influenciadas en la unión de la punta del instrumento y sus bordes cortantes. Este punto de unión es la más eficiente superficie cortante a lo largo de un instrumento cuando es activado por las fuerzas restaurativas, remueve más tejido que cualquier otra región de la lima.

Fuerzas restaurativas, son los que potencializan los cambios en la forma del conducto, conforme actúan con la superficie cortante de un instrumento. La fuerza del motor está directamente relacionado con la composición del metal, el corte transversal del instrumento, y el ángulo de desviación. A mayor ángulo de desviación, mayor será su poder de desarrollo.

Entre más grande sea el instrumento, mayor será su corte transversal y mayor es el poder. Entre más rígido sea el material del cual está fabricado el instrumento, mayor será su poder.

La evaluación de estas relaciones brindan una guía práctica:

- El acceso radicular minimiza la desviación de todos los instrumentos subsecuentes
- Se prefiere un corte triangular, especialmente cuando la preparación apical incrementa en diámetro más allá de la lima No.25
- Metales menos rígidos proveen ventajas, no introducen características indeseables tales como fracturas impredecibles.

El corte triangular de los instrumentos permite reducir la masa de metal y de esta manera tener una mejor manipulación de los instrumentos endodónticos dentro de los conductos radiculares curvos. (Cohen, 1999).

## Instrumentos de Níquel - Titanio

La anatomía radicular es compleja, existen conductos curvos mayores de 20 grados, presentan limitaciones hacia los instrumentos endodónticos, y la variabilidad del operador de rendir cualquier "técnica de instrumentación", sus propias experiencias, y cada una de ellas con sus problemas particulares.

Para sobreponerse a algunas de estas dificultades, nuevos métodos han evolucionado continuamente.

El reciente advenimiento de la aleación del níquel-titanio y la aparición de instrumentos mecanizados son acercamientos a la instrumentación, conceptualmente diseñados para ayudar a reducir algunos de los problemas heredados asociados con instrumentos de acero inoxidable y los métodos convencionales de la limpieza y conformación del conducto.

En lugar de acero al carbono (empleado para las viejas limas del 1 al 12 y en alguno de los sistemas más modernos) o de acero inoxidable (usado para la mayoría de los sistemas de limas actuales), se empezó a utilizar en endodoncia la aleación de níquel-titanio.

El níquel-titanio se utiliza en ortodoncia desde hace años debido a su baja rigidez, memoria de forma y alta energía almacenada durante su doblez. (Gutmann, 1997).

### Ventajas

A finales de los años 80' (1988) las limas endodónticas, hechas de NiTi se dispusieron en el mercado y la flexibilidad de memoria indujo a investigadores a reconsiderar el concepto de la preparación de los conductos. (Mullaney, 1979).

Debido a los bajos valores en el módulo de elasticidad de las limas de NiTi elaboradas por Walia, el cual encontró que tienen dos o tres veces más la flexibilidad de las limas de acero inoxidable y mejor resistencia a la fractura torsional debido a la ductilidad del NiTi. (Thompson, 1997).

La reciente introducción de instrumentos de aleación de níquel-titanio (NiTi) a la endodoncia esta propuesta para resolver muchas de las características negativas asociadas con instrumentos de acero inoxidable.

Los instrumentos fabricados con esta aleación, conocidos como limas NiTi, poseen la capacidad de recuperar su forma original aunque se doblen exageradamente y se mantengan en esa posición durante mucho tiempo. Oponen muy poca resistencia a la presión, razón por la que se les considera instrumentos "flexibles".

Los instrumentos endodónticos hechos de Nitinol NiTi son más flexibles y tienen mejor resistencia a la fatiga que la contraparte de acero inoxidable. Limas de acero inoxidable examinadas en curvas de 90° se fracturaron a 20 rotaciones, comparado con 90 rotaciones de las limas de Nitinol. (Merendig, 1991).



## Desventajas

La aleación es difícil de fabricar ya que las navajas de las cortadoras milimétricas se gastan rápido, pero las técnicas están siendo mejoradas. Merendig (1991), Walton (1998), Marsicovetere (1996).

Los instrumentos de Nitinol deben ser fabricados mecánicamente o con ondas laser, ya que no pueden ser torcidos, y debido a esto, Seto refiere que los instrumentos de NiTi tienen un alto grado de posibilidades de fractura porque no pueden ser torsionados.

Por ejemplo, cuando se sobreestresa, el metal pasa a una fase de forma microscópica cristalina y puede debilitarse estructuralmente, pero no presenta indicaciones visuales o macroscópicas de que el metal ha sido fatigado, por lo que el instrumento se puede fracturar sin previa advertencia.

Consecuentemente, los clínicos no tienen signos ópticos que auxilien en la decisión para descartar los instrumentos de NiTi estresados y puede ser que no los eliminen a tiempo.

Los sistemas de limas flexibles mantienen bien la forma de las curvas, pero penetran mal hasta el extremo de estos conductos, cuyas paredes pueden ser muy irregulares, ya que a menudo están recubiertos por depósitos de dentina esclerótica.

Como solo oponen resistencia a la presión, las limas NiTi casi no modifican la forma del conducto cuando se utilizan manualmente. Sin embargo, por la misma razón,

cuando se utilizan manualmente estas limas producen una preparación mínima, aunque se insista mucho tiempo.

Por consiguiente se recomienda utilizarlas con la pieza de mano para completar la preparación en un periodo de tiempo razonable.

#### Limas tipo K de acero inoxidable vs limas de Níquel-Titanio

Las habilidades de ensanchamiento de las limas de NiTi comparado con limas K, e instrumentos de acero inoxidable con puntas convencionales y modificadas fueron estudiados, se observaron cambios indeseables en la forma del conducto como resultado de la instrumentación en todos los casos. (Szabo, 1995).

Los instrumentos de acero inoxidable, flexibles, con punta convencional removieron material en toda la longitud de la pared externa de la curvatura, principalmente en los últimos 1 a 4mm de la porción apical final, resultando en un acúmulo moderado de material.

En la pared interna de la curvatura, en proporción, no se removió material en los últimos 1.5mm de ápice final. Se observó un moderado enderezamiento del conducto detectado en la parte interna de la curvatura.

No solo la técnica, también el tipo de instrumento utilizado tiene una fuerte influencia en el resultado de la forma del conducto.

#### Limas tipo K de acero inoxidable vs instrumentos rotatorios tipo Light Speed y Profile

Comparados con limas convencionales, estos instrumentos son flexibles porque su mango es delgado; no tienen la conicidad estandarizada de 0.2 o el mango tradicional de 16mm de largo de la lima. El diámetro de su corte transversal es significativamente menor que los convencionales.

Las limas de acero inoxidable nuevas tenían menos acanaladuras a lo largo de su borde cortante que las limas de NiTi. Las limas endodónticas se fracturan no por las veces que se usan, pero sí por la manera en que se usan.

Es posible que algunos defectos estuvieran presentes antes de usarse los instrumentos y se exacerbaron después de su uso. Las marcas de fábrica en la superficie de las acanaladuras cortantes y las ráfagas de metal de los bordes cortantes posiblemente son característicos del proceso de fabricación. (Merendig, 1991).

Comparando las limas K de acero inoxidable con instrumentos rotatorios de NiTi de LS<sup>4</sup>, las limas K mostraron mayor ampliación de la porción apical, y mayor incidencia de transportaciones, escalones. Los instrumentos de LS mantuvieron el centrado de la instrumentación en su eje central, con mínima incidencia de transportación y escalones.

El potencial de formar un escalón es inversamente proporcional a la flexibilidad de la lima. La lima K de acero inoxidable son menos flexibles que las de NiTi de LS. NiTi tiene un momento curvo bajo, alto resorte, y baja rigidez, todo lo que le contribuye a su auténtica flexibilidad.

---

<sup>4</sup> En lo sucesivo LS hará referencia al Sistema Light Speed

La gran flexibilidad de LS proviene del NiTi y su mango reducido en diámetro. También su punta no cortante restringe al instrumento a su eje central del conducto, por lo que reduce la incidencia de transportación y escalón.

La importante reducción de la formación de un escalón con instrumentos LS puede también atribuirse a su punta apical, con la región apical siendo lo más pequeña y práctica posible.

En el grupo de LS, la diferencia entre el conducto que tomó más tiempo y el que tomó menos tiempo fue mínimo. Esto sugiere que el grado de dificultad de la anatomía no es un factor cuando se utiliza LS. (Rolg-Cayon, 1997).

