



Facultad de Ciencias de la Salud

**Tema: "Comparación de la extrusión de residuos apicales en conductos mesiales de molares mandibulares utilizando Endogal Glider, WaveOne Gold Glider, ProGlider y un grupo de control de permeabilización manual"**

**Trabajo de Titulación para la obtención del Título de Especialista en Endodoncia**

**Presentada por:**

David Alberto Veintimilla Ramos

**Tutor:**

Dr. Soo Nam Jang Jaramillo

**Quito, mayo de 2026**

## **Declaración De Aceptación De Norma Ética Y Derechos**

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

**David Alberto Veintimilla Ramos**

**C.I. 1104617509**

### **Dedicatoria**

A mis hijos, quienes han sido mi inspiración, mi fuerza y el motivo más grande para no rendirme jamás. Cada sacrificio, cada noche de estudio y cada desafío superado tuvieron sentido gracias a ustedes y al amor que me impulsa a ser mejor cada día.

A mi padre, Mi padre, quien partió durante este camino de formación, pero cuya presencia, enseñanzas y amor continúan acompañándome en cada paso que doy. Este logro también lleva su memoria, porque gran parte de lo que soy se lo debo a él. Aunque ya no esté físicamente, su ejemplo fue y seguirá siendo una guía permanente en mi vida.

Y finalmente, dedico este logro a mi propio esfuerzo, perseverancia y constancia, porque detrás de cada meta alcanzada existen años de sacrificio, disciplina y valentía para continuar aun en los momentos más difíciles. Hoy este sueño cumplido representa no solo una meta académica, sino también la prueba de que el amor, la memoria y la determinación pueden sostenernos incluso en medio de la ausencia.

## Índice

Declaración De Aceptación De Norma Ética Y Derechos .....	2
Dedicatoria .....	3
Índice.....	4
Índice de tablas.....	5
Índice de figuras.....	6
Resumen.....	7
Abstract .....	8
Introducción .....	9
Metodología .....	10
Resultados .....	14
Discusión.....	16
Conclusión .....	18
Referencias.....	19

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1</b> .....	14
----------------------	----

**Índice de figuras**

<b>Figura 1</b> .....	15
-----------------------	----

## **"Comparación de la extrusión de residuos apicales en conductos mesiales de molares mandibulares utilizando Endogal Glider, WaveOne Gold Glider, ProGlider y un grupo de control de permeabilización manual"**

David Alberto Veintimilla Ramos

[uriel david7.0@gmail.com](mailto:uriel david7.0@gmail.com)

### **Resumen**

El objetivo del presente trabajo fue comparar in vitro la extrusión apical de residuos generados durante la permeabilización de los conductos mesiales de molares mandibulares utilizando tres sistemas mecanizados (Endogal Glider, WaveOne Gold Glider y ProGlider) y un método manual con limas K. La metodología incluyó un estudio experimental, comparativo e in vitro. Se seleccionaron 48 molares mandibulares con dos conductos mesiales independientes, los cuales fueron distribuidos aleatoriamente en cuatro grupos G1 Endogal Glider (n: 12) (EG), G2 WaveOne Gold Glider (n: 12) (WG), G3 ProGlider (n: 12) (PG) y G4 de control de permeabilización manual (n: 12) (PM). La instrumentación se realizó siguiendo los protocolos de cada sistema, y los residuos extruidos fueron recolectados en tubos Eppendorf previamente estandarizados en peso. Tras el secado y registro del peso final, se determinó la cantidad de detritos extruidos por diferencia gravimétrica. Se aplicaron Shapiro-Wilk, ANOVA y análisis post-hoc de Tukey. Los resultados mostraron que los sistemas mecanizados EG, WG Y PG ( $p > 0.05$ ) produjeron cantidades significativamente menores de residuos en comparación con la técnica manual PM ( $p < 0.001$ ), mientras que no se observaron diferencias significativas entre los tres grupos de permeabilización evaluados. Se concluye que los sistemas mecanizados (Endogal Glider, WaveOne Gold Glider y ProGlider) representan una alternativa más eficiente y segura para la preparación de la permeabilización de los conductos al reducir la extrusión apical, lo que podría asociarse con una menor incidencia de dolor e inflamación postoperatoria.

