



**Universidad del Desarrollo**

Facultad de Ciencias de la Salud

SISTEMAS DE GLIDEPATH MECANIZADO NÍQUEL TITANIO:  
CARACTERÍSTICAS DE FABRICACIÓN Y DESEMPEÑO CLÍNICO

POR: EDITH ALEJANDRA ARANEDA BEAS

Tesina presentada a la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad del  
Desarrollo para optar al título de especialista en Endodoncia

PROFESOR GUÍA:  
SR. CRISTIÁN WEITZEL FRANZANI

Junio 2022  
CONCEPCIÓN

© Se autoriza la reproducción de esta obra en modalidad acceso abierto para fines académicos o de investigación, siempre que se incluya la referencia bibliográfica.

## **AGRADECIMIENTO**

Quisiera agradecer al doctor Cristian Weitzel, tutor de esta tesina, por la paciencia y apoyo, ya que sin su guía hubiera sido muy difícil la realización de la misma.

## TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO .....	iii
RESUMEN.....	v
1.INTRODUCCIÓN.....	7
2.MARCO TEÓRICO .....	9
2.1. Importancia de la Permeabilización .....	9
2.2. Evolución Histórica .....	13
2.3. Evolución de los Sistemas Mecanizados NiTi.....	16
2.3.1. Sistemas de Primera Generación.....	16
2.3.2. Sistemas de Segunda Generación.....	17
2.3.3. Sistemas de Tercera Generación.....	18
2.3.4. Sistemas de Cuarta Generación .....	20
2.3.5. Sistemas de Quinta generación .....	22
3.PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	23
4.OBJETIVO.....	23
4.1. Objetivo General .....	23
4.2. Objetivos Específicos .....	23
5. METODOLOGÍA.....	24
6. RESULTADO.....	26
6.1. Características de Fabricación de Sistemas de Glidepath Mecanizados NiTi .....	26
6.2. Efectos en el Desempeño Clínico de Sistemas de Glidepath Mecanizados NiTi.....	28
6.2.1. Transporte de Conducto .....	29
6.2.2. Extrusión de Limalla .....	32
6.2.3. Tiempo de Preparación .....	33
6.2.4. Dolor Post Operatorio .....	35
6.2.5. Resistencia a la Torsión.....	37
6.2.6. Resistencia a la Fatiga Cíclica .....	41
7.DISCUSIÓN.....	48
8.CONCLUSIÓN.....	58
9.BIBLIOGRAFÍA.....	59

## RESUMEN

Glidepath se define como un túnel o pasaje liso, aunque estrecho, desde el orificio coronal del conducto hasta el término radiográfico o portal de salida determinado electrónicamente. Posterior al descubrimiento de la aleación Ni-Ti (Níquel Titanio), esta fue introducida en odontología, pero estos instrumentos no siguen un estándar internacional unificado, a diferencia de los de acero inoxidable.

La presente investigación tuvo como objetivo efectuar una revisión narrativa con búsqueda sistemática de la literatura relacionada con sistemas de limas de glidepath mecanizadas NiTi, con distintas características de fabricación y los efectos de estas en el desempeño clínico.

Se realizó una búsqueda sistemática a través de google y PubMed. Las limas de glidepath estudiadas fueron PathFile, Scout RaCe, HyFlex GPF, Proglider, HyFlex EDM Glidepath, WaveOne Gold Glider y R-Pilot. Los efectos fueron transporte de conducto, extrusión de limalla, tiempo de preparación, dolor post operatorio, resistencia torsional y resistencia a la fatiga cíclica.

Como resultado para características de fabricación se seleccionaron 9 artículos. Para evaluar el desempeño clínico se seleccionaron como resultado para discusión, en todos los efectos, un total de 31 artículos.

En ningún estudio se encontraron todas las limas estudiadas. Según datos encontrados al realizar esta revisión sistemática, podemos decir que las lima K manuales al ser usadas en glidepath, producen mayor transporte de conducto, extrusión de limalla, tiempo de trabajo y dolor post operatorio, que las limas de glidepath NiTi mecanizada

Se concluyó en la presente revisión, en relación con las características de fabricación, que cada lima o sistema de limas dependiendo de la marca tiene características diferentes, en cuanto a revoluciones y torque, tipo de movimiento, sección transversal, taper y tratamientos del NiTi, y que incluso dentro de una misma marca podemos encontrar limas de glidepath NiTi mecanizadas con distintas características.

En lo que respecta a los efectos en el desempeño clínico, para el efecto transporte de conducto y extrusión de limalla, se concluyó que en general no existió diferencia entre los sistemas incluidos. En el tiempo de trabajo y dolor post operatorio, los sistemas que solo presentan una lima de glidepath fueron más rápidos y menos dolorosos. Respecto a las resistencias a la torsión y fatiga cíclica, mientras más avanzado de generación la lima de glidepath NiTi, es decir, las limas reciprocantes en esta revisión, presentaron mayor resistencia a estas fracturas.

## 1. INTRODUCCIÓN

La instrumentación y preparación del sistema de conductos radiculares es considerada como la etapa más importante del tratamiento endodóntico, influyendo en la eficacia de procedimientos posteriores de la terapia endodóntica.

En 1974, Schilder alteró protocolos endodónticos para siempre, con sus conceptos innovadores y revolucionarios, que definieron objetivos biológicos y de diseño, para desbridar y dar forma óptima a sistemas de conductos radiculares.

Las radiografías bidimensionales no revelan las variaciones morfológicas de los conductos en los diferentes planos espaciales. La instrumentación de conductos con distintas curvaturas y longitudes, como conductos curvos y delgados, están plagados de posibles errores de procedimiento durante la instrumentación manual o rotatoria NiTi (Haikel Y, 1999). Estos problemas incluyen: fractura de instrumentos, formación de escalones, zip apical, transporte de conducto, perforación lateral o stripping, perforación y bloqueo apical. Todos estos errores pueden conducir a un desbridamiento incompleto del sistema de conductos radiculares y llevar a la disminución de las tasas de éxito de la terapia endodóntica (Hülsmann M, 2005).

La mayoría de los problemas de procedimiento asociados con el logro de la conformación ideal de canales curvos se debe a la rigidez de los instrumentos de acero inoxidable (Goldberg F, 1997). La introducción de instrumentos rotatorios

NiTi revolucionó la endodoncia, ya que tienen un módulo de elasticidad más bajo que los instrumentos de acero inoxidable; y por lo tanto, ejercen menos fuerzas laterales en las paredes dentinarias de conductos curvos. Dicho material ofrece mayor flexibilidad, superelasticidad, rotaciones rápidas y repetidas en el tiempo y biocompatibilidad, por lo que cada vez su utilización es mayor en la fabricación de instrumental endodóntico (Pedullà E, 2013).

La exploración, preflaring y glidepath son las primeras fases en la instrumentación de conducto y también se ha evidenciado que durante estas etapas el clínico frecuentemente puede encontrar dificultades (Jafarzadeh H, 2007). Entre tales problemas se encuentran: determinar la ubicación de los conductos radiculares, preparación de cavidades de acceso, preparación de conductos sin errores de procedimiento, y establecimiento y mantención de la longitud de trabajo.

En la actualidad existen sistemas de limas de glidepath de NiTi mecanizados, de diferentes marcas y con distintas características de fabricación, muchas de las cuales están presentes hace pocos años en el mercado, por lo que no existe un amplio conocimiento sobre su desempeño clínico. El presente estudio buscó relacionar algunos sistemas de limas de glidepath presentes en el mercado, que presentan distintas características de fabricación y los efectos de estas en el desempeño clínico, a través de una revisión sistemática de la literatura actual existente sobre este tipo de limas de NiTi.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Importancia de la Permeabilización**

Aunque los instrumentos NiTi son más firmes y más flexibles que su contraparte de acero inoxidable, pueden ocurrir fracturas dentro de su límite elástico. La fractura de instrumentos puede ocurrir sin evidencia previa de deformación permanente e incluso sin previo uso (Shen Y, 2009).

La fractura de los instrumentos rotativos de NiTi puede ocurrir como resultado de fatiga cíclica por flexión, o por torsión.

La fractura por fatiga cíclica se relaciona con la cantidad de ciclos que un instrumento soporta antes de sufrir fractura de un segmento. (He, R. 2010).

La fractura por torsión ocurre cuando hay:

- (1) un área de contacto extensa entre la superficie de corte del instrumento y la pared del conducto;
- (2) la sección transversal del canal es mucho más estrecha que la sección transversal de la punta del instrumento (Peters y Col., OA, 2003); y
- (3) cuando hay una presión axial excesiva en la pieza de mano durante la instrumentación (Kobayashi C, 1997).

En un intento de disminuir la incidencia de fracturas en las limas, se utilizan técnicas como el pre-flaring y glidepath, buscando permeabilizar el acceso a la entrada del canal radicular y el recorrido a través de toda su extensión en forma segura e ininterrumpida hasta el foramen apical (Kirchhoff et al., 2015). Dicho procedimiento se puede realizar tanto con limas manuales como mecanizadas.

Glidepath se define como un túnel o pasaje liso, aunque posiblemente estrecho, desde el orificio coronal del conducto hasta el término radiográfico o portal de salida determinado electrónicamente (West J, 2006). El mantenimiento de glidepath significa tener un paso suave que es reproducible por limas utilizadas sucesivamente en el conducto (Khalavktar RA, 2010).

El uso de pequeñas limas manuales para confirmar la permeabilidad del canal y asegurar suficiente espacio para los instrumentos rotatorios que les seguirán, mejorarán enormemente seguridad del uso de instrumentos NiTi rotatorios (Blum JY, 2003). Dientes que requieren terapia endodóntica pueden tener calcificaciones intra conducto. El paso de pequeñas limas manuales más allá de los cálculos y dentículos pulpares, permiten al clínico establecer una permeabilidad total del canal antes del comienzo de la preparación mecánica (West J, 2010) y así reducir el riesgo de formación de escalones, que es una de las principales causas de necesidad de retratamiento (Castellucci A, 2011).

Peters y Col. (2003) en su estudio con dientes extraídos, informaron que no ocurrieron fracturas del instrumento durante la preparación del conducto cuando se había desarrollado glidepath apropiado, incluso cuando se usaron altas fuerzas en canales estrechos (Peters OA y Col., 2003).

En 2005, Patino et al. estudiaron la influencia de un glidepath preparado manualmente en la tasa de fractura de instrumentos rotativos NiTi. Estos autores utilizaron tres sistemas de limas diferentes, los probaron en conductos con

curvatura mayor de 30 grados y descubrieron que la fractura se reducía (12% con glidepath en lugar de 26% sin glidepath). No existió diferencia entre los tipos de diseños de lima (K3, ProFile y ProTaper) (Patino PB et al, 2005).

Berutti et al. encontraron en 2012 que se necesitaban menos inserciones de lima única WaveOne (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suiza) para llegar longitud de trabajo cuando se preparó un glidepath. Estos autores también encontraron que la preparación de glidepath resultó en una menor alteración de la curvatura original del conducto (Berutti E et al, 2012).

En un estudio que evaluó in vitro el transporte del conducto radicular al usar Reciproc con y sin glidepath, se determinó que el transporte del conducto en el tercio apical parece reducirse significativamente cuando se realiza glidepath previo al uso de limas Reciproc (Nazarimoghadam K, 2014).