#### Limas Flexibles vs Light Speed

Los instrumentos rotatorios de Light Speed, comparado con Canal Master U, Flexofile, Flexogate, Heliapical y Ultraflex, Light Speed mostró conductos más redondeados, el tiempo no fue significativamente mayor que Flexofile, Heliapical, Ultraflex. Canal Master U y Flexogate fueron muy lentos en comparación con el resto.

La mayoría de los conductos radiculares son preparados bajo instrumentos manuales convencionales (limas-K, Hedstrom, F-tipo flexible, etc.), (Marsicovetere, 1996).

#### Técnica de Step Back y Light Speed

Un estudio realizado en Suiza mostró que causaron significativamente menor desplazamiento del centrado del conducto, que en la técnica de Step-back. Clínicamente esto implica menor transportación y destrucción de dentina con la técnica de Light Speed. (Marsicovetere, 1996).

Comparando el tiempo de preparación, fractura de instrumentos, bloqueo de los conductos, pérdida de la longitud, y la forma tri-dimensional del conducto de instrumentos rotatorios de NiTi de Light Speed con la técnica de Step-Back en conductos radiculares simulados, mostró una instrumentación rápida de los conductos, sin fractura de los instrumentos, ni bloqueos del conducto, y un mínimo cambio de la longitud de trabajo.

La preparación con LS fué rápida, y el tiempo no estuvo influenciado por la forma del conducto. Al parecer la fatiga del paciente y operador puede reducirse significativamente con el uso de LS, ya que se observó que el uso de LS es más rápido que la instrumentación manual. (Thompson, 1997).

Se observó una forma tri-dimensional y taper menor que el ideal, en comparación con los resultados de un procedimiento de Step-Back. El tope apical fue clasificado como pobre en Light Speed. Por consecuencia produce un fluido menor como resultado del diseño del instrumento y la secuencia de la instrumentación, esto tiende a producir una preparación paralela redondeada, la cual solo puede ser mejorada en combinación con la técnica de Step-Back. (Barbakow, 1997).

## Técnica de Fuerzas Balanceadas y Light Speed

Durante un estudio realizado por Shadid, para comparar la transportación apical del sistema Light Speed con la técnica de Fuerzas Balanceadas, tomaron radiografías pre y pos instrumentación los resultados mostraron significativas diferencias en el centrado apical del conducto durante el movimiento de postinstrumentación con Light Speed dejando valores menores en ambos casos. (Shadid, 1998)

Con estos instrumentos de Light Speed y la técnica de fuerzas balanceadas, los operadores pueden ensanchar conductos a mayores medidas en el segmento apical de conductos pequeños y curvos. Esto cumple con el ensanchamiento final, el cual es más acercado a las metas ideales de la instrumentación. (Shadid 1998).

Existe una diferencia significativa entre los movimientos del centrado de la instrumentación a nivel apical, demostrando menor movimiento de  $0.99 \pm 0.075\text{mm}$  para Flex-R con  $0.055 \pm 0.036$  Light Speed que Flex-R. En la porción coronal, los instrumentos Flex-R tienen un promedio de movimiento de  $0.180 \pm 0.097\text{mm}$ , en áreas donde el promedio de Light Speed fue de  $0.144 \pm 0.066\text{mm}$ . La comparación de estos datos no tienen importancias clínica.

El promedio del área del conducto postinstrumentación usando Flex-R fue de  $0.377 \pm 0.149\text{mm}^2$ , y para Light Speed fué de  $0.258 \pm 0.096\text{mm}^2$ . Hubo una diferencia estadística entre el área de postinstrumentación de Flex-R y Light Speed, demostrando un área menor Light Speed.

A nivel apical, el resultado de este estudio mostró una significativa diferencia entre el centrado de la instrumentación y el área de postinstrumentación con LS comparando con los dientes instrumentados con Flex-R.

En contraste no hubo una diferencia significativa a nivel coronal en el centrado de la instrumentación o del movimiento del área coronal en la postinstrumentación para ningún tipo de instrumento. La diferencia significativa a nivel apical, pero no del nivel coronal, no sorprende.

Parece lógico que los efectos en los conductos sea mínima en la sección coronal porque el instrumento tiene una aproximación recta en el conducto coronalmente. La porción apical, en contraste, muestra desviaciones de la lima más marcadas.

Debido a que la curvatura del conducto acentúa las fuerzas restaurativas de los instrumentos. El hallazgo de que los instrumentos de Light Speed tengan menor movimiento que los instrumentos Flex-R estaba anticipado. El incremento de la flexibilidad de los instrumentos de esta aleación de metal permite seguir el conducto original sin desviaciones.

Debido a su rigidez de restauración los instrumentos de acero inoxidable tienden a desviarse. No se encontraron desviaciones significativas en la preinstrumentación esto concluye que los hallazgos en la postinstrumentación pudiera ser atribuido a la rigidez del instrumento. (Shadid, 1998).

Una posible explicación de estas diferencias que produce la lima Flex-R, y no LS es debido al mayor movimiento en la porción coronal, es porque la flexibilidad

disminuye conforme el diámetro de la lima incrementa lejos de la punta. Por lo tanto, en el área coronal, las limas de acero inoxidable tienden a cortar más agresivamente que las de NiTi en la pared interna del conducto.

Esto sugiere que el incremento de la flexibilidad de las limas de NiTi puede ser una ventaja durante la instrumentación por la reducción de incidencia de conductos divididos y perforación de la furca.

La técnica de fuerzas balanceadas generalmente produce forma redondeada en la porción apical sin importar el instrumento que se utilice. Si la forma no es redonda tiende a ser oval. (Harlan, 1996).

Los resultados muestran que las limas de NiTi son estadísticamente mejores al mantener la curvatura mejor que las limas FR y KF cuando se usa la técnica de FB en conductos curvos.

El método de FB, aún con una punta cortante relativamente rígida, parece ser capaz de disminuir la transportación según lo demostró Southard et al. (Royal, 1995).

### Sistema Light Speed

En 1989 Senia y Wildey introdujeron un nuevo instrumento y técnica, el Canal Master, el cual tiene las siguientes características: punta piloto (no cortante), navajas muy cortas, un diámetro constante en el mango flexible.



Se observaron en los trabajos de Senia y Wildey preparaciones más redondas de los conductos, menos transportación, mejor centrado, y estadísticamente muestra menor extrusión apical de debris que la instrumentación convencional en conductos curvos.

De alguna forma, los instrumentos manuales de acero inoxidable estaban expuestos a perder la forma y romperse rápidamente.

La segunda generación del Canal Master, el Canal Master U, tuvo pocas modificaciones en su diseño y técnica, tales como medidas intermedias, una navaja en forma de U en lugar de triangular, y un continuo movimiento rotatorio en sentido de las manecillas del reloj en lugar de movimiento de ancla. Fue descrito como más eficiente y más rápido y las medidas intermedias reducen el estrés torsional del instrumento.

Un cambio de diseño más reciente en el Canal Master U se hizo posible debido a la introducción del NiTi. NiTi dio a LS una magnífica flexibilidad y resistencia al dobles (estrés), fatiga, el cual lo hizo menos propenso a la fractura. Estas propiedades del metal hizo la instrumentación mecánica posible.

La separación de un instrumento será posible siempre que un instrumento es rotado. (Ramírez 1997).

El Light Speed es un sistema llamado así porque se necesita un toque "ligero" (light) mientras que se aumenta la velocidad (speed) de la instrumentación del conducto.

Light Speed asemeja a las fresas Gates Glidden con un mango largo y una cabeza cortante en forma de flama. Viene en presentaciones de 20 a 100, con nueve medidas intermedias: 22.5, 27.5, 32.5, 37.5, 42.5, 47.5, 52.5, 57.5, 62.5. (Rol-Canyon, 1997).

Todos los instrumentos son rotatorios, rotando a 2000 rpm. en conductos bien irrigados. Con La particularidad, que el tope apical se establece primero y posteriormente el siguiente instrumento se utiliza con la técnica de Step-Back.

Mientras más se giren éstos instrumentos de forma cónica, producen una preparación coronal hacia abajo, que genera una forma cónica en túnel desde el orificio hasta el ápice. Es menos probable la transportación y los escalones debido a la punta en forma de balón.

Se supone que los diseños de níquel-titanio en forma de U (como Light Speed) con los bordes de los extremos de las limas rotatorias planos, cortan con una acción de alisado. Se estima que los instrumentos permanecen mejor centrados en el conducto; además, estos instrumentos en forma de flama 0.4 están diseñados para girar en reversa antes de romperse, una característica de seguridad única. (Mullaney, 1979).