**Palabras Clave:** Permeabilización, extrusión apical, sistemas mecanizados.

### Abstract

The aim of the present study was to compare, *in vitro*, the apical extrusion of debris generated during glide path preparation of the mesial canals of mandibular molars using three mechanized systems (Endogal Glider, WaveOne Gold Glider, and ProGlider) and a manual method with K-files. The methodology consisted of an experimental, comparative, and *in vitro* study. Forty-eight mandibular molars with two independent mesial canals were selected and randomly distributed into four groups: G1 Endogal Glider (n = 12) (EG), G2 WaveOne Gold Glider (n = 12) (WG), G3 ProGlider (n = 12) (PG), and G4 manual glide path control group (n = 12) (PM). Instrumentation was performed according to the protocols established for each system, and the extruded debris was collected in previously weight-standardized Eppendorf tubes. After drying and recording the final weight, the amount of extruded debris was determined by gravimetric difference. Shapiro–Wilk, ANOVA, and Tukey post-hoc tests were applied for statistical analysis. The results showed that the mechanized systems EG, WG, and PG ( $p > 0.05$ ) produced significantly lower amounts of debris compared with the manual technique PM ( $p < 0.001$ ), while no statistically significant differences were observed among the three evaluated glide path systems. It was concluded that the mechanized systems (Endogal Glider, WaveOne Gold Glider, and ProGlider) represent a more efficient and safer alternative for glide path preparation by reducing apical extrusion, which could be associated with a lower incidence of postoperative pain and inflammation.

**Key words:** Permeabilization, apical extrusion, mechanized systems

## Introducción

El tratamiento de conducto radicular consta de tres fases principales: modelado, limpieza y obturación. Dichas fases se encuentran estrechamente relacionadas, el modelado del sistema de conductos radiculares que se considera generalmente como la etapa más crucial en la terapia endodóntica, ya que está relacionado directamente a la efectividad de los procesos de limpieza y obturación (Lup et al., 2024). Para que los tratamientos de endodoncia cumplan con su éxito, es de suma importancia mantener su anatomía sin causar ningún evento iatrogénico con una correcta preparación bien centrada y con instrumentos adecuados. (Alves et al., 2012)

Durante el tratamiento de endodoncia es imprescindible que el conducto radicular no presente ninguna interferencia durante su conformación, es por ello que, la permeabilización se puede describir como la conformación de un canal liso en forma cónica, que sirve de guía para otros instrumentos hacia apical con el fin prevenir complicaciones durante la preparación del conducto radicular, favoreciendo así, la obturación final durante el tratamiento (West, 2010). La permeabilización, posterior a la conformación del canal con limas manuales de menor calibre y flexibles, también tiene como objetivo, evitar la fractura de instrumentos que ingresan a los conductos radiculares y reducir la transportación y perforación de los canales, al permitir que los instrumentos mantengan una trayectoria de deslizamiento de forma pasiva (Elnaghy & Elsaka, 2015). La permeabilización se realiza con limas K manuales de acero inoxidable, puesto que dicha técnica es confiable, sin embargo, la aparición de instrumentos mecanizados han ayudado a que exista la creación de una permeabilización más eficiente en cuanto al tiempo y la maniobrabilidad dentro de la anatomía radicular (Berutti et al., 2012). Algunos estudios indican que, la preparación manual de la permeabilización está asociado con una mayor cantidad significativa de desechos extruidos, en comparación con los instrumentos rotatorios de NiTi (Gunes & Yesildal Yeter, 2018a), la utilización de instrumentos de NiTi para lograr una vía de permeabilización, se ha relaciona también directamente con un menor tiempo operatorio, menor cantidad de residuos extruidos durante la preparación apical, reduciendo el dolor postoperatorio (Elnaghy & Elsaka, 2014). Los instrumentos endodónticos de níquel titanio NiTi en la actualidad son más flexibles y tienen una mayor resistencia a la fractura por torsión comparándolos con los instrumentos de acero inoxidable (Walia et al., 1988). La aleación de NiTi fue desarrollada por el laboratorio de artillería naval (White Oak, MD, USA), a la cual se la denominó Nitinol

que son las abreviaturas de níquel (Ni), titanio (Ti) y Naval Ordnance Laboratory (Nol), (Buehler et al., 1963).