Se ha recomendado el uso de limas K manuales de acero inoxidable para preparar glidepath. Las ventajas de usar limas K manuales de acero inoxidable en comparación con limas rotatorias NiTi son:

- Mejor sensación táctil;
- Menor potencial de separación o fractura;
- Cuando se retira una lima k de tamaño pequeño del conducto, la lima a menudo conserva una impresión de este, y de esta manera alerta al operador a las curvaturas presentes en el canal;

- La rigidez de las limas manuales de acero inoxidable ayuda a encontrar el camino y en el sorteo de bloqueos y calcificaciones;

- Costo más bajo;

- No necesita una pieza de mano específica.

Las desventajas de preparar un glidepath con instrumentos manuales son:

- Fatiga del operador;

- Fatiga de la mano;

- Tiempo requerido en la preparación del glide path;

- Riesgo de producir de aberraciones en el conducto con limas de mayor tamaño;

- Mayor cambio a la anatomía original; y

- Mayor extrusión apical de restos dentinarios (Cassim I, 2013).

El uso combinado de instrumentos manuales de acero inoxidable e instrumentos rotatorios NiTi se recomienda cuando se quiere establecer glidepath para conductos curvos y / o estrechos (Lopes HP, 2012). Mientras que los instrumentos manuales proporcionan una retroalimentación táctil sobre la anatomía del conducto radicular, la flexibilidad superior y la resistencia mecánica de los instrumentos NiTi apuntan a reducir la aparición de errores iatrogénicos durante la exploración del conducto radicular (Kim Y, 2017).

La compleja anatomía del sistema de conductos radiculares limita el accionar de los instrumentos endodónticos, dificultando la limpieza y el modelado de los conductos lo cual es de vital importancia. Para superar estos infortunios, el advenimiento de la aleación de NiTi ha sido introducida en la manufactura de limas endodónticas mejorando sus propiedades mecánicas, con la intención de lidiar de mejor manera frente a la variabilidad anatómica.

## **2.2. Evolución Histórica**

Las primeras limas endodónticas fueron hechas acero de carbono, cuya rigidez de la aleación superior a la dentina dificultaba su uso en conductos, curvos pudiendo causar iatrogenias. Eran fabricadas sin un criterio científico. Dentro de sus ventajas se podría destacar su resistencia a la fractura y su gran capacidad de corte, la cual se ve disminuida al ser un material muy corrosible, esto por la acción conjunta de sustancias químicas como el Hipoclorito de Sodio, afectando negativamente la resistencia de la lima (Muliyar S, 2014).

La sustitución del acero de carbono por los instrumentos de acero inoxidable utilizados en la actualidad resolvió el problema de corrosión. En 1981, después de 26 años de estudios (1955-1981) fueron divulgadas las normas finales de la Especificación N° 28 siendo entonces definida la estandarización internacional de los instrumentos. La industria Kerr Manufacturing Co., fue la primera en construir estos instrumentos que fueron conocidos como instrumentos tipo K, siendo también los más copiados en el mundo. La numeración va de 06 a 140 y las longitudes totales de los instrumentos son de 21, 25, 28 y 31 mm, la

codificación de los colores en los mangos facilita su identificación. Las características de los instrumentos pueden resumirse de la siguiente manera: Construidos de acero inoxidable y conformados por un mango plástico colorido, el aumento de la conicidad estándar de 0,02mm por milímetro en la parte activa, es decir (0,02mm por cada 1mm de longitud en 16mm) (Flores AG, 2019).

La sustitución por el acero inoxidable, el cual es utilizado aún hoy en día, resolvió el problema de corrosión. Sin embargo, este material presenta poca flexibilidad, lo que perjudica la instrumentación en casos de conductos curvos, pudiendo generar errores iatrogénicos como la desviación del conducto radicular, dilaceración del foramen, perforación radicular, entre otros. Esto ocurre porque el instrumento ocasiona un gran desgaste en la pared anti curvatura. Es por ello que, posteriormente al descubrimiento de la aleación NiTi, esta fuera introducida en odontología (Flores AG, 2019). Fue descubierta por la Marina Norteamericana en la Base Naval Ordnance Laboratory en Maryland, Estados Unidos; por el ingeniero metalúrgico, William Buehler en 1963, la denominó NITINOL por los elementos de la aleación níquel (Ni), titanio (Ti) y el nombre del laboratorio donde fue producida (Nol) (Li G, 2014).

Pertenece al grupo de aleaciones con propiedades especiales caracterizada por el efecto de memoria de forma y la superelasticidad (SE). La memoria de forma quiere decir puede retornar a su forma anterior, también posee resistencia a la corrosión, gran biocompatibilidad y un costo razonable (Tomson RM. 2014).

La aleación NiTi contiene cantidades similares de átomos de Níquel y Titanio (55 % de níquel y 45 % de titanio) y puede existir en tres fases micro estructurales: austenita, martensita y la fase R. La austenita a una temperatura alta, que se denomina fase madre, la martensita a una temperatura baja, se denomina fase hija, y ambas son las principales estructuras cristalinas de la aleación de NiTi (Liand Y and Yue L. 2022).

La estructura cristalina de la red se puede cambiar por la temperatura y el estrés. La temperatura de transformación de austenita a martensita es de 16 a 31 °C, lo que indica que la aleación de NiTi convencional existe principalmente en forma de austenita a temperatura ambiente y corporal. La pseudomartensita se puede formar en un rango muy pequeño de rango de temperatura, y su módulo de Young es más bajo que el de la austenita, esto es lo que también se denomina fase R. La aleación de NiTi en fase R sería flexible. Cuando aumenta la temperatura, la martensita puede volver a austenita. La aleación de NiTi en estado austenítico es relativamente rígida y tiene memoria de forma, y en la fase martensítica es flexible y dúctil y se puede deformar fácilmente. La estructura de fase gemela de la martensita se caracteriza por la absorción de energía y un efecto amortiguador, lo que puede hacer que la aleación de NiTi resista la fatiga y pierda la memoria del metal (Liand Y and Yue L. 2022).

### **2.3. Evolución de los Sistemas Mecanizados NiTi**

En 1988, se introdujo la primera lima manual de NiTi (#15) con alambre de ortodoncia. Luego, en la década de 1990, estuvieron disponibles las limas comerciales de NiTi rotatorias. John McSpadden y Johnson, conocidos como los padres fundadores de las limas rotatorias de NiTi, desarrollaron una lima con una conicidad de 0,02 en 1992, y ProFile Orifice Shaper (Dentsply Sirona, EE. UU.) con una conicidad de 0,04 y 0,06, respectivamente, en 1994. A diferencia de los instrumentos de acero inoxidable que siguen un estándar internacional unificado, no se ha establecido un estándar unificado para el diseño de sistemas rotatorios de NiTi, diámetros de punta, conicidades y longitudes de hoja (Liand Y y Yue L. 2022).

En 2013 Haapasalo y Shen dividieron el desarrollo de los instrumentos NiTi en 5 generaciones (Haapasalo M y Shen Y. 2013).

#### **2.3.1. Sistemas de Primera Generación**

La primera generación estuvo representada por Profile, LightSpeed (LightSpeed Inc, San Antonio, Tx, EE.UU.), Quantec (Sybron Endo, CA, EE.UU.), GreaterTaper (Tulsa Dental Products, Tulsa, Okla) y Hero-642 (Micro- Mega, Besan çon, Francia), en la década del 90. El enfoque principal fue el diseño geométrico de una lima, como la sección transversal y la forma de flute o espira (espacio para la eliminación de residuos durante la preparación de conductos), la seguridad se reflejó en el diseño de la superficie radial (radial land) para el

borde de corte de la lima (Liand Y and Yue L. 2022). Para apreciar la evolución de los instrumentos, es útil saber que todas las limas rotatorias de NiTi de primera generación tenían superficies radiales de corte pasivo, conicidades fijas a lo largo de sus partes de trabajo y requerían una cantidad considerable de limas para lograr los objetivos de preparación (Haapasalo M y Shen Y. 2013).

### **2.3.2. Sistemas de Segunda Generación**

La segunda generación se introdujo desde finales de la década de 1990 hasta principios de la de 2000, con instrumentos representativos que incluyen ProTaper Universal (Dentsply Tulsa Dental Specialties y Dentsply Maillefer), K3 (Sybron Endo, Orange County, CA, EE. UU.), Hero Shaper, BioRaCe (FKG Dentaire, La-Chaux-de Fonds, Suiza) y EndoSequence (Brasseler, Savannah, GA, EE. UU.). La evolución crítica se centró en los tratamientos superficiales, como el Electro pulido, para reducir los defectos de fabricación, y los cambios de formas geométricas (Liand Y and Yue L. 2022). Las distinciones críticas de esta generación de instrumentos son que tienen bordes cortantes activos, sin zonas radiales, y se requieren menos instrumentos para preparar completamente un canal. El ángulo entre la cuchilla de corte y el eje longitudinal del instrumento es menor que en las limas de primera generación, lo que reduce en gran medida la tendencia al efecto de atornillado durante el uso, como la conicidad y el ángulo de inclinación, para aumentar la eficiencia de corte. La mayoría de las limas de segunda generación no tienen radial lands (Haapasalo M y Shen Y. 2013).

Dentro de esta generación de limas podríamos ubicar a los sistemas de limas de glidepath PathFile (Dentsply Tulsa Dental Specialties y Dentsply Maillefer) y ScoutRaCe (FKG Dentaire, La-Chaux-de Fonds, Suiza) (Imagen 1 y 2 respectivamente).



Imagen 1: Limas PathFile ([www.dentsplysironachile.cl](http://www.dentsplysironachile.cl))



Imagen 2: Limas ScoutRaCe ([www.medicalexpo.es](http://www.medicalexpo.es))

### **2.3.3. Sistemas de Tercera Generación**

Las mejoras en la metalurgia de NiTi se convirtieron en el sello distintivo de lo que puede identificarse como la tercera generación de limas de conformación mecanizada. El tratamiento térmico (procesamiento térmico) es uno de los enfoques fundamentales para ajustar las temperaturas de transición de las aleaciones de NiTi y afectar la resistencia a la fatiga de las limas endodónticas de NiTi. Desde el año 2007, se desarrollaron varias tecnologías nuevas de procesamiento y fabricación termo mecánica para optimizar la microestructura de las aleaciones de NiTi (Haapasalo M y Shen Y. 2013). En 2007, con la llegada del alambre de martensita (M-wire) que contenía un mayor porcentaje de fase de

martensítica, las limas de NiTi ingresaron a la tercera generación con un enfoque en la mejora del material. Posteriormente, se desarrollaron diferentes materiales, como Fase-R, alambre de memoria controlada (CM), alambre flexible de electro pulido de martensita-austenita (max-wire), alambre azul y dorado (Blue y Gold wire), y la resistencia a la fatiga de las limas de NiTi fue mejorado continuamente (Liand Y and Yue L. 2022).

Actualmente en el mercado existen varias limas NiTi procesadas termo mecánicamente que pertenecen a esta generación, como HyFlex CM (HyFlex; Coltene Whaledent, Cuyahoga Falls, OH), K3XF (SybronEndo, Orange, CA), ProFile GT Series X (GTX; Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK), ProFile Vortex (Vortex) y Vortex Blue (Dentsply Tulsa), TYPHOON™ Infinite Flex NiTi (TYP CM; Clinician's Choice Dental Products, New Milford, CT) y Twisted Files (TF; SybronEndo) (Liand Y and Yue L. 2022).