## Diseño

Básicamente estos instrumentos de NiTi rotatorios tienen puntas cortantes que varían de longitud entre 0.25mm para el instrumento 20 hasta 1.75mm para los instrumentos 100.

También difiere porque las limas y ensanchadores son instrumentos manuales que pueden ser manipulados en diferentes formas dependiendo en la técnica de instrumentación. Los instrumentos de LS son rotatorios. Los resultados positivos del grupo de LS pueden ser explicados, primero, por la flexibilidad de la aleación de NiTi, el cual permite a los instrumentos seguir aún raíces curvas.

Segundo, la punta no cortante ayuda a mantener un mejor centrado del corte de la cabeza durante la conformación. Tercero, el ángulo neutro de los instrumentos de LS disminuye el riesgo de las navajas de la cabeza cortante de desviarse del camino seleccionado por la punta no cortante. (Portenier, 1998).

#### Diámetro de la punta

Las observaciones por video análisis indicaron que los instrumentos de la misma medida mantenían el mismo diseño básico, pero las variaciones morfométricas sí existen. LS muestra que no es un instrumento de alguna forma determinada que solo cambia en diámetro. Por el contrario, es una serie de instrumentos que muestra cambios graduales en tamaño y forma conforme el instrumento incrementa sus medidas.

En las medidas más pequeñas la cabeza no está muy bien definida. Ha sido demostrado, que el diseño varía con el tamaño del instrumento. Con los cuidados adecuados estos instrumentos no son tan fáciles de separarse comparado con los otros instrumentos de NiTi.

Las mediciones fueron realizadas desde la punta piloto (distancia de la punta del instrumento a la primer navaja), la superficie cortante del instrumento (distancia de la primer navaja cortante a la última), longitud total de la cabeza, diámetro de la cabeza, diámetro del mango (medido 1 a 2mm por atrás de la cabeza), longitud del área de descanso (superficie no cortante detrás del diámetro mayor de la cabeza), ángulo de la punta piloto, ángulo de la divergencia de la cabeza cortante. (Marsicovetere, 1996).

Todos los diámetros de LS comparado con los diámetros especificados y la tolerancia permitida fueron excedidos. Los instrumentos de medida 20 tuvieron el promedio más alto de variación y es el instrumento más pequeño en el set de LS.

Las especificación No 28 para limas y ensanchadores permite una tolerancia de  $\pm 0.02\text{mm}$  en el diámetro en un corte transversal. Consecuentemente, el diámetro en un punto dado de la superficie cortante de la medida #25 puede variar de la lima 23 a 27.

Un estudio realizado por Marsicovetere en 1996 utilizando un método morfométrico demostró que los instrumentos estaban por debajo de las medidas. La medición precisa del diámetro en un corte transversal de la cabeza de un instrumento LS no pueden ser medidas usando un micrómetro de mandíbula ya que las cabezas tienen tres espirales continuos.

Varias técnicas pueden ser utilizadas para medir el diámetro de las cabezas cortantes de LS. Esto incluye la microscopía de transmisión laser y las técnicas circulares para medir los diámetros realizarlo por rotación.

La medida #30 tiene un diámetro consistente con la tolerancia de los instrumentos LS de  $\pm 0.005$ . El diámetro de la medida #22 estuvo dentro de las especificaciones de la ADA. De todas formas el diámetro de los instrumentos #45 fueron mayores que la tolerancia de  $\pm 0.02$ .

El incremento promedio de las medidas 20, 22.5, 27.5, 30, 32.5 y 45 fue de 9.49, 4.87, 6.37, 3.56, 3.79 y 5.8% respectivamente. Solo aquellos de medida 22.5, 30 y 32.5 estuvieron dentro de la especificación No.28 de la ADA, los demás instrumentos no cumplieron con el prerrequisito.

Los grupos examinados estuvieron más grandes que lo permitido y tolerado por la especificación.

Por ejemplo, los instrumentos #20 tienen un diámetro promedio de  $22.5 \pm 0.0006$  y varían de 0.2080 a 0.2507mm. El diámetro esperado de el #20 incluyendo su tolerancia (0.005), debe medir de 0.195 a 0.205mm. Las dos medidas más pequeñas, 20 y 25, tuvieron los promedios más amplios y estrechos, respectivamente. Teóricamente los instrumentos son más difícil de fabricar, pero esto no parece ser el caso en este estudio.

En contraste a los hallazgos los instrumentos de LS estuvieron sobrestandardizados. Marsicovetere et al. (1996) reportó las cabezas cortantes como substandardizados. Esta contradictoria puede estar relacionado con los métodos utilizados.

Los estudios pudieron haber sido afectados por cambios menores en la temperatura del ambiente. Finalmente sin escatimar los detalles, el delgado mango flexible de LS puede doblarse durante algún procedimiento, o pudo haber estado doblado antes de ser medido.

Las medidas seleccionadas en el estudio son tres formas geométricas en las cabezas de LS. La medida 30, 32.5 y 45 tienen diferencias significativas en relación a sus ángulos de divergencia y longitud de su punta no cortante de la punta piloto.

#### Angulo de la punta y su divergencia

El ángulo de la punta piloto y el ángulo de divergencia mostraron significativamente variaciones entre medidas. Estas inconsistencias son posiblemente causadas por la falta de precisión y definición de la punta y bordes de la imagen de los instrumentos en el monitor, haciendo las mediciones de los ángulos difíciles.

El ángulo de la punta piloto representa el grado obtuso de la cabeza. Ningún instrumento fue significativamente diferente del #30 excepto el #80. Todos los demás instrumentos ajustaron en el ángulo de variación del instrumento #30, el cual tiene una media de angulación de  $99.728 \pm 23.1101$  grados. El #80 mostró la punta más obtusa con un ángulo de  $122.614 \pm 8.5328$  grados.

El ángulo de divergencia es una indicación del taper de la cabeza cortante hasta que alcance su máximo diámetro. En la punta #25 y menores, no existió un taper porque la superficie opuesta de la cabeza cortante son paralelas.

Estos dos grupos son significativamente diferentes uno de otro. En la #55 y más, la tendencia se observa en el ángulo de divergencia que incrementa a un máximo de 43.00 grados, para #80. (Thompson, 1998)

#### Area de descanso

El análisis morfométrico de 216 instrumentos de LS indicaron la consistencia en diseño y dimensiones son aceptables para uso clínico. Las mediciones fueron precisas y no son contados como diferencias de cambios estadísticos en los resultados. Se encontraron variantes en la medición del área de descanso.

Estas variaciones pudieron ser causados por los cambios en la forma de la cabeza. Instrumentos más pequeños tienden a ser planos y no tener áreas de descanso.

Conforme las medidas incrementan, el diámetro de la cabeza se vuelve más evidente en la porción del tercio medio posterior, haciendo el área de descanso evidente. La extensión de la filos cortantes fue observado visualmente en algunos instrumentos relacionados con la profundidad de la máquina de los cortes. Los cortes profundos de los bordes pudieran comprometer la integridad de la cabeza.

La longitud del área de descanso no se incrementó proporcionalmente con el tamaño y mostró la más alta variación de todas las mediciones. Era de esperar que el área de descanso, la longitud de la cabeza, longitud de la superficie cortante, y la longitud de la punta piloto no cortante mostraran correlación, ya que todas las mediciones están en relación con la cabeza del instrumento.

No se pudo establecer una relación clara. Los instrumentos #20 y #30 no mostraron evidencia de un área de descanso. Estos instrumentos están diseñados con una punta piloto indefinida al igual que sus cabezas cortantes.

Los instrumentos #20 y 30 se pueden describir como cabezas cortantes fabricados con un área del mango de expansión apical con un promedio de 0.0445mm mayor en diámetro que el mango propiamente.

Los cambios en la forma, longitud de la punta piloto y la cabeza pueden prevenir la completa penetración de la longitud de trabajo durante el ensanchamiento apical.

Ningún instrumento mostró tener esquinas agudas radiales, por lo tanto, la tendencia de transportación es mínima.

La baja desviación estandarizada observadas en el diámetro de la cabeza y el diámetro del mango, sugiere que el diámetro de tolerancia por el proceso de fabricación puede ser regularmente esperado a ser consistente dentro de  $\pm 0.006$  a  $\pm 0.016$ mm.

El conocimiento de la tendencia del diámetro de una marca en particular y el tipo de instrumento es importante durante la práctica clínica para prevenir contratiempos y disminuir frustraciones, cuando los diámetros de los instrumentos no incrementan.

La superficie cortante del instrumento aumenta proporcionalmente con la longitud del instrumento. Marsicovetere (1996), Schrades (1998).



