



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE MEDICINA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

**Comparacion de la transportacion apical provocada por dos sistemas de
instrumentacion rotatorios.**

TESIS

Como parte de los requisitos para obtener el diploma de:
Especialidad en Endodoncia

Presenta
Rogelio Hernandez Cortés

Dirigido por
C.D.E.E. Roberto Gustavo Sanchez-Lara y Tajonar

C.D.E.E. Roberto Gustavo Sanchez-Lara y Tajonar
Presidente



Firma

C.D.E.E. Maria Yolanda Lopez Gomez
Secretario



Firma

M. en C. Rubén. Domínguez Pérez
Vocal



Firma

E.E.M.O. Santiago Andaracua García
Suplente



Firma

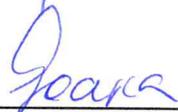
Dr. en C. Maria del Socorro Maribel Liñan Fernandez
Suplente



Firma



Dra. Guadalupe Zaldivar Lelo De Larrea
Director de la Facultad



Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
Directora de Investigación y Posgrado

RESUMEN

En esta investigación se analiza la transportación del conducto radicular de 2 sistemas rotatorios y los instrumentos manuales endodónticos. Para este estudio se utilizaron 90 molares inferiores con ápices maduros con diferentes angulaciones. Se dividieron en 3 grupos de 30 molares distribuidos por igual entre longitudes de trabajo y angulaciones de la raíz. Los grupos fueron instrumentados con los rotatorios Silk, Hyflex e instrumentos manuales. Los instrumentos rotatorios se instrumentaron conforme a las recomendaciones del fabricante y los manuales con la técnica de Crown-Down modificada con fresas Gates Glidden. Se tomaron radiografías iniciales y después de instrumentados con todos los instrumentos hasta su número 30 y después con los instrumentos número 35 para poder hacer las mediciones de la transportación del conducto. Las mediciones se hicieron por medio de superposición radiográfica una de ellas fue de la inicial hasta instrumentados a la lima 30 y el otro fue de la inicial hasta 35. Las imágenes fueron procesadas con el programa de computadora ImageJ y los resultados fueron vaciados en el programa Excel. Los resultados muestran transportación del conducto tanto en sentido vestibular-lingual como en sentido mesio-distal donde las limas manuales tuvieron mayor transportación en el tercio medio cuando se comparaban contra las limas Silk en los números 30 respectivamente. En tercio apical en sentido mesio-lingual las limas Silk y manuales tuvieron mayor transportación que las limas Hyflex. Lo encontrado en los resultados de este estudio muestra que siempre habrá una transportación del conducto después de haberse instrumentado. El hecho de que casi no exista literatura de los sistemas rotatorios nuevos como el de Silk demuestran la necesidad de la investigación en estos temas. El objetivo de este estudio era comparar los sistemas para ver si los instrumentos Silk transportaban menos que los instrumentos rotatorios Hyflex.

(Palabras clave: Silk, Mani, Coltene, Hyflex, Instrumentos rotatorios, Transportación Apical.)

SUMMARY

In this investigation the canal transportation of 2 rotatory systems and manual Endodontic files was analysed . For this study were necessary 90 mandibular molars with mature apex in different angulations. They were divided in 3 groups of 30 each and distributed by the working length and radicular angulation. The groups were instrumented with rotatory files Silk, Hyflex and manual files. The way the rotatory files were instrumented was by the regulations of the seller and the manual files were instrumented with the Modified Crown-Down technique. They were taken initial and final radiographs after they were instrumented until the number 30 file and later to 35 file to analased and measurement of the canal transportation. The measurement were made by radiograph superposition, one of them was from the initial to the number 30 file and the other from initial to 35 file. The images were processed with the computer program ImageJ and the results were saved in an Excel Sheet. The results of the canal transportation shows that the greater transportation was both in vestibular-lingual as mesio-distal view with the manual files comparing with the Silk files in the mid-third of the root portion with the number 30 size. In the apical third in the mesio-lingual view the Silk and manual files had greater transportation than the Hyflex Files. What the results show in this study is that there will always be canal transportation and modification after the instrumentation. The fact that there is no available literature of new Endodontic files shows the needs of more investigation of this type. The objetive of this study was to compare the systems to see if Silk rotatory files have less canal transportation than the Hyflex rotatory files.

(Key words: Silk, Mani, Hyflex, Coltene, Rotatory files, Apical transportation.)

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Rubén Domínguez Pérez que sin su gran apoyo, comprensión y conocimientos no se habría podido concluir este trabajo de tesis.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por brindar el apoyo económico para mi y muchas personas, y así poder seguir en el crecimiento de enseñanza en el país.

A mis amigos de la especialidad que durante esos dos años de estrés, diversión y trabajo estuvimos juntos y apoyándonos.

A mi familia por su apoyo incondicional en mis decisiones.

A mi padre que me ha apoyado desde niño ayudándome a seguir adelante y ser el profesionalista en el que me estoy convirtiendo.

A mi madre que me ha resguardado bajo su ala materna dándome apoyo y amor.

A mis hermanos que siempre han estado ahí para escucharme y guiarme.

A mi novia por aguantar tanto tiempo mi crecimiento profesional y estar ahí para apoyarme.

A mi Coordinador y profesores de la especialidad por guiarme científicamente en todo mi posgrado.

Muchas gracias

Rogelio Hernández Cortés

Tabla de contenidos

1. I. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1 TÉCNICAS DE PREPARACIÓN DEL CONDUCTO.	9
1.2 CLASIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS ENDODÓNTICOS.	12
1.3 ALEACIÓN DE NÍQUEL TITANIO.	13
1.4 SISTEMA SILK DE MANI	14
1.5 SISTEMA ROTATORIO HYFLEX.	15
1.6 ERRORES DURANTE LA CONFORMACIÓN DEL CONDUCTO.	16
1.7 MEDICIÓN DE LA TRANSPORTACIÓN APICAL	18
2. OBJETIVOS.	20
2.1 OBJETIVOS GENERALES.....	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	20
3. METODOLOGÍA.....	21
3.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA.	21
3.2 INSTRUMENTACIÓN DE LA MUESTRA.....	22
3.3 TOMA DE RADIOGRAFÍAS.	23
3.4 MEDICIÓN DE DATOS.	24
3.5	25
3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.	25
4. RESULTADOS	26
5. DISCUSIÓN.	30
6. CONCLUSIONES.	34
7. REFERENCIAS.....	35

Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación de los instrumentos endodónticos.....	12
Tabla 2 Comparación de angulaciones antes y después.....	26
Tabla 3 Comparación de transportación apical en vista Vestibulo-Lingual.....	28
Tabla 4 Comparación de transportación apical en vista Mesio-Distal.....	29

Índice de Figuras.

Figure 1 Preparación de la muestra	21
Figure 2 Instrumentos a comparar.	23
Figure 3 Preparación de los moldes y toma de radiografías	24
Figure 4 Muestra de toma de angulación y transportación del conducto.....	25

1. I. Introducción.

El principal objetivo de un tratamiento endodóntico es la prevención y curación de la periodontitis apical (Ørstavik et al 2007). La conformación del conducto radicular es un aspecto crítico durante el tratamiento de conductos ya que este va a remover físicamente dentina infectada y tendrá una alta influencia en las fases de irrigación y subsecuentemente en la obturación del conducto, llevando así al éxito del tratamiento. El conducto radicular al estar conformado debe tener una conicidad que vaya desde el foramen apical hasta la entrada del conducto, esto va a permitir la entrada de los irrigantes y la colocación de una obturación efectiva. Esto es difícil en conductos curvos porque hay una tendencia en todas las técnicas de instrumentación a modificar la curvatura y el eje original del conducto dando como resultado errores de procedimiento (Schilder, 1974; Abou-Rass et al, 1980). Varios errores de procedimiento ocurren en la conformación del conducto, especialmente en conductos curvos y estrechos (Weine et al, 1975). Existe una constante búsqueda para la mejora de la conformación en términos de cantidad de material removido en la pared del conducto y apearse a la forma original del conducto radicular, esto por mejoramiento de técnicas de instrumentado y mejoras en la tecnología de los instrumentos.