Dentro de esta generación de limas podríamos ubicar a las limas HyFlex GPF y HyFlex EDM Glidepath (HyFlex; Coltene Whaledent, Cuyahoga Falls, OH) y Proglider (Dentsply Tulsa Dental Specialties y Dentsply Maillefer) (Imagen 3, 4 y 5 respectivamente).



Imagen 3: HyFlex GPF ([nam.coltene.com](http://nam.coltene.com))



Imagen 4: HyFlex EDM Glidepath([www.tricare.co.uk](http://www.tricare.co.uk))



Imagen 5: Proglider ([www.oralhealthgroup.com](http://www.oralhealthgroup.com))

#### **2.3.4. Sistemas de Cuarta Generación**

Desde 2008, y basado en el modo tradicional de rotación continua, el riesgo de falla torsional de limas de NiTi se redujo, al mejorar el modo de movimiento, introduciéndose el movimiento recíprocante, el movimiento combinado y el movimiento axial (Liand Y and Yue L. 2022).

En 2011, tanto WaveOne (Dentsply Tulsa Dental Specialties y Dentsply Maillefer) como Reciproc (VDW) se lanzaron como técnicas de lima única. Ambas

limas están hechas de M-wire. La innovación en la tecnología de reciprocidad condujo a una cuarta generación de instrumentos para la conformación de conductos (Haapasalo M y Shen Y. 2013).

Los sistemas de esta generación son sistemas de lima única reciprocantes como Reciproc (VDW, Múnich, Alemania), WaveOne (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza), Twisted File Adaptative (TFA) (SybronEndo, Orange, CA, EE. UU.), y un sistema de limas autoajustables (SAF) (ReDent Nova, Ra'anana, Israel) con movimiento axial. Con esto se mejoró la eficiencia clínica al reducir el número de instrumentos de preparación (Liand Y and Yue L. 2022).

Dentro de esta generación de limas podríamos ubicar a las limas de glidepath reciprocantes R-Pilot (VDW, Múnich, Alemania) y WaveOne Gold Glider (Dentsply Tulsa Dental Specialties y Dentsply Maillefer) (imagen 6 y 7 respectivamente).



Imagen 6: WaveOne Gold Glider (news.dentsplysirona.com)



Imagen 7: R-Pilot (www.vdw-dental.com)

### **2.3.5. Sistemas de Quinta Generación**

Desde 2010, los sistemas rotatorios excéntricos de NiTi se consideran la quinta generación (Liand Y and Yue L. 2022).

Esta generación de limas de conformación se ha diseñado de manera que el centro de masa y/o el centro de rotación estén desplazados. En rotación, las limas que tienen un diseño desplazado que produce una onda mecánica de movimiento que viaja a lo largo de la longitud activa de la lima. Ejemplos comerciales de marcas de limas que ofrecen esta tecnología son Revo-S, One Shape® (Micro-Mega®, Besançon, Francia) y ProTaper Next (PTN; Dentsply Tulsa Dental Specialties/ Dentsply Maillefer) (Haapasalo M y Shen Y. 2013).

En este presente estudio buscaremos describir la relación entre sistemas de glidepath Níquel Titanio (NiTi) mecanizados de distintas características de fabricación, y los efectos que presentan en el desempeño clínico.

### **3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la relación existente entre sistemas de Glidepath mecanizados de NiTi para permeabilización en Endodoncia, con distintas características de fabricación, y sus efectos en el desempeño clínico?

### **4. OBJETIVO**

#### **4.1. Objetivo General**

Describir las características de fabricación de los de sistemas de Glidepath mecanizados NiTi para permeabilización en Endodoncia y sus efectos en el desempeño clínico.

#### **4.2. Objetivos Específicos**

1.- Describir las características de fabricación de distintos sistemas de Glidepath mecanizados NiTi para permeabilización en Endodoncia.

2.- Describir los efectos en el desempeño clínico de distintos sistemas de Glidepath mecanizados NiTi para permeabilización en Endodoncia.

## 5. METODOLOGÍA

Diseño: Con la finalidad de evaluar los efectos clínicos de limas de glidepath con diferentes características de fabricación, se efectuó una revisión narrativa con búsqueda sistemática utilizando la base de datos de Pub Med y en Google.

Estrategia: Un operador realizó la búsqueda de los títulos que obedecían los límites activados y la selección de los trabajos.

Las limas a estudiar son: **PathFile, Scout RaCe, HyFlex GPF, Proglider, HyFlex EDM Glidepath, WaveOne Gold Glider (WOGG) y R-Pilot file.**

Los efectos para el desempeño clínico a estudiar son: **transporte de conducto, extrusión de limalla, tiempo de preparación, dolor post operatorio, resistencia torsional y resistencia a la fatiga cíclica.**

Para describir las **características de fabricación** de cada lima, los descriptores utilizados fueron: propiedades metalúrgicas, Níquel-Titanio y endodoncia; esta búsqueda fue realizada en la base de datos de PubMed. Los límites utilizados para esta búsqueda fueron, estudios desde el 2015 a la fecha, Free Full text en inglés o español y entre los descriptores se utilizó el término booleano "AND". Además, se buscó el descriptor del nombre de cada lima de glidepath en Google y el límite fue la información entregada por el fabricante a través de canales oficiales.

Para describir **efectos en el desempeño clínico** de cada lima, los descriptores usados fueron cada efecto estudiado (transporte de conducto, extrusión de limalla, tiempo de preparación, dolor post operatorio, resistencia a la torsión y resistencia a la fatiga cíclica) y el nombre de cada lima de glidepath estudiada (PathFile, Scout RaCe, HyFlex GPF, Proglider, HyFlex EDM Glidepath, WaveOne Gold Glider y R-Pilot file). Los límites utilizados para la búsqueda en PubMed fueron estudios publicados a partir del año 2015, resumen en inglés o español, y entre cada efecto y lima se usó el término booleano “AND”. Para transporte de conducto y extrusión de limalla la búsqueda se limitó para estudios in vitro, en dientes extraídos; para tiempo de preparación y para dolor postoperatorio a ensayos clínicos aleatorios y para resistencia torsional y resistencia a la fatiga cíclica a estudios comparativos in vitro de prueba de materiales.

De los resúmenes se seleccionarán trabajos que cumplan con los siguientes criterios: Objetivos relacionados con describir características y a evaluar los desempeños en cada efecto, de cada lima de glidepath estudiada. Para la evaluación se utilizó la guía de 11 preguntas para entender un ensayo clínico CASPe.

## 6. RESULTADO

### 6.1. Características de Fabricación de Sistemas de Glidepath Mecanizados NiTi

Bajo los criterios de inclusión dirigidos hacia la descripción de las características de fabricación de las limas de Glidepath estudiadas, se encontraron:

Con los descriptores **propiedades metalúrgicas y Níquel-Titanio y endodoncia** 5 títulos. De estos solo fue seleccionado un estudio el cual contenía descripción de características de fabricación de cada lima o sistema de limas (Tabla 1). Con el descriptor del nombre de cada lima o sistema de limas se encontró información entregada por el fabricante de ellas (Tabla 2).

Autor	Título
Gavini G.et al 2018	Nickel-titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art.

Tabla 1: Estudio Seleccionado

Autor	Título
Dentsply	END-Brochure-PathFile-Rotary-Files-EN.pdf
FKG	FKG_Catalogue 2019_ES_WEB.pdf
FKG	FKG_ScoutRace_Flyer_EN_WEB_202201.pdf
Coltene	HyFlex Family Brochure EN.pdf
Coltene	HyFlex EDM Brochure 2017
Dentsply	Brochure Proglider.pdf
Dentsply/Cabrera C.	WAVE ONE GOLD GLIDER- LIMA RECIPROCANTE DE PERMEABILIZACIÓN Y GLIDE PATH (2017).pdf
VWD	VDW-Dental-END-IFU-VDW-R-PILOT-V01-WEB-EUR-multilingual-2017-01.pdf

Tabla 2: Selección de Información del Fabricante.

La información seleccionada sobre las características de fabricación de cada lima o sistema de limas fue organizada en la Tabla 3.

<b>Lima/Año de fabricación</b>	<b>Movimiento, Revoluciones Torque</b>	<b>Sección Transversal</b>	<b>Nº, Diámetro y Taper</b>	<b>Tratamiento de Aleación</b>	<b>Longitud</b>
<b>PathFile/Dentsply-Sirona(2011)</b>	Rotación 300 rpm/2Ncm	Cuadrangular	13, 16, 19/.02	Micromilling	21,25, 31mm
<b>Scout RaCe/FGK (2014)</b>	Rotación 600-800 rpm/1.5 Ncm	Cuadrangular	10, 15, 20/.02	Micromilling y Electro pulido	21,25, 31mm
<b>HyFlex GPF/Coltene</b>	Rotación 300 rpm/1.8 Ncm	Cuadrangular	15/.01, 15, 20/.02	Tratamiento térmico post fabricación CM	21,25 31mm
<b>HyFlex EDM Glidepath/Coltene</b>	Rotación 300 rpm/1,8 Ncm	Cuadrangular en la punta, trapezoidal en el medio y triangular hacia el mango	10/.05	Mecanizado por electro descarga, tratamiento térmico post fabricación: CM-EDM	25mm
<b>Proglider/Dentsply-Sirona (2014)</b>	Rotación 300 rpm/2Ncm	Cuadrangular	Taper variable, 16/.02	Micromilling, tratamiento térmico pre fabricación: M-wire	21,25, 31mm
<b>WaveOne Gold Glider/Dentsply-Sirona (2017)</b>	Reciprocante	Paralelogramo rectangular	Taper variable, 15/.02	Micromilling, tratamiento térmico pre fabricación: M-wire, tratamiento térmico post fabricación: Gold	21,25, 31mm
<b>R-Pilot File/VWD(2017)</b>	Reciprocante	En forma de S	Taper variable, 12.5/.04	Micromilling, tratamiento térmico pre fabricación: M-wire	21,25, 31mm

Tabla 3: Limas de Glidepath y sus Principales Características.

## 6.2. Efectos en el Desempeño Clínico de Sistemas de Glidepath Mecanizados NiTi

Bajo los criterios de inclusión dirigidos hacia los efectos en el desempeño clínico de sistemas de glidepath mecanizados se describirán resultados de los títulos encontrados para cada efecto en las limas estudiadas.

### **6.2.1. Transporte de Conducto**

En relación con este efecto, se buscó el descriptor transporte de conducto y el nombre de cada lima o sistema de limas de glidepath, y el resultado fue:

Transporte de conducto y PathFile (PF): 13 títulos

Transporte de conducto y Scout Race (SR): 1 título

Transporte de conducto y HyFlex GPF (HGPF): 0 títulos

Transporte de conducto y HyFlex EDM Glidepath (HEDM): 1 título

Transporte de conducto y Proglider (PG): 18 títulos

Transporte de conducto y WaveOne Gold Glider (WOGG): 5 títulos

Transporte de conducto y R-Pilot (RP): 1 título

De estos 39 estudios se evaluaron los títulos y los resúmenes, seleccionándose aquellos en los cuales se estudió el transporte producido por el glidepath sobre dientes extraídos (estudios experimentales comparativos in vitro), que incluyeran al menos dos de los sistemas de glidepath estudiados lo que dejó 16 títulos y al eliminarse los repetidos dejó un total de 8. Al ser analizados más profundamente se eliminaron estudios donde específicamente no se definiera y evaluara el transporte de conducto, lo que dio un total final para resultado de 6 estudios (Tabla 4). De estos, solo se encontraron estudios que abarcaron 4 de

las 7 limas estudiadas y ningún estudio abarcó todas las limas o sistemas de limas de glidepath. Todos tuvieron una estadística descriptiva.