## Fabricación de los instrumentos rotatorios de Níquel Titanio

Las cabezas cortantes son fabricadas utilizando una computadora controlada por procedimientos de ondas de piedras milimétricas. Esto es contraste con las limas de acero inoxidable los cuales fueron fabricados por torsión o movimientos de torcedura.

La aleación de NiTi es un metal con memoria y no puede ser torcido: inmediatamente regresaría a su forma pretorcida. Consecuentemente, la fabricación de los instrumentos de metales de memoria requiere de mayor tecnología. Generalmente la cantidad de dentina removida por el instrumento siguiente esta dentro de los límites de la cabeza cortante de LS. Sin ser menos importante, los instrumentos se pueden fracturar, pero al parecer la habilidad del clínico puede ser la variable de los instrumentos fracturados de LS. (Schrades, 1998).

Para limpiar el instrumento, basta una gasa mojada con alcohol en movimiento de torsión para eliminar el debris de la superficie.

Algunos defectos fueron encontrados, tales como porosidad en la superficie del metal y otros, tuvieron salientes agudas de material en los bordes de las navajas cortantes.

No hubo corrosión evidente en ninguno de los instrumentos observados. Las observaciones clínicas mostraron que los instrumentos son consistentes entre si en diseño, pero aparentes variaciones fueron encontradas con en relación con la punta piloto y sus navajas cortantes. A la inversa, los instrumentos de diferentes medidas presentaron variaciones en forma. Esto sugiere que LS no es un instrumento de una determinada forma que cambia solo en medidas. Es por consiguiente una serie de

instrumentos que muestra cambios graduales en tamaño y forma conforme incrementa la medida. (Thompson, 1997)

Marsicovetere reportó que el 10.6% de LS nuevas, sus cabezas cortantes examinadas tenían porosidades y el 8% tenía los bordes doblados de las navajas. Es posible que el material identificado en la cabeza de los instrumentos de LS bajo microscopio puede ser de origen metálico. (Merendig, 1991).

Los instrumentos LS han sido evaluados microscópicamente para observar la presencia de corrosión, restos en su superficie, y defectos de aleación. Los instrumentos también fueron analizados en su consistencia morfométrica de su diseño físico, y sus dimensiones, analizando ocho parámetros de la punta piloto del instrumento, cabeza, y mango.

El puntillero de la corrosión es posiblemente causado por la acumulación de débris, irrigantes, esterilización y el uso frecuente. Harlan (1996), Lopes (1998).

#### Falla a la Torsión

En un estudio realizado por Marsicovetere en 1996, compararon las revoluciones de los instrumentos LS antes de separarse y la falla a su máxima torsión.

Comparado con la especificación No. 28 de la ANSI/ADA de los instrumentos LS exceden considerablemente los valores especificados del número de revoluciones antes de fallar. Los instrumentos 20 y 25 excedieron la especificación, mientras que los instrumentos 30 a 50, estuvieron por debajo de los valores mínimos.

Observados al microscopio electrónico presentaron dos áreas distintas en la fractura. Un área concéntrica estriada en la periferia de la fractura característica de fragilidad o hendidura y un área corrugada en el centro de la fractura característica de una fractura dúctil. (Marsicovetere ,1996).

Es importante que los instrumentos endodónticos tengan un bajo promedio de fractura. Si la fractura ocurriera, sería conveniente de que se tenga la habilidad de sobrepasar el segmento roto y completar el tratamiento de conductos. (Ramirez 1997).

Se ha sugerido que la fractura de los instrumentos puede disminuir por el diseño del LS, el uso del NiTi y siguiendo las recomendaciones técnicas. (Ramirez, 1997).

Los instrumentos de NiTi reúnen los requisitos de todos los tamaños excepto los instrumentos 45 y 50 por su falla a la torsión.

En un estudio morfométrico, la tercera generación de los instrumentos rotatorios de Canal Master, los instrumentos LS, mostró una constante en dimensión y diseño dentro de los instrumentos de igual tamaños.

Cambios en tamaño y diseño fueron evidentes en instrumentos de diferentes tamaños, indicando que LS no es un instrumento de determinada forma que cambia solo en diámetro.

Los valores principales de falla a la torsión a 20mm/min en sentido de las manecillas del reloj generalmente incrementaron proporcionalmente con el instrumento.

Instrumentos de medida de 35, 37.5 y 45 se fracturaron a valores menores a la torsión que los instrumentos precedentes, pero las diferencias no fueron significativas.

Los instrumentos 20 a 27.5 no fueron significativamente diferentes uno del otro, con un rango a la torsión de 20.0 a 36.5 g-cm. Los instrumentos 30 a 45 tuvieron una significativa falla a la torsión.

Todos los instrumentos de todas las medidas se separaron en una distribución relativamente estrecha a una distancia de  $2.32 \pm 0.60$  mm de la punta. Las medidas 50 y 80 se separaron significativamente a distancias mayores por arriba del mango del instrumento. La medida 80 se separó a 3.27 mm de la punta de la cabeza.

La deformación longitudinal del mango del instrumento fue evidente durante las pruebas de torsión. Los mangos de la mayoría de los instrumentos se deformaron en la terminación, donde la cabeza cortante fue deformada antes.

El doblado, desviaciones helicoidales, y desviaciones en arco fueron las deformaciones más comunes en los mangos. Algunos de los mangos permanecieron rectos y no mostraron evidencia de deformación permanente. (Marsicovetere, 1996).

Sin importar las finas propiedades los instrumentos de LS se fracturan cuando son utilizados incorrectamente.

La incidencia de instrumentos fracturados en la porción alta del mango se puede reducir si se crea un acceso mejor preparado. (Hudson, 1992).

Los instrumentos rotatorios independientemente del metal que estén fabricados, pueden fracturarse en los conductos radiculares. Generalmente, las limas de acero inoxidable con movimientos de torsión en sentido del reloj primero se divide y luego se fractura cuando la elasticidad del metal es excedida.

La fatiga relacionada y las fracturas cíclicas respectivamente ocurren durante el limado y ensanchado. Las limas generalmente tienen un buen movimiento de torsión, pero tienden a fracturarse en movimientos de contrareloj.

En contraste, Roane y Sabala (1984) se reportó un 91.5% y 8.5% de incidencia de fractura o distorsión durante movimientos de reloj y contrareloj, el cual fue confirmado posteriormente por (Seto et al. 1990).

Si un instrumento se separa, el diseño angosto sin taper del mango permite que el instrumento separado sea removido o sobrepasado y terminar el tratamiento.

El instrumento ha sido usado 11 a 13 veces en los molares antes de ser fracturados, y todos se fracturaron justo atrás de las navajas.

El hecho de que cinco de seis instrumentos fracturados hayan podido ser sobrepasados y obturados a longitud de trabajo representa un avance distintivo relacionado al diseño de LS. NiTi es usado en situaciones que demandan gran flexibilidad y la habilidad de absorber grandes cantidades de tensión. La elasticidad del NiTi es aproximadamente diez veces más que del acero. (Ramírez, 1997).

Recomendaciones de algunos autores que han estudiado y utilizado el sistema Light Speed. (Senia, 1999).

Los instrumentos LS están diseñados para negociar conductos curvos y crear una preparación centrada del espacio del conducto mientras reduce la posibilidad de transportación en tercio medio y apical.

Los instrumentos no deben ser utilizados más de lo que recomienda el fabricante, y el operador no deberá utilizar los instrumentos de LS para incrementar la longitud de trabajo. (Barbakow, 1997).

La guía de referencia de LS, (Senia, 1999) recomienda desechar cualquier instrumento que este doblado, tenga un excesivo desbalanceo o ha sido usado para ensanchar un conducto severamente curvo.

Es importante remover el debris de las acanaladuras de la cabeza cortante de las LS después de cada paciente. La esterilización simple no es suficiente.

Consecuentemente, Marendding sugieren que los clínicos que intenten usar los instrumentos LS lo hagan después de instrucciones profesionales y progresen a su uso clínico solo después de practicar adecuadamente en dientes extraídos.

Es esencial, que se sigan las instrucciones del fabricante al pie de la letra y que no se salten medidas durante la preparación al incrementar el tamaño del conducto. El instrumento funciona muy bien y prepara conductos ideales con poca o ninguna transportación. (Cohen, 1999).

Los instrumentos rotatorios Profile, son similares en forma a las limas tanto de acero inoxidable como de Niquel Titanio. Los instrumentos Profile varían en su concavidad, como un intento de ampliar y ensanchar al sistema de conductos de una manera más rápida, aún cuando se alejen del centrado de las maniobras de instrumentación.