Es importante conocer la anatomía dental interna para evitar errores durante la conformación y preparación del conducto. Casi todos los conductos radiculares presentan curvaturas y estas pueden ser un problema en la conformación y limpieza, debido a que no se aprecia en la radiografía y puede llevar a errores del procedimiento.

La constricción apical, la unión cemento dentina y el foramen apical son los tres conceptos anatómicos del tercio apical. Según Kuttler (1995) la anatomía del tercio apical incluye el conducto radicular que se va estrechando desde el inicio del conducto hasta la constricción apical o diámetro menor. La parte con menor diámetro dentro del conducto radicular y el punto de referencia usado para

la terminación de la conformación, limpieza y obturación es la constricción apical.

La unión de cemento con la dentina es otro punto anatómico y su localización es muy variable y suele estar ubicada aproximadamente a 1 mm del foramen apical. Por último el foramen apical es el borde circular o redondeado como un embudo que diferencia entre la terminación del conducto cementario y la superficie exterior de la raíz y este no se localiza normalmente en el ápice anatómico de la raíz (Hargreaves et al, 2013).

La morfología apical puede ser variable y puede tener distintas formas, conductos accesorios, reabsorciones, cálculos pulpares y dentina secundaria. Esta estructura variable de la región apical plantea dificultades para el tratamiento del conducto radicular (Hargreaves et al, 2013).

Pucci y Reig (1994) clasificaron las ramificaciones encontradas en la región radicular y son:

- **Conducto principal-** Esta presente en el eje longitudinal del diente seguido por el techo de la cámara coronaria al foramen apical.
- **Conducto colateral-** Esta posicionado paralelo al conducto principal pudiendo o no alcanzar aisladamente el foramen apical, presentándose con menor volumen que el principal.
- **Conducto lateral-** Se presenta en el tercio cervical e inicio del tercio medio y camina hacia el ligamento periodontal mas o menos perpendicularmente.
- **Conducto secundario-** Se presenta en el tercio apical, va en forma perpendicular al conducto principal hacia el ligamento periodontal.
- **Conducto accesorio-** Se constituye en una ramificación del conducto secundario que camina hacia el ligamento periodontal.
- **Interconducto-** Constituye una ramificación presente entre el conducto principal y el colateral o secundarios no alcanzando el ligamento periodontal.
- **Conducto recurrente-** parte del conducto principal recorriendo discreto

trecho y regresa al conducto principal no llegando a la región apical.

- **Conducto reticular-** Representa el entrelazamiento de tres o mas conductos que caminan paralelamente a partir de ramificaciones del interconducto caracterizando un aspecto reticular.
- **Delta Apical-** Constituye varias derivaciones presentes en la región del apice dentario que parte del conducto principal hacia el ligamento apical.

Un gran numero de instrumentos de Níquel-Titanio(Ni-Ti) fueron introducidos en la practica endodóntica en las ultimas 2 décadas con el objetivo de superar los errores que puede haber durante la instrumentación mecánica del conducto. Los instrumentos de Ni-Ti han revolucionado el tratamiento al reducir la fatiga del operador, tiempo requerido para finalizar la preparación y la reducción de los errores asociados en la conformación del conducto radicular, como: transportación apical y perdida de la longitud de trabajo, que estaban mayormente asociados con el uso de instrumentos de acero inoxidable (Glosson et al, 1995; Short, 1997). Desafortunadamente el tamaño de la punta, la conicidad (taper: descrito como el incremento del diámetro por milímetro en la superficie de trabajo del instrumento desde la punta hasta el vástago), el diseño, la longitud del pitch(distancia entre los bordes cortantes del instrumento) y otras características morfológicas y geométricas de los instrumentos harán que estos sigan su propia trayectoria dentro de los conductos si no están bien retenidas dentro de este. Aunque la trayectoria final dependerá de la forma del conducto ya que las limas están fabricadas para que sigan la anatomía del conducto y no al revés (Plotino et al, 2010)

1.1 Técnicas de preparación del conducto.

Fuerzas Balanceadas.

En 1985 fue detallado este método por Roane et al (1985) para la preparación de conductos curvos. El conducto es instrumentado empleando una forma de movimiento rotatorio modificada. Esta técnica de movimiento era

necesaria ser utilizada con una lima con punta de Batt o inactiva por lo que primero se utilizaban limas tipo k modificadas hasta que se introdujeron las limas Flex-R.

Esta técnica empieza introduciendo el instrumento al conducto radicular sin ejercer presión hacia apical, al mismo tiempo que se realiza un movimiento de un cuarto de vuelta en sentido horario. Este movimiento coloca el corte del instrumento contra la pared de la dentina. Después se rota el instrumento $\frac{3}{4}$ de vuelta en sentido anti horario con una ligera presión hacia apical, esto para evitar el desalojo del instrumento en el conducto. Este movimiento elimina la dentina sin aumentar el riesgo a la deformación del conducto radicular. Después se hace media vuelta en sentido horario y se extrae del conducto la limalla dentinaría. Según Southard et al. (1987) esta técnica puede permitir preparar los conductos radiculares hasta un diámetro de lima 40 en mas del 80% de los casos sin alterar el trayecto del conducto.

Técnica de Step-Back.

Esta técnica de instrumentación previene la irritación de los tejidos periapicales que se hacia con el medicamento y los materiales de obturación ya que se hacia un tope apical. Aunque en el 46% de los casos de conductos curvos se presentaba una modificación del trayecto del conducto en la parte apical (Beer et al, 1999).

La técnica comienza con la instrumentación en el tercio apical y después se terminaba con el tercio coronal. Al hacer el acceso se introduce una lima hasta la longitud de trabajo y se corrobora con una radiografía. Esta primera lima tiene el nombre de Lima Apical Inicial. El conducto se ensancha 4 calibres (por ejemplo si nuestra lima inicial es un calibre 15, se deberá instrumentar hasta un calibre 35) sin saltarse ningún instrumento ya que se puede producir un error durante el procedimiento. La ultima lima con la que se haya instrumentado se llama Lima Principal Apical o Lima Apical Maestra (LAM), esta va a equivaler al tamaño del

cono de obturación. Después se hace un retroceso con una técnica de step-back con 4 calibres mas (retomando el ejemplo anterior si nuestra LAM fue un calibre 35, se instrumenta un calibre 40 a 1 mm menor de la longitud de trabajo, después un 45 a 2mm de la longitud de trabajo, hasta llegar a un calibre 55 a 4mm de trabajo. Esta parte de la técnica nos permitirá hacer el conducto cónico con un buen tope apical. Entre cada instrumento se debe recapitular con una lima 10 para asegurar la permeabilidad del conducto radicular (Beer et al, 1999).

Técnica de Step-Down.

Esta técnica es la ideal para instrumentar conductos curvos y estrechos. Esta técnica primero ensancha el tercio coronal y después la parte apical del conducto. La mayor ventaja de esta técnica es que al ensanchar el tercio coronal y medio la punta de irrigación entrara mas en el conducto radicular permitiendo la desinfección y disolución de tejido pulpar en la parte apical conforme se va instrumentando (Beer et al, 1999).

La técnica comienza al hacer la apertura cameral, se introduce una lima para ver hasta donde encontramos permeabilidad del conducto. Se ensancha el tercio coronal con fresas Gates-Glidden hasta el inicio de la curvatura del conducto. Después se toma la longitud de trabajo con una lima K por medio radiográfico. Si los instrumentos tipo K no alcanzan la longitud de trabajo se recapitula el conducto con una lima de calibre menor. Se ensancha el tercio apical al calibre que uno pueda observar dentina blanca saliendo con el instrumento, esto nos da una idea de que la dentina esta limpia (Beer et al, 1999).

