

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TRANSPORTACIÓN EN CONDUCTOS  
SIMULADOS CON DOBLE CURVATURA AL UTILIZAR INSTRUMENTOS  
PARA GLIDE PATH ROTATORIOS Y RECIPROCANTES”**

Por

ANALÍ ROMÁN MONTALVO

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
**Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Endodoncia**

2 de noviembre del 2020

**Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Endodoncia**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TRANSPORTACIÓN EN CONDUCTOS  
SIMULADOS CON DOBLE CURVATURA AL UTILIZAR INSTRUMENTOS PARA  
GLIDE PATH ROTATORIOS Y RECIPROCANTES”**

**ANALÍ ROMÁN MONTALVO**

**TESISTA**

**Comité de Tesis**

**DR. JORGE JAIME FLORES TREVIÑO**

**Presidente**

**DRA. IDALIA RODRIGUEZ DELGADO**

**Secretario**

**DRA. MYRIAM ANGELICA DE LA GARZA RAMOS**

**Vocal**

**Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Endodoncia**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TRANSPORTACIÓN EN CONDUCTOS  
SIMULADOS CON DOBLE CURVATURA AL UTILIZAR INSTRUMENTOS PARA  
GLIDE PATH ROTATORIOS Y RECIPROCANTES”**

**ANALÍ ROMÁN MONTALVO**

**TESISTA**

**Comité de Tesis**

**DRA. IDALIA RODRIGUEZ DELGADO**

**DIRECTOR DE TESIS**

**DR. JORGE JAIME FLORES TREVIÑO**

**CODIRECTOR DE TESIS**

**DRA. SUSANA GÓMEZ AZEVEDO**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**DRA. ELIZABETH MADLA CRUZ**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**LIC. GUSTAVO ISRAEL MARTÍNEZ GONZÁLEZ**

**ASESOR ESTADÍSTICO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Dra. Idalia Rodríguez Delgado Directora de mi tesis. Así como al Dr. Jorge Jaime Flores Treviño Co–director de mi tesis, por sus valiosas sugerencias e interés, en la revisión del presente trabajo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico para la realización de mis estudios.

Al Posgrado de endodoncia de la Universidad Autónoma de Nuevo León por permitirme el uso de su equipo y sus instalaciones en el desarrollo de este estudio.

A mi familia por el apoyo moral que siempre me ha brindado y a todas las personas que contribuyeron de una forma u otra en la realización de este trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Sección</b>	<b>Página</b>
AGRADECIMIENTOS.....	4
RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
1. INTRODUCCIÓN .....	9
2. HIPÓTESIS .....	11
3.OBJETIVOS.....	12
3.1 Objetivo General.....	12
3.2 Objetivos Específicos.....	12
4. ANTECEDENTES .....	13
4.1 Tratamiento de Endodoncia .....	13
4.2 Preparación química .....	13
4.3 Preparación mecánica .....	14
4.4 Instrumentos en endodoncia .....	19
4.4.1 Limas de acero inoxidable.....	19
4.4.2 Instrumentos manuales de níquel titanio .....	20
4.4.3 Instrumentos rotatorios de níquel titanio .....	23
4.4.4 Instrumentos recirpocantes níquel titanium .....	25
4.5 Glide path .....	28
4.6 Proglider.....	32
4.7 R-Pilot.....	33
4.8 WaveOne Gold Glider.....	33

4.9 V-Glide Path 2H.....	34
5.MÉTODOS.....	35
5.1 Descripción de procedimientos.....	35
5.2 Análisis estadístico.....	37
6. RESULTADOS .....	38
7. DISCUSIÓN.....	41
8. CONCLUSIONES.....	45
RESUMEN BIOGRÁFICO .....	46
IBLIOGRAFÍA .....	47

**TESISTA:** Analí Román Montalvo

**DIRECTOR DE TESIS:** Dra. Idalia Rodríguez Delgado

**CODIRECTOR DE TESIS:** Dr. Jorge Jaime Flores Treviño

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TRANSPORTACIÓN EN CONDUCTOS SIMULADOS CON DOBLE CURVATURA AL UTILIZAR INSTRUMENTOS PARA GLIDE PATH ROTATORIOS Y RECIPROCANTES”**

## **RESUMEN**

**INTRODUCCIÓN:** Instrumentar un conducto curvo genera fuerzas que hacen que un instrumento sea presionado más agresivamente en la pared externa de la porción apical. Esto puede resultar en aberraciones de la anatomía del conducto como una transportación debido a la desviación del eje central de la lima. **OBJETIVO:** Comparar la transportación del conducto al utilizar limas Wave One Gold Glider, R-Pilot, Proglider, V-Glide Path 2H y limas K en conductos simulados curvados en forma de S durante la realización del glide path. **METODOLOGÍA:** Se rellenaron con tinta los conductos en forma de S de 50 bloques de entrenamiento y se obtuvieron imágenes de pre-instrumentación utilizando un estereomicroscopio. Se dividieron en 5 grupos y en todos se utilizó primero una lima K #10 y posteriormente en cada uno una lima diferente para la realización de glide path. Se utilizó Proglider, V-Glide Path 2H, WaveOne Gold Glider, R-Pilot y lima K #15. Las imágenes de post-instrumentación se tomaron utilizando exactamente las mismas condiciones que las de las imágenes de pre-instrumentación, y ambas imágenes se superpusieron. Se midieron las diferencias a lo largo del conducto en forma de S para los aspectos mesial y distal para evaluar la transportación. **RESULTADOS:** Se observaron diferencias significativas ( $p=0.026$ ) solamente en el tercio medio del conducto, siendo la lima de menor transportación la Proglider ( $0.021\pm 0.009\text{mm}$ ) seguida de la Wave One Gold Glider ( $0.025\pm 0.011\text{mm}$ ); el resto de las limas como la manual ( $0.035\pm 0.019\text{mm}$ ), la V-Glide Path 2H ( $0.049\pm 0.026\text{mm}$ ) y la R-Pilot ( $0.053\pm 0.024\pm$ ) difirieron significativamente de las dos primeras. **CONCLUSIONES:** Todos los instrumentos de glide path sin importar su aleación o su movimiento presentaron cierto grado de transportación dentro del conducto. Sin embargo, las limas para glide path Proglider y Wave One Gold Glider presentaron significativamente menor grado de transportación en el tercio medio del conducto al compararlas con las limas NiTi R-Pilot. V-Glide Path 2H.

**TESISTA:** Analí Román Montalvo

**DIRECTOR DE TESIS:** Dra. Idalia Rodríguez Delgado

**CODIRECTOR DE TESIS:** Dr. Jorge Jaime Flores Treviño

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**“COMPARATIVE ANALYSIS OF TRANSPORTATION IN SIMULATED  
CANALS WITH DOUBLE CURVATURE WHEN USING ROTARY AND  
RECIPROCATING GLIDE PATH INSTRUMENTS”**

**ABSTRACT**

**INTRODUCTION:** Instrumentation of a curved canal generates forces that cause an instrument to be pressed more aggressively into the outer wall of the apical portion. This can result in aberrations of the canal anatomy as a transport due to the deviation of the central axis of the file. **AIM:** To compare canal transportation using Wave One Gold Glider, R-Pilot, Proglider, V-Glide Path 2H and K files in simulated S-shaped canals during glide path realization. **METHODS:** The S-shaped canals of 50 training blocks were filled with ink and pre-instrumentation images were obtained using a stereomicroscope. They were divided into 5 groups and all of them used first a file K #10 and then using in each one a different file for the realization of glide path. Proglider, V-Glide Path 2H, WaveOne Gold Glider, R-Pilot and file K #15 were used. The post-instrument images were taken using exactly the same conditions as the pre-instrumentation images, and both images were superimposed. Differences along the S-shaped canal were measured for mesial and distal aspects to assess transportation. **RESULTS:** Significant differences ( $p=0.026$ ) were observed only in the middle third of the duct, with the file with the least transport being the Proglider ( $0.021\pm 0.009\text{mm}$ ) followed by the Wave One Gold Glider ( $0.025\pm 0.011\text{mm}$ ); the rest of the files such as the manual ( $0.035\pm 0.019\text{mm}$ ), the V-Glide Path 2H ( $0.049\pm 0.026\text{mm}$ ) and the R-Pilot ( $0.053\pm 0.024\pm$ ) differed significantly from the first two. **CONCLUSIONS:** All glide path instruments regardless of alloy or movement had some degree of transport within the canal. However, the Proglider and Wave One Gold Glider glide path files showed significantly less transport in the middle third of the canal when compared to the NiTi R-Pilot files. V-Glide Path 2H.



## 1.- INTRODUCCIÓN

Un paso vital en el proceso de instrumentación es la preparación del glide path para permitir que todos los instrumentos subsiguientes se muevan suavemente desde el orificio coronal del conducto en una progresión sin obstrucciones hasta la constricción apical. Varios factores pueden influir en la transportación del conducto y en la capacidad de centrado al realizar el glide path, como el uso de instrumentos no flexibles, el diseño del instrumento (sección transversal, conicidad, punta) y la ausencia de tratamientos específicos en las aleaciones durante la fabricación de instrumentos de endodoncia (acero inoxidable, níquel-titanio, tratamiento térmico).