## Marco teórico contextual

Tijuana, ciudad cosmopolita situada al noroeste del estado de Baja California Norte, colinda al sur con los municipios de Tecate y Playas de Rosarito

Al norte limita y hace frontera con los estados Unidos de Norteamérica.

Tijuana cuenta con 17 escuelas de educación superior, además de la Universidad Autónoma de Baja California.

La facultad de Odontología Tijuana<sup>5</sup>, empieza hacer presencia e historia en Baja California a partir de 1976, ubicada en Mesa de Otay.

Dividida estratégicamente en una Dirección y dos subdirecciones, una académica y otra administrativa, dan seguimiento a los planes y programas de estudio acordes a las necesidades de la región.

En 15 años se han creado en orden cronológico cuatro programas de posgrado : Maestría en Biología Oral (1985), en convenio con la Universidad de California Los

<sup>5</sup> Llerenas Díaz Luis "Quiero ser parte en la seguridad". Universidad autónoma de Baja California, 1995

Angeles, Especialidad en Odontología Pediátrica (1988), Especialidad en Endodoncia (1991), Especialidad en Prótesis Fija (1998) en convenio con la UNAM, Maestría en Odontología (2000) en convenio con la UAN.

El presente estudio se realizó en el laboratorio de la especialidad de Endodoncia y con ayuda del departamento de Histopatología y Bioquímica.



## Capítulo III

### Materiales y Métodos

El presente estudio se llevó a cabo en en las instalaciones de la facultad de Odontología Tijuana, de la Universidad Autónoma de Baja California.

### Características del estudio

Es de tipo prospectivo, transversal, cualitativo, no paramétrico.

### Población

Se utilizaron 30 dientes permanentes unirradiculares completamente formados de extracción reciente, seleccionados en forma aleatoria, de un total de 75 especímenes, con una curvatura gradual de 20 a 38 grados.

Todos los dientes fueron obtenidos de pacientes que acuden a las clínicas de la facultad de Odontología Tijuana.

### Procedimiento

1. Todos los dientes fueron hervidos en hipoclorito de sodio al 1% por 10 minutos para ser desinfectados, posteriormente se colocaron en agua oxigenada al 3% hasta ser utilizados en el estudio.

2. Los 30 dientes fueron divididos en 3 grupos e instrumentados de la siguiente manera:
  - a).- Grupo I. 6 dientes limpiados y ensanchados bajo la Técnica de Fuerzas Balanceadas e instrumentos Flex - R, (Moyco - Union Broach Co).
  - b).- Grupo II. 12 dientes limpiados y ensanchados bajo el sistema Light Speed (Light Speed Technology, Inc. San Antonio Texas USA.).
  - c).- Grupo III. 12 dientes limpiados y ensanchados con instrumentos Profile, (Maillefer Switzerland).
3. Se tomaron radiografías periapicales pre y post operatorias a cada uno de los dientes.
4. Se utilizó una hoja milimetrada por computadora para determinar la curvatura antes de ser instrumentados y posterior a la instrumentación.
5. Se tomó la longitud de trabajo en cada uno de los dientes pasando un instrumento calibre 10 hasta ser visto cuando pasase el foramen apical, se le restó a esta medida 1mm y de esta manera quedó establecida la longitud real de trabajo.
6. La instrumentación de todos los conductos se inició con un instrumento calibre #25 para ser ensanchados hasta el instrumento calibre # 50 en tercio apical.

7. Durante la preparación de todos los conductos radiculares, se respetaron las indicaciones de la técnica empleada, incorporando en cada una de ella la preparación seriada del conducto con fresas Gates Glidden (Mani, Inc. USA), con la técnica Corona Abajo. (Crown Down, por su traducción del inglés).
8. En los grupos I y III se irrigó el conducto con 2cc de hipoclorito de sodio al 1% después de cada instrumento, mientras que en el grupo II, se irrigó con la misma solución después de cada tres instrumentos, tal y como lo marca cada una de las técnicas empleadas.
9. Después de ser limpiados y ensanchados, se tomó la segunda radiografía posoperatoria utilizándose además la hoja milimetrada.
10. Se procedió a realizar cortes transversales de 2mm por cada tercio del conducto, para ser vistos y analizados bajo microscopía óptica estereoscópica y electrónica de barrido. Durante este procedimiento se colocó un aspirador quirúrgico de boca ancha para eliminar el polvo dentinario producido durante el corte.
11. Se observó inicialmente al microscopio estereoscópico, seleccionando aquellas muestras representativas de acuerdo a su angulación bajo la lente, para posteriormente ser vistas al microscopio electrónico de barrido de bajo vacío.
12. La manipulación de las muestras se hizo con pinzas de curación para evitar en lo posible contaminarlas con talco de los guantes o grasa de los dedos.

13. En cada una de las hojas de recolección de datos, fueron vaciados los hallazgos para posteriormente aplicarles la prueba estadística correspondiente, para éxito y fracaso Q de Cochran.

14. De las observaciones obtenidas ante el microscopio estereoscópico y electrónico de barrido se recopilaron y agruparon los datos bajo las siguientes características:

- a) **(1)** Si conservó el centrado de la instrumentación
- b) **(0)** No conservó el centrado de la instrumentación
- c) **FB** Fuerzas balanceadas
- d) **LS** Light Speed
- e) **PF** Profile

15. Realizada la prueba estadística Q de Cochran, se utilizó una gráfica de barras para ejemplificar los datos obtenidos.

#### Materiales y equipo :

- 30 dientes permanentes completamente formados de extracción reciente
- Hipoclorito de sodio al 1% , Purex
- Amosan gotas . Oral B
- Limas Flex-R, Moyco, Union Broach, de 25mm, 1ra. y 2da serie
- Regla Milimétrica, Moyco, Union Broach

- Instrumentos Light Speed, de 25mm, números 25, 27.5, 30, 32.5, 35, 37.5, 40, 42.5, 45, 47.5 y 50
- Juego de Instrumentos Profile de 25mm
- Jeringas desechables de 10cc, jeringa carpule y aguja calibre 30, cartuchos vacíos de anestesia
- Pieza de mano de alta velocidad marca Midwest Quiet Air
- Pieza eléctrica inalámbrica de 2000 rpm
- Radiografías periapicales de adulto número 2, Kodak EP21, soluciones para revelar y aparato rayos X, Belmont, 75Kv, 15Ma
- Ganchos individuales para revelar
- Cámara fotográfica Canon A1, rollos Ektachrome, ASA 100, computadora Toshiba, satellite, pentium II, paquete de cómputo Stats, Cámara Digital Mavica FD91
- Scanner y cámara digital Cámara Digital Mavica FD91
- Microscopio estereoscópico Bauch & Lomb
- Microscopio electrónico de barrido Jeol 5300 de bajo vacío

### Resultados

El presente estudio demostró que Light Speed es un sistema rotatorio que permite limpiar y ensanchar al sistema de conductos radiculares curvos igual o mejor que aquellas técnicas o métodos manuales de instrumentación.

Los conductos radiculares limpiados y ensanchados bajo los tres métodos fueron vistos al microscopio estereoscópico a 60X y al electrónico de barrido a 200X, analizándose tres superficies de la raíz: tercio cervical, tercio medio y tercio apical.

De los tres tercios radiculares observados, fué claro que el tercio cervical mantuvo el centrado de la instrumentación en los tres grupos. (anexo 1, tabla I).

Ya en los tercios medio y apical, se notaron ciertas diferencias como por ejemplo, ligera desviación del centrado de la instrumentación, tal y como lo arroja la tabla II y III. (anexo 1, tabla II y III).

Cada tercio radicular observado al microscopio tuvo un grosor aproximado de 1.5 mm, lo que permitió su manipulación.

Se pudo observar que el motor mecánico que controla las revoluciones por minuto del instrumento dentro del conducto radicular, favorece el centrado de la

instrumentación, esto es, mantiene al instrumento en el centro del conducto radicular.  
(anexo 1, tablas I,II y III).

#### Análisis estadístico de los datos

Se utilizó el cálculo de diferencia entre promedios y proporciones con el análisis estadístico no paramétrico de Q de Cochran.