1.2 Clasificación de instrumentos endodónticos.

La clasificación de los instrumentos esta hecha por el tipo de uso que tienen los instrumentos dentro del conducto radicular (Hargreaves et al, 2013).

Tabla 1. Clasificación de instrumentos endodónticos

Grupo 1	Instrumentos accionados manualmente: Estos instrumentos se pueden encontrar las limas tipo K y Hedstrom.
Grupo 2	Instrumentos de baja velocidad con una conexión tipo pestillo: Estos instrumentos son las fresas Gates-Glidden, Peeso.
Grupo 3	Instrumentos rotatorios de níquel titanio accionados por motor
Grupo 4	Instrumentos que se adaptan tridimensionalmente al conducto radicular.
Grupo 5	Instrumentos reciprocantes accionados por motor.
Grupo 6	Instrumentos ultrasónicos.

Los instrumentos tienen ciertas propiedades físicas que nos ayudan al éxito, dependiendo de la forma en que se relacione el material, su diseño y la técnica empleada con la fuerza ejercida sobre el instrumento. Se deben entender

estos términos para que se tenga el conocimiento que todos los instrumentos lo tienen (Hargreaves et al, 2013).

- **Estrés:** es la fuerza deformante medida en un área determinada.
- **Punto de concentración del estrés:** Cambio brusco en la forma geométrica en una lima, como una muesca que ocasiona un nivel de estrés mas alto en ese punto que en el resto de la lima en que la forma es mas regular.
- **Tensión:** La cantidad de deformación que experimenta una lima.
- **Limite de elasticidad:** Es el valor establecido que representa la máxima tensión que al aplicarse a una lima permite que vuelva a sus dimensiones originales. Cuando se elimina la tensión las fuerzas internas residuales vuelven a cero.
- **Deformación elástica:** Es la deformación reversible que no excede el limite de elasticidad.
- **Memoria plástica:** Es la situación que presenta cuando el limite de elasticidad es sustancialmente mas alto, propio de los metales convencionales. Permite que un instrumento recupere su forma original después de haber sufrido deformación.
- **Deformación plástica:** es el desplazamiento permanente por desunión que aparece cuando se a excedido el limite de elasticidad. La lima no vuelve a sus dimisiones originales después de suprimir la tensión.
- **Limite de plasticidad:** Es el punto en el que una lima plásticamente deformada se rompe.

1.3 Aleación de Níquel Titanio.

La aleación de NiTi fue desarrollada por un laboratorio de la artillería Naval de la Marina de Estados Unidos, donde recibía el nombre de **Nitinol**. Fue utilizado por primera vez en la odontología como arcos para ortodoncia por sus propiedades. **Los instrumentos de NiTi fueron introducidos en el año 1988** en

endodancia y a comparación de sus antecesores que eran los instrumentos de acero inoxidable los instrumentos de NiTi tienen mayor flexibilidad y resistencia a la fractura por torsión. La aleación de NiTi tiene como característica principal una súper elasticidad y memoria de forma. Esto se refiere a que cuando hay una aplicación de estrés sobre el material por arriba de un nivel crítico este cambia su forma pero al liberar este estrés regresa a su tamaño y forma original (Otsuka y Wayman, 1998).

1.4 Sistema Silk de Mani

Un nuevo instrumento en el mercado son estas limas de NiTi. Consiste en un sistema de 2 limas que puede ser rotatorio o reciprocante, mientras posee toda la flexibilidad, eficiencia en el corte y resistencia a la fractura por el tratamiento de calor que tiene. El sistema cuenta con tres paquetes pre-ensamblados por el fabricante que sigue específicamente la anatomía que el clínico puede encontrar. El paquete simple que es para conductos rectos que contiene los instrumentos de número 25/08, 25/06 y 30/06, el paquete estándar que es para conductos con curvatura moderada que contiene los instrumentos 25/08, 20/06, 25/06 y complejo que es para una curvatura severa y calcificados que contiene los instrumentos 20/04, 25/08 y 25/04. En este estudio se utilizará una modificación del paquete complejo con las limas extras 30/04 y 35/04 ya que lo que se comparará es la transportación de las limas rotatorias extras del sistema que no vienen en los paquetes pre ensamblados por el fabricante.

Especificaciones del sistema.

Este instrumento tiene un corte en forma de lagrima. Este corte le permite canalizar todo el debris dentinario afuera del conducto eficazmente y mantiene la lima bien centrada dentro del conducto evitando el atornillamiento de este sistema. Como los demás instrumentos rotatorios este sistema tiene conicidad o taper constantes (por ejemplo 0.08, 0.06, 0.04). Se pueden encontrar en longitudes de 18, 21 y 25mm. Los instrumentos están tratados con calor desde la punta hasta

aproximadamente 10mm en los bordes cortantes, este tratamiento provee al instrumento de una flexibilidad y una fuerza excepcional (Mounce, 2015).

Este sistema rotatorio puede ser utilizado a cualquier velocidad y torque, aunque el fabricante recomienda que sean utilizados a 500 rpm con un torque de 300 g-cm. El fabricante dice que el instrumento no se atornillara si se utiliza la velocidad correcta, presión y fulcro del dedo. El sistema no se debe usar con un movimiento de picoteo, se recomienda ser insertado, removido y ser insertado nuevamente hasta llegar a apical y se deja girando en su posición dentro del conducto. Las instrucciones de uso de este sistema que recomienda el fabricante se verán en materiales y métodos (Mounce, 2015).

1.5 Sistema rotatorio Hyflex.

Hyflex es un instrumento rotatorio que ha sido comercializado desde el año 2011. Este instrumento tiene una tecnología innovadora que usa un proceso térmico único que controla la memoria del material. Este tratamiento térmico es conocido por que produce un acomodamiento mejor de las estructuras de los cristales, llevándola a tener una flexibilidad mejor (Testarelli et al, 2011).

Este instrumento tiene un porcentaje mas bajo de Níquel teniendo 52.1%. en comparación con otros instrumentos que tienen de 54 a 56 % de níquel (Zinelis et al, 2010).

Especificaciones del sistema.

El instrumento esta hecho de un alambre con control de memoria, que tiene la propiedad de ser mas flexible y después de ser esterilizada esta regresa a la forma que tenia antes de ser utilizada. Este sistema según el fabricante tiene mejores características que permiten seguir el conducto, menor atornillamiento, menor transportación , escalones y perforaciones (Coltene, 2009).

Este instrumento tiene su paquete normal que consta de 6 limas la 25/08, 20/04, 25/04,20/06,30/04 y 40/04 la cual será modificada en los materiales y métodos de este estudio

1.6 Errores durante la conformación del conducto.

Los errores durante la instrumentación están normalmente asociados a una excesiva e inapropiada remoción de dentina. Esta remoción de dentina puede debilitar las paredes de la raíz hasta una fractura (Beer et al, 1999; Ingle et al, 2005).

Los principales errores son:

Formación de escalones.

Esto es comúnmente asociado a un error durante la cavidad de acceso que no permite el acceso directo a la parte apical de los conductos, también puede ser causada por usar instrumentos rectos y muy largos en conductos curvos. Para evitar este tipo de errores se diseñaron los instrumentos con puntas inactivas que permiten buscar la luz del conducto.

La curvatura de los conductos en la mayoría de las ocasiones no se pueden observar radiográficamente ya que estas curvaturas están en sentido vestibulo-lingual cuando se toma una radiografía. Un ejemplo de este tipo de curvaturas son las que se encuentran en las raíces palatinas de los molares superiores que tienen una curvatura hacia vestibular, al tomar la radiografía en un sentido vestibulo-palatino u orto radial la curvatura parecerá una línea recta, por esto es necesario tener un conocimiento básico de la anatomía de los dientes (Beer et al, 1999; Ingle et al, 2005).