En los últimos años han salido al mercado nuevos sistemas de limas para la realización del glide path ahora con un movimiento reciprocante el cual se sabe que tiene una mayor resistencia a la fatiga cíclica y por lo tanto a la fractura lo cual es algo que se busca al momento de comprar limas. Aunque se han realizado mejoras notables en relación con los instrumentos de endodoncia y se han diseñado una variedad de nuevos instrumentos, es muy difícil para el dentista juzgar objetivamente las capacidades de todos estos instrumentos. Con la presente investigación se busca ayudar a los endodoncistas al poder facilitarles a elegir la lima que cause menos transportación al momento de realizar su glide path para hacer endodoncias con una mayor calidad.

Se utilizarán conductos en forma de S debido a las dificultades inherentes que conlleva la preparación de estos conductos sin causar deformaciones como consecuencia de la presencia de las 2 curvaturas. La estandarización de las condiciones experimentales es obligatoria cuando se compara la capacidad de modelado de diferentes instrumentos,

especialmente cuando se investigan canales en forma de S. Se utilizará conductos simulados en bloques de resina ya que es casi imposible seleccionar dientes humanos con conductos en forma de S con parámetros similares en termino de longitud y diámetro del conducto y del grado y radio de ambas curvaturas.

Por lo tanto, en esta investigación se busca analizar y comparar la transportación de los diferentes instrumentos para glide path recíprocos WaveOne Gold Glider y R-Pilot, las limas rotatorias Proglider y V-Glide Path 2H y las limas manuales tipo K. Bajo esta problemática se establece la siguiente pregunta de investigación: ¿Habrá una diferencia significativa en la transportación durante la realización de glide path en conductos simulados con doble curvatura entre las limas WaveOne Gold Glider, R-Pilot, Proglider, V-Glide Path 2H ?

## **2.- HIPÓTESIS**

### **2.1.-Hipótesis de Investigación**

Los instrumentos de glide path recíprocos y rotatorios no presentan diferencias significativas entre ellos en cuanto a la transportación del conducto radicular simulado con doble curvatura.

### **2.2.- Hipótesis Nula**

Los instrumentos de glide path recíprocos y rotatorios si presentan diferencias significativas entre ellos en cuanto a la transportación del conducto radicular simulado con doble curvatura.

### **3.- OBJETIVOS**

#### **3.1.- Objetivo General**

- Evaluar la transportación del conducto al utilizar limas Wave One Gold Glider, R-Pilot, Proglider, V-Glide Path 2H y limas K en conductos simulados curvados en forma de S durante la realización del glide path.

#### **3.2.- Objetivos Específicos**

- Medir la transportación de las limas reciprocantes WaveOne Gold Glider
- Calcular la transportación de las limas reciprocantes R-Pilot
- Analizar la transportación de las limas rotatorias ProGlider
- Determinar la transportación de las limas rotatorias V-Glide Path 2H
- Observar la transportación de las limas manuales tipo K #15.
- Contrastar los resultados obtenidos

## **4. ANTECEDENTES**

### **4.1 TRATAMIENTO DE ENDODONCIA**

El objetivo final del tratamiento endodóntico es la erradicación completa del microorganismo del espacio del conducto radicular, o al menos su reducción de carga bacteriana a niveles compatibles con la salud del tejido perirradicular y la prevención de la reinfeción (Siqueira & Rôças, 2008). Esto se logra combinando la preparación basada en instrumentos (preparación mecánica) la cual permite el desbridamiento y crea el espacio para facilitar el uso de soluciones de irrigación antisépticas (preparación química), como coadyuvante en el control de la infección y disolución de tejido orgánico e inorgánico y, finalmente, con la obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares (Guppy et al.,2000).

### **4.2 PREPARACIÓN QUIMICA**

El uso de agentes químicos durante la instrumentación para limpiar completamente todos los aspectos del sistema de conductos radiculares es fundamental para el éxito del tratamiento endodóntico. La irrigación es complementaria a la instrumentación para facilitar la eliminación de tejido pulpar y microorganismos formando en conjunto una preparación químico-mecánica (Shen et al.,2010).

Durante la preparación química el irrigante estándar de oro sigue siendo el hipoclorito de sodio, que puede asociarse con EDTA para ofrecer acciones bactericidas, solventes y

quelantes, todo en uno. Esta combinación compensa los inconvenientes de la preparación basada en instrumentos, particularmente la creación de debris y de la capa de barrillo dentinario (Guppy et al., 2000).

### **4.3 PREPARACIÓN MECÁNICA**

La preparación mecánica es uno de los procedimientos más importantes en el tratamiento endodóntico para la reducción bacteriana. Aunado a esto, gracias al ensanchamiento del espacio del conducto radicular facilita la correcta irrigación y la obturación de este. Es importante preservar la anatomía para reducir el daño a las estructuras dentales cuando se retira la dentina contaminada y se forman los conductos radiculares. Idealmente, la conformación del canal de la raíz debería crear una preparación cónica continua desde la corona hasta el ápice, manteniendo la trayectoria original del conducto y manteniendo el tamaño del foramen tan pequeño como sea práctico. Sin embargo, la instrumentación del conducto radicular puede producir transporte apical, cambios en la forma del conducto radicular e incluso perforaciones (Rubio et al., 2017).

En 1974 Schilder determinó cuáles deben de ser los objetivos de la instrumentación mecánica durante la instrumentación de los conductos, los cuales todavía siguen vigentes:

- **Preparación progresivamente cónica**

La preparación del conducto debe estrecharse progresivamente en dirección apical. Una vez terminada la preparación, el diámetro transversal mayor debe corresponder al orificio de entrada del conducto y este debe disminuir de manera

gradual hasta llegar a la porción apical, coincidiendo con el diámetro menor de la preparación. En la porción coronal, la cavidad de acceso debe de tener las mayores dimensiones de la preparación. Es importante tener una conicidad continua en el tercio apical, creando así una forma que tienda a mantener el material de obturación dentro del conducto y elimine el riesgo de extrusión excesiva al condensarlo.

- **Conservación de la anatomía original**

Los conductos radiculares pasan a través de múltiples planos geométricos y son significativamente más curvos que las raíces en las que se localizan. Un objetivo primordial es conservar la mayor cantidad de dentina posible para evitar posibles perforaciones (strippings). La preparación del conducto radicular es un equilibrio entre la obtención de un conducto tridimensionalmente limpio, conformado y obturado, y la máxima conservación de la estructura radicular.

- **Conservación de la posición del foramen**

La formación de un foramen en otra posición y por lo tanto la pérdida del foramen original constituye una de las principales causas del fracaso endodóntico. Por ello se buscará un ensanchamiento cuidadoso y mínimo del foramen apical, sin que se modifique su posición. Para mantener la posición del foramen durante el tratamiento es importante mantener permeable el foramen apical y evitar la acumulación de barrillo dentinario.

- **Un foramen apical tan pequeño como sea posible**

Es necesario conservar un foramen apical tan pequeño como sea posible para conseguir una mejor adaptación del material de obturación, ya que, si tenemos un foramen apical deformado, habrá mayor riesgo de filtración (Schilder, 1974).

Sin embargo, durante la preparación mecánica pueden surgir errores durante el procedimiento que pueden originar ciertos cambios en la anatomía del conducto. Estos errores se clasifican de la siguiente manera:

- **Perforación apical**

Sobre ensanchamiento del foramen apical debido a problemas en el cálculo de la longitud de trabajo, lo que provoca la pérdida del tope apical. Como consecuencia, se provoca una irritación de los tejidos periapicales por la extrusión de irrigantes, debris y de material de obturación.

- **Deformación apical (Zip)**

Es el resultado de la tendencia que tiene el instrumento a enderezarse en el interior del conducto. Da como resultado un sobre ensanchamiento del conducto en la zona exterior de la curvatura y una deficiente preparación de la porción interna en la zona apical y adopta una forma elíptica en el punto final apical con una apariencia de reloj de arena. El zipping apical resulta negativamente en el sellado apical cuando los conductos son obturados por condensación latera.



- **Codo (Elbow)**

Se trata de una región estrecha del conducto en el punto de máxima curvatura. Es el resultado del ensanchamiento irregular que sufre el conducto coronalmente a la parte externa de la curvatura y más apicalmente de la porción interna, dando una forma similar a un codo. Dada la zona de estrechamiento y la insuficiente conicidad y sus irregularidades dificulta la limpieza y la obturación adecuada de la parte apical del conducto.

- **Escalón (Ledge)**

Es un defecto que suele ocurrir cuando se instrumenta un conducto curvo con un instrumento no flexible y con movimientos de rotación a una longitud de trabajo corta. Da como resultado a una plataforma en la zona externa de la curvatura que impide el acceso de instrumentos hasta la zona apical del conducto. Puede ser difícil de sobrepasar y frecuentemente se asocia a un bloqueo del conducto.

- **Perforación lateral (Stripping)**

Resulta de la sobre instrumentación y enderezamiento del conducto en la zona interna de la curvatura, a nivel del tercio medio y coronal del conducto. En las perforaciones laterales existe una comunicación entre el conducto y el ligamento periodontal. Esto se produce principalmente en la zona de peligro de las raíces que es la zona cercana a la furca (Schafer & Dammaschke, 2009).