<b>Autor</b>	<b>Muestra</b>	<b>Procedimiento experimental</b>	<b>Recolección de la información</b>	<b>Resultado</b>
<b>Kirchhoff AL et al., 2015</b>	20 Molares mandibulares, con dos conductos separados. Promedio curvatura 34° (método Schneider). Conductos fueron aleatoriamente divididos en 2 grupos. Un conducto de cada molar para <b>PG</b> y <b>PF (1, 2 y 3)</b> respectivamente, n=20 c/u	Lima manual K 08 y 10 a LT (longitud de trabajo)  Luego glidepath mecanizado. Irrigación: 2ml NaClO 5% durante glidepath y 3ml EDTA luego del procedimiento de glidepath.	Se evaluó transporte con Micro Tomografía computarizada a 1, 3 y 5 mm del foramen apical. Previo y posterior a glidepath (método modificado de Gergi et al)	No hubo diferencia significativa en todos los niveles evaluados entre PG Y PF (P>0.05)
<b>Vorster M et al, 2018</b>	Conductos mesiovestibulares de 60 primeros molares mandibulares. Curvatura entre 25° y 35° (método Schneider). 4 grupos experimentales n=15. Grupo KF (Lima K manual)10, 15 y 20, <b>PF(1a3) WOGG</b> y sin Glidepath. Cada lima solo se usó una vez	1 operador realizo todos los procedimientos  Lima k manual 08 se realizó permeabilización y se determinó LT, posteriormente se realizó Glidepath.  Irrigación: NaClO 3%  Se terminó la preparación con Wave One Gold	Micro tomografía computarizada para evaluar transporte a los 3, 5 y 7 mm del ápice radicular anatómico. Previo y posterior a glidepath	Lima K transportó el canal con diferencia estadísticamente significativa en relación a PF y WOGG (P<0.05)
<b>Zheng L et al, 2018</b>	De 39 primeros molares mandibulares se seleccionaron 60 conductos MV y ML asignados a 3 grupos de 20 canales c/u, curvatura de 25° a 40° (método Schneider)_Grupo <b>KF(15 y 20)</b> , grupo <b>PF(1,2 y3)</b> y grupo <b>PG</b>	Se realizó por 1 operador, permeabilización lima K 08 luego lima K 10 manual y se estandarizo LT a 11 mm. Se realizó glidepath y después se prepararon con Wave One Primary  Irrigación: 10 ml agua destilada	Se utilizó para medir transporte Micro tomografía computarizada a 1, 3 y 5mm desde foramen apical, previo y posterior a glidepath (Fórmula Gambill et al)	Grupo KF mostró significativamente más transporte (P<0.05) que grupos PG y PF. PF y PG mostraron similar transporte en todos los niveles(P>0.05)

<b>Aydin ZU et al, 2019</b>	30 raíces mesiales de molares mandibulares, con 2 conductos separados. Curvatura de 10° a 20° (método Schneider). Cada Grupo, <b>PG, WOGG</b> y <b>RP</b> con 10 raíces (20 conductos c/u). Cada lima se ocupó en 2 canales	Procedimiento realizado por 1 operador. Lima Manual K10 se determinó LT. Se simuló ligamento periodontal en cubo acrílico Antes de preparación se sumergió en agua a 37°C. Otro año fue usado para mantener irrigación y limas a 37 °C. Irrigación: durante preparación 10 ml NaClO 6%. Al final 2 ml EDTA 17%, 2ml NACLO 6% y 5ml de agua destilada	Se midió transporte con micro tomografía computarizada 3, 5 y 7mm desde apical. Previo y Posterior a glidepath (Fórmula Gambill et al)	No hubo diferencia significativa entre los sistemas en el tercio apical (P>0.05), pero WOGG y RP crearon significativamente menos transporte en el tercio medio y coronal, 5 y 7mm (P<0.05)
<b>Miró GB et al, 2020</b>	24 conductos MV de primeros molares permanentes maxilares de 10° a 30° (método Schneider) y se dividieron en 2 grupos <b>PG</b> y <b>WOGG</b> con n=12c/u. Solo se usó una vez cada instrumento	Todos los dientes se prepararon por un operador. Exploración con lima K 10 manual y se determinó LT y se realizó glidepath. Irrigación: 2ml de NaClO al 2.5% luego de cada inserción de instrumento, final con 5ml EDTA 17% por 3 minutos seguido de 5ml de agua destilada	Se utilizó micro tomografía computarizada a 1, 3, 5 y 7mm desde foramen apical para medir transporte previo y Posterior a glidepath (Fórmula Gambill et al)	No hubo diferencia estadísticamente significativa en el transporte entre los grupos (P>0.05)
<b>Pereira RP et al, 2021</b>	10 <b>WOGG</b> y 10 <b>RP</b> fueron usadas para 60 conductos n=30 divididos aleatoriamente (30 raíces mesiales de molares mandibulares_curvatura de 10° a 20° según Schneider), <b>RP</b> y <b>WOGG</b> se utilizaron para 3 conductos c/u	Solo un operador realizó la preparación  Primero se usó lima K 08 hasta el tercio coronal y luego se procedió a Glidepath. Luego de 3 movimientos de picoteo se irrigó con 2ml de NaClO al 5.25% y se limpiaron los instrumentos	Con micro tomografía computarizada en el tercio apical medio y coronal previo y posterior al glidepath se evaluó transporte (Fórmula Gambill et al)	No hubo diferencias estadísticamente significativa para los grupos en el transporte de conductos en ningún nivel (P>0.05)

Tabla 4: Resultado para Transporte de conducto.

### **6.2.2. Extrusión de Limalla**

En relación con la extrusión de limalla, se buscó este descriptor y el nombre de cada lima o sistema de limas de glidepath estudiada, y el resultado fue:

Extrusión de Limalla y PathFile (PF): 4 títulos

Extrusión de Limalla y Scout Race (SR): 1 título

Extrusión de Limalla y HyFlex GPF (HGPF): 0 títulos

Extrusión de Limalla y HyFlex EDM Glidepath (HEDM): 0 títulos

Extrusión de Limalla y Proglider (PG): 6 títulos

Extrusión de Limalla y WaveOne Gold Glider (WOGG): 2 títulos

Extrusión de Limalla R-Pilot (RP): 1 título

De estos 14 estudios encontrados se evaluaron los títulos y los resúmenes, seleccionándose aquellos en los cuales se estudió la extrusión de limalla sobre dientes extraídos (estudio experimental comparativo in vitro), aquellos la midieran posterior al uso de la lima o sistemas de limas de glidepath y que incluyeran por lo menos dos de las limas estudiadas. Esto dejó 4 títulos y después de eliminar los títulos repetidos quedaron solo 2 títulos, cuyos estudios ingresaron a los resultados (Tabla 5). De estos estudios solo se abarcaron 3 de las 7 limas estudiadas y ninguno que las abarcara todas y no hubo limas recíprocantes. Todos tuvieron una estadística descriptiva.

<b>Autor</b>	<b>Muestra</b>	<b>Procedimiento experimental</b>	<b>Recolección de la información</b>	<b>Resultado</b>
<b>Ha JH et al, 2016</b>	40 incisivos mandibulares, con angulación no mayor a 10(método Schneider). 10 dientes fueron asignados a cada grupo OneG, <b>PG</b> , <b>SR(15/.02) Lima K 15.</b>	Fue realizado por un operador experimentad. Se realizó acceso, con lima K 08 se determinó LT, luego se confirmó la permeabilidad con lima 10. Para lima K se usó técnica de fuerza balanceada. Limas NiTi, se estableció glidepath con 3 mov de entrada y salida	Para evaluar la colección de limalla extruida fue usado un aparato según el modelo experimental de Mayers Y Montgomery, con modificaciones menores. Una vez obtenida la limalla se incubó por 5 días a 70 para evaporar el agua antes de pesar.	El grupo PG produjo significativamente menos extrusión de limalla comparado con los otros grupos (P <0.05), grupos OG y SR no mostraron diferencias significativas, pero su valor fue significativamente menor que KF(limaK) (P<0.05)
<b>Dagna A et al, 2017</b>	60 primeros molares mandibulares con raíces mesiales con ángulo de curvatura de 10 a 20 y tamaño apical inicial equivalente a lima K10.10 dientes, n=10 fueron asignados a cada grupo, KF, G-FILE, <b>PF</b> , One G, <b>PG</b> . Grupo control positivo y negativo con 5 especímenes c/u. Un instrumento o set fue usado para 1 diente	Se descoronaron los dientes y se creó un aparato de testeo donde fueron colocados. Se infectaron con <i>E. Faecalis</i> . Luego se instrumentaron los conductos. 6 ml de NaClO al 0,9% fueron usados como irritante de cada canal.	Al final de la preparación 0.01 ml de NaClO fue tomado y fue plantado en Agar BHI, las placas fueron incubadas a 37 C por 24 hrs. Colonias fueron contadas y el resultado fue dado en UFC	Los grupos que realizaron glidepath rotatorio produjeron extrusión de igual cantidad de bacterias. La técnica manual produjo mayor cantidad de bacterias en relación a los otros grupos(P<0.05)

Tabla 5: Resultado para extrusión de limalla.

### 6.2.3. Tiempo de Preparación

Para los resultados de tiempo de preparación, se buscó este descriptor y el nombre de cada lima o sistema de limas de glidepath estudiada, y el resultado fue:

Tiempo de Preparación y PathFile (PF): 7 títulos

Tiempo de Preparación y Scout Race (SR): 1 título

Tiempo de Preparación y HyFlex GPF (HGPF): 1 título

Tiempo de Preparación y HyFlex EDM Glidepath (HEDM): 1 título

Tiempo de Preparación y Proglider (PG): 11 títulos

Tiempo de Preparación y WaveOne Gold Glider (WOGG): 5 títulos

Tiempo de Preparación y R-Pilot (RP): 0 título

Se evaluaron 26 títulos y los resúmenes, seleccionándose aquellos en los cuales se estudió el tiempo de preparación sobre pacientes (ensayo clínico aleatorio). Esto dejó para una primera revisión 2 títulos, de los cuales, al ser ordenados, y eliminar los repetidos, resultó en 1 título que fue seleccionado para resultado (Tabla 6). Este estudio abarcó 2 de las 7 limas estudiadas, sin ninguna reciprocante. Todos tuvieron una estadística descriptiva.

<i>Autor</i>	<i>Muestra</i>	<i>Procedimiento experimental</i>	<i>Recolección de la información</i>	<i>Resultado</i>
<b>Han Y et al 2021</b>	40 pacientes fueron asignados a cada agrupó n=40 <b>HyFlex EDM GPF y PF (1y 2)</b> . un sobre cerrado contenía el código de aleatorización y al abrirlo cada paciente fue asignado a un grupo. El paciente no sabía a qué grupo pertenecía.	Un operador realizo todos los procedimientos. La longitud de trabajo fue determinada con lima K 10. Irrigación se realizó con 5.25% de NaClO y EDTA 17%	El tiempo fue registrado desde la inserción de la o las limas hasta que estuvo completo el procedimiento, incluyendo el tiempo de irrigación y cambio de limas.	El tiempo de trabajo fue significativamente menor con HyFlex EDM Glidepath que con PathFile P< 0.001

Tabla 6: Resultado para tiempo de preparación.