Perforaciones

Las perforaciones son comunicaciones que se hacen desde adentro del órgano dental hacia el periodonto. Las perforaciones tienen varias ubicaciones y

también dependerán del paso en la conformación del conducto en la que uno este. Estas pueden ser causadas por dos casos. 1) La formación de un escalón en las paredes del conducto y usar instrumentos con punta activa. Esto llevara a que uno siga instrumentando en el sentido del escalón llevando a una transportación del conducto y por ultimo a la perforación. 2) El uso de instrumentos mas grandes o mas largos llevando a una perforación en sentido apical o una perforación en laterales de la raíz. Las perforaciones están clasificadas por su localización, su tamaño y el tiempo que lleva la perforación. (Beer et al, 1999).

La perforación mas relevante para este estudio es la perforación en el tercio apical y esta puede ser causada por la falta de permeabilización del conducto cuando están curvos o no tener la longitud de trabajo adecuada. La perforación en este tercio es el resultado de otros errores que son la transportación apical o Zip apical que según el glosario aceptado de terminologías endodónticos la define como remoción de la estructura de la pared del conducto por fuera de la curvatura en el tercio apical del conducto, causado por la tendencia de los instrumentos a regresar a su forma lineal original durante la conformación del conducto radicular. También se define el Zip apical como una forma elíptica que se puede formar en el foramen apical durante la preparación del conducto curvo cuando el instrumento se extiende por el foramen apical que lleva a una transportación de la pared exterior (Beer et al, 1999; Ingle et al, 2005).

Separación de instrumentos o Objetos extraños.

Gran variedad de reportes documentan la separación o la rotura de los instrumentos obliterando los conductos radiculares. Esto pueden ser cualquier instrumento que se utilizan dentro del conducto radicular o material de restauración que tenga el diente.

Bloqueo del conducto

Esto se puede saber cuando el instrumento no alcanza la longitud de trabajo que se tenia. El bloqueo del conducto ocurre cuando la limalla dentinaría

se compacta dentro del conducto formando una masa dura. También el bloqueo por tejido fibroso que es cuando el tejido pulpar es compactado y solidificado contra la constricción apical (Beer et al, 1999; Ingle et al, 2005).

Transportación Apical

El glosario de términos endodónticos de la Asociación Americana de Endodóncistas (AAE, 2003) definió transportación como la remoción de estructura de la pared del conducto en la pared contraria a la curvatura en la mitad apical del conducto por la tendencia de las limas a recobrar su forma linear original durante la preparación del conducto. Este error se debe a varios factores que se han discutido en varios estudios y son: una anatomía compleja del conducto radicular, una falta de línea recta en el acceso, el diseño del instrumento, la secuencia de instrumentación, la experiencia del operador, la velocidad de rotación del instrumento, y un inadecuado uso de un irrigante o lubricante. El diseño del instrumento a sido identificado como un factor potencial para el buen pronostico de la instrumentación. Por lo que el diseño de varios instrumentos para diferentes casos se han fabricado para minimizar la transportación apical y lograr una preparación del conducto mas rápida y predecible. (McSpadden, 2007)

1.7 Medición de la transportación apical

La medición de la transportación apical puede ser problemática por que no existe un estándar de oro para esto, por lo que hay diferentes métodos para su estudio. Las formas de estudiar la transportación del conducto radicular son varias. Existe la técnica de Bramante (Bramante et al, 1987), donde se seccionan las raíces antes de la instrumentación para su evaluación, después se arman las secciones e instrumentan para volver a ser evaluadas y observar los cambios que suceden después de la instrumentación Aunque este tipo de estudio tiene como problema la perdida del espécimen de estudio en algunos casos por formación de escalones en los espacios donde fue seccionado el diente (Imura et al, 2001)

También existe el método de una tomografía computarizada de alta resolución, este estudio posee la propiedad de visualizar las características morfológicas sin la destrucción del espécimen, su mayor ventaja es que se pueden reproducir los datos en 3 dimensiones de los especímenes antes y después de haber sido preparados. Pero este estudio tiene las desventajas de que consume tiempo para ser tomadas las muestras y procesadas después y tienen un alto costo (Loizides et al, 2007).

La superposición de radiografías usada por primera vez por Iqbal et al. (2003) es un método que permite observar la transportación del conducto antes y después de ser preparados, aunque tiene como mayor desventaja que es una imagen en dos dimensiones. Se ha tratado de mejorar este tipo de método tomando una radiografía por la cara vestibular y otra radiografía por alguna cara proximal, para poder obtener una vista mesio-distal y otra vestíbulo-lingual (Backman et al, 1992). Aunque esta técnica solo mide la proyección de la transportación y no la transportación real, ya que los dientes no siempre muestran su máxima curvatura en estos sentidos (Hülsman et al, 1993). Sin embargo con el desarrollo de nuevos programas, instrumentos y algoritmos podremos mejorar la medición de parámetros geométricos como volumen, área de superficie y anchura.

2. OBJETIVOS.

2.1 Objetivos generales.

Determinar cuales instrumentos rotatorios, Silk o Hyflex provocan mayor transportación apical

2.2 Objetivos específicos.

Evaluar la transportación apical causada por instrumentos Silk 30/04 y 35/04.

Evaluar a transportación apical causada por instrumentos Hyflex 30/04 y 35/04.

Evaluar la transportación apical causada por instrumentos manuales 30 y 35.

Comparar la transportación apical causada por las 6 condiciones anteriores.

3. Metodología

3.1 Preparación de la muestra.

Después de la recolección de dientes extraídos estos se limpiaron sumergiéndolos en su totalidad en hipoclorito de sodio al 5.25% durante 3 horas. Durante la selección se escogieron molares inferiores con raíces curvas. Se realizó la limpieza de tejido y cálculos dentales con un ultrasonido marca NKS cuya punta fue enfriada con agua. Los órganos dentarios preparados (n=90) se dividieron en 3 grupos: Grupo 1 (control) instrumentados con limas manuales de acuerdo a la técnica Crown-Down combinada con fresas Gates-Glidden (n=30), Grupo 2 instrumentados con sistema rotatorio Hyflex(Coltene)(n=30), Grupo 3 instrumentados con sistema rotatorio Silk (Mani) (n=30). Después de su limpieza se cubrieron las raíces con resina acrílica formando cubos para su fácil posicionamiento. Se limpió la cámara pulpar con 2ml de hipoclorito de sodio al 5.25% y se ubicaron los conductos mesiales. Se exploraron los conductos mesio-vestibulares con limas 10 tipo k para realizar la patenticidad. La longitud de trabajo se obtuvo viendo la salida de la lima por el foramen apical con lupas de aumento y se le sustrajo .5mm a esa longitud. Las muestras se conservaron en solución fisiológica para su próximo paso. Fig 1.

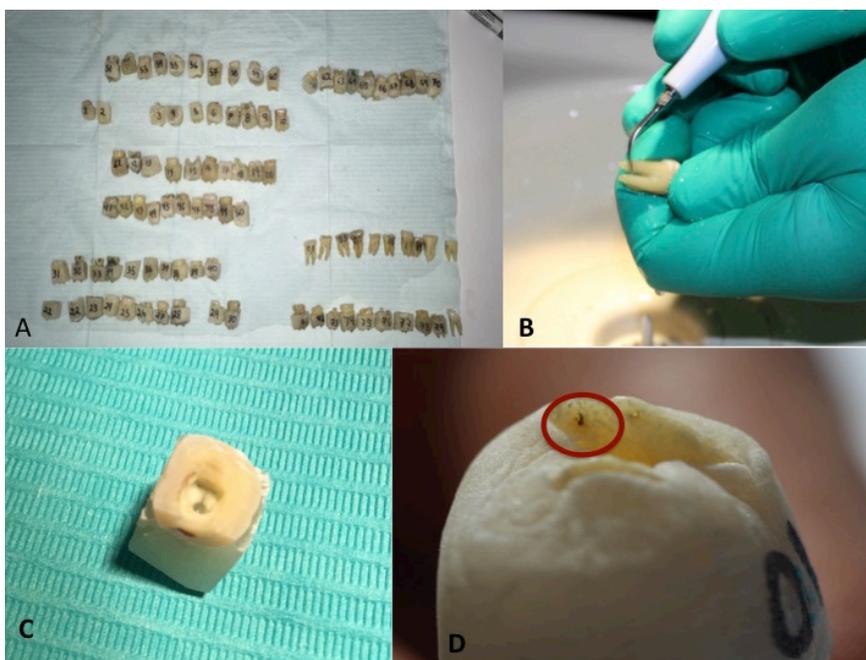


Fig. 1 A) Muestra organizada por número y grupo, B) Limpieza de las muestras con ultrasonido C) Muestra después de preparación, dentro de su cubo de resina y con acceso. D) Lima sobre extendiéndose por el foramen apical

3.2 Instrumentación de la muestra.

Se realizaron diferentes protocolos para la instrumentación de los diferentes grupos. Siendo estos diferentes por las recomendaciones de cada fabricante de los instrumentos, pero siendo instrumentados hasta el mismo calibre.