- **Transportación y desviación del eje central**

En 2017, la Asociación Americana de Endodoncistas definió la transportación como una eliminación de la estructura de la pared del conducto en la curva exterior en la mitad apical del conducto debido a la tendencia de las limas a recuperarse a su forma lineal original durante la instrumentación, lo que puede conducir a la formación de escalones y posibles perforaciones. Gambill et al. propusieron el término "capacidad de centrado" como una medida de la capacidad del instrumento para mantenerse centrado en el conducto. Estas mediciones aún se están utilizando en varios estudios de endodoncia para evaluar la desviación del eje central durante la preparación biomecánica de conductos radiculares con diferentes instrumentos y técnicas.

Varios factores pueden influir en la transportación del conducto y en la capacidad de centrado, como los errores en el tratamiento de las trepanaciones endodónticas y en la realización del glide path, el uso de instrumentos no flexibles, el diseño del instrumento (sección transversal, forma cónica, punta) y la ausencia de tratamientos específicos en las aleaciones durante la fabricación de instrumentos de endodoncia (acero inoxidable, níquel-titanio, tratamiento térmico). Además, se deben considerar la negligencia durante los protocolos de irrigación y la experiencia del operador para determinar la técnica de preparación más adecuada para cada situación.

Como resultado, las áreas apicales del conducto tienden a prepararse en exceso hacia la convexidad del canal, mientras que en la concavidad se eliminarán más cantidades de

dentina coronalmente, lo que conducirá al transporte del conducto o al enderezamiento de diversos grados (Sousa et al., 2018).

#### **4.4 INSTRUMENTOS EN ENDODONCIA**

La efectividad de las limas endodónticas, la instrumentación rotativa, las soluciones de irrigación y los agentes quelantes para limpiar, dar forma y desinfectar los conductos radicales sustenta el éxito, la longevidad y la confiabilidad de los tratamientos endodónticos modernos (Sundqvist, 1992).

##### **4.4.1 Instrumentos manuales de acero inoxidable**

Hasta 1960 se produjeron instrumentos de endodoncia de acero de carbono, después las aleaciones de acero inoxidable fueron utilizadas universalmente. Los beneficios que presentaban las aleaciones de acero inoxidable en comparación con antiguas aleaciones de acero de carbono es que se pueden esterilizar sin cambios físicos perjudiciales. En un estudio realizado por Stenman en el que comparaba la resistencia y la eficiencia de corte de las limas de acero inoxidable y las limas de acero de carbono se demostró que la esterilización lleva a un daño considerable en cuanto a la corrosión y la eficacia de corte, en cambio en las limas de acero inoxidable no se observaron daños significativos (Schafer, 1997).

Tradicionalmente, la conformación de los conductos radiculares se lograba con el uso de limas manuales de acero inoxidable. Inicialmente, los instrumentos se remiten a 3 tipos básicos: ensanchadores K, limas K y limas Hedstrom (Yared, 2008).

Las limas de acero inoxidable tienen la ventaja de aumentar su dureza conforme el diámetro esté ascendiendo, pero como desventaja, la forma de corte tendrá más eficacia solo del lado externo en el caso conductos curvos, por lo tanto, habrá áreas con falta de limpieza y conformación, lo que conllevará a una inadecuada obturación. En casos de conductos con curvaturas marcadas, la dificultad es elevada y dependerá de la habilidad del profesional usar instrumentos rígidos, puesto que tienden a enderezarse dentro de los conductos y como resultado pueden provocar escalones y/o perforaciones (Bergenholtz et al., 2011).

Las propiedades físicas que destacan en este tipo de aleación van desde una buena ductilidad hasta la resistencia al proceso de oxidación. El vástago de la lima es metálico y se torsiona a modo anti horario confiriendo una mejor resistencia a la torsión. En la nueva generación de limas, el borde corte se eliminó de la parte terminal de la misma, esta nueva punta se conoce como bicónica y tiene el propósito de evitar la modificación de los conductos (Canalda & Brau, 2014).

#### **4.4.2 Instrumentos manuales de níquel titanio**

El empleo de una aleación de níquel titanio (NiTi) en reemplazo del acero inoxidable fue un importante avance tecnológico, en la fabricación de instrumentos endodónticos

rotatorios, por poseer mayor flexibilidad, mejor capacidad de corte y adecuada resistencia. Como la aleación tiene una mayor resistencia y un módulo de elasticidad más bajo en comparación con el acero inoxidable, puede haber una ventaja en el uso de instrumentos NiTi durante la preparación de conductos radiculares curvados, ya que las limas no se deformarán de forma permanente tan fácilmente como sucedería con las tradicionales aleaciones (Schafer, 1997).

Las aleaciones de NiTi se desarrollaron en los laboratorios de la marina estadounidense, en Silver Spring, en los años sesenta. Fue descubierta por William J. Buchler en 1963. La denominación NITINOL, corresponde a un acrónimo de los elementos que componen el material, Ni de Níquel, Ti de Titanio y N.O.L. de Naval Ordnance Laboratory. La Aleación está compuesta por un 56% de Níquel y 44% de Titanio (Buehler et al., 1963).

Las limas NiTi, fueron introducidas en 1988 para el tratamiento de endodoncia, presentando mejores propiedades como el de resistencia a la corrosión y mayor flexibilidad, así como memoria de forma, características que dependen de la temperatura, estrés externo y transformación del tipo martensita. Estas características permiten a los materiales ser resistentes a los daños y recuperarse después de una deformación hasta el 8% de tensión. Sin embargo, las fracturas de NiTi pueden ocurrir de pronto sin presentar signos de permanente deformación. Es de preocupación clínica cuando hay este tipo de fracturas inesperadas sin que hayan sido advertidas (Tsujimoto et al., 2014).

La aleación NiTi tiene tres diferentes fases de microestructura dependientes de la temperatura: austenita, martensita y fase R. Durante la fase austenita es fuerte y duro, mientras que en la fase martensita y en la fase R es suave y dúctil y puede ser deformado fácilmente. Las características mecánicas de NiTi están influenciadas por las composiciones de las tres fases. La aleación NiTi convencional se encuentra principalmente en la fase de austenita a temperatura ambiente. Los tratamientos termomecánicos pueden mantener la aleación en la fase martensita, en la fase R o en forma mixta, alterando la temperatura de transformación y, en consecuencia, cambiando las características de la aleación (Shim et al., 2017).

Varias aleaciones de NiTi tratadas termomecánicamente han sido liberadas en los últimos años. Hay 3 tipos principales de aleaciones de NiTi tratadas térmicamente que se utilizan para los instrumentos de endodoncia: M-Wire, R-phase y CM-Wire.

- **La aleación M-Wire** (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) tiene mayor flexibilidad que la de la aleación convencional de NiTi.
- **La aleación R-phase** (Kerr Corp., Orange, CA, EUA) es otra aleación NiTi tratada térmicamente que se transforma de la fase austenita a la fase martensita durante el proceso de fabricación.
- **La aleación CM-wire** (DS Dental, Johnson City, TN, USA) aleación de NiTi introducida en 2010. Esta ha sido sometida a un proceso que controla la memoria del material y hace que la aleación sea extremadamente flexible; no rebota a su forma original como la aleación NiTi convencional (Shim et al., 2017).

Las limas manuales tipo K manufacturadas con la aleación de níquel titanio, no aportan un beneficio significativo al momento de la instrumentación porque su módulo de elasticidad es más bajo que las limas de acero inoxidable y su capacidad de corte inferior. No obstante, cuando los conductos se preparan hasta la lima #30 apical con esta aleación, el éxito de la instrumentación es comparable con la preparación de las limas de acero inoxidable (Canalda & Brau, 2014).

#### **4.4.3 Instrumentos rotatorios de níquel titanio**

El movimiento mecánico rotatorio ha sido utilizado por la mayoría de los sistemas de instrumentación rotatoria durante años. Consiste en un giro constante en 360 grados en sentido de las agujas del reloj. Estos motores eléctricos ofrecen velocidades constantes sin oscilaciones, entre 150 a 2000 rpm, lo que varía según el fabricante. Algunos ofrecen también un control automático de torque. Esta particularidad es de fundamental importancia ya que, cuando el instrumento es accionado en sentido horario y por alguna razón alcanza su límite de resistencia, puede ser predeterminado en algunos aparatos, y este instrumento se detiene automáticamente. Algunos aparatos presentan dispositivos que permiten controlar el torque, de preferencia automáticos, que varían de 0,1 a 10 Newton por centímetro (Jardine et al., 2016).

Los ejes de las limas rotatorias están dispuestos para una rotación constante, gracias a su forma triangular. Adicionalmente presentan bordes cortantes y conicidad para evitar que el instrumento se quede atrapado en el conducto radicular, la punta de la lima es no cortante, pero ayuda a guiar dentro del conducto. Debido al tipo de aleación, estas limas

son menos resistentes al corte que las limas de acero inoxidable y por lo tanto su desgaste por uso, será mayor. La esterilización tendrá sus efectos negativos, porque la autoclave altera la superficie de la lima por debajo de la misma, no obstante, se afirma que dichos instrumentos remueven restos de la superficie mejor que las manuales (Bergenholtz et al., 2011).

Su uso ha ido creciendo debido a que fueron diseñados para facilitar al clínico la conformación y la desinfección del sistema de conductos, además de proporcionar ventajas como menor tiempo de trabajo y conservación de la forma del conducto radicular (Jayasenthil et al., 2012). Su modo de acción remueve restos de dentina en dirección coronal, lo que reduce la posibilidad de infección a nivel apical (Fariniuk et al., 2017).