A lo largo del tiempo se han realizado muchas mejoras en las aleaciones de níquel-titanio NiTi, incluyendo tratamientos térmicos que permiten mejorar las propiedades mecánicas de la aleación de NiTi y producto de ello, tenemos instrumentos M-Wire, CM-Wire, fase R, y, tratamiento de superficie como electro pulido, tratamiento térmico Gold, tratamiento térmico Blue y MaxWire (Campos et al., 2023; Zupanc et al., 2018)

WaveOne Gold Glider (Dentsply Sirona; Baar Suiza) este sistema está hecho a partir de una aleación NiTi que se fabrica mediante un tratamiento térmico denominada Gold, que presenta una capa superficial que puede ser responsable del color distintivo, este tipo de tratamiento térmico tiene una temperatura de transformación más alta que la temperatura corporal, lo que provoca que en condiciones clínicas se obtenga principalmente una fase martensítica o R (Zupanc et al., 2018); WaveOne Gold (WOG) se presenta con una sección transversal característica en forma de paralelogramo con dos filos de corte, la punta tiene un tamaño de 0,15 mm y la conicidad variable de 2-6% (Keskin et al., 2018).

Endogal Glider (Endogal; Galicia España) y ProGlider (Dentsply Sirona; Ballaigues, Suiza) es un sistema de lima con una aleación de NiTi que es sometido a un tratamiento térmico que permite una mayor flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica, el cual se le denominó M-Wire (Zupanc et al., 2018). La temperatura de acabado de austenita de la aleación M-Wire es de alrededor de 43-50°C, mediante varias técnicas de laboratorio metalúrgico como microcopia electrónica de barrido, examen metalográfico y colorimetría diferencial de barrido mostraron que el tratamiento térmico M-Wire en su composición presenta fase austenita con algunas cantidades de martensita y fase R a temperatura clínica (Pereira et al., 2012).

El objetivo de este estudio pretende comparar *in vitro*, la cantidad de extrusión de residuos apicales en raíces mesiales de molares inferiores utilizando Endogal Glider, WaveOne Gold Glider, ProGlider y un grupo de control de permeabilización manual.

## **Metodología**

El presente estudio es de tipo experimental, comparativo e *in vitro*.

### **Selección de las muestras**

Se seleccionarán 48 molares mandibulares humanos extraídos por razones terapéuticas, Los molares que serán recolectados se limpiarán y lavarán con agua destilada, eliminando los restos del tejido que pudieran encontrarse en las superficies laterales de las raíces, de igual manera, se limpiará con una ultrasonido (Woodpecker®, CHINA); posterior a ello, serán almacenados en agua estéril a temperatura ambiente, para preservar sus propiedades físico-químicas hasta el momento de su utilización.

### **Criterios de inclusión**

- Molares que presenten raíces completamente desarrolladas y sin evidencia de tratamientos previos.
- Molares con raíces que tenga dos conductos individuales
- Molares con raíces con una curvatura entre los 5° y 25°
- Molares sin presencia de reabsorción interna o externa
- Ausencia de restauraciones extensas o caries profundas que comprometan la anatomía interna.

### **Criterios de exclusión**

Serán excluidos del estudio los siguientes casos:

- Molares mandibulares con ápices inmaduros
- Molares que hayan sido sometidos previamente a tratamiento endodóntico
- Molares con caries extensas que comprometan severamente la estructura coronaria
- Molares con restauraciones radiculares o presencia de postes intrarradiculares
- Molares con fisuras o fracturas radiculares

Para el presente estudio se seccionarán las raíces mesiales de los molares mandibulares y posterior a ello se tomará una radiografía en direcciones mesio-distal y buco-lingual, utilizando un sensor digital (Rayin Max X-ray, china), con un aparato de rayos X portátil (Dental X Ray, Refine, China) con un tiempo de 0.012 segundos de exposición a 15 cm de distancia del objeto-sensor. A continuación, se procederá al registro de las siguientes mediciones: a) el ángulo de las raíces con una curvatura entre 5° y 25° se clasificará como

leve según la clasificación de Schneider. Se examinarán las radiografías en las diferentes angulaciones y sólo se tomarán en cuenta las raíces que tengan 2 conductos independientes; b) para la longitud de trabajo se insertará una lima K #6 FKG Dentaire (Switzerland) pre curvada en el conducto hasta que la punta se haga visible a través del foramen apical y se restará 1 mm de esa medida llegando hasta la lima K #10, se estandarizará a una medida y, por lo tanto, la longitud media se dejará a 16 mm.