Para el sistema Hyflex se utilizó la recomendación del fabricante. Se obtuvo la patencia de los conductos y se instrumentaron hasta una lima 20 manual, después se utiliza el abridor 25/06; cabe destacar que entre cada instrumento manual y rotatorio se realizó irrigación abundante del conducto y patencia con una lima 10 además de limpiar el instrumento con una gasa. Se instrumentó después con una lima 20/06 hasta llegar a la longitud de trabajo, si se sentía resistencia se retiraba el instrumento, se irrigaba y patentizaba el conducto, se siguió instrumentando con la lima 20/06, 25/04, 30/04 y 35/04 de la forma antes mencionada. Los instrumentos Hyflex 35/04 se compraron aparte del paquete estándar para poder ser usados dentro del estudio.

Para el sistema Silk que tiene 3 paquetes, simple, estándar y complejo. Se utilizó el sistema complejo con la modificación de las limas 30/04 y 35/04. Los siguientes pasos son las instrucciones. Se utilizaron conforme a la recomendación del fabricante. Este sistema se empezó por obtener la patencia del conducto hasta una lima manual 20. Después se utilizó el abridor 25/08 y se siguió instrumentando con la 20/04, 25/04, 30/04 y 35/04, cabe destacar que este instrumento requiere de dejarlo trabajar dentro del conducto 3 segundos a diferencia de Hyflex que requiere movimientos de picoteo. Al igual que en el grupo de Hyflex se obtuvo patencia y se irrigó después de cada instrumento.

La instrumentación manual se hizo de acuerdo a la técnica de Crown-Down combinada con Gates-Glidden hasta llegar a la lima 30 y 35 tipo K. Se utilizó Gates Glidden (GG) 3 para ensanchar el tercio cervical hasta sentir resistencia, después se cambió a una GG 2 hasta volver a sentir resistencia y se finalizó el ensanchado con una GG 1. Se comenzó con una lima 50 después de las fresas

GG se fue bajando 1 mm y un numero de lima hasta llegar a la longitud de trabajo antes establecida. Al igual que con los instrumentos rotatorios se irrigo y patentizo el conducto después de cada instrumento Fig 2.

Los conductos fueron instrumentados hasta una lima 30 y 35; por que es la preparación que normalmente se utiliza y donde el irrigante comienza a penetrar en esta zona. (Abbasali et al 2006)

Los instrumentos fueron desechados después de su uso en 3 conductos para mantener el instrumento lo mas nuevo posible y evitar sesgos.

Fig. 2 Instrumentos a comparar.
En la parte superior se observan las limas Silk, en medio las limas manuales y la ultima fila las limas Hyflex



3.3 Toma de Radiografías.

Para las tomas de radiografía se realizo un soporte hecho de madera con un sujetador de radiografías en el para que todas las tomas fueran a la misma longitud y misma angulación. Para regularizar la posición de las muestras también se realizo un molde con silicón por condensación (PreciseSX Densply) y se utilizo conforme a el las instrucciones del fabricante.

Se tomaron radiografías digitales con un Radiovisiografo Kodak 5100 en sentido vestibulo-lingual y mesio-distal. Las radiografías que se tomaron fueron: “Radiografía inicial con lima 10 tipo k a longitud de trabajo, Radiografía trabajada

hasta instrumento 30 tipo k, 30 Hyflex y 30 Silk. Radiografía a longitud de trabajo con instrumento 35 tipo k, 35 Hyflex y 35 Silk. Fig 3.

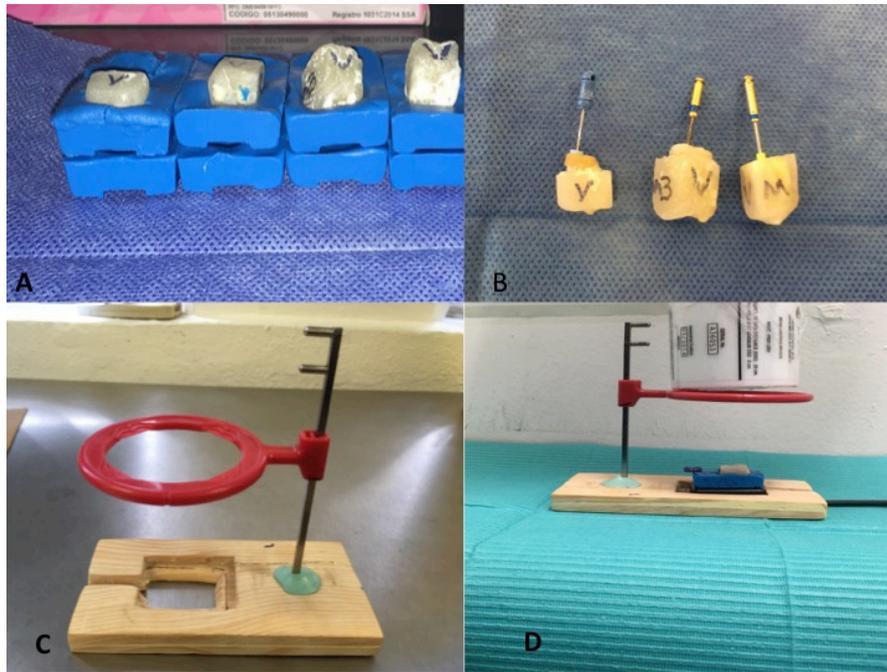


Fig. 3 A) Molde hecho de silicón con las muestras posicionadas. B) Muestras instrumentadas hasta la lima 30 antes de su toma de radiografía. C) Soporte hecho de madera para el posicionamiento del cono para tomar la radiografía. D) Cono colocado junto el soporte de madera con el Radiovisiografo y muestra.

3.4 Medición de datos.

Los datos se midieron con las radiografías digitales con el programa ImageJ. Donde se tomo el eje de la lima en las diferentes angulaciones. Se hicieron 6 mediciones de cada diente. 3 Mediciones en sentido vestibulo-lingual donde se tomo el punto medio de la lima en el tercio coronal, medio y apical y las mismas mediciones en sentido mesio-distal. Se comparo las mediciones con la radiografía inicial y se obtuvo la transportación del conducto por medio de sobre posición de las radiografías. Los datos se extrajeron y guardaron en un archivo de Excel para su posterior procesamiento.