En la actualidad, las limas rotatorias de NiTi son de elección para instrumentar los canales radiculares, pues su alta flexibilidad y capacidad de corte permiten hacer preparaciones centradas más rápidamente, lo cual preserva más estructura dentaria y limita el transporte apical. Además, la superelasticidad del NiTi permite mantener el foramen apical en su posición original y no requiere un curvado previo a la instrumentación como con las limas de acero inoxidable (Mize et al., 1998).

Sin embargo, su principal inconveniente es que tienden a romperse inesperadamente (Walia et al., 1988). Numerosos estudios avalan que la fractura de instrumentos rotatorios de NiTi puede ocurrir por dos causas: fractura por torsión y fractura por fatiga cíclica (Plotino et al., 2014).



En el año 2000, Sattapan y cols., definieron ambos conceptos. La fractura por torsión sería aquella que ocurre cuando la punta o cualquier parte del instrumento está bloqueada en el canal mientras el mango continúa rotando, se excede el límite elástico del metal y se produce una deformación plástica previa a la fractura; por su parte la fractura causada por fatiga ocurriría en el punto de máxima curvatura, donde el instrumento se curva hasta que se fractura en el punto de máxima flexión. En este tipo de fractura, el instrumento rota con libertad dentro de un canal curvo (Sattapan et al., 2000).

Sin embargo, otros autores como Plotino, definen la fractura por fatiga cíclica como resultado de la alternancia de ciclos de tensión-compresión, los cuales son generados en el punto de máxima flexión del instrumento cuando rota dentro de un canal curvo (Plotino et al., 2014).

#### **4.4.4 Instrumentos recíprocos níquel titanio**

El empleo del movimiento recíproco en lugar del método de rotación continua convencional fue sugerido como una ventaja para la preparación de conductos curvos con el uso de una sola NiTi. El concepto de usar un solo instrumento NiTi para preparar todo el conducto radicular es interesante, ya que tiene mayor costo efectividad que usar un sistema de múltiples limas convencionales rotatorias (Plotino et al., 2012).

En el año 2008, Ghassan Yared, presenta una nueva técnica de preparación con un solo instrumento mediante rotación recíproca. El estudio se basa en el hecho que los instrumentos de NiTi rotatorios presentan algunas desventajas tales como:

- La posibilidad de fractura asociado con la fatiga del instrumento causada por el uso repetido.
- La posibilidad de contaminación cruzada asociada con la incapacidad de limpiar de forma adecuada y esterilizar instrumentos endodónticos. Ya que en la superficie de estos instrumentos NiTi se generaban grietas donde a pesar de la limpieza ultrasónica meticulosa y descontaminación no era posible la eliminación de todos los restos orgánicos.
- El alto costo de estos instrumentos, su uso único por procedimiento y la necesidad de utilizar por lo menos tres o cuatro instrumentos durante la conformación de los canales con instrumentos NiTi convencionales.

El movimiento de rotación recíproco se refiere al conjunto de movimientos alternados, verticales y laterales, que tienen como finalidad propiciar una acción más efectiva del instrumento a lo largo de las paredes del conducto radicular. En el año 2010 aparecen en el mercado, clasificados como sistemas oscilatorios o reciprocantes, revolucionando la endodoncia bajo los conceptos de Yared (Yared, 2008).

Los movimientos oscilatorios se pueden clasificar como movimiento lateral oscilatorio simétrico y movimiento lateral oscilatorio asimétrico. Un ejemplo de sistema oscilatorio lateral asimétrico correspondería a WaveOne de Dentsply. En los movimientos oscilatorios simétricos, el giro oscila lateralmente los mismos grados en un sentido y en el otro, volviendo siempre al mismo punto de partida. El instrumento solo tiene ciclos de oscilación en un sentido y el otro sin completar una rotación. Sin embargo, en los movimientos oscilatorios asimétricos, el instrumento oscila más en un sentido que en el

otro volviendo a un punto de partida diferente en cada ciclo. De esta forma, puede completar una rotación con la suma de varios ciclos de oscilación. Los grados de oscilación de estos instrumentos varía de acuerdo con el fabricante (Alsilani et al., 2016).

Los movimientos reciprocantes de los instrumentos de Ni-Ti tiene las siguientes ventajas sobre los de rotación continua:

- La unión de los instrumentos a las paredes de la dentina del conducto radicular es menos frecuente, lo que reduce el estrés torsional.
- La reducción del número de ciclos dentro del conducto radicular durante la preparación da como resultado una menor tensión de flexión en el instrumento.
- Existe un menor riesgo de fractura del instrumento (Varela et al., 2008).

En la mayoría de los casos, se puede utilizar una sola lima para completar la preparación del conducto radicular. En lugar de un movimiento giratorio, las limas funcionan en un movimiento de corte de "fuerza balanceada" inversa y son impulsados por un motor preprogramado (motor X-Smart Plus equipado con una pieza de mano reductora 6: 1) (Dentsply / Maillefer) que es capaz de impulsar las limas en un movimiento de "reciprocidad" de ida y vuelta. El movimiento en sentido contrario a las agujas del reloj (CCW) de 150 grados es capaz de hacer avanzar el instrumento de forma apical cuando la dentina en la pared del conducto radicular se engancha y corta. Este movimiento es seguido por un movimiento de 30 grados en el sentido de las agujas del reloj (CW), que garantiza que el instrumento se desenganche antes de que se transfiera una tensión de torsión excesiva a la aleación de metal y antes de que el instrumento pueda unirse (bloqueo

cónico) al canal de la raíz. Tres ciclos alternativos secuenciales completarán una rotación inversa completa (CCW) y el proceso repetido de corte y liberación permite que el instrumento avance apicalmente hacia el canal radicular (Webber et al., 2011).

#### **4.5 GLIDE PATH**

Los instrumentos rotatorios NiTi se introdujeron en la endodoncia para mejorar la preparación del conducto radicular. En la práctica clínica, estos instrumentos se asocian con un mayor riesgo de fractura, principalmente debido a la flexión de las tensiones normales o debido al fallo por fatiga cíclica o torsional como se mencionó anteriormente (Alapati et al., 2005).

Varios aspectos podrían contribuir a aumentar estas tensiones, como la presión excesiva en la pieza de mano, una amplia área de contacto entre las paredes del conducto y el borde de corte del instrumento, o si la sección del conducto es más pequeña que la dimensión de la punta no activa o no cortante del instrumento, este último caso podría llevar a un bloqueo cónico (Taper lock), especialmente con instrumentos con conicidad regular (Peters et al., 2003).

Debido a que cada marca de limas tiene sus propios diseños y geometrías específicas, se han recomendado diferentes técnicas para maximizar la seguridad y la eficiencia del corte. El bloqueo cónico (Taper lock) se produce cuando la longitud total de las cuchillas de corte de una lima encaja inadvertidamente en la dentina. El bloqueo cónico contribuye a un mayor esfuerzo de torsión, fatiga de la aleación y la posibilidad de rotura de la lima. Las investigaciones han demostrado que los instrumentos cónicos fijos de corte radial

tienen un mayor potencial para el bloqueo cónico y requieren cuatro veces más fuerza vertical para cortar la dentina que las limas cónicas progresivas sin cortes radiales.

Los instrumentos de forma cónica fija se utilizan a menudo en una acción de picoteo o bombeo para evitar ser arrastrados inadvertidamente hacia el conducto. Por el contrario, una lima de conicidad progresiva se adhiere a una zona más pequeña de la dentina y se utiliza con una acción de cepillado lateral prácticamente sin presión apical. Es importante destacar que este método de uso reduce el potencial de bloqueo del cono, la tensión torsional y la posibilidad de rotura (Blum et al., 2003).

El riesgo de bloqueo cónico podría reducirse si se realiza un ensanchamiento del tercio coronal del conducto y se crea un glide path antes de usar la instrumentación rotatoria NiTi, tanto manual como mecánica (Yared et al., 2001).

El glide path, en endodoncia, es un camino radicular sin interferencias que es reproducible por las limas utilizadas sucesivamente en el conducto y comienza desde la entrada al orificio coronal hasta el extremo fisiológico (constricción apical). Su diámetro mínimo debe ser el equivalente al de una lima #10 para que permita el paso de esta de manera holgada (Khatavkar & Hedge, 2010; West, 2010).

Van der Vyver sugiere que un glide path establecido es aquel en el que una lima de tamaño 0,15 K se desliza fácilmente hasta la longitud de trabajo sin necesidad de rotación (Van der Vyver, 2011). Sin embargo, el uso de limas manuales puede ser difícil y llevar mucho tiempo, especialmente en dientes con conductos radiculares estrechos y/o muy curvados (Kirchhoff et al., 2015).

Un glide path ayuda a prevenir la fatiga por torsión y la fatiga cíclica. Inicialmente, cuando se introdujeron las limas rotatorias, no se recomendaba la creación del glide path. Posteriormente, la fractura del instrumento se convirtió en un problema importante hasta que la creación del glide path se conoció como un complemento del uso rotatorio seguro. Actualmente prácticamente todos los fabricantes de limas rotatorias de níquel titanio recomiendan la realización de este paso. Sin un glide path, las limas rotatorias pueden atornillarse fácilmente en los conductos al engancharse a más dentina y por lo tanto fracturarse. El glide path garantiza al operador que la punta de la lima no se bloqueará a medida que se mueve apicalmente y que el conducto este libre y sin debris ni obstrucciones importantes, evitando así eventos iatrogénicos (Mounce, 2004).