### **Instrumentación de las raíces mesiales**

De acuerdo a las mediciones de las muestras se asignarán al azar en 4 grupos diferentes, cada instrumento se utilizará con un movimiento lento de entrada y salida un máximo de tres veces por instrumento, según las instrucciones del fabricante. La instrumentación se realizará de la siguiente manera:

#### *Sistemas mecanizados.*

Grupo 1 Endogal Glider (n: 12) (EG): Para la realización de la permeabilización se realizó con el instrumento Endogal (Endogal; Galicia España) operado por un motor endodóntico E-Xtreme (Eigtheeth, China) con un contra ángulo según las indicaciones del fabricante (150/30 en pantalla) en la longitud de trabajo estandarizada y Reciproc F-One Blue (Fanta, China) (Speed 350 rpm, torque 2n) para la ampliación del conducto radicular.

Grupo 2 WaveOne Gold Glider (n: 12) (WG): La preparación de la permeabilización se lo realizó con el instrumento WaveOne Gold Glider (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) operado por un motor endodóntico E-Xtreme (Eigtheeth, China) según las indicaciones del fabricante (150/30 en pantalla) en la longitud de trabajo estandarizada y Reciproc F-One Blue (Fanta, China) (Speed 350 rpm, torque 2n) para la ampliación del conducto radicular.

Grupo 3 ProGlider (n: 12) (PG): Para la realización de la permeabilización se hizo con el instrumento ProGlider (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) operado por un motor endodóntico E-Xtreme (Eigtheeth, China) con un contra ángulo según las indicaciones del fabricante (300 rpm y un torque de 3 N en pantalla) en la longitud de trabajo estandarizada y Reciproc F-One Blue (Fanta, China) (Speed 350 rpm, torque 2n) para la ampliación del conducto radicular.

### ***Control manual.***

Grupo 4 de control de permeabilización manual (n: 12) (PM): La permeabilización se preparará con limas K (FKG Dentaire (Switzerland)) pre curvadas n.º 10 y n.º 15, a la longitud de trabajo estandarizada y Reciproc F-One Blue (Fanta, China) (Speed 350 rpm, torque 2n) para la ampliación del conducto radicular.

### **Recolección de la muestra**

Para la recolección y medición de los restos extruidos a través del foramen apical, se utilizó un dispositivo basado en el modelo descrito por (Myers & Montgomery, 1991). Se emplearon 48 tubos Eppendorf, cada uno numerado y pesado previamente tres veces en una balanza analítica de precisión ESJ200-4B (Isolab KBK001, Alemania) con una precisión de  $10^{-5}$  g. El promedio de estas tres mediciones se utilizó como peso inicial estandarizado de cada tubo.

Cada raíz seccionada fue posicionada dentro de su respectivo tubo Eppendorf, el cual funcionó como soporte durante todo el procedimiento. Para evitar cualquier movimiento durante la instrumentación, las raíces fueron estabilizadas con una barrera gingival fotopolimerizable. Además, se adaptó un dique de goma alrededor del tubo y del vial de cristal, con el fin de fijarlos adecuadamente y evitar que el operador pudiera visualizar el ápice radicular. Para equilibrar la presión del aire dentro y fuera del sistema, se insertó una aguja de 27 G.

Tras completar la instrumentación, cada raíz fue retirada cuidadosamente del tubo recolector. Los restos adheridos al tercio apical se recuperaron lavando la superficie radicular con 1 ml de agua destilada, la cual se vertió directamente dentro del mismo tubo para garantizar la recolección completa de los residuos.

Los residuos extruidos fueron posteriormente secados en una incubadora DIGITHEAT (J.P. SELECTA, España) a 68 °C durante 3 días, con el objetivo de evaporar todo el contenido líquido. Una vez secos, cada tubo se volvió a pesar tres veces para obtener un peso final promedio, reduciendo así posibles errores de medición.