También se obtuvieron las angulaciones iniciales y finales de cada una de las muestras para poder así comparar la modificación de la angulación que sufren los conductos radiculares después de haber sido instrumentados. Esto se hizo conforme a la técnica de Schneider. Donde se trazo una línea por eje longitudinal

de la lima hasta llegar a la curvatura. Después de esto se trazo una línea desde la parte final de la lima en el tercio apical hasta la el comienzo de la curvatura. Se midió el ángulo formado por la intersección de estas dos líneas. Fig 4

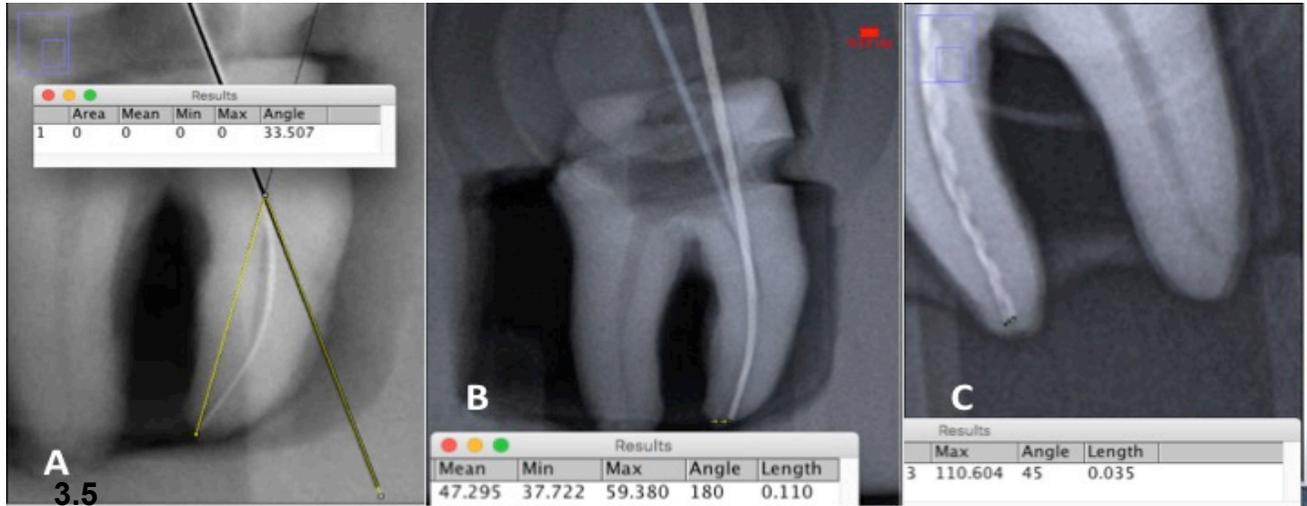


Fig. 4 A) Se muestra la técnica de Schneider para la obtención de ángulos. B) Sobre posicionamiento de las radiografías manuales donde se observa transportación apical severa. C) Sobre posicionamiento de radiografías de las limas Silk donde se observa una ligera TA

3.6 Análisis Estadístico.

Los datos obtenidos se separaron conforme se iban a estudiar. Se compararon las mediciones de las angulaciones entre los mismos grupos. (Manual vs Manual, Silk vs Silk y Hyflex vs Hyflex). Se hizo la prueba de ANOVA entre los 3 grupos tanto inicial como final para obtener si había diferencia entre ellos. Después se realizó la prueba estadística de T de Student para la comparación entre los datos iniciales y finales.

La medición de la transportación apical se realizó por medio de ANOVA y en los resultados donde surgiera algún resultado con significancia se realizó el estudio Pos Hoc de Tukey para ver entre cuales grupos había significancia. Se consideró estadísticamente significativo cuando $p \leq 0.05$.

4. Resultados

Las medias iniciales y finales de las angulaciones de los conductos de los 3 grupos se ven en la Tabla 1. Se compararon los valores iniciales con los finales de los mismos grupos. Se observa que hubo un cambio en la angulación de todos los grupos donde el ángulo inicial decrece después de ser instrumentados. El grupo de instrumentos manuales y el de Hyflex muestra que si hubo un decremento significativo, por lo que estos dos modifican la angulación del conducto a diferencia del grupo de Silk donde no modifico significativamente el conducto.

Tabla 2. Comparación de las angulaciones antes y después de ser instrumentados

Grupo	Manual (n=26)	Silk (n=25) $\bar{X} \pm DE(Rango)$	Hyflex (n=29)	Valor de p δ
Inicial	23.47 \pm 7.235 (7.182 - 36.33)	22.24 \pm 7.337 (3.72 - 34.23)	24.25 \pm 7.329 (8.872 - 38.23)	0.6002
Final	16.04 \pm 5.668 (4.415 - 27.45)	19.22 \pm 7.158 (3.7 - 31.04)	19.20 \pm 7.496 (3.069 - 31)	0.1595
Valor de P τ	0.0001*	0.1470	0.0120*	

\bar{X} : Media, DE: Desviacion Estandar, δ : Prueba estadística ANOVA, τ : Prueba estadística t-student, *: Diferente Significativamente.

En la tabla 2 se muestra la transportación del conducto radicular desde el tercio cervical hasta el tercio apical. Se compararon las 6 variantes de la vista vestibulo-lingual de cada grupo. En todas las variantes se presento la transportación apical aunque solamente en la comparación del T $\frac{1}{3}$ medio 0-30 se observo transportación con datos significantes entre los instrumentos manuales y los rotatorios Silk, por lo que los instrumentos manuales tuvieron mayor transportación que los Silk en ese tercio

En la tabla 3 se muestra la transportación del conducto en una vista mesio-distal donde se comparan las 6 variables de cada grupo al igual que en las variables vestibulo-lingual; todas presentaron algún grado de transportación. En las variantes TA 0-30 hubo diferencia significativa entre los grupos manual vs Hyflex y Silk vs Hyflex. En su T $\frac{1}{3}$ medio hubo mayor transportación del conducto con limas manuales que con rotatorios Silk. En las mediciones de 0-35 se observa diferencias significativas en las variantes TA 0-35 y T $\frac{1}{3}$ medio 0-45, donde existe mayor transportación con limas manuales vs Hyflex, Silk vs Hyflex y manual vs Silk respectivamente.

Durante la instrumentación de las muestras hubo 10 separaciones de instrumento por lo que estas muestras fueron excluidas del estudio. En el grupo de Hyflex se separo 1, en el grupo de Silk se separaron 5 y en el grupo de limas manuales se separaron 4. Aunque estas separaciones en su mayoría fueron instrumentos manuales durante su preparación.

Tabla 3. Comparación de Transportación del conducto en vista V-L con numero de instrumentos 0-35

Grupo	Manual (n=26)	Silk (n=25)	Hyflex (n=29)	Valor de p δ
$\bar{X} \pm DE(Rango)$				
TA 0-30	0.23 \pm 0.22 (0 – 0.63)	0.13 \pm 0.14 (0 – 0.56)	0.19 \pm 0.15 (0 – 0.54)	0.1634
T $\frac{1}{3}$ medio 0-30	0.26 \pm 0.15 (0 – 0.47)	0.16 \pm 0.18 (0 – 0.55)	0.17 \pm 0.17 (0 – 0.6)	0.0307*
T $\frac{1}{3}$ cervical 0-30	0.37 \pm 0.25 (0 – 0.96)	0.21 \pm 0.21 (0 – 0.65)	0.20 \pm 0.20 (0 – 0.68)	0.0862
TA 0-35	0.24 \pm 0.22 (0.01-0.72)	0.15 \pm 0.13 (0.01 – 0.52)	0.21 \pm 0.15 (0.01 – 0.56)	0.2259
T $\frac{1}{3}$ medio 0-35	0.27 \pm 0.15 (0.01 – 0.48)	0.19 \pm 0.17 (0.01-0.56)	0.18 \pm 0.17 (0.01 – 0.61)	0.454
T $\frac{1}{3}$ cervical 0-35	0.34 \pm 0.24 (0.01 – 0.96)	0.27 \pm 0.21 (0.01 – 0.69)	0.22 \pm 0.20 (0.01 – 0.7)	0.0873

\bar{X} : Media, DE: Desviacion Estandar, δ : Prueba estadística ANOVA, TA: Transportación Apical, T $\frac{1}{3}$ medio: Tranportacion tercio medio, T $\frac{1}{3}$ cervical, Tranportacion tercio cervical *: Diferente Significativamente. Se realizo pos Hoc de Turkey para T $\frac{1}{3}$ medio 0-30. Todos los datos se encuentran en mm.