Para poder obtener una limpieza y conformación tridimensional de manera mecánica, se debe de realizar una preparación de glide path exitosa previamente. El glide path es el punto de partida de las preparaciones radiculares. Sin él, la limpieza y el modelado del conducto se vuelven impredecibles o imposibles porque no hay una guía para la endodoncia rotatoria (Alapati et al., 2005).

Se consigue un glide path de manera exitosa cuando la lima que lo forma puede entrar por el orificio y seguir las paredes lisas del canal sin interrupciones hasta el final.

La falta de establecimiento de glide path puede resultar en (Mounce, 2004):

- Formación de escalones
- Obstrucción de los conductos radiculares
- Transportación
- Formación Zip

- Perforación

Todos estos errores pueden llevar a un desbridamiento incompleto del sistema de conductos radiculares y a una disminución de las tasas de éxito de la terapia endodóntica (Mounce, 2004).

El glide path puede realizarse de manera manual con limas manuales tipo K de acero inoxidable o de manera mecánica creada con limas rotatorias de NiTi (Hülsmann et al., 2005) Según Mounce (2005), el uso de limas manuales tipo K de acero inoxidable para realizar glide path tienen las siguientes ventajas:

- Provee al operador una excelente sensación táctil.
- Bajo potencial para la separación de limas.
- Cuando se retira una lima K de calibre pequeño del conducto, la lima a menudo presenta una impresión de la anatomía del conducto, guiando al operador hacia las curvaturas presentes.
- La rigidez que presentan las limas manuales de acero ayuda a negociar bloqueos y calcificaciones (Mounce, 2005).

Las limas rotatorias de níquel-titanio sólo deben utilizarse en las partes del conducto que tengan un glide path confirmado y reproducible. Para asegurar que haya espacio disponible dentro de un conducto para que sigan los instrumentos rotatorios, se deben usar limas manuales de acero inoxidable 0.02 de tamaños cónicos 10 y 15 para recopilar información de reconocimiento y, cuando sea necesario, para crear suficiente espacio antes de usar instrumentos rotatorios NiTi más eficientes (Ruddle, 2001).

Apreciamos que las limas de 10 y 15 manuales tienen diámetros D16 de 0,42 y 0,47 mm, respectivamente, y pueden crear mucho más espacio del que sugiere el número numérico en sus mangos. El secreto para usar con seguridad los instrumentos rotativos NiTi es usar repetidamente limas manuales de menor tamaño en canales más calcificados, de manera cuidadosa y deliberada, hasta que exista suficiente espacio para que las limas rotativas puedan seguir (Palmará & Messer, 2000).

Una lima NiTi rotatoria está diseñada para "seguir" un conducto, ya que su extremo de trabajo más flexible y sin cortes está guiado por un orificio piloto de dentina circunferencial. Cuando se confirma que una lima 15 puede deslizarse de forma predecible a través de cualquier parte de un conducto radicular, entonces confirmamos que puede prepararse de forma segura utilizando limas rotativas NiTi (Blum et al., 2003).

Recientemente, se introdujeron diferentes limas rotatorias NiTi para mejorar la realización del glide path de manera mecánica. Estos instrumentos son más capaces de mantener la anatomía original del conducto y causan menos aberraciones y modificaciones de la curvatura del conducto en comparación con el ensanchamiento realizado con limas K de acero inoxidable (Berutti et al., 2009).

#### **4.6 PROGLIDER**

El ProGlider (Dentsply Sirona; Ballaigues, Suiza) es un instrumento rotatorio para preparación de glide path fabricado con alambre NiTi de memoria (M-wire), que proporciona una mayor resistencia a la fatiga cíclica en comparación con los instrumentos NiTi convencionales. El instrumento ProGlider tiene un diámetro de punta de 0,16 en el



D0, una conicidad progresiva que oscila entre el 2 y el 8% y una forma de sección transversal cuadrada (Elnaghy & Elsaka, 2015).

#### **4.7 R-PILOT**

En 2008, Yared propuso el uso de instrumentos NiTi con movimiento recíprocante, lo que se informó que aumentaba la resistencia a la fatiga cíclica al exponer el instrumento a valores de tensión más bajos que la rotación continua (G. Yared, 2008). El instrumento R-Pilot (VDW; Munich, Alemania) introduce el movimiento recíprocante en la preparación del glide path. Este instrumento está fabricado en aleación M-Wire y tiene un diámetro de punta de 0,12 mm con una conicidad constante del 4% y una sección transversal en forma de S (Keskin et al., 2018).

#### **4.8 WAVEONE GOLD GLIDER**

Otro instrumento recíprocante para glide path, el WaveOne Gold Glider (Dentsply Sirona; Ballaigues, Suiza), tiene un diámetro en su punta D0 es de 0,15 mm y conicidades variables de 2-6% con diámetros máximos de ranura de D1 de 0,170 mm, de D8 de 0,413 y de D16 de 0,850 mm [19]. El WaveOne Gold Glider está fabricado con alambre dorado (Gold Wire) que ha recibido un tratamiento termomecánico y tiene una sección transversal en forma de paralelogramo, al igual que todos los instrumentos WaveOne Gold (Keskin et al., 2018).

#### **4.9 V- GLIDE PATH 2H**

Las limas V-Glide Path 2H (SS White, Lakewood, NJ) son otros instrumentos de NiTi con aleación CM-Wire lo que presenta una memoria controlada y permite que la lima permanezca flexible, incluso en los conductos más curvos. Tiene una punta no cortante y presenta una conicidad variable lo que ayuda a preservar la dentina en toda la zona pericervical comenzando en su D0 con 0.17mm y con una conicidad de 4% hasta el D4, después del D5 al D12 presenta una conicidad de 2% y a partir del D13 cambia a una conicidad 0%, terminando en su D16 a 49mm (Chang et al., 2016). Tienen un diseño de sección transversal parabólica que combina alta eficiencia y flexibilidad a la vez que son seguras y resistentes a la fractura (Shenoi et al., 2017).

## 5. MÉTODO

### 5.1 Descripción de procedimientos.

Para este estudio se utilizaron 50 bloques de acrílico transparente con un conducto simulado con doble curvatura (en forma de S) ISO 0.15mm, taper 0.02, con una longitud de trabajo de 16mm. (S-Shaped Endo Training Block, Dentsply Maillefer).

Los bloques se numeraron y los conductos radiculares simulados se tiñeron mediante inyección de tinta azul. Se tomó una fotografía inicial del bloque sin instrumentar con el Estereoscopio Stemi 305 Zeiss a una distancia de 8.6cm con un aumento de 10x. y las imágenes se guardaron como archivos JPEG.

Luego, los conductos radiculares simulados se lavaron con agua destilada para eliminar la tinta y los bloques se dividieron aleatoriamente en 5 grupos (n = 10) para comenzar su instrumentación. Todos los cubos se instrumentaron hasta longitud de trabajo la cual es de 16mm.

**Grupo 1:** 10 cubos de acrílico transparente con doble curvatura en forma de S se instrumentaron primero con lima manual de acero inoxidable K #10 y posteriormente con lima recíprocante Wave One Gold Glider (Dentsply Maillefer).

**Grupo 2:** 10 cubos de acrílico transparente con doble curvatura en forma de S se instrumentaron primero con lima manual de acero inoxidable K #10 (Dentsply Maillefer) y posteriormente con lima recíprocante R-pilot (VDW).

**Grupo 3:** 10 cubos de acrílico transparente con doble curvatura en forma de S se instrumentaron primero con lima manual de acero inoxidable K #10 (Dentsply Maillefer) y posteriormente con lima rotatoria Proglider (Dentsply Maillefer).

**Grupo 4:** 10 cubos de acrílico transparente con doble curvatura en forma de S se instrumentaron primero con lima manual de acero inoxidable K #10 (Dentsply Maillefer) y posteriormente con lima rotatoria V-Glide Path 2H (SSWhite).

**Grupo 5:** 10 cubos de acrílico transparente con doble curvatura en forma de S se instrumentaron con lima manual de acero inoxidable K #10 y #15 (Dentsply Maillefer).

Todas las etapas de preparación de todos los grupos fueron realizadas por la misma persona. Se utilizó un juego de instrumentos nuevos para la preparación de cada bloque. Se utilizó agua destilada para la irrigación durante la instrumentación en todos los grupos.

Posteriormente se tiñeron los conductos radiculares con tinta roja utilizando una jeringa de 5ml con una punta de irrigación Pro Rinse de 30ga y de 25 mm de largo. Se tomaron las fotografías post instrumentación con las mismas características que las imágenes pre instrumentación, las cuales son utilizando el Esterooscopio Stemi 305 Zeiss a una distancia de 8.6cm con un aumento de 10x. y las imágenes se guardaron como archivos JPEG.

Las imágenes previas y posteriores a la preparación se transfirieron al programa Adobe Photoshop 2020 para la superposición de ambas imágenes. Se detectaron nueve zonas de medición a lo largo de los conductos y se evaluaron mediante la agrupación de estas en 3 tercios: como zonas 1, 2 y 3 en el tercio apical en el cual se encuentra la primera curvatura, zonas 4, 5 y 6 en el tercio medio en el que se encuentra la segunda curvatura y por último zonas 7, 8 y 9 en el tercio cervical en el cual se encuentra el trayecto recto del conducto.