Finalmente, la cantidad de restos extruidos se determinó mediante la diferencia entre el peso final promedio del tubo con los residuos secos y el peso inicial promedio del tubo vacío.

## Resultados

Se cuantificó la extrusión apical de residuos generados durante la instrumentación de los conductos mesiales de molares mandibulares empleando cuatro sistemas distintos: Endogal Glider, WaveOne Gold Glider, Pro Glider y un grupo manual destinado a la permeabilización. La variable evaluada correspondió a la diferencia en gramos entre el peso del tubo colector antes y después del procedimiento, lo cual permitió determinar la cantidad de detritos extruidos.

### Descripción de los resultados

**Tabla 1**

*Medias por grupo para la variable `Diferencia en gramos`*

<b>Grupo</b>	<b>Media (g)</b>	<b>Desviación estándar (g)</b>
<b>Endogal</b>	0.00204	—
<b>Wave One</b>	0.00205	—
<b>Pro Glider</b>	0.00209	—
<b>Manual</b>	0.00335	—

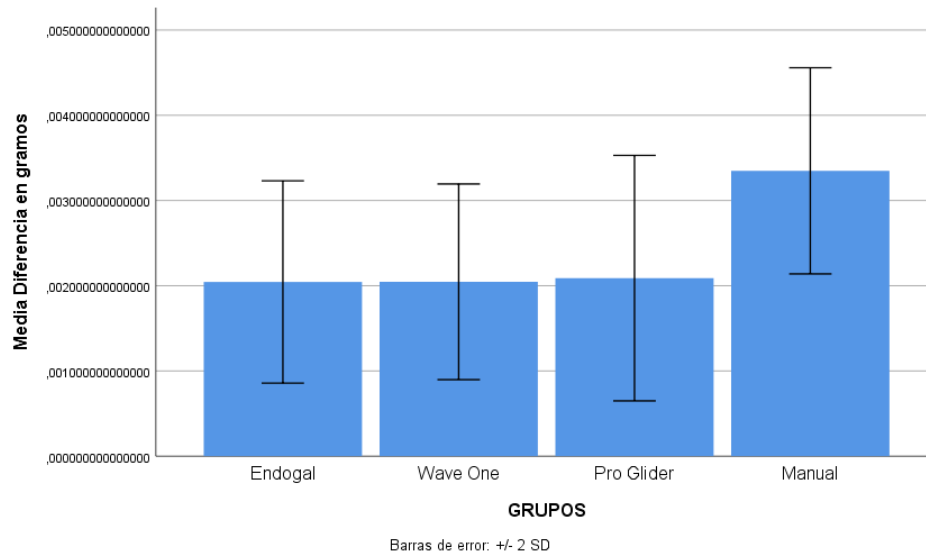
Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 1 se presentan las medias de residuos extruidos para cada grupo. El método manual evidenció la mayor media registrada (0.00335 g), mientras que los tres sistemas mecanizados mostraron valores considerablemente menores y muy próximos entre sí: Endogal (0.00204 g), WaveOne Gold (0.00205 g) y Pro Glider (0.00209 g). Esta similitud entre los instrumentos rotatorios sugiere una tendencia estable hacia una menor extrusión apical, independientemente de las variaciones en diseño, aleación o tipo de movimiento.

## Interpretación visual

### Figura 1

*Media de residuos por grupo  $\pm$  desviación estándar*



Fuente: Elaboración propia

El Gráfico 1 representa las medias acompañadas de sus desviaciones estándar. En él se aprecia claramente que el grupo manual produce una cantidad de residuos marcadamente superior, mientras que los tres sistemas mecanizados mantienen niveles casi idénticos y sustancialmente más bajos. Esta diferencia permite visualizar de forma inmediata el comportamiento divergente entre ambos tipos de técnica.

### Análisis e implicaciones clínicas

La marcada similitud observada entre Endogal Glider, WaveOne Gold Glider y Pro Glider sugiere que la cantidad de residuos extruidos no depende de manera relevante de variaciones en la conicidad, el diseño de la hoja o la cinemática del instrumento, ya sea rotatoria continua o reciprocante. Esto indica que, bajo condiciones de trabajo controladas, los sistemas mecanizados mantienen un comportamiento predecible y eficiente en términos de control de la extrusión apical. En contraste, la instrumentación manual al requerir maniobras repetitivas y una aplicación de presión apical menos estandarizada tiende a desplazar mayor cantidad de detritos hacia el foramen, lo que explica el incremento significativo en los residuos extruidos registrado en este grupo.