Bajo la prueba estadística de Q de Cochran se obtuvo lo siguiente :

$$Q^0 = \frac{k(k-1)}{k \sum_{j=1}^k L_j^2} \sum_{j=1}^k (G_j - G')^2$$

Donde  $k$  = grupos apareados o igualados

$G_j$  = Número total de éxitos en la  $j$ ésima columna

$L_i$  = Número total de éxitos en el  $i$ ésimo renglón

$G'$  = Media de  $G_j$

\* Ecuación correspondiente a la prueba Q de Cochran. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. Siegel S. Castellón J. 4ta ed. 1995

Aplicando la fórmula:

$$Q = (k-1) \frac{[k \sum_{j=1}^k G_j^2 - (\sum_{j=1}^k G_j)^2]}{k \sum_{j=1}^k L_j - \sum_{j=1}^k L_j^2}$$

Sustituyendo los valores en la fórmula para el Grupo I de la tabla IV, (ver anexo4, tabla IV), tenemos:

$$Q = (k-1) \frac{[k \sum_{j=1}^k G_j^2 - (\sum_{j=1}^k G_j)^2]}{k \sum_{j=1}^k L_j - \sum_{j=1}^k L_j^2}$$

$$Q = (3-1) \frac{[3 \{ (8)^2 + (5)^2 + (4)^2 \} - (15)^2]}{3 (15) - 41}$$

$$Q = (2) \frac{[3 (36 + 25 + 16) - 225]}{45 - 41}$$

$$Q = 2 \frac{[3 (77) - 225]}{4}$$

$$Q = 2 \frac{[231 - 225]}{4}$$

$$Q = 2 \frac{[6]}{4} = \frac{12}{4} = 3$$



$$Q = 3$$

Q de la tabla con  $p < .01$

$$Q = 11.34$$

$$\text{y } \alpha = .001 \quad Q = 16.27$$

### Hipótesis (H<sub>i</sub>)

Los instrumentos Light Speed, mantienen el centrado de la instrumentación en tercio apical de conductos curvos, en comparación con los manuales y rotatorios.

### Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>)

No existe diferencia entre los instrumentos manuales, rotatorios y los del tipo Light Speed en el mantenimiento del centrado de la instrumentación en el tercio apical de conductos curvos.

$$\mu_1 = \mu_2$$

$$\mu_1 = \text{Limas Flex R y Sistema Profile} \quad \mu_2 = \text{Light Speed}$$

### Decisión

Por los datos obtenidos entre la Q calculada y de tabla<sup>7</sup>, se acepta la H<sub>0</sub>.

<sup>7</sup> Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta, Siegel S. Cuarta Ed. 1995, ed. Tribel Talla C. apéndice I

No existe diferencia entre los instrumentos manuales, rotatorios y los del tipo Light Speed en el mantenimiento del centrado de la instrumentación en el tercio apical de conductos curvos.

Sustituyendo los valores en la fórmula para el Grupo II de la tabla V, (ver anexo 5, tabla V), se tiene:

$$Q = (k-1) \frac{[k \sum_{i=1}^k G_i^2 - (\sum_{i=1}^k G_i)^2]}{k \sum_{i=1}^k L_i - \sum_{i=1}^k L_i^2}$$

$$Q = (3-1) \frac{[3 \{ (12)^2 + (12)^2 + (12)^2 \} - (36)^2]}{3(36) - 108}$$

$$Q = (2) \frac{[3 \{ 144+144+144 \} - 1296]}{108 - 108}$$

$$Q = 2 \frac{[3 \{ 432 \} - 1296]}{0}$$

Sustituyendo los valores en la fórmula para el Grupo III de la tabla VI, (ver anexo 6, tabla VI), se tiene:

$$Q = (k-1) \frac{[k \sum_{i=1}^k G_i^2 - (\sum_{i=1}^k G_i)^2]}{k \sum_{i=1}^k L_i - \sum_{i=1}^k L_i^2}$$

$$Q = (3-1) \frac{[3 \{ (12)^2 + (12)^2 + (9)^2 \} - (33)^2]}{3(33) - 93}$$

$$Q = (2) \frac{[3(144 + 144 + 81) - 1089]}{99 - 93}$$

$$Q = 2 \frac{[1107 - 1089]}{6}$$

$$Q = 2 \frac{[18]}{6}$$

$$Q = \frac{36}{6} = 6$$

$Q = 6$
---------

Q de la tabla<sup>8</sup> con  $p < .01$

$$Q = 16.81$$

$$\text{y } \alpha = .001 \quad Q = 22.46$$

#### Decisión

Por los datos obtenidos entre la Q calculada y de tabla, se acepta la  $H_0$ .

<sup>8</sup> Estadística elemental aplicada a los campos de la conducta, Diego E. Górriz, 1995, ed. Trilce, Tabla E, apéndice 1.

## Capítulo V

### Discusión

En la actualidad no existe un método preciso para evaluar In Vivo, qué tanto se limpia y ensancha un conducto radicular.

El corte de la dentina radicular depende entre otras cosas del tipo de instrumento que se utiliza, las revoluciones por minuto del dispositivo utilizado y la fuerza que el clínico ejerce para ejecutar la maniobra.

Depende también de la habilidad y destreza del operador, de la precisión con que éste ubique los instrumentos dentro del conducto radicular. Todos constituyen factores que ningún estudio los pudiera contemplar.

Senia y Marsicovetere en 1996, agruparon a todos estos factores y les llamaron preparación biomecánica del sistema de conductos radiculares, pero lo hicieron a manera de reflexión, extrapolando a la clínica lo que pudiera ocurrir si el clínico no considerase las situaciones anteriores.

Por lo tanto, se considera que los instrumentos de LS pueden ser considerados más adecuados para la preparación de conductos curvos que las limas K. (Marsicovetere, 1996).

En el presente estudio se pudo observar que existen sitios del sistema de conductos donde el instrumento nunca toca a la dentina, haciendolo tan solo el agente irrigante.

Para corroborar las maniobras realizadas dentro del sistema de conductos, por lo general se utiliza una radiografía, pero la radiografía muestra una imagen bidimensional de un objeto tridimensional, por lo que no es posible calcular en forma exacta esa otra dimensión.

Walton (Walton y Torabinejad 1998), previene al clinico en el sentido de que los ojos ven en una radiografía lo que la mente quiere encontrar, así pues, se estaría frente a una realidad virtual.

Mullaney en 1979 , manejó conductos delgados y ligeramente curvos, siendo la intención del estudio analizar qué tanto se ensanchó, pero sin lograrlo.

Las imágenes que resultan del microscopio electrónico de barrido así como en el estereoscopio, reflejan la calidad de la superficie de la dentina, tubulillos dentinarios expuestos, presencia o ausencia de barro dentinario, limalla dentinaria .

Portenier en 1998, sugirió que la tomografía axial computarizada, (TAC), pudiera ser de mayor auxilio que las imágenes obtenidas del microscopio, siendo el único inconveniente la manera de asociar las imágenes obtenidas.

Se considera que el clinico puede, a través de estas imágenes, hacer posibles trazos de aquellos conductos que fueron previamente instrumentados, porque existe un

espacio, pero no es posible medir la luz del conducto antes de instrumentarlo, debido en parte a la presencia de material orgánico, cálculos, etc.

Existe utileria de cómputo que permite hacer este tipo de trazo pero la confiabilidad del mismo, radica en la calidad del espécimen que sea sometido a estudio.

Los resultados del presente estudio coinciden con los del estudio de Marsicovetere, (Marsicovetere y cols, 1998), ya que fueron manejados de acuerdo a:

- a) Experiencia clínica del operador
- b) Dominio de la técnica
- c) Uso de una pieza eléctrica a 2000 rpm

Abbou-Rass en 1982, sugirió que el clinico debería dominar el manejo de instrumentos rotatorios de acero inoxidable para lograr la limpieza y ensanchado del sistema de conductos.

Éste trabajo se enfocó al respeto del centrado en la instrumentación, en conductos radiculares de dientes humanos permanentes, hecho de gran relevancia ante curvaturas entre los veinte y treinta y ocho grados.

Los resultados del estudio no concuerdan con los conceptos de Thompson , (1998), sugirió el uso de cubos de plástico simulando conductos con cierta curvatura, puesto que no se tiene la misma resistencia de corte que en dentina.

Aquí se encontró que la dentina ofrece cierta resistencia a ser cortada, por lo que el centrado de la instrumentación se va perdiendo a medida que nos acercamos mas a la región apical.

En este estudio se utilizaron cortes transversales de los conductos, de tal manera que permitiera tomar un corte de aproximadamente un milmetro y medio de espesor de la porción cervical, media y apical del conducto instrumentado, y de ésta forma emitir un juicio clínico acerca del centrado de la instrumentación.

Los hallazgos de Cunningham y Senia, en 1992. son de gran importancia para la fundamentación de este estudio, ya que la asociación del hipoclorito de sodio en presencia de peróxido de urea, provocan una efervescencia esencial para que el oxígeno nascente mantenga en suspensión a la limalla que se desprende de las paredes del conducto.