La cantidad de resina extraída de los lados interno y externo de los conductos se midió mediante el programa Adobe Illustrator 2020. La cantidad de transporte se calculó como el valor absoluto de la diferencia entre la cantidad de resina eliminada del aspecto interno y externo de los conductos, método propuesto por Keskin et al. 2018.

## **5.2 Análisis estadístico**

Todas las medidas se guardaron en tablas de Excel y los datos fueron capturados en una base de datos en el programa IBM Statistics 24. Para el análisis estadístico de datos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía con 95% de confiabilidad ( $1-\alpha: 0.95$ ), además de pruebas HSD de Tukey para evaluar la diferencia entre los grupos.

## 6. RESULTADOS

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en los diferentes tipos de limas, tanto en el tercio apical ( $p=0.1542$ ) como en el tercio cervical ( $p=0.4697$ ).

Respecto a la transportación en el tercio medio, se concluye que si se observaron diferencias significativas ( $p=0.026$ ), siendo la lima de menor transportación la Proglider ( $0.021\pm 0.009\text{mm}$ ) seguida de la Wave One Gold Glider ( $0.025\pm 0.011\text{mm}$ ); el resto de las limas como la manual ( $0.035\pm 0.019\text{mm}$ ), la V-Glide Path 2H ( $0.049\pm 0.026\text{mm}$ ) y la R-Pilot ( $0.053\pm 0.024\pm$ ) difirieron significativamente de las dos primeras.

Zona	Proglider		Manual		Wave One Gold Glide		R- Pilot		V-Glide Path 2H	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
1	0.042	0.015	0.070	0.017	0.036	0.017	0.051	0.017	0.055	0.014
2	0.041	0.026	0.035	0.022	0.028	0.015	0.025	0.017	0.030	0.015
3	0.014	0.009	0.019	0.011	0.025	0.015	0.038	0.018	0.023	0.019
4	0.012	0.011	0.030	0.010	0.026	0.015	0.048	0.028	0.030	0.023
5	0.022	0.011	0.038	0.026	0.027	0.012	0.050	0.024	0.053	0.029
6	0.031	0.012	0.038	0.023	0.022	0.013	0.060	0.023	0.064	0.031
7	0.018	0.014	0.178	0.494	0.018	0.014	0.045	0.019	0.042	0.025
8	0.023	0.018	0.019	0.017	0.015	0.009	0.036	0.017	0.033	0.014
9	0.025	0.021	0.020	0.019	0.012	0.009	0.030	0.016	0.029	0.011

Tabla 1. Estadística descriptiva de la transportación por zona y tipo de lima.

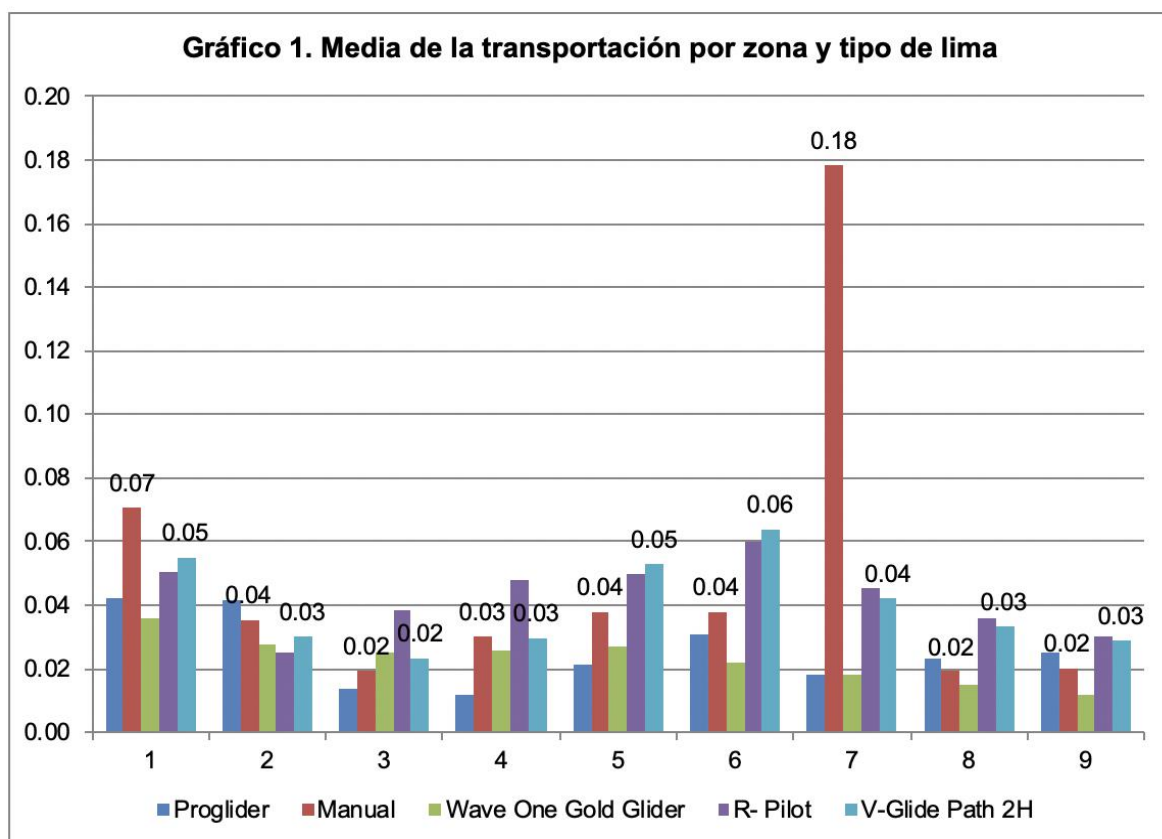


Grafico 1. En este grafico se compara la media de transportación de las 5 limas utilizadas en el estudio en cada una de las 9 zonas establecidas a lo largo del conducto. La transportación se obtuvo restando la medida externa de la interna en cada zona. El valor 0.00 significa que no hubo transportación y por lo tanto los valores más alejados de este indican una mayor transportación.

Tercio	Proglider		Manual		Wave One Gold Glider		R- Pilot		V-Glide Path 2H	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Apical	0.032	0.013	0.042	0.008	0.030	0.011	0.038	0.014	0.036	0.010
Medio	0.021	0.009	0.035	0.019	0.025	0.011	0.053	0.024	0.049	0.026
Cervical	0.022	0.018	0.072	0.286	0.015	0.011	0.037	0.018	0.035	0.018

Tabla 2. Estadística descriptiva de la transportación por tercio y tipo de lima.

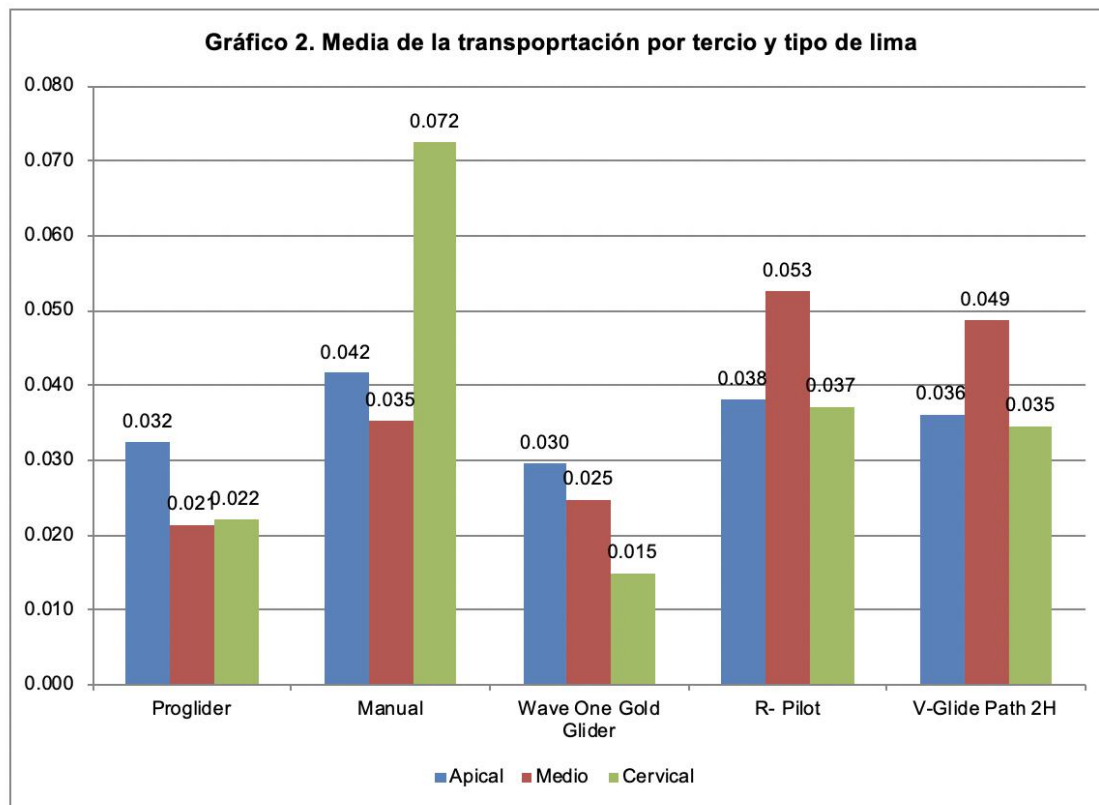


Gráfico 2. Se dividieron las 9 zonas en 3 tercios. El tercio apical comprende la zona 1, 2 y 3 y es donde se encuentra la primera curvatura del conducto. El tercio medio comprende la zona 4, 5 y 6 y es donde se encuentra la segunda curvatura del conducto. El tercio cervical comprende la zona 7, 8 y 9 y es donde se encuentra el trayecto recto del conducto. En esta gráfico se compara la media de la transportación de cada tercio de las diferentes limas.