## Discusión

La presente investigación evaluó la extrusión apical de residuos durante la permeabilización de los conductos mesiales de molares mandibulares mediante tres sistemas mecanizados (Endogal Glider, WaveOne Gold Glider y ProGlider) frente a una técnica manual con limas K. Los resultados mostraron que los sistemas mecanizados generaron cantidades significativamente menores de residuos extruidos comparados con la técnica manual ( $p < 0,001$ ), mientras que entre los tres gliders mecanizados no se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ).

Desde una perspectiva clínica, estos hallazgos refuerzan la recomendación del uso de sistemas mecanizados contemporáneos como una opción más segura, precisa y eficiente para la preparación de conductos. La capacidad de estos instrumentos para minimizar la extrusión apical podría contribuir a reducir la incidencia de dolor postoperatorio, inflamación periapical y otras complicaciones asociadas a la migración de residuos hacia los tejidos perirradiculares, mejorando así la respuesta clínica y el confort del paciente tras el tratamiento endodóntico.

Aunque los tres instrumentos mecanizados evaluados difieren en diseño, conicidad y tipo de movimiento, la reducción uniforme de la extrusión sugiere que el factor más determinante para minimizar el empuje apical es la automatización del movimiento. Estudios previos indican que la instrumentación manual, al requerir movimientos más repetitivos y con menor control de la presión apical, tiende a empujar una mayor cantidad de residuos más allá del foramen (Tinaz et al., 2005). En contraste, los movimientos mecanizados, especialmente los de rotación continua, facilitan el transporte de los restos hacia dirección coronal.

Además, otros autores han propuesto que características morfológicas del instrumento, como un aumento en la conicidad, podrían favorecer la elevación coronal de los residuos (Keskin et al., 2020). No obstante, en nuestro estudio, aunque los gliders mecanizados varían en diseño, estas diferencias no tradujeron en variaciones significativas de extrusión apical, lo que refuerza la hipótesis de que la clave está más en el modo de accionamiento que en la geometría específica.

Esta observación concuerda con lo reportado por (De-Deus et al., 2015), quienes atribuyen la menor extrusión de los sistemas mecanizados a su mayor eficiencia de corte, la capacidad de transporte coronal y el control automatizado del torque. Por ello, el diseño

específico de los instrumentos parece tener un impacto menor que la automatización del proceso.

En estudios similares, (Gunes & Yesildal Yeter, 2018) compararon limas K manuales con sistemas rotatorios durante la permeabilización y observaron que las limas manuales extruyen significativamente más residuos apicales que los limas de NiTi. Esta mayor extrusión es clínicamente relevante, pues se ha vinculado con un mayor riesgo de dolor postoperatorio e inflamación periapical.

Clínicamente, la reducción de la extrusión apical es fundamental, ya que se asocia con una menor probabilidad de dolor postoperatorio, reacción inflamatoria periapical y exacerbación endodóntica (Siqueira Jr, 2003).

Es importante destacar que, aunque la técnica mecanizada reduce la extrusión apical, no la elimina por completo. Este punto concuerda con los resultados de (Topçuoğlu et al., 2016), quienes evaluaron diferentes sistemas mecanizados (Reciproc, WaveOne y OneShape) y reportaron que todos los instrumentos independientemente del diseño o la cinemática produjeron extrusión apical de detritos, afirmando que todos los instrumentos se asociaron con la extrusión apical de residuos, incluso cuando se generó una permeabilización previo a la instrumentación, la extrusión continuó presente, lo que indica que la mecanización no evita por completo este fenómeno, sino que solamente lo atenúa.

En contraste directo con nuestros resultados, los hallazgos de (Eshagh Saberi et al., 2020) revelaron que la instrumentación manual, utilizando una técnica controlada crown-down, produjo una cantidad de detritos significativamente menor que la generada por un sistema reciprocante. Esta discrepancia subraya que la cantidad de extrusión depende no solo del modo de accionamiento mecanizado versus manual sino también de la sofisticación de la técnica manual empleada y el diseño específico del instrumento mecanizado.