#### **6.2.4. Dolor Post Operatorio**

Para los resultados de Dolor Post Operatorio, se buscó este descriptor y el nombre de cada lima o sistema de limas de glidepath estudiada, y el resultado fue:

Dolor Post Operatorio y PathFile (PF): 1 título

Dolor Post Operatorio y Scout Race (SR): 0 títulos

Dolor Post Operatorio y HyFlex GPF (HGPF): 1 título

Dolor Post Operatorio y HyFlex EDM Glidepath (HEDM): 1 título

Dolor Post Operatorio y Proglider (PG): 2 títulos

Dolor Post Operatorio y WaveOne Gold Glider (WOGG): 0 títulos

Dolor Post Operatorio y R-Pilot (RP): 0 títulos

De estos 5 estudios se evaluaron los títulos y los resúmenes, seleccionándose aquellos en los cuales se estudió el dolor post operatorio con el uso de limas de glidepath en pacientes, con ensayos clínicos aleatorios, quedando para una primera revisión 3 títulos, los cuales, al ser ordenados, y eliminar los repetidos resultaron en 2 títulos seleccionados para ingresar a los resultados (Tabla 7). Solo se encontraron estudios que abarcaron 4 de las 7 limas estudiadas, sin estudios para limas recíprocantes. Todos tuvieron una estadística descriptiva.

<b>Autor</b>	<b>Keskin C et al, 2019</b>	<b>Han Y et al, 2021</b>
<b>Muestra</b>	240 pacientes en 3 grupos, n=80, K-file 08-10 y 15, R-Pilot, Proglider sin enfermedades crónicas, ni alergias, si medicación 7 días previos al tratamiento	80 pacientes en 2 grupos n=40_HyFlex EDM glidepath y PathFile(1y2). Primeros o segundos Molares maxilares o mandibulares con 1 conducto con severa curvatura, mayor 18 años sin enfermedades crónicas ni alergias sin medicación 7 días previo al tratamiento
<b>Diagnóstico</b>	Pulpitis irreversible sintomática, Pulpitis irreversible asintomática , Periodontitis Apical sintomática, Periodontitis Apical asintomática	Pulpitis irreversible sintomática, Pulpitis irreversible asintomática
<b>Etapas Tratamiento</b>	LT lima K 08  Glidepath  Preparación: ProTaper Next (hasta X3, de ser necesario se usó X4 y X5)  Irrigación NaClO 5,25%, final 2,5 ml EDTA 17%, 2,5ml agua destilada y 2,5 ml de NaClO 5,25%  Obturación en 1 sesión técnica condensación lateral en frío	LT lima K 10  Glidepath  Preparación: Protaper Next (X1 y X2)  Irrigación:5ml NaClO 5,25% y 5ml EDTA 17%. Los canales preparados fueron irrigados con 10ml de NaClO 5,25%  Medicación: hidróxido de Calcio y se agendó visita para obturación endodóntica
<b>Operadores</b>	4 operadores calibrados	1 operador
<b>Recolección de la información</b>	Pacientes fueron instruidos como completar escala visual análoga (EVA) para comparar rango de dolor pre y post operatorio 6, 12, 18, 24, 48 y 72 hrs. Post tratamiento. Se les indico tomar ibuprofeno 600mg en caso de ser necesario, igualmente debían registrar su uso	Pacientes fueron instruidos para completar EVA en caso de presentar dolor post operatorio, y registrarlo 2 veces al día durante 7 días post instrumentación. Se recomendó tomar ibuprofeno 600mg en caso de ser requerido
<b>Resultado</b>	Ningún paciente consumió analgésico.  No había diferencias en el dolor preparatorio entre los grupos  Para todos los intervalos medidos pacientes de grupos Proglider y R-Pilot presentaron significativamente menos dolor que el grupo K-File y entre Proglider y R-Pilot hubo diferencia estadísticamente significativa en términos de dolor post operatorio	Ningún paciente consumió analgésicos  EDM glidepath reportó significativamente menos dolor post operatorio que el grupo PathFile en su conjunto (P<0.05)

Tabla7: Resultado para dolor post operatorio

### **6.2.5. Resistencia a la Torsión**

Para los resultados de Resistencia a la Torsión, se buscó este descriptor y el nombre de cada lima o sistema de limas de glidepath estudiada, y el resultado fue:

Resistencia a la Torsión y PathFile (PF): 2 títulos

Resistencia a la Torsión y Scout Race (SR): 2 títulos

Resistencia a la Torsión y HyFlex GPF (HGPF): 3 títulos

Resistencia a la Torsión y HyFlex EDM Glidepath (HEDM): 1 títulos

Resistencia a la Torsión y Proglider (PG): 13 títulos

Resistencia a la Torsión y WaveOne Gold Glider (WOGG): 3 títulos

Resistencia a la Torsión y R-Pilot (RP): 6 títulos

De estos 30 estudios se evaluaron los títulos y los resúmenes, seleccionándose aquellos en los cuales se estudió la resistencia a la torsión en las limas de glidepath en estudios de prueba de materiales in Vitro, y que integrarán a más de una de las limas estudiadas. Esto nos dejó para una primera revisión 18 títulos, los cuales, al ser ordenados, y eliminar los repetidos resultó en 9 títulos, que al ser analizados en profundidad fueron seleccionados como resultado final (Tabla 8). En este ítem de los resultados encontramos todas las

limas que participaron en este estudio. Todos tuvieron una estadística descriptiva.

<b>Autor</b>	<b>Muestra</b>	<b>Procedimiento experimental</b>	<b>Recolección de la información</b>	<b>Resultados</b>
<b>Elnaghy AM et al, 2015</b>	2 grupos, n=20 de cada lima o set fueron evaluadas <b>Proglider y PathFile(16.02)</b>	Se aplicó una tensión de torsión repetitiva a la lima sin doblarse (es decir, en un estado recto) para evaluar la resistencia a la torsión pura y eliminar la influencia de la fatiga por flexión se evaluó utilizando un bloque de metal hecho a la medida con un orificio cúbico. Cinco mm de la punta de cada lima se mantuvieron firmemente en su lugar. Las limas se impulsaron en el sentido de las manecillas del reloj a 2 rpm utilizando un probador de torsión	Se registró la carga máxima de torsión (Ncm) durante la carga hasta la lima sucumbió a la carga torsional	PG presentó estadísticamente significativa mayor resistencia torsional que PF (P=0.0015)
<b>Alcalde MP et al, 2018</b>	7 grupos n=8 de cada lima Logic, Logic CM, <b>Proglider, HyFlex GPF(15/.01) (15/.02) (20/.02), Mtwo</b>	Las pruebas de torsión se realizaron con base en la especificación de la Organización Internacional para la Estandarización ISO 3630-1 (1992) Los valores de torque se evaluaron midiendo la fuerza ejercida sobre una pequeña celda de carga por un brazo de palanca vinculado al eje de torsión.	Se midió resistencia a la fatiga torsional. Se monitorearon registros continuos de la resistencia a la torsión y el ángulo de rotación, y se registraron el ultimo torque y ángulo antes de la fractura	Proglider tuvo resistencia a la fatiga torsional significativamente mayor al comparar con HyFlex__GPF (15/.01 y 15/.02) (P<0,05). HyFlex GPF 20/.02 mostró valores de resistencia a la torsión más altos que las otras GPF (P<0.05). No se encontraron diferencias entre HyFlex GPF 15/.01 y 15/.02
<b>Nishijo M et al, 2018</b>	3 grupos n=10 <b>HyFlex GPF (15/.02), HyFlex</b>	El ensayo de torsión se realizó de acuerdo con la norma ISO3630-1	Se monitorearon la carga de torque y la rotación angular, y se registraron el torque	Las pruebas post-hoc indicaron que la máxima resistencia a la torsión en EDM fue

	<b>EDM Glidepath y ScoutRaCe (15/.02)</b>	(1992). Cada lima se colocó en un aparato de prueba de torsión, se sujetó a 3 mm de la punta con un mandril y se giró en el sentido de las agujas del reloj a 2 rpm	máximo y la deflexión angular en la fractura.	significativamente mayor que en GPF y RaCe ( $p < 0,05$ ). Las pruebas post-hoc indicaron que GPF mostró valores de deflexión angular significativamente más altos en comparación con EDM y RaCe ( $p < 0,05$ ).
<b>Inan U et al, 2019</b>	3 grupos n=15 <b>Proglider , HyFlex EDM Glidepath y One-G</b>	dispositivo de ensayo de torsión utilizado para el estudio. Cada instrumento se sujetó a 3 mm de su punta y mango usando 2 trozos opuestos. A continuación, los instrumentos se giraron en el sentido de las agujas del reloj a 2 revoluciones por minuto hasta la separación	Se monitorearon la resistencia última a torsión (Ncm) y el ángulo de rotación a la falla	One G se asociaron con los valores más bajos de resistencia a la torsión entre todos los instrumentos probados ( $P < 0,05$ ). La resistencia a la torsión del Proglider fue similar a HyFlex EDM. HyFlex EDM tuvo los valores de ángulo de rotación más altos entre los grupos ( $P, 0,05$ ). El valor del ángulo de rotación del Proglider no difería significativamente del de One G
<b>Santos CB et al, 2019</b>	2 grupos n=10 <b>R-Pilot y WOGG</b>	El ensayo de torsión se realizó de acuerdo con la norma ISO 3630-1 (1992) Cada instrumento se colocó en un aparato de prueba de torsión. Los instrumentos se sujetaron a 3 mm de esta punta con un mandril. Luego, se giraron en sentido contrario a las agujas del reloj a 2 revoluciones por minuto (rpm) hasta la fractura del instrumento	La carga de torsión y la rotación angular se monitorearon a temperatura ambiente ( $21 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ ) y un programa computarizado proporcionó datos sobre la resistencia máxima a la torsión y el ángulo de rotación en caso de falla.	El R-Pilot tuvo valores significativamente más altos para la máxima resistencia a la torsión en comparación con WOGG ( $P < 0,05$ ). Por el contrario, WOGG tenían una mayor rotación angular hasta la fractura en comparación con R-Pilot ( $P < 0,05$ ).