Cuando el clínico aplica cierta fuerza con el instrumento, sea éste manual o rotatorio se genera cierto grado de calor, fenómeno que potencializa las propiedades del hipoclorito de sodio, de ésta manera y en forma indirecta se logra cierto grado de limpieza, por la acción química de las soluciones utilizadas.

Los resultados en este estudio coinciden también con los encontrados por Schrades en 1998, ya que la secuencia de los instrumentos es de vital importancia para lograr el tan deseado centrado de la instrumentación.

Tradicionalmente se han utilizado instrumentos manuales para limpiar y ensanchar a los conductos radiculares, con cierta conicidad y un taper de 0.02 , en este

estudio se utilizó instrumentos manuales de taper 0.02, dos sistemas de instrumentos rotatorios con un taper de 0.02 y otro variable entre .02 a .06.

El hecho de manejar instrumentos con taper variable es un intento del fabricante por reducir el número de instrumentos que serán utilizados para limpiar y ensanchar el sistema de conductos, siendo el taper un factor que pudiera influir en la elección del clínico.

Durante el estudio se pudo observar que a mayor taper, el instrumento difícilmente puede alcanzar la porción apical del conducto, disminuyendo de esta manera la limpieza del mismo.

En este estudio se manejó solo un auxiliar de la instrumentación, posiblemente se hubiera enriquecido si se hubiera utilizado un agente quelante líquido.

Se puede afirmar que el promedio de vida que sugiere el fabricante de instrumentos es corto en comparación con las evidencias in vitro obtenidas.



### Conclusiones

El haber llevado a cabo un estudio bajo una metodología definida, resultados contrastados con una prueba de hipótesis, confrontados con la realidad del marco teórico referencial permiten emitir un juicio crítico acerca del comportamiento in vitro de los instrumentos utilizados en el trabajo.

El haber partido de una realidad teórica obliga a buscar sus consecuencias y el comportamiento de las mismas bajo condiciones controladas.

Cuando se realiza un estudio In vitro, se controla en lo posible, el mayor número de variables, se preestablecen las condiciones, se controlan, y aun así, al finalizar el trabajo, se observa que pudo haber sido mejorado.

La mayoría de los estudios acerca de la limpieza y ensanchado hacen referencia de la curvatura y del aspecto general del cuerpo del conducto, mientras que las imágenes obtenidas a través del microscopio óptico o electrónico de barrido, revelan posibles microfracturas que se encuentran en la dentina a consecuencia del corte de los instrumentos.

Estos hallazgos deberían ser considerados, pues tienen una relación directa con la resistencia de la raíz, cuando el diente tratado será rehabilitado a futuro.

En el presente estudio fueron utilizados instrumentos de tipo manual y rotatorio, de taper variable, por lo que se permite emitir un juicio acerca del comportamiento de estos dentro del conducto radicular.

La conicidad de los instrumentos utilizados en este estudio fué variable dentro de un intervalo de 0.02 a 0.06. Hecho que permite concluir que un taper o conicidad demasiado grande, impide que el instrumento limpie y ensanche la porción apical como lo hiciera un instrumento de taper pequeño.

Una ventaja de los instrumentos de taper mayor es que limpian y ensanchan mucho mas rápido la porción coronal y media del conducto, pero, en este sitio no radica el problema al enfrentar conductos curvos, sino en el tercio apical.

Se pudo constatar que existen instrumentos fabricados en acero inoxidable, económicos y de conicidad o taper mayor, manipulados a más de 300 rpm, por lo que facilitarían mejor la limpieza y ensanchado que algunos de níquel titanio.

En este estudio solo se utilizó un auxiliar de la instrumentación, lo que facilitó las maniobras de limpieza y ensanchado del sistema de conductos.

Se puede concluir en este punto, que el agente irrigante es indispensable en toda maniobra que se haga dentro del sistema de conductos radiculares.

Se encontró que el agente irrigante mantiene en suspensión a la limalla dentinaria, evitando taponamiento del conducto tratado. Se recomienda el uso del

hipoclorito de sodio como agente desinfectante en cualquiera de sus concentraciones, ya que además de su efecto irrigante, posee otras propiedades.

Tratar conductos curvos, se debe hacer con instrumentos nuevos, sin filo en su punta, con cierta rigidez en los calibres pequeños y mayor flexibilidad en los calibres gruesos.

En aquellos conductos con curvaturas por arriba de los 38 grados, es conveniente utilizar los tres primeros instrumentos de acero inoxidable, por sus ventajas de rigidez y resistencia a la torsión.

Los instrumentos sin filo en su punta manejan mejor las curvaturas pronunciadas, ya que durante su avance, la punta piloto no corta, por lo que se evita que se encaje en la dentina radicular.

Por otro lado, es recomendable la utilización de instrumentos de níquel titanio, después de que los de acero inoxidable hayan alcanzado la zona crítica de trabajo.

Los instrumentos de níquel titanio son resistentes a la flexión, y poco menos a la torsión, por lo que respetarán aquellas curvaturas marcadas, cuando el clínico decida ampliar a números mayores al conducto radicular.

Se puede afirmar que el promedio de vida que sugiere el fabricante de instrumentos de níquel titanio es corto en comparación con las evidencias *in vitro* obtenidas.

Durante el uso de instrumentos rotatorios de níquel titanio, tipo Light Speed y Profile, así como manuales de acero inoxidable, tipo flex-R, se sugiere seguir las siguientes recomendaciones:

- Respetar las revoluciones indicadas por el fabricante
- No forzar el instrumento dentro del conducto radicular
- Ser introducidos después de un instrumento de acero inoxidable
- Ser manipulados dentro del sistema de conductos en presencia de un agente auxiliar de la instrumentación.
- Verificar en forma clínica la resistencia a la flexión el vástago del instrumento, en el caso de instrumentos Light Speed.

Algunas sugerencias clínicas para el manejo de conductos curvos

- Tratar la curvatura del conducto primeramente con una lima de acero inoxidable, hasta alcanzar la longitud de trabajo. Si la curvatura es muy pronunciada, se manejará en dos etapas, una, antes de la curvatura y otra, después de la curvatura, para posteriormente, unir ambas ya sea con instrumentos de acero inoxidable o de níquel titanio.
- Se sugiere el uso de los agentes quelantes líquidos
- Se recomienda que el clínico emplee la técnica Crown Down antes de que los instrumentos alcancen la longitud de trabajo.

## Cronograma de actividades

Enero 2000 – Ago 2001

Actividades	Ene	Feb	Mar	Abril	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Planeación y diseño	X																			
Recopilación de datos		X																		
Diseño de instrumentos		X																		
Financiamiento																				
Rec. Humanos Mat. Y financiero		X																		
Autorización del protocolo		X																		
Ejecución		X																		
Obtención de muestras			X																	
Procesamiento			X	X	X															
Análisis bajo el microscopio						X														
Obtención de resultados						X														
Prueba estadística							X													
Análisis de los datos							X													
Elaboración del informe								X												
Preparación de la Tesis									X											
Revisión del documento													X	X				X	X	
Envío del documento para publicación																				X

## Capítulo VII

### Referencias bibliográficas

Abou-Rass Marwan, DDS, MDS, PhD, Jastrab Robert, DDS The use of rotary instruments as auxiliary aids to root canal preparation of molars. JOE, VOL. 8, No 2, Febrero 1982. Pag. 78-82

Barbakow P. Lutz F. The light speed preparation technique evaluated by Swiss clinicians after attending continuing education courses. International Endodontic Journal 1997. Pag. 46-50

Cohen Stephen, Burns Richard C. Pathways of the pulp 7ª. Edición, 1999 Editorial Mosby. Pag. 218, 219, 492-494

Cunningham Cary J., DDS, and Senia Steve E., DDS, MS, BS, FACD A tridimensional study of canals curvatures in the mesial roots of mandibular molars. JOE, VOL. 18, No. 6, Junio 1992, Pag. 294-300

Guldener Peter, Langeland Kaare. Endodoncia Diagnóstico y tratamiento. 2da. edición 1999, Cuellar editores. Pag. 177, 178, 330, 331, 334, 336.