	<b>Prueba F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Apical</b>	1.7577	0.1542
<b>Medio</b>	5.3788	0.0012
<b>Cervical</b>	0.8932	0.4697

Tabla 3. Análisis de varianza entre tipos de lima.



## 7. DISCUSIÓN

Los dientes naturales son los mejores especímenes para evaluar los efectos de la conformación de la instrumentación, pero son muy difíciles de estandarizar debido a las diferentes curvaturas, el diámetro inicial del conducto y la dureza de la dentina (Ajuz et al., 2013).

Otros investigadores argumentaron que cuando se utilizan dientes naturales, las variaciones anatómicas de estos dientes afectan los resultados más que las limas de NiTi (Peters et al., 2001). Por esta razón y considerando estas condiciones, se utilizaron los conductos simulados en forma de S para eliminar las variaciones anatómicas que tienen los dientes naturales. El uso de bloques de resina permite la estandarización de las dimensiones de los conductos radiculares simulados. Existen diversos estudios en los cuales utilizan conductos simulados de resina en forma de S, comparando fácilmente las capacidades de modelado de las limas NiTi utilizando imágenes pre y post instrumentación de los conductos (Ajuz et al., 2013; Bürklein et al., 2014; Keskin et al., 2018; Özyürek et al., 2017). Sin embargo, los resultados de estos estudios que utilizaron conductos simulados deben llevarse a las condiciones clínicas con cuidado debido a las diferencias entre la resina y la dentina (Ajuz et al., 2013; Bürklein et al., 2014; Keskin et al., 2018; Özyürek et al., 2017). Se decidió utilizar conductos en forma de S en el presente estudio debido a las dificultades inherentes a la preparación de conductos con esta forma sin causar deformaciones como consecuencia de la presencia de las 2 curvaturas para los endodoncistas (Allen et al., 2007; Berutti et al., 2009; Bonaccorso et al., 2009; Yoshimine et al., 2005).

Se ha establecido en previas investigaciones que una recomendación muy importante para la instrumentación segura y efectiva del NiTi rotatorio de los conductos curvos es crear primero un glide path. La aparición de modificaciones y transportación en los conductos parece reducirse significativamente cuando se realiza un glide path previo a la instrumentación rotatoria (Berutti et al., 2012).

Esta observado que todos los instrumentos endodónticos, independientemente de la aleación utilizada durante su fabricación, tienden a enderezarse en el interior del conducto radicular (Young et al., 2007). Varios estudios han demostrado que los sistemas de limas de glide path rotatorio de NiTi exhiben menos transportación del conducto que las limas manuales tipo K de acero inoxidable (Alovisi et al., 2017).

El presente resultado concuerda en cierta parte con estudios anteriores que muestran que los instrumentos rotatorios de NiTi causan menos desviación de las paredes del conducto en comparación con las limas manuales de acero inoxidable (Gergi et al., 2010; Ajuz et al., 2013; Zheng et al., 2018). En este estudio se encontró que las limas de NiTi Proglider y Wave One Gold Glider tuvieron una diferencia significativa en cuanto a una menor transportación sobre la limas manuales de acero inoxidable tipo K en el tercio medio. Lo cual concuerda con el estudio realizado por Zheng et al., en el 2018, en el que compararon la lima Proglider, PathFile y lima manual tipo K en 60 conductos mesiales mandibulares. Ellos encontraron que después de la preparación de glide path, los 2 grupos de limas rotatorias NiTi Proglider y PathFile mostraron significativamente menos transporte del conducto que el grupo de lima manual tipo K, solo que a diferencia del

presente estudio, ellos encontraron esta diferencia significativa en todos los niveles y no solo en el tercio medio (Zheng et al., 2018). En otro estudio realizado encontraron que las limas NiTi Proglider y One-G presentaban significativamente una menor transportación que la lima manual tipo K en el tercio apical, y no encontraron diferencia significativa entre las 3 en el tercio medio y coronal (Van Der Vyver et al., 2019).

Sin embargo, en el presente estudio no se encontró diferencia significativa al comparar las mismas limas manuales tipo K con las limas rotatorias NiTi R-Pilot y V-Glide Path. Esto puede deberse a que los resultados se compararon por tercios y al promediarse las 3 zonas dentro de cada tercio se pudo haber beneficiado la lima manual. Aun así observamos que al comparar cada zona individualmente, la lima manual fue la que mostró la medida más alta de transportación entre todas las limas utilizadas en el estudio, la cual se observa en la zona 7 (Gráfico 1). Por lo tanto, los instrumentos rotatorios de NiTi parecen ser más apropiados para la preparación del glide path, especialmente la lima Proglider y Wave One Gold Glider.

En otro estudio en el que utilizaron la microtomografía computarizada compararon la lima R-Pilot, Wave One Gold Glider y Proglider, los autores no encontraron ninguna diferencia significativa entre las 3 limas en cuanto a la transportación en el tercio apical. Sin embargo, las limas Wave One Gold Glider y R-Pilot (comparados con Proglider) crearon una transportación significativamente menor en el tercio medio y cervical (Ayidin et al., 2019). Lo cual difiere de los resultados obtenidos, en los cuales no se encontró diferencia significativa en el tercio apical y tercio coronal pero sí la hubo en el tercio medio en el cual la lima Proglider y Wave One Gold Glider se encontraron

significativamente por encima de la R-Pilot. Estos resultados diferentes pueden deberse a que en el presente estudio se utilizó cubos de resina simulados con doble curvatura y en el otro estudio utilizaron dientes naturales con una curvatura estandarizada.

Además de la anatomía del conducto, el diseño de la sección transversal y el diseño de la punta del instrumento se han identificado como factores que pueden influir en los resultados de la preparación. El diseño de la sección transversal influye en varios factores que afectarán a la distribución de la tensión, el momento polar de inercia, la profundidad de la flauta, el área del núcleo interno continuo y el terreno radial y la superficie periférica de la base (Iqbal et al. 2006). En el presente estudio cada instrumento presentaba un diseño de sección transversal distinto. La lima Proglider y la lima tipo K presenta una forma cuadrada, la lima Wave One Gold Glider de paralelogramo, la R-Pilot en forma de S y la V-Glide Path en forma parabólica. En este caso se obtuvo mejores resultados con los instrumentos con sección transversal en forma cuadrada y de paralelogramo, pero se necesitan más estudios en los que investiguen la relación de la sección transversal con la transportación del conducto.

Hasta donde sabemos, no existen actualmente estudios que examinen la capacidad de transportación de las limas V-Glide Path 2H, lo que dificulta la comparación directa de los resultados del estudio actual con otro estudio.

## **8. CONCLUSIONES**

Con la metodología utilizada en este estudio se puede concluir que todos los instrumentos para glide path sin importar su aleación o su movimiento presentan cierto grado de transportación dentro del conducto. Sin embargo, las limas para glide path Proglider y Wave One Gold Glider presentaron significativamente menor grado de transportación en el tercio medio del conducto al compararlas con las limas R-Pilot y V-Glide Path 2H.

## **RESUMEN BIOGRÁFICO**

Analí Román Montalvo

Candidato para el Grado de

**Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Endodoncia**

**Tesis: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TRANSPORTACIÓN EN  
CONDUCTOS SIMULADOS CON DOBLE CURVATURA AL UTILIZAR  
INSTRUMENTOS PARA GLIDE PATH ROTATORIOS Y RECIPROCANTES"**

Campo de Estudio:

Ciencias de la Salud

Datos Personales:

Nacida en Reynosa, Tamaulipas el 25 de junio de 1994.

Hija de Alicia Irene Montalvo de la Garza y Marco Antonio Román Gómez.

Educación:

Egresada de la Universidad Autónoma de Nuevo León en el año 2017 obteniendo el grado de Cirujano Dentista con mención honorífica de segundo lugar de generación.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Ajuz NC, Armada L, Gonçalves LS, Debelian G, Siqueira JF. Glide path preparation in S-shaped canals with rotary pathfinding nickel-titanium instruments. *J Endod.* 2013;39(4):534-537.

Alapati SB, Brantley WA, Svec TA, Powers JM, Nusstein JM, Daehn GS. SEM observations of nickel-titanium rotary endodontic instruments that fractured during clinical Use. *J Endod.* 2005;31(1):40-43.

Allen MJ, Glickman GN, Griggs JA. Comparative analysis of endodontic pathfinders. *J Endod.* 2007;33(6):723-726.

Alovisi M, Cemenasco A, Mancini L, Paolino D, Scotti N, Bianchi CC, Pasqualini D. Micro-CT evaluation of several glide path techniques and ProTaper Next shaping outcomes in maxillary first molar curved canals. *Int Endod J.* 2017;50(4):387–397.

Alsilani R, Jadu F, Bogari DF, Jan AM, Alhazzazi TY. Single file reciprocating systems: A systematic review and meta-analysis of the literature: Comparison of reciproc and WaveOne. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2016;6(5):402-409.