<b>Lopes WSP et al, 2020</b>	3 grupos n=30, <b>R-Pilot, WOGG y Proglider</b>	El ensayo de resistencia a la torsión se realizó de acuerdo con la especificación ISO 3630-1, Las pruebas utilizaron un torquímetro con interfaz de computadora. Los instrumentos se sujetaron a 3 mm de sus puntas utilizando un mandril. La prueba se realizó en sentido anti horario para RP y WOGG y en sentido horario para PG, con la velocidad de 2 rpm, hasta la rotura del instrumento	Un software de análisis proporcionó datos sobre la resistencia última a la torsión y la deflexión angular en la falla	RP tuvo la mayor resistencia a la torsión y la deflexión angular más baja en comparación con PG y WOGG (P = 0,008 y P = 0,0001, respectivamente). No se observaron diferencias en la resistencia a la torsión y la deflexión angular entre WOGG y PG (P > 0,05)
<b>Martins J et al, 2021</b>	3 grupos n=10, <b>Proglider, Edge Glidepath y R-Pilot</b>	Para los ensayos de resistencia a la torsión se utilizó una especificación internacional. Se sujetaron los 3 mm apicales de cada instrumento y se giraron en el sentido de las agujas del reloj (ProGlider y Edge Glidepath) o en el sentido contrario a las agujas del reloj (R-Pilot) dirección a ritmo constante (2 rotaciones/min) hasta la ruptura.	En la prueba de torsión, se evaluaron la resistencia máxima a la torsión (en Ncm) y el ángulo de rotación (en grados) antes de la fractura	El instrumento R-Pilot mostró valores medianos más altos de máxima resistencia a la torsión (0,9 Ncm) que los instrumentos Edge Glidepath y ProGlider (P < 0,05), que presentaron resultados similares (P > 0,05). Los valores más bajos del ángulo de rotación se observaron con los instrumentos R-Pilot (267,5 °) y ProGlider (145,7 gf), P < 0,05) respectivamente
<b>Keskin C et al, 2021</b>	2 grupos n=15 <b>R-Pilot y Proglider</b>	El mango y 3 mm desde la punta del instrumento se sujetaron a las piezas del dispositivo de prueba de torsión. La fuerza de torsión se aplicó en sentido antihorario al R-Pilot y en el sentido de las agujas del reloj	Se midieron la resistencia a la torsión y el ángulo de rotación en la rotura por torsión.	La resistencia a la torsión del R-Pilot fue significativamente mayor que la del ProGlider(P< 0,05), mientras que los valores de rotación angular fueron similares (P > 0,05)

		al ProGlider a 2 rpm hasta que se rompieron.		
<b>Sivas Yilmaz Ö et al, 2021</b>	4 grupos N=20 Mtwo, Proglider, R-Pilot y Rotate	Cada instrumento se sujetó desde el mango y a 3 mm de la punta utilizando 2 piezas de sujeción opuestas del dispositivo de prueba de torsión. La fuerza de torsión que se aplicó a Mtwo, ProGlider y Rotate fue en el sentido de las agujas del reloj a 2 rpm y en sentido anti horario a R-Pilot a la misma velocidad hasta que se produjo la fractura	Se registró la resistencia a la torsión óptima (Ncm) y el ángulo de rotación a la falla	R-Pilot mostró los valores más altos de resistencia a la torsión de los 4 sistemas de limas (P< 0,05). No hubo una diferencia significativa entre el ángulo de rotación de los grupos ProGlider y R-Pilot (P > 0,05)

Tabla 8: Resultados resistencia a la torsión.

### 6.2.6. Resistencia a la Fatiga Cíclica

Para los resultados de Resistencia a la Fatiga Cíclica, se buscó este descriptor y el nombre de cada lima o sistema de limas de glidepath estudiada, y el resultado fue:

Resistencia a la Fatiga Cíclica y PathFile (PF): 8 títulos

Resistencia a la Fatiga Cíclica y PathFile Scout Race (SR): 2 títulos

Resistencia a la Fatiga Cíclica y PathFile HyFlex GPF (HGPF): 0 títulos

Resistencia a la Fatiga Cíclica y PathFile HyFlex EDM Glidepath (HEDM):  
4títulos

Resistencia a la Fatiga Cíclica y PathFile Proglider (PG): 17 títulos

Resistencia a la Fatiga Cíclica y PathFile WaveOne Gold Glider (WOGG): 6 títulos

Resistencia a la Fatiga Cíclica y PathFile R-Pilot (RP): 4 títulos

De estos 41 estudios se evaluaron los títulos y los resúmenes, seleccionándose aquellos en los cuales se estudió la resistencia a la fatiga cíclica en las limas de glidepath seleccionadas para este estudio, sin agregar otra variable, y que por lo menos participarán dos de las limas seleccionadas. Esto dejó para una primera revisión 24 títulos, los cuales, al ser ordenados, y eliminar los repetidos dejó en resultado final de 11 títulos (Tabla 9). Para resistencia a la fatiga cíclica encontramos todas las limas participantes en este estudio. Todos tuvieron una estadística descriptiva.

<i>Autor</i>	<i>Muestra</i>	<i>Procedimiento experimental</i>	<i>Recolección de la información</i>	<i>Resultado</i>
<b>Capar ID, et al.2015</b>	2 grupos. Canal 3mm n=10 c/u, 5mm n=10 c/u. <b>PathFile(16.02)</b> , G-File, <b>ScoutRaCe(15.02)</b> , <b>HyFlex GPF(15.02)</b> , <b>Proglider</b>	La prueba de fatiga cíclica se realizó en canales de acero inoxidable construidos artificialmente (con un diámetro interior de 1,5 mm) en un ángulo de curvatura de 90° y un radio de curvatura de 3 o 5 mm	Los instrumentos se rotaron hasta que se produjo la fractura y el tiempo hasta la fractura se registró en segundos. Se calculó el número de ciclos hasta la fractura (NCF) utilizando la siguiente fórmula: $NCF = \frac{\text{tiempo (segundos) hasta la falla} \times \text{velocidad de rotación}}{60}$ .	En ambas curvaturas, hubo diferencias estadísticamente significativas entre los instrumentos. HyFlex GPF tuvo el NCF más alto. La clasificación de los otros instrumentos fue la siguiente: G-File > PG > PF > SR (valores P de .0035 a menos de .0001). Además, la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos que trabajaban en los

				canales con un radio de 5 mm fue significativamente mayor que los de un radio de 3 mm ( $P < 0,0001$ )
<b>Elnaghy AM, et al. 2015</b>	2 grupos, n=20 de cada lima o set fueron evaluadas <b>Proglider</b> y <b>PathFile(16.02)</b>	La resistencia a la fatiga cíclica se evaluó utilizando un dispositivo hecho a la medida. Las limas se ensayaron en canales artificiales de acero templado con radio de 5 mm y ángulo de curvatura de 90° medido según el método de Schneider (1971). El segmento curvo del canal tenía 5 mm de longitud y el centro de la curvatura estaba a 5 mm de la punta del instrumento.	El tiempo hasta el fallo se registró en segundos. El registro del tiempo se detuvo cuando la fractura se detectó visual y/o audiblemente. El número de ciclos hasta la falla (NCF) se calculó multiplicando el tiempo (segundos) hasta la falla por la velocidad de rotación.	PG tuvo una resistencia significativamente mayor a la fatiga cíclica que los instrumentos PF ( $P < 0,001$ ).
<b>Özyürek T, et al. 2017</b>	4 grupos, n=20(2 grupos de cada lima, uno de control)  <b>Grupo Proglider y PathFile (16.02) 1, fueron usadas previo al testeo</b>  <b>Proglider y PathFile 2 fueron usadas nuevas</b>	Para usar limas previo al test de fatiga cíclica se utilizó 40 bloques transparentes acrílicos con canal en J, con punta de diámetro ISO 15, taper .02 y ángulo de 70°. Para medir la resistencia a la fatiga cíclica se utilizó un dispositivo dinámico. Este presentaba canal de acero inoxidable, con diámetro interno de 1.5mm ángulo de curvatura de 60°. y radio de curvatura de 5mm	El número de ciclos de fractura (NCF) para cada lima se calculó con la fórmula $NCF = rpm \times \text{Tiempo de fractura (segundos)}/60$	Limas de glidepath usadas presentaros NCF menor que las nuevas, pero no fue estadísticamente significativo ( $P > 0,05$ ). La resistencia a la fatiga cíclica de las PF nuevas y usadas fue estadísticamente mayor que las PG ( $P < 0,05$ )
<b>Yilmaz K, et al. 2017</b>	6 grupos n=20, 3 grupos para canal curvatura simple, 3 canal curvatura doble para cada lima. <b>Proglider,</b>	Se ejecutó el test en dos canales, uno con curvatura simple y otro con curvatura doble.	El número de ciclos de fractura (NCF) para cada lima se calculó con la fórmula $NCF = rpm$	En los canales de doble curvatura, todas las limas se fracturaron primero en la curvatura apical y luego en la curvatura coronal.

	One-G y HyFlex EDM		x Tiempo de fractura (segundos)/60	En los canales de doble curvatura, los valores NCF de la curvatura apical de todos los grupos fueron significativamente más bajos que los valores NCF de la curvatura coronal ( $P < 0,05$ ). Para los canales de curva simple y doble, el valor de NCF del grupo HEDM fue significativamente mayor que los valores de NCF de los grupos PG y OG ( $P < 0,05$ ). Además, en los canales de curva simple y doble, el valor de NCF del grupo PG fue significativamente mayor que en el grupo OG ( $p < 0,05$ ).
<b>Keskin C, et al. 2018</b>	3 grupos, n=15 R-Pilot, Proglider y WOGG	El dispositivo de prueba de fatiga cíclica dinámica tenía un procesador digital que mostraba el tiempo total de operación y la cantidad de movimiento axial de la pieza de mano. La pieza de mano se montó en un soporte que realizaba el movimiento axial dentro del canal artificial de acero inoxidable. El movimiento axial fue controlado por un sensor colocado al final del canal artificial. El ensayo de fatiga cíclica se realizó en un canal artificial de acero inoxidable, con ángulo de curvatura	Todos los instrumentos fueron operados con un movimiento axial de 3 mm/s hasta que se produjo la fractura. En este punto, el dispositivo se detuvo automáticamente y se registró el tiempo hasta la fractura (TF) en segundos	no hubo una diferencia significativa entre los instrumentos R-Pilot y WOGG con respecto a su resistencia a la fatiga cíclica ( $P > 0,05$ ). Las resistencias a la fatiga cíclica de WaveOne Gold Glider y R-Pilot fueron significativamente más altas que las de los instrumentos ProGlider ( $P < 0,05$ ).

		de 60° y radio de curvatura de 5 mm		
<b>Topçuoğlu HS, et al. 2018</b>	3 grupos, n=30 <b>PathFile(16.02), Proglider y ScoutRaCe(15.02)</b>	Todas las limas se sometieron a pruebas de CFR utilizando un bloque de acero inoxidable que contenía un canal artificial en forma de S específicamente desarrollado para este propósito. Fue desarrollado por un operador	El cronómetro digital se detuvo tan pronto como se detectó visualmente una fractura. El número de ciclos hasta la falla (NCF) se calculó multiplicando la velocidad de rotación por el tiempo (en segundos) hasta que se produjo la fractura. Si la fractura se produjo primero en la curvatura apical, también se registraron el tiempo hasta la fractura y el NCF para el fragmento coronal.	Todos los instrumentos se fracturaron primero en la curvatura apical y luego en la curvatura coronal. PG tenía un NCF significativamente más alto que SR y PF en la curvatura apical (P < 0,05). No hubo diferencias significativas entre las limas SR y PF en la curvatura apical (P > 0,05). PG, SR Y PF presentaron valores de CFR similares en la curvatura coronal (P > 0,05).
<b>Topçuoğlu HS, et al.2018</b>	2 grupos n=15 curvatura 45 <b>WOGG y R-Pilot</b>  2 grupos n=15 curvatura 60 <b>WOGG y R-Pilot</b>	El procedimiento se llevó a cabo por un operador. Todas las limas se probaron dentro de un canal artificial de acero inoxidable con una sola curvatura que tenía un ángulo de 45° o 60°. Un dispositivo mecánico creaba los movimientos axiales hacia arriba y hacia abajo mientras las limas giraban dentro del canal artificial	El procedimiento se cronometró y el reloj se detuvo tan pronto como se detectó visualmente una fractura. Para cada lima, se registró el tiempo de fractura en segundos desde el inicio de la prueba hasta el momento de la rotura y se registró al número entero más próximo con un cronómetro con una precisión de 0,1. Luego se calculó el número de ciclos hasta la fractura usando la siguiente fórmula: número de ciclos hasta la fractura = tiempo (segundos) hasta la falla x velocidad de rotación/60	Las limas R-PILOT y WOGG exhibieron valores similares de tiempo hasta la fractura y número de ciclos hasta la fractura cuando se operaron en canales de 45° (P > 0,05). Las limas WOGG tuvieron un tiempo hasta la fractura y un número de ciclos hasta la fractura significativamente más altos que las limas R-PILOT cuando se operaron en canales de 60° (P < 0,05)
<b>Serefoglu B, et al.2018</b>	3 grupos n=10 <b>WOGG, R-Pilot y Proglider</b>	Cada lima se probó en un canal artificial de acero inoxidable con un ángulo de 90	Se colocó una cámara digital en la parte superior del dispositivo de prueba	Se observaron diferencias estadísticamente significativas en los