Los resultados de nuestro estudio también reflejan lo reportado por (Pui-Yii et al., 2021), quienes demostraron que, a pesar de que todas las técnicas de preparación (manual, rotatoria y reciprocante) producen extrusión apical, las limas K generan una cantidad significativamente mayor de residuos extruidos apicales en comparación con los sistemas motorizados. Esto respalda la idea de que los métodos mecanizados permiten un control más preciso de la presión apical y favorecen el transporte coronario, lo cual puede disminuir la contaminación del tejido periapical.

En consecuencia, el uso de técnicas mecanizadas para la permeabilización de los conductos emerge como una alternativa más biocompatible y segura, especialmente en conductos anatómicamente complejos, como los de raíces mesiales de molares mandibulares. La menor extrusión apical observada podría contribuir a reducir la incidencia de dolor postoperatorio, inflamación y otras complicaciones clínicas.

Es importante reconocer las limitaciones de este estudio: al ser *in vitro*, las condiciones de irrigación, presión periapical y dinámica de tejido no replican completamente la clínica. Además, aunque la extrusión se reduce con sistemas mecanizados, no se elimina totalmente, por lo que se necesitan más estudios clínicos para evaluar si estos beneficios se traducen en mejores resultados postoperatorios en pacientes.

### **Conclusión**

Con base en los resultados obtenidos en este estudio *in vitro*, se concluye que los sistemas mecanizados de permeabilización Endogal Glider, WaveOne Gold Glider y ProGlider generan una menor extrusión apical de residuos en comparación con la técnica manual realizada con limas K. Esta reducción sugiere una mayor eficiencia y control durante la preparación de los conductos mesiales de molares mandibulares.

La menor cantidad de detritos extruidos hacia la región apical podría contribuir a disminuir la irritación de los tejidos periapicales, lo que clínicamente se asocia con una posible reducción del dolor y la inflamación postoperatoria. Asimismo, el uso de sistemas mecanizados podría favorecer una preparación más predecible y estandarizada, independientemente del operador.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas mecanizados evaluados, lo que indica que los tres constituyen alternativas válidas para la permeabilización de los conductos radiculares. Sin embargo, debido a la naturaleza *in vitro* del estudio, se recomienda la realización de investigaciones clínicas adicionales que permitan corroborar estos hallazgos y evaluar su impacto en la respuesta postoperatoria de los pacientes.

## Referencias

- Alves, V. de O., Bueno, C. E. da S., Cunha, R. S., Pinheiro, S. L., Fontana, C. E., & de Martin, A. S. (2012). Comparison among manual instruments and PathFile and Mtwo rotary instruments to create a glide path in the root canal preparation of curved canals. *Journal of Endodontics*, *38*(1), 117-120. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.10.001>
- Berutti, E., Paolino, D. S., Chiandussi, G., Alovise, M., Cantatore, G., Castellucci, A., & Pasqualini, D. (2012). Root canal anatomy preservation of WaveOne reciprocating files with or without glide path. *Journal of Endodontics*, *38*(1), 101-104. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.09.030>
- Buehler, W. J., Gilfrich, J. V., & Wiley, R. C. (1963). Effect of Low-Temperature Phase Changes on the Mechanical Properties of Alloys near Composition TiNi. *Journal of Applied Physics*, *34*(5), 1475-1477. <https://doi.org/10.1063/1.1729603>
- Campos, G. O., Fontana, C. E., Vieira, V. T. L., Elias, C. N., de Martin, A. S., & Bueno, C. E. da S. (2023). Influence of Heat Treatment of Nickel-Titanium Instruments on Cyclic Fatigue Resistance in Simulated Curved Canals. *European Journal of Dentistry*, *17*(2), 472-477. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1747952>
- Cangül Keskin. (s. f.). *Apically extruded debris produced during glide path preparation using R-Pilot, WaveOne Gold Glider and ProGlider in curved root canals—PubMed*. Recuperado 15 de enero de 2025, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32820600/>
- De-Deus, G., Marins, J., Silva, E. J. N. L., Souza, E., Belladonna, F. G., Reis, C., Machado, A. S., Lopes, R. T., Versiani, M. A., Paciornik, S., & Neves, A. A. (2015). Accumulated hard tissue debris produced during reciprocating and rotary nickel-titanium canal preparation. *Journal of Endodontics*, *41*(5), 676-681. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.11.028>