Tabla 4. Comparación de Transportación del conducto en vista M-D con numero de instrumentos 0-35

Grupo	Manual (n=26)	Silk (n=25)	Hyflex (n=29)	Valor de p δ
$\bar{X} \pm DE(Rango)$				
TA 0-30	0.27 \pm 0.21 (0 – 0.69)	0.29 \pm 0.19 (0 – 0.66)	0.13 \pm 0.19 (0 – 0.63)	0.0108*
T $\frac{1}{3}$ medio 0-30	0.37 \pm 0.27 (0 – 0.96)	0.19 \pm 0.16 (0 – 0.5)	0.30 \pm 0.27 (0 – 0.92)	0.044*
T $\frac{1}{3}$ cervical 0-30	0.32 \pm 0.28 (0 – 1.06)	0.27 \pm 0.23 (0 – 0.87)	0.29 \pm 0.29 (0 – 0.99)	0.7774
TA 0-35	0.28 \pm 0.22 (0.01 – 0.7)	0.31 \pm 0.19 (0.01 – 0.67)	0.15 \pm 0.18 (0.01 – 0.65)	0.0096*
T $\frac{1}{3}$ medio 0-35	0.39 \pm 0.27 (0.01 – 0.96)	0.21 \pm 0.17 (0.01 – 0.58) +	0.29 \pm 0.25 (0.01 – 0.92)	0.0366*
T $\frac{1}{3}$ cervical 0-35	0.34 \pm 0.28 (0.01 – 1.06)	0.28 \pm 0.23 (0.01 – 0.9)	0.30 \pm 0.28 (0.01 – 0.99)	0.7641

\bar{X} : Media, DE: Desviación Estandar, δ : Prueba estadística ANOVA, TA: Transportación Apical, T $\frac{1}{3}$ medio: Transportación tercio medio, T $\frac{1}{3}$ cervical, Transportación tercio cervical *: Diferente Significativamente. Se realizo Pos Hoc de Tukey para TA 0-30, TA 0-35, T $\frac{1}{3}$ medio 0-35. T $\frac{1}{3}$ medio 0-30 Todos los datos se encuentran en mm.

5. Discusión.

El objetivo de este estudio fue comparar la transportación apical de 3 diferentes maneras de instrumentación del conducto. También se obtuvieron los ángulos de curvatura y la modificación después de haber sido instrumentados como datos adicionales.

La transportación del conducto en este estudio se observó en todas las medidas pero solo la medida del tercio medio en la vista vestíbulo-lingual instrumentados de 0-30 se observó transportación significativa. Al realizar el estudio pos Hoc de Tukey se vio que esta significancia fue entre los grupos manual vs Silk por lo que las limas manuales tuvieron mayor transportación en comparación con las limas Silk. Los demás datos de esta medición no fueron diferentes significativamente por lo que las limas Hyflex, Silk y manuales tienen una transportación parecida en la porción cervical y media.

Comparando con el estudio de Gergi et al. (2010) y este donde las limas manuales tuvieron mayor transportación de todo el conducto estamos de acuerdo que estos instrumentos transportan más en la porción media del conducto pero en desacuerdo que estas transportan más en el tercio cervical y apical. Aunque este estudio de Gergi et al. usaron una lima final número 25 por lo que por esto pudo haber diferencias entre los estudios.

El tamaño de instrumentación apical fue realizado hasta un instrumento #35 por que en el estudio de Kerkes y Tronstad (1977) reportan que la limpieza es inadecuada en la porción apical en las raíces de molares curvos con calibres menores al igual que Abbasali et al (2006) donde demuestran que el calibre mínimo para la penetración de irrigantes debe ser de 30.

Este estudio observó mayor transportación del conducto con el sistema Hyflex y manuales en comparación con el estudio hecho por Kumar et al. (2013). Ellos realizaron un modelo de estudio donde se utilizó la tomografía computarizada espiral por lo que este podría explicar porque sus datos tienen

diferencias con el presente estudio donde se realizaron tomas con radiografía digital, lo que si fue igual entre ambos estudios fue en que las limas manuales tuvieron mayor transportación tanto en tercio medio como apical.

Dentro de los resultados cuando observamos las mediciones del conducto radicular en una vista mesio-distal se observa que hay diferencias mas significativas entre ellas. Esto se pudo deber por el hecho de que los conductos mesio-vestibular y el conducto mesio-lingual tienen grandes itsmos y al usar abridores en la porción cervical estas pueden modificar significativamente el conducto. Esta mediación se realizo porque se sabe que los conductos radiculares tienen curvaturas en diferentes direcciones (Hargreaves et al, 2013). El tercio medio con los instrumentos #30 se observo la diferencia entre los grupos manuales y Silk por lo que las manuales hicieron una transportación mayor en comparación que los instrumentos Silk. El tercio apical también sufrió transportación significativa en esta vista se observa que las limas Silk y manuales tuvieron mayor transportación que el sistema Hyflex por lo que estas en sentido mesio-distal preservan el conducto original mejor. Cuando instrumentamos los conductos a un numero mayor #35 se observa un cambio mayor en esta medición, observamos mayor transportación en tercio apical con las limas Silk y manuales que con las Hyflex, y en tercio medio se observa mayor transportación con manuales que las limas Silk.

Los instrumentos Hyflex en nuestro estudio provocaron errores de procedimiento como bloque del canal y transportación del conducto en el tercio apical a diferencia del estudio de Zhao et al. (2013) donde ellos reportan que no hubo errores del procedimiento. Aunque hayamos tenido estos errores de procedimiento no tuvieron significancia estadística. El fracaso en no respetar la anatomía del conducto en la porción apical va a llevar a errores comunes del procedimiento como los zip apicales y perforaciones apicales y laterales. También se promueve el estancamiento de debris infectado y no se podrá obturar de manera adecuada (Bürklein y Schäfer, 2013)

Durante este estudio 8 instrumentos se fracturaron, en su mayoría instrumentos manuales. Los instrumentos fracturados fueron 1 del #15, 1 del #20, 2 del #25, 1 del #30, de los instrumentos rotatorios se separaron solamente del sistema rotatorio Silk 2 del numero 25/04 y Hyflex no se separo ninguno. Aunque estos últimos se deforman después de cada uso y deben ser esterilizados para que regresen a su forma original.

En cuando al sistema Silk no se existe mucha literatura acerca de ellos y la existente no es referente a la transportación ocasionado por este sistema. Se hará referencia a las características, ventajas y desventajas de este. Durante la instrumentación este instrumento no hace muchas resistencia en las paredes del conducto por lo que es una instrumentación es fácil y predecible. Los instrumentos tienen una buena flexibilidad donde se pueden instrumentar hasta conductos de doble curvatura. La resistencia a la fractura no es muy buena ya que en este estudio se instrumentaron solo 3 conductos antes de desechar el instrumento. Este error en el instrumento pudo haber sido porque el conducto estaba estrecho y se aplico presión hacia apical. La ventaja mas importante de Silk ($22.24^{\circ}/19.22^{\circ}$) es que no modifica el ángulo de curvatura comparándola contra Hyflex ($24.25^{\circ}/19.2^{\circ}$) y manuales ($23.47^{\circ}/16.04^{\circ}$). También si comparamos Silk (.29 mm) con Hyflex (.13 mm), la primera tuvo mayor transportación apical con un calibre 35. Siguiendo las instrucciones del fabricante y cambiando los instrumentos después de su uso se tiene un buen instrumento. Uno de los desventajas del instrumento es la limpieza del conducto cuando se esta trabajando, aunque este la cámara pulpar empapada de hipoclorito el debris de dentina se queda pegada a las paredes del conducto.