		y un radio de curvatura de 3 mm para la prueba de resistencia a la fatiga cíclica	de fatiga cíclica y se registró el tiempo hasta la fractura en segundos por medio de la cámara de video. Para cada instrumento, el número de ciclos hasta la falla (NCF) se calculó mediante la siguiente fórmula: NCF = tiempo (segundos) hasta la falla x velocidad de rotación/60	valores de NCF para todos los sistemas probados; la clasificación de los instrumentos fue la siguiente: WOGG > R -Pilot > PG (P < 0 .05)
<b>Uslu G, et al. 2018</b>	3 grupos, n=20 R Pilot, HyFlex EDM glidepath y PathFile(19/02)	60 instrumentos fueron objeto de testeo de fatiga cíclica estática en un canal de acero inoxidable con doble curvatura	Se operaron todos los instrumentos hasta que se produjo la fractura y se midió el tiempo hasta la fractura usando un cronómetro digital. El número de ciclos de fractura (NCF) para cada lima se calculó mediante la siguiente fórmula: (NFC = revoluciones por minuto (rpm) x el tiempo de fractura (seg)/60).	En el canal de doble curvatura, todas las limas se fracturaron primero en la curvatura apical y luego en la curvatura coronal. Los valores de NCF revelaron que R-Pilot tenía la mayor resistencia a la fatiga cíclica, seguido de HyFlex EDM y PF en las curvaturas apical y coronal (P < 0,05).
<b>Kirici D, et al. 2019</b>	3 grupos, n=15 WOGG, Proglider y One-G	Se instaló un mecanismo de acero inoxidable con un canal artificial de acero inoxidable en el que las limas podían girar libremente para las pruebas de fatiga cíclica. Presentaba doble curvatura. Todos los procedimientos del experimento fueron realizados por un solo experto	El tiempo de fractura se registró mediante un cronómetro digital. Se usó la siguiente fórmula para calcular el número de ciclos para fracturar (NCF) ( NCF = revoluciones por minuto (rpm) x el tiempo de fractura (seg)/60)	WOGG mostró la mayor resistencia a la fatiga cíclica, en un grado estadísticamente significativo (P < 0,05). PG mostró una resistencia a la fatiga significativamente mayor que la lima One G. Todas las limas se rompieron inicialmente en la zona apical y luego en la zona coronal de los canales artificiales de doble curvatura.
<b>Keskin C, et al.2021</b>	2 grupos, n=15 Proglider y R-Pilot	Se construyó un modelo de ensayo de fatiga cíclica estática utilizando un	Todos los instrumentos se rotaron hasta la fractura, que se	R-Pilot valor mayor de resistencia a la

		canal artificial de acero inoxidable con un diámetro interior de 1,0 mm, un ángulo de 90° y radio de curvatura de 2mm	detectó visual y audiblemente. El tiempo requerido para la fractura (TF) se midió con un cronómetro	fatiga cíclica que Proglider ( $P < 0,05$ )
--	--	---	---	---

Tabla9: Resultados resistencia a la fatiga cíclica y sus características.

## 7. DISCUSIÓN

Para un análisis ordenado de los temas estudiados se efectuó una discusión de cada efecto en estudio, ya que para cada uno se realizó una búsqueda con límites diferentes, debido a que cada efecto clínico presenta formas de investigación distintas, por esa razón es que para algunos efectos si existió la posibilidad de realizar búsqueda y revisión de ensayos clínicos aleatorios y para otros esa posibilidad no existe, realizándose una revisión de estudios in vitro.

Para el efecto transporte de conducto no se encontró estudios para todas las limas en investigación, sólo 4 de ellas: PathFile (PF) lima de glidepath perteneciente a limas de segunda generación NiTi, con tratamiento de micro fresado de superficie, ProGlider (PG) perteneciente a la tercera generación de limas NiTi, que además del micro fresado incluye un tratamiento térmico pre fabricación, el M-Wire, y dos limas de cuarta generación, reciprocantes R-Pilot (RP) con micro fresado y M-Wire, igual que PG, y WaveOne Gold Glider (WOGG), que además de estos tratamientos, tiene tratamiento un térmico post fabricación, el Gold. Entre las limas PF y PG (serie completa) dos estudios las compararon y los resultados no tuvieron diferencias a estadísticamente significativa para transporte de conducto en dientes extraídos, es decir tuvieron resultados similares y la metodología fue similar (Kirchhoff AL et al., 2015 y Zheng L et al, 2018). Un estudio de los resultados comparó PF y WOGG y no encontró diferencias significativas en el transporte en conductos de dientes extraídos

(Vorster M et al, 2018), así como otro que comparó PG con WOGG tampoco encontró diferencias estadísticamente significativas entre ambas limas (Miró GB et al, 2020), pero un estudio que comparó PG con WOGG y RP si encontró diferencias estadísticamente significativas entre las limas reciprocantes, siendo menor en ellas el transporte que en PG, al medirlo en el tercio medio y coronal, esto a los 5 y 7 mm desde el ápice (Aydin ZU et al, 2019). En el estudio de Miró y Aydin midieron el transporte de una forma similar (todos los estudios la midieron con Micro CT), pero la diferencia es que el estudio de Aydin simuló la temperatura de la cavidad oral en los dientes evaluados y sobre las limas (37° C) lo que podría variar la fase Martensítica/Austénica del NiTi, además del número de la muestra que en el estudio de Aydin tuvo un mayor número de conductos tratados en cada grupo (la evaluación en todos los estudios fue sobre dientes extraídos). Aydin ZU et al, 2019, no encontraron diferencias significativas entre RP Y WOGG, lo que coincide con el resultado del estudio que comparó el transporte de conducto de RP y WOGG (Pereira RP et al, 2021). Una consideración que debemos tomar es que todos estos estudios, tanto para este efecto clínico estudiado como para los que siguen, si bien son similares, no son exactamente iguales, varían en número de muestra, cantidad de grupos de comparación y algunas variables incluidas, por lo que nuestro análisis puede llevarnos a sugerencias, pero no conclusiones determinantes, y estos resultados sugieren que en general todas las limas de glidepath mecanizado NiTi evaluadas en esta revisión sistemática de la literatura tiene un transporte de conducto similar. Además, en todos los

estudios que se comparó el glidepath mecanizado con el manual, el transporte de conducto en el mecanizado fue estadísticamente menor que con limas K manuales (15 y 20) (Zheng L et al, 2018 y Vorster M et al, 2018).

En el efecto extrusión de limalla los resultados entregaron investigaciones que incluían solo 3 de las limas estudiadas PF, PG y Scout RaCe. PF segunda y PG tercera generación de limas NiTi y Scout RaCe (SR), pertenecen a limas se glidepath de segunda generación con un NiTi que tiene como características de fabricación micro fresado y electro pulido. Al comenzar el análisis de los trabajos de investigación resultantes tenemos un estudio que comparó PG Y SR (15/.02), entre otras, y resultó en PG presentó estadísticamente menos extrusión de limalla que SR (Ha JH et al, 2016), y otro que comparó la extrusión bacteriana entre PG y PF entre otras, no tuvo entre estas dos diferencias estadísticamente significativa (Dagna A et al, 2017). De los estudios existentes, solo estos dos midieron la extrusión posterior al glidepath. En otros estudios de la literatura, no incluidos en los resultados, pero que midieron la extrusión posterior a la preparación completa del conducto, uno comparó la extrusión entre PG, RP, WOGG y limas K, y posteriormente preparados con Reciproc Blue R25 en dientes extraídos, no encontró diferencias estadísticamente significativa en la extrusión de limalla entre PG, RP Y WOGG (Keskin C et al 2020); y otro estudio que comparó lima K, PF y PG en dientes extraídos posteriormente preparados con WaveOne Primary, y no encontró diferencias estadísticamente significativas entre las limas NiTi (Zheng L et al, 2018). Lo que podemos comprender de estos

resultados, tanto en los estudios seleccionados en la presente investigación, como en los otros dos nombrados en esta discusión; es que entre los distintos sistemas no hubo diferencia significativa para la extrusión de limalla, salvo la lima de segunda generación SR. También podemos decir que las limas manuales K (15 y 20), produjeron estadísticamente más extrusión de limalla y bacterias que las limas de glidepath mecanizadas NiTi (Ha JH et al, 2016, Dagna A et al, 2017 y Zheng L et al, 2018).

En cuanto al tiempo de preparación solo dos limas de las estudiadas fueron comparadas, PF y HyFlex EDM Glidepath (HFEG), esta última pertenece a las limas de NiTi tercera generación que presenta en su aleación mecanizado por electro descarga y tratamiento térmico post fabricación: CM-EDM. En los resultados se encontró solo un estudio en ensayo clínico aleatorio en el que se comparó PF (13/.02 y 16/.02) y HFEG, siendo el tiempo de trabajo en esta última significativamente menor que en PF (Han Y et al 2021), lo que se entiende ya que PF son dos limas (las que se usaron en este estudio) en vez de HFEG que es solo una. Otros estudios existentes compararon el tiempo de preparación de glidepath in vitro sobre dientes extraídos, uno de ellos estudio lima K, PF y WOGG y el glidepath fue estadísticamente más rápido con WOGG que con PF (Vorster M et al 2018) y otro que comparó tiempo entre lima K, PF y PG siendo el grupo con PG el de tiempo de trabajo estadísticamente más corto (Zheng L et al, 2018). Los últimos dos estudios compararon con limas manuales K (15 y 20), las que en ambos casos fueron las que estadísticamente demoraron más tiempo.

En todas las investigaciones las limas de glidepath de sistema único presentaron estadísticamente menor tiempo de preparación.

En relación al resultado del dolor post operatorio solo se encontraron dos estudios de ensayos clínicos aleatorios que abarcaron 4 de las 7 limas de glidepath seleccionadas para la presente investigación, que fueron: PF, PG, HFEG y RP. Uno comparó RP, PG y lima K y la preparación se completó con Protaper Next. RP y PG no presentaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al dolor post operatorio, y las limas K (08, 10 y 15) presentaron más dolor, una diferencia estadísticamente significativa (Keskin C et al, 2019). El otro comparó HFEG y PF (1y2), y la preparación se terminó con Protaper Next, en este estudio HEGP presentó estadísticamente menos dolor que el sistema de limas de glidepath PF, lo que estos resultados no daría a entender es que las limas manuales en glidepath provocarían más dolor que las mecanizadas y que si es mecanizado el glidepath, mientras más limas tenga el sistema mayor sería el dolor, aunque como dijimos anteriormente no podemos hacer una afirmación concluyente.