- Elnaghy, A. M., & Elsaka, S. E. (2014). Evaluation of root canal transportation, centering ratio, and remaining dentin thickness associated with ProTaper Next instruments with and without glide path. *Journal of Endodontics*, *40*(12), 2053-2056. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.09.001>
- Elnaghy, A. M., & Elsaka, S. E. (2015). Evaluation of the mechanical behaviour of PathFile and ProGlider pathfinding nickel-titanium rotary instruments. *International Endodontic Journal*, *48*(9), 894-901. <https://doi.org/10.1111/iej.12386>
- Gunes, B., & Yesildal Yeter, K. (2018a). Effects of Different Glide Path Files on Apical Debris Extrusion in Curved Root Canals. *Journal of Endodontics*, *44*(7), 1191-1194. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.04.012>
- Gunes, B., & Yesildal Yeter, K. (2018b). Effects of Different Glide Path Files on Apical Debris Extrusion in Curved Root Canals. *Journal of Endodontics*, *44*(7), 1191-1194. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.04.012>
- Keskin, C., İnan, U., Demiral, M., & Keleş, A. (2018). Cyclic fatigue resistance of R-Pilot, WaveOne Gold Glider, and ProGlider glide path instruments. *Clinical Oral Investigations*, *22*(9), 3007-3012. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2391-4>
- Keskin, C., Sivas Yilmaz, Ö., & Inan, U. (2020). Apically extruded debris produced during glide path preparation using R-Pilot, WaveOne Gold Glider and ProGlider in curved root canals. *Australian Endodontic Journal: The Journal of the Australian Society of Endodontology Inc*, *46*(3), 439-444. <https://doi.org/10.1111/aej.12428>
- Lup, V. M., Malvicini, G., Gaeta, C., Grandini, S., & Ciavoi, G. (2024). Glide Path in Endodontics: A Literature Review of Current Knowledge. *Dentistry Journal*, *12*(8), 257. <https://doi.org/10.3390/dj12080257>

- Myers, G. L., & Montgomery, S. (1991). A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and Canal Master techniques. *Journal of Endodontics*, 17(6), 275-279. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81866-2](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81866-2)
- Pereira, E. S. J., Peixoto, I. F. C., Viana, A. C. D., Oliveira, I. I., Gonzalez, B. M., Buono, V. T. L., & Bahia, M. G. A. (2012). Physical and mechanical properties of a thermomechanically treated NiTi wire used in the manufacture of rotary endodontic instruments. *International Endodontic Journal*, 45(5), 469-474. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01998.x>
- Pui-Yii, N. L., Jie, S. Z., Bhatia, S., Davamani, F., & Nagendrababu, V. (2021). Comparison of Apical Extrusion of Bacteria After Glide Path Preparation Between Manual K File, One G Rotary, and WaveOne Gold Glider Reciprocation Preparations. *European Endodontic Journal*, 6(2), 221-225. <https://doi.org/10.14744/eej.2021.30602>
- Siqueira Jr, J. F. (2003). Microbial causes of endodontic flare-ups. *International Endodontic Journal*, 36(7), 453-463. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2003.00671.x>
- Tinaz, A. C., Alacam, T., Uzun, O., Maden, M., & Kayaoglu, G. (2005). The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *Journal of Endodontics*, 31(7), 533-535. <https://doi.org/10.1097/01.don.0000152294.35507.35>
- Walia, H. M., Brantley, W. A., & Gerstein, H. (1988). An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *Journal of Endodontics*, 14(7), 346-351. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(88\)80196-1](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(88)80196-1)
- West, J. D. (2010). The endodontic Glidepath: «Secret to rotary safety». *Dentistry Today*, 29(9), 86, 88, 90-93.

Zupanc, J., Vahdat-Pajouh, N., & Schäfer, E. (2018). New thermomechanically treated NiTi alloys—A review. *International Endodontic Journal*, *51*(10), 1088-1103.

<https://doi.org/10.1111/iej.12924>