Gutmann James, Dumsha Thom, Lovdahl Paul, Hovland Erick. Problems solving in Endodontics Prevention, Identification, and management. 3rd. edition MOSBY, 1997. Pag. 96-116

Harfan J. Alan, DDS, MSD Nicholls Jack, PhD, Steiner James.DDS. MSD . Instrumentation using Niquel-Titanium or stained steel files with balanced force technique. JOE, VOL 22, No. 8, AGOSTO 1996 pag. 410-413

Hudson David A., BA, DDS, Remeikis Nijole A., BS, DDS, and Van Cura Joseph, DDS. Instrumentation of curved root canals : a comparison study. JOE, VOL. 18, No. 19, Septiembre de 1992. Pag. 448-450

Leonardo Mario Roberto. Tratamiento de los conductos radiculares  
4ª. edición, 1994. Editorial Panamericana. Pag. 277, 278, 334

Lodd Tharuni S., MDS, Paramesawaran A., MDS, Sukumaran MDSY V. G. A comparison of canal preparation using the K-File and Light Speed in resin blocks. JOE, VOL. 22, No. 9, Septiembre de 1996. Pag. 474-476

Marendig M. Lutz F., Barbakow F.. Scanning electronic microscope appearances of Light Speed instruments used clinically. A pilot study. International Endodontic Journal. Vol. 31, pag. 57-62

Marsicovetere Ennio S. DDS Clemente J. DDS, Del Rio Carlos E. DDS. Morphometric video analysis of engine driven nickel- Titanium Light Speed instruments System. JOE, VOL. 22, No. 5 MAYO 1996, PAG. 231-235

Marsicovetere Ennio S. DDS Clemente J. DDS, Del Rio Carlos E. DDS. Torsional testing of the light speed nickel-titanium instrument system. JOE, VOL. 22, No. 12, Diciembre de 1996. Pag. 681-684

Mullaney Thomas, DDS., MSD. Instrumentation of finely curved canals . Dental Clinics of North America. Vol. 23, No. 4, Octubre 1979. Pag. 575-585

Nagy Csaba Dobo, DDS, Szabo Janos , DDS, PhD, y Szabo Jozsef , PhD. A mathematically based classification of root canal curvatures on natural human teeth . JOE, Vol. 21, No. 11, Noviembre de 1995, Pag. 557-560

Pereira Lopes Helio, Nelson Elias Carlos, Estrela Carlos, Freitas Siqueira Jose Jr. Assessment of the apical transportation of root canals using the method of curvature radius . Brazilian Dental Journal. 1998 vol. 9 Pag.39-45 ISSN 01030-6440

Portenier. F. Barbak Lutz . Preparation of the apical part of the root canal by the light speed and Step-Back Techniques. International Endodontic Journal 1998. Vol.31. Pag. 103-11

Rolg-Cayon Miguel, MD, DDS, Basillo-Monne Juan, MD, DDS, Abos-Herrandez Rafael, MD, Brau-Aguade Esteban, MD, DDS, y Canalda-Sahli Carlos, MD,DDS A comparison of molar root canal preparation using six instruments and instrumentation techniques. JOE, VOL. 23, No. 6 Junio 1997 , Pag. 383-387

Royal John, DDS. Donnelly Jerome. DMD. Comparison of maintenance of canal curvature using Balanced-Force instrumentation with three different file types. JOE. Junio 1995. Pag. 300-304

Salomon Ramirez Marco DDS, Soler Bientz Rolando. MSc, PhD, De la Garza González Rafael DD., Palacios Garcia M. Claudia. Incidence of light speed separation and the potential for bypassing. JOE, VOL. 23, No. 9, Septiembre 1997. Pag. 586-587

Scafer Eegar. Dr. Med. Dent. Effects of four Instrumentation Techniques on curved canals: a comparison study. JOE, VOL. 22, No. 12 , Diciembre 1996. Pag. 685-689

Schrades. C., Sener, Barbakow B. Evaluating the sizes of light speed instruments. International Endodontic Journal 1998, vol. 31. Pag. 295-300

Senia, E. Steve. Light Speed instrumentation technique Guide.LIGHT SPEED TECHNOLOGY INC. 01-19, 15600 SAN PEDRO, SUITE 304, San Antonio, TEXAS 78232

Shadid B. David,DDS. MSD, Nicholls I. Jack. PhD, Steiner J. DDS, MSD. A comparison of curved canal transportation with balance – force versus light speed. JOE, VOL. 24, No. 10, OCTUBRE 1998, Pag. 651-654

Siegel Sidney, Castellan John N. . Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. 4ta edición en español. 1995. Editorial Trilla.



Szabo Janos PhD, Wolfgang Hoope, Prof. Med. Den. Properties of endodontic hand instruments used rotary motion. Part 2. Instrumentation of curved canals. JOE VOL. 21., No. 10, Octubre 1995. Pag. 493-496

Thompson S.A., BDS, Mphil, P. Dummer P.M., BDS, MScD, PhD. Shaping ability of light Speed Rotary Nickel-Titanium Instruments in Simulated Root canals part 1. JOE, VOL. 23, No.11, Noviembre de 1997. Pag. 698-702

Thompson S.A., BDS, Mphil, P. Dummer P.M., BDS, MScD, PhD. Shaping ability of light Speed Rotary Nickel-Titanium Instruments in Simulated Root canals. part 2. JOE, VOL. 23, No.12, Diciembre 1998. Pag. 742-747

Walton Richard E., Torabinejad M. Endodoncia, principios y práctica. 2ª. Edición, 1998, Editorial McGraw-Hill Interamericana. Pag. 168, 169, 555-563

Weine Franklin S. Tratamiento Endodóncico. Quinta edición, 1997. Harcourt Brace. Pag. 62, 239, 240, 312, 359, 363

## Capítulo VIII

### Anexos

#### Hoja de recolección de datos

Grupo	Diente	Cervical	Medio	Apical
FB	1			
FB	2			
FB	3			
FB	4			
FB	5			
FB	6			
<hr/>				
<hr/>				
LS	7			
LS	8			
LS	9			
LS	10			
LS	11			
LS	12			
LS	13			
LS	14			
LS	15			
LS	16			
LS	17			
LS	18			
<hr/>				
<hr/>				
PF	19			
PF	20			
PF	21			
PF	22			
PF	23			
PF	24			
PF	25			
PF	26			
PF	27			
PF	28			
PF	29			
PF	30			

Anexo 1, tablas I, II y III

Tabla I. Resultado de las observaciones por tercios de la raíz. Grupo I

Grupo	Diente	Cervical	Medio	Apical
FB	1	1	1	1
FB	2	1	1	1
FB	3	1	1	1
FB	4	1	1	0
FB	5	1	0	0
FB	6	1	1	1

Tabla II. Resultado de las observaciones por tercios de la raíz. Grupo II

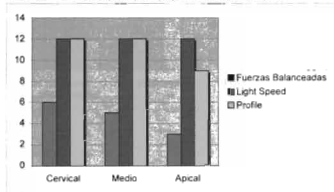
LS	7	1	1	1
LS	8	1	1	1
LS	9	1	1	1
LS	10	1	1	1
LS	11	1	1	1
LS	12	1	1	1
LS	13	1	1	1
LS	14	1	1	1
LS	15	1	1	1
LS	16	1	1	1
LS	17	1	1	1
LS	18	1	1	1

Tabla III. Resultado de las observaciones por tercios de la raíz. Grupo III

PF	19	1	1	1
PF	20	1	1	1
PF	21	1	1	0
PF	22	1	1	0
PF	23	1	1	0
PF	24	1	1	1
PF	25	1	1	1
PF	26	1	1	1
PF	27	1	1	1
PF	28	1	1	1
PF	29	1	1	1
PF	30	1	1	1

## Anexo 2. Gráfica 1

Gráfica 1. Centrado. Métodos empleados para limpiar y ensanchar al sistema de conductos

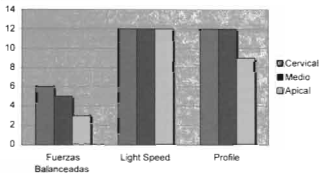


9

## Anexo 3, gráfica 2

Gráfica 2. Tercos radiculares manipulados con los tres métodos

\*\* En el grupo de fuerzas balanceadas solo se usaron 6 dientes



10

Anexo 4, tabla IV

Tabla IV. Valores asignados de acuerdo a la prueba estadística  $\chi^2$  de Cochran

Grupo I	Diente	Cervical	Medio	Apical	$L_1$	$L_1^2$
FB	1	1	1	1	3	9
FB	2	1	1	1	3	9
FB	3	1	1	1	3	9
FB	4	1	1	0	2	4
FB	5	1	0	0	1	1
FB	6	1	1	1	3	9
		<b><math>G_1 = 6</math></b>	<b><math>G_2 = 5</math></b>	<b><math>G_3 = 4</math></b>	<b><math>L_1 = 15</math></b>	<b><math>L_1^2 = 41</math></b>

<sup>18</sup> En el grupo de fuerzas balanceadas solo se usaron 6 dientes