En este estudio se observo que los instrumentos manuales y Hyflex tuvieron mayor modificación del ángulo de curvatura. Esto es normal después de haber sido instrumentado el conducto solo que comparándolos entre su inicio y final se observo un cambio significativo en los instrumentos Hyflex(5.05°) y manuales (7.07°) en comparación con el sistema rotatorio Silk (3.02°) que tiene

menor modificación de este ángulo de curvatura, por lo que este instrumento respeta mejor la anatomía del conducto radicular.

En comparación con otro estudio hecho por Bürklein et al. (2013) donde la modificación del conducto de los instrumentos rotatorios Hyflex fue menor que en el presente. Estas diferencias se pudieron encontrar entre los estudios por el rango de los ángulos de las raíces 25° a 35° y en el presente de 8.87° a 38.23° .

Comparando las limas manuales con ambos sistemas rotatorios NiTi estos últimos tuvieron menor modificación del ángulo de curvatura por lo que este estudio está de acuerdo con el de Royal y Donnelly (1995) donde las limas manuales K y Flex-R tuvieron mayor modificación de los conductos.

6. Conclusiones.

Todos los instrumentos tanto rotatorios como manuales tuvieron transportación del conducto y modificación del conducto radicular.

Los instrumentos Silk mantienen mejor el ángulo de curvatura que los demás instrumentos.

La parte del conducto con mayor modificación tanto en vista vestíbulo-lingual como en vista mesio-distal fue el tercio medio.

Los instrumentos Hyflex tienen menor transportación en tercio medio y apical en comparación con los instrumentos manuales y Silk en el calibre #35.

7. Referencias

1. Aae. Glossary of endodontic terms 2003:48.
2. Abbasali K, Mohammad Y, Feizianfard M. Determination of the Minimum Instrumentation Size for Penetration of Irrigants to the Apical Third of Root Canal Systems. J Endod 2006;32:417–420
3. Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The Anticurvature Filing Method to Prepare the Curved Root Canal. J Am Dent Assoc 1980;101:792-4. doi:10.14219/jada.archive.1980.0427.
4. Backman CA, Oswald RJ, Pitts DL. A radiographic comparison of two root canal instrumentation techniques. J Endod 1992;18:19-24. doi:10.1016/S0099-2399(06)81137-4.
5. Beer R, Baumann MA, Kim S. Atlas de Endodoncia.pdf s. f.
6. Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. J Endod 1987;13:243-5. doi:10.1016/S0099-2399(87)80099-7.
7. Bürklein S, Schäfer E (2013) Critical evaluation of root canal transportation by instrumentation. Endodontic Topics 29, 110–24.
8. Bürklein S, Börjes L, Schafer Comparison of preparation of curved root canals with Hyflex CM and Revo-S rotatory nickel-titanium instruments. International Endodontic Journal. 2013.
9. Coltene/Whaledent. Hyflex CM brochure s. f.
10. Estrela C. Ciencia Endodontica. vol. 53. 1.a ed. Artes Medicas, Latinoamerica; 2013. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
11. Gergi R, Abou J, Sader J, Naaman A. Comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, pathfile-protaper systems, and stainless steel gaud k-files by using computed Tomography. J Endod 2010;36:904-907.
12. Glosson CR, Haller RH, Brent Dove S, del Rio CE. A comparison of root

- canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endod* 1995;21:146-51. doi:10.1016/S0099-2399(06)80441-3.
13. Hülsmann M, Stryga F. Comparison of root canal preparation using different automated devices and hand instrumentation. *J Endod* 1993;19:141-5. doi:10.1016/S0099-2399(06)80509-1.
 14. Imura N, Kato AS, Novo NF, Hata G-I, Uemura M, Toda T. A Comparison of Mesial Molar Root Canal Preparations Using Two Engine-Driven Instruments and the Balanced-Force Technique. *J Endod* 2001;27:627-31. doi:10.1097/00004770-200110000-00008.
 15. Ingle J, Bakland LK. *Endodontics*. 5.a ed. BC Decker Inc; s. f.
 16. Iqbal MK, Maggiore F, Suh B, Edwards KR, Kang J, Kim S. Comparison of apical transportation in four Ni-Ti rotary instrumentation techniques. *J Endod* 2003;29:587-91. doi:10.1097/00004770-200309000-00011.
 17. Kerekes K, Tronstad L. Morphometric observations on the root canals of human molars. *J Endodon* 1977;3:114-8.
 18. Kumar S, Pattanshetty S, Prasad M, Soni S, Pattanshetty K, Prasad S. An in-vitro Evaluation of canal transportation and centering ability of two rotatory Nickel Titanium systems (Twisted files and Hyflex files) with conventional stainless steel hand K-flexofiles by using Spiral Computed Tomography. *Journal of international Oral Health*, 2013;5:108-115
 19. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apexes. 1955. *J Am Dent Assoc* 1955;50:544-52. doi:10.14219/jada.archive.1955.0099.
 20. Loizides AL, Kakavetsos VD, Tzanetakakis GN, Kontakiotis EG, Eliades G. A Comparative Study of the Effects of Two Nickel-Titanium Preparation Techniques on Root Canal Geometry Assessed by Microcomputed Tomography. *J Endod* 2007;33:1455-9. doi:10.1016/j.joen.2007.07.019.
 21. M. Hargreaves K, Cohen S. *Vias de la pulpa*. vol. 53. 10.a ed. Elsevier; 2013. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
 22. McSpadden JT. *Mastering endodontic instrumentation*. Chattanooga, TN

Cloudl Inst 2007:21-8.

23. Mounce AR. Mani Silk: A new and novel means of predictable canal shaping 2015;25.
24. Ørstavik, Dag & Ford, Tom Pitt (ed.) (2007). *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis, 2nd Edition*. John Wiley & Sons. ISBN 978-14051-4976-1. 488 s.
25. Otsuka K, Wayman CM. Shape Memory Materials 1998:49-96.
26. Plotino G, Grande NM, Mazza C, Petrovic R, Testarelli L, Gambarini G. Influence of size and taper of artificial canals on the trajectory of NiTi rotary instruments in cyclic fatigue studies. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology* 2010;109:e60-6. doi:10.1016/j.tripleo.2009.08.009.
27. Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG. The « Balanced Force » Concept for Instrumentation of Curved Canals El Concepto de « Fuerza Balanceada » para la Instrumentacion de Conductos Curvos. *J Endod* 1985;11:203-11.
28. Royal J, Donnelly J, A comparison of maintenance of canal curvature using balanced-force instrumentation with three diferentes file types. *J Endod* 1995;21:300-304.
29. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974;18:269-96.
30. Short JA, Morgan LA, Baumgartner JC. A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. *J Endod* 1997;23:503-7. doi:10.1016/S0099-2399(97)80310-X.
31. Southard DW, Oswald RJ, Natkin E. Instrumentation of curved molar root canals with the roane technique. *J Endod* 1987;13:479-89. doi:10.1016/S0099-2399(87)80015-8.
32. Testarelli L, Plotino G, Al-Sudani D, Vincenzi V, Giansiracusa A, Grande NM, et al. Bending properties of a new nickel-titanium alloy with a lower percent by weight of nickel. *J Endod* 2011;37:1293-5. doi:10.1016/j.joen.2011.05.023.
33. Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original

- canal shape and on apical foramen shape. *J Endod* 1975;1:255-62. doi:10.1016/S0099-2399(75)80037-9.
34. Zhao D, Shen Y, Peng B, Haapasalo M. Micro-computed tomography Evaluation of the preparation of mesiobuccal root canals in maxillary first molars with Hyflex CM, Twisted Files and K3 Instruments. *J Endodon* 2013;39:385-388.
35. Zinelis S, Eliades T, Eliades G. A metallurgical characterization of ten endodontic Ni-Ti instruments: assessing the clinical relevance of shape memory and superelastic properties of Ni-Ti endodontic instruments. *Int Endod J* 2010;43:125-34. doi:10.1111/j.1365-2591.2009.01651.x.