Aydin ZU, Keskin NB, Özyürek T, Geneci F, Ocak M, Çelik HH. Microcomputed assessment of transportation, centering ratio, canal area, and volume increase after single-file rotary and reciprocating glide path instrumentation in curved root canals: a laboratory study. *J Endod.* 2019;45(6):791-796.

Bergenholtz G, Hørsted-Bindslev P, Reit C. Endodoncia. 2º ed. México: El Manual moderno. 2011; 384 p.

Berutti E, Cantatore G, Castellucci A, Chiandussi G, Pera F, Migliaretti G, et al. Use of nickel-titanium rotary PathFile to create the glide path: comparison with manual preflaring in simulated root canals. J Endod. 2009;35(3):408-412.

Berutti E, Paolino DS, Chiandussi G, Alovise M, Cantatore G, Castellucci A, Pasqualini D. Root canal anatomy preservation of Wave-One reciprocating files with or without glide path. J Endod 2012;38(1):101–104.

Blum JY, Machtou P, Ruddle C, Micallef JP. Analysis of mechanical preparations in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: value of the safety quotient. J Endod. 2003;29(9):567-575.

Bonaccorso A, Cantatore G, Condorelli GG, Schafer E, Tripi TR. Shaping ability of four nickel-titanium rotatory instruments in simulated S-shaped canals. J Endod. 2009;35(6):883-886.

Buehler W, Gilfrich J, Wiley R. Effect of low temperature phase changes on the mechanical properties of alloys near composition TiNi. J Appl Phys. 1963;1(34):1475-1477.



Bürklein S, Poschmann T, Schäfer E. Shaping ability of different nickel-titanium systems in simulated S-shaped canals with and without glide path. *J Endod*. 2014;40(8):1231-1234.

Canalda C, Brau E. *Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas*. 3º ed. España: Elsevier Masson. 2014; 367 p.

Chang SW, Shim KS, Kim YC, Jee KK, Zhu Q, Perinpanayagam H. Cyclic fatigue resistance, torsional resistance, and metallurgical characteristics of V taper 2 and V taper 2H rotary NiTi files. *Scanning*. 2016; 38(6):564-570.

Elnaghy AM, Elsaka SE. Evaluation of the mechanical behaviour of PathFile and ProGlider pathfinding nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J*. 2015;48(9):894-901.

Fariniuk LF, Azevedo MAD, Carneiro E, Westphalen VPD, Piasecki L, da Silva Neto UX. Efficacy of protaper instruments during endodontic retreatment. *Indian J Dent Res*. 2017;28(4):400-405.

Gergi R, Rjeily JA, Sader J, Naaman A. Comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, Pathfile-ProTaper system, and stainless steel hand K-files by using computed tomography. *J Endod* 2010;36(1):904–907.

Guppy DR, Curtis RV, Ford TR. Dentine chips produced by nickel-titanium rotary instruments. *Endod Dent Traumatol.* 2000;16(6):258-264.

Hülsmann M, Peters O, Dummer P. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Topics.* 2005;10(1):30-76.

Iqbal MK, Kohli MR, Kim JS. A retrospective clinical study of incidence of root canal instrument separation in an endodontics graduate program: a PennEndo database study. *J Endod.* 2006;32(11): 1048–1052.

Jardine AP, Rosa RA, Santini MF, Zaccara IM, Só MV, Kopper PM. Shaping ability of rotatory or reciprocating instruments in curved canals: a micro-computed tomographic study. *Braz Oral Res.* 2016;30(1):15-22.

Jayasenthil A, Sathish ES, Prakash P. Evaluation of manual and two-rotary niti retreatment systems in removing gutta-percha obturated with two root canal sealers. *ISRN Dent.* 2012;12(1) 208-241.

Keskin C, İnan U, Demiral M, Keleş A. Cyclic fatigue resistance of R-Pilot, WaveOne Gold Glider, and ProGlider glide path instruments. *Clin Oral Investig.* 2018;22(9):3007-3012.

Keskin C, Sarıyılmaz E, Demiral M. Shaping ability of Reciproc Blue reciprocating instruments with or without glide path in simulated S-shaped root canals. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2018;12(1):63-67.

Khatavkar R, Hedge V. Importance of patency in endodontics. *Endodontology*. 2010;22(1):85-91.

Kirchhoff AL, Chu R, Mello I, Garzon AD, Dos Santos M, Cunha RS. Glide Path Management with Single- and Multiple-instrument Rotary Systems in Curved Canals: A Micro-Computed Tomographic Study. *J Endod*. 2015;41(11):1880-1883.

Mize SB, Clement DJ, Pruett JP, Carnes DL. Effect of sterilization on cyclic fatigue of rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod*. 1998;24(12):843-847.

Mounce R. An excellent glide path, the road to smoother endodontics. *JDOH*. 2004;94(3):51-68.

Mounce R. Endodontic K-files: invaluable endangered species or ready for the Smithsonian?. *Dent Today*. 2005;24(7):102-104.

Palmara J, Messer H. Defects in rotatory nickel-titanium files after clinical use. *J Endod*. 2000;26(3):161-165.

Peters OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *Int Endod J*. 2003;36(2):93-99.

Peters OA, Laib A, Göhring TN, Barbakow F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod.* 2001; 27(1):1-6.

Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *Int Endod J.* 2012;45(7):614-618.

Plotino G, Testarelli L, Al-Sudani D, Pongione G, Grande NM, Gambarini G. Fatigue resistance of rotary instruments manufactured using different nickel-titanium alloys: a comparative study. *Odontology.* 2014;102(1):31-35.

Rubio J, Zarzosa JJ, Pallarés A. Comparison of Shaping Ability of 10 Rotary and Reciprocating Systems: an In Vitro Study with AutoCad. *Acta Stomatol Croat.* 2017; 51(3):207-216.

Ruddle C. The protaper endodontic system: geometries, features and guidelines for use. *Dent Today.* 2001;20(10):15-22.

Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod.* 2000;26(3):161-165.

Schafer E. Root canal instruments for manual use: a review. *Endod Dent Traumatol.* 1997;1(13):51-64.

Schafer E, Dammaschke T. Development and sequelae of canal transportation. *Endod Topics*. 2009;15(1):75-90.

Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*. 1974;18(1):269-296.

Shen Y, Stojicic S, Qian W, Olsen I, Haapasalo M. The synergistic antimicrobial effect by mechanical agitation and two chlorhexidine preparations on biofilm bacteria. *J Endod*. 2010;36(1):100-104.

Shenoi PR, Luniya DA, Badole GP, Makade CS, Kubde R, Khode RT. Comparative evaluation of shaping ability of V-Taper 2H, ProTaper Next, and HyFlex CM in curved canals using cone-beam computed tomography: An. *Indian J Dent Res*. 2017;28(2):181-186.

Shim KS, Oh S, Kum K, Kim YC, Jee KK, Chang SW. Mechanical and Metallurgical Properties of Various Nickel-Titanium Rotary Instruments. *Biomed Res Int*. 2017;45(2):86-91.

Siqueira JF, Rôças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod*. 2008;34(11):1291-1301.

Sousa MD, Silva YC, Mazzi JF, Carvalho KKT, Barbosa AFS, Versiani MA. Root canal preparation using micro-computed tomography analysis: a literature review. *Braz Oral Res.* 2018;32(1):66-72.

Sundqvist G. Ecology of the root canal flora. *J Endod.* 1992;18(9):427-430.

Tsujimoto M, Irifune Y, Tsujimoto Y, Yamada S, Watanabe I, Hayashi Y. Comparison of conventional and new-generation nickel-titanium files in regard to their physical properties. *J Endod.* 2014;40(11):1824-1829.

Van der Vyver P. Creating a glide path for rotary NiTi instruments: part one. *Endod Pract.* 2011;15(1):40-43.

Van Der Vyver PJ, Paleker F, Vorster M, De Wet FA. Micro-computed tomographic evaluation of two single rotary glide path systems. *Int Endod J.* 2019;52(3):352-358.

Varela P, Martín B, Rodriguez J, Cantatore G, Malentaca A, Ruiz M. Fracture rate of nickel-titanium instruments using continuous versus alternating rotation. *Endod Pract Today.* 2008;9(3):193-197.

Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod.* 1988;14(7):346-351.

Webber J, Machtou P, Pertot W, Kuttler S, Ruddle C, West J. The WaveOne single-file reciprocating system. *Roots*. 2011;1(2):28-33.

West J. The endodontic glide path: Secrets to rotatory success. *Dent Today*. 2010; 29(9):11-16.

Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J*. 2008;41(4):339-344.

Yared G, Bou Dagher F, Machtou P. Influence of rotational speed, torque and operators proficiency on ProFile failure. *Int Endod J*. 2001;34(1):15-22.

Yoshimine Y, Ono M, Akamine A. The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod*. 2005;31(5):373-375.

Young GR, Parashos P, Messer HH. The principles of techniques for cleaning root canals. *Aust Dent J*. 2007;52(1):52-63

Zheng L, Ji X, Li C, Zuo L, Wei X. Comparison of glide paths created with K-files, PathFiles, and the ProGlider file, and their effects on subsequent WaveOne preparation in curved canals. *BMC Oral Health*. 2018;18(1):149-152.

Özyürek T, Yılmaz K, Uslu G. Shaping Ability of Reciproc, WaveOne GOLD, and HyFlex EDM Single-file Systems in Simulated S-shaped Canals. *J Endod*. 2017;43(5):805-809.