Al evaluar la resistencia a la torsión se encontraron todas las limas estudiadas, pero no un estudio que las incluyera todas. La que no había aparecido en los efectos anteriores fue la HyFlex GPF (HFG), un sistema de limas que pertenece a la tercera generación de limas NiTi, con un tratamiento térmico post fabricación CM. El único estudio que comparó las limas PF lo hizo con PG;

y PG presentó estadísticamente más resistencia torsional que PF (Elnaghy AM et al, 2015). En cuanto a PG en comparación con las limas de glidepath de Coltene, un estudio que la compara con el sistema completo de HFG, mostró que PG tenía una resistencia torsional significativamente mayor que cada lima del sistema HFG (Alcalde MP et al, 2018), y un estudio que la compara con la HFEG, la resistencia a la torsión de ambas fue similar (Inan U et al, 2019). Un estudio comparó las limas de glidepath de Coltene, HFEG, HFG (15/.02) con SR (15/.02), aquí la resistencia a la torsión de la lima de glidepath EDM, HFEG, fue significativamente mayor que las otras dos (Nishijo M et al, 2018). También estudios compararon PG con limas reciprocantes de glidepath como WOGG y RP; de estos estudios, tres compararon PG con RP, el primero RP presentó valores medianos más altos de máxima resistencia a la torsión que PG (Martins J et al, 202), cosa similar encontrada en los otros dos estudios, que compararon estas limas entre otras, donde RP presentó una resistencia a la torsión significativamente mayor (Keskin C et al, 2021 y Sivas Yilmaz Ö et al, 2021). También se comparó RP con PG y WOGG, mostrando RP la mayor resistencia significativa a la torsión en comparación con las otras dos, las que entre ellas no mostraron diferencias (Lopes WSP et al, 2020) y el único resultado que comparó las limas de glidepath reciprocantes RP mostró valores significativamente más altos para la resistencia a la torsión que WOGG (Santos CB et al, 2019), por lo que en general podríamos describir a RP como la lima de glidepath mecanizado

NiTi con más resistencia a la fractura por torsión de entre estos estudios analizados.

En el efecto fatiga cíclica el resultado de estudios encontrados fueron 11, y entre todos ellos completaron todas las limas analizadas en la presente investigación, pero ningún estudio contempló todas las limas o sistema de limas. En todos los estudios de esta prueba de material, el test de la fatiga cíclica se realizó en canales de acero inoxidable de curvaturas simples o dobles, pero los estudios utilizaron canales con discos grados de curvatura. Un estudio analizó la fatiga cíclica de limas pertenecientes a sistemas de limas de glidepath, de segunda y tercera generación, PF (16/.02), SR (15/.02), HFG (15/.02), esta investigación también incluyó a PG, y se estudió canales con radio de curvatura de 3 y 5mm y curvatura de 90° , dando el valor significativamente más alto a la resistencia a la fatiga cíclica HFG, seguido por PG, PF y SR, que también presentaron diferencia estadísticamente significativa entre ellas en ese orden, en ambos radios de curvatura (Capar ID, et al.2015). HFG es un sistema de tercera generación, igual que PG, por lo que se entendería que tenga más resistencia a la fatiga cíclica debido al tratamiento térmico que presenta. Estudios que compararon PF y PG se seleccionaron varios con distintos resultados, uno de los que comparó PF (16/.02) y PG en un canal de una curvatura de 90°, mostró una resistencia significativamente mayor PG a PF (Elnaghy AM, et al. 2015). Otro estudio las comparó las mismas más SR (15/.02) en un canal de doble curvatura, coronal de 60° y la apical de 70° evidenció que todas se fracturaron primero en

la curvatura apical, y que PG tuvo una resistencia a la fatiga cíclica estadísticamente mayor a PF y SR en la curvatura apical y que SR y PF no tuvieron diferencia, pero que las tres no tuvieron diferencia en la curvatura coronal (Topçuoğlu HS, et al. 2018), unos resultados esperables por ser PG una lima más evolucionado en su NiTi, pero un estudio que comparó limas usadas versus nuevas de PF (16/.02) y PG en un canal de curvatura simple de 70° demostró que las usadas presentaron una resistencia a la fatiga cíclica menor que las nuevas y que PF tuvo estadísticamente mayor resistencia a la fatiga cíclica que PG (Özyürek T, et al. 2017), que se podría entender que al ser estudios cada uno realizados con dispositivos creados para tal efecto, que si bien eran similares, no eran exactamente iguales, tenían diferentes grados y tipos de curvaturas y esto pudiera explicar estas diferencias. Otro estudio comparó PF (19/.02), HFEG y RP en un canal de doble curvatura, coronal de 60° y la apical de 70°, resultó en que todas las limas estudiadas se fracturaron primero en la curvatura apical y que la resistencia a la fatiga cíclica fue estadísticamente mayor para RP seguida por HFEG y después por PF (con diferencias estadísticamente significativas entre ellas) en las curvaturas apical y coronal (Uslu G, et al. 2018). Un estudio que comparó PG y HFEG entre otras, en canales con curvatura simple (60°) y doble (coronal de 60° y la apical de 70°), mostró que en los con doble curvatura siempre se fracturo la lima primero en la curva apical, y en ambos simple y doble HFEG tuvo una resistencia a la fatiga cíclica significativamente mayor que PG (Yılmaz K, et al. 2017). Ahora, al comparar PG con limas de glidepath reciprocantes

encontramos varios estudios, en uno se comparó PG con RP en un canal de curvatura simple de 90°, RP tuvo una resistencia a la fatiga cíclica mayor que PG (Keskin C, et al.2021). Otro comparó PG con WOGG, entre otras, en un canal de doble curvatura, la coronal de 60° y la apical de 70°, fracturándose todas las limas primero en apical que, en coronal, y WOGG mostró la mayor resistencia a la fatiga cíclica, en un grado estadísticamente significativo (Kırıcı D, et al. 2019). Estudios compararon PG con ambas reciprocantes de glidepath, uno las comparó en un canal de curvatura simple (90°), se observaron diferencias estadísticamente significativas en la fatiga cíclica para todos los sistemas probados; la clasificación de los instrumentos fue la siguiente: WOGG > RP > PG (Serefoglu B, et al.2018); y el otro se comparó igual en un canal de curvatura simple, pero de 60°, y en él no se mostró diferencia estadísticamente significativa entre las limas reciprocantes, pero ambas mostraron si una resistencia a la fatiga cíclica estadísticamente mayor a PG (Keskin C, et al. 2018). Y por último un estudio comparó ambas limas de glidepath reciprocantes en canales de curvatura simple, pero con distinto grado de curvatura, 45° y 60°, y las limas WOGG y RP mostraron valores similares de resistencia a la fatiga cíclica en los canales de 45°, pero WOGG mostró una resistencia a la fatiga cíclica estadísticamente más alta a RP en canales de 60° (Topçuoğlu HS, et al.2018). Estos resultados distintos entre las limas reciprocantes de glidepath igualmente se podría explicar por el tipo de dispositivo usado para el testeo, ya que es diferente en cada estudio en tipo y grados, pero lo que si se puede sugerir es que WOGG tiene mayor resistencia a

la fatiga cíclica que RP en canales con mayores grados de curvatura, y también pudimos observar que a medida que se avanza en generación de limas de glidepath de NiTi tienen una mayor resistencia a la Fatiga Cíclica.

Como resultado de los trabajos de investigación seleccionados, y que no fue incluido como objetivo de esta revisión, las lima K manuales (al ser usadas como grupo de control) en glidepath, produjeron mayor transporte de conducto, extrusión de limalla, tiempo de trabajo y dolor post operatorio, que las limas de glidepath NiTi mecanizadas.

En general y debido a todo el proceso realizado para llevar a cabo este trabajo de investigación, se puede establecer que el estudio experimental de los sistemas de glidepath mecanizado NiTi es poco y que con la gran cantidad de nuevas limas de glidepath que los últimos años han ido apareciendo, es importante que exista una mayor variedad de investigación sobre este tema, para ahí si tener conclusiones determinantes sobre los efectos clínicos de estas.

## **8. CONCLUSIÓN**

En cuanto a las características de fabricación, se puede concluir que cada lima o sistema de limas, dependiendo de la marca, tiene características diferentes en cuanto a revoluciones, torque, tipo de movimiento, sección transversal, taper y tratamientos del NiTi, y que incluso dentro de una misma marca podemos encontrar limas de glidepath NiTi mecanizadas con distintas características.

En relación con los efectos en el desempeño clínico de las limas de glidepath se puede concluir que para el efecto transporte de conducto y extrusión en general no existió diferencia entre los sistemas incluidos para estudio en esta investigación. En cuanto a tiempo de trabajo y dolor post operatorio, los sistemas que solo presentan una lima de glidepath son más rápidos y menos dolorosos. En lo que respecta a las resistencias a la fractura por torsión y fatiga cíclica, mientras más avanzado de generación sea el sistema o lima de glidepath NiTi, es decir las limas reciprocantes en esta revisión, presentaron mayor resistencia a estas fracturas.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

Alcalde MP, Duarte MAH, Bramante CM, Tanomaru-Filho M, Vasconcelos BC, Só MVR, Vivian RR (2018). Torsional fatigue resistance of pathfinding instruments manufactured from several nickel-titanium alloys. *International Endodontic Journal*. 51(6):697-704.

Aydın ZU, Keskin NB, Özyürek T, Geneci F, Ocak M, Çelik HH (2019). 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. *Journal of Endodontic*. 45(6):791-796.

Blum JY, Machtou P, Ruddle CJ, Micallef JP (2003). The analysis of mechanical preparations in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: value of the safety quotient. *Journal of Endodontic*. 29: 567-75.

Capar ID, Kaval ME, Ertas H, Sen BH (2015). Comparison of the cyclic fatigue resistance of 5 different rotary pathfinding instruments made of conventional nickel-titanium wire, M-wire, and controlled memory wire. *Journal of Endodontic*. Apr;41(4):535-8.

Cassim, I., & van der Vyver, P. J. (2013). The importance of glide path preparation in endodontics: a consideration of instruments and literature. *SADJ: journal of the South African Dental Association = tydskrif van die Suid-Afrikaanse Tandheekkundige Vereniging*, 68(7), 322–327.

Castellucci A (2011). Manual or Rotary Glide Path? Paper presented to the tenth annual meeting of The Academy of Microscope Enhanced Dentistry. *Foundations and Expansion virtual meeting*. Nov 10-12.

Coltene. HyFlex Family Brochure EN.pdf

Coltene (2017). HyFlex EDM brochure.pdf

Dagna A, El Abed R, Hussain S, Abu-Tahun IH, Visai L, Bertoglio F, Bosco F, Beltrami R, Poggio C, Kim HC (2017). Comparison of apical extrusion of intracanal bacteria by various glide-path establishing systems: an in vitro study. *Restorative Dentistry and Endodontic*. 42(4):316-323.

Dentsply. END-Brochure-PathFile-Rotary-Files-EN.pdf

Dentsply. Brochure Proglider.pdf

Dentsply (2017). WaveOne Gold Glider- lima reciprocante de permeabilización y glidepath.pdf

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

Flores AG, Patenes A (2019). Evolution of Instruments in Endodontics-Literature Review. *International Journal of Dentistry and Oral Health*. 5(6) 10.

FKG (2019). FKG\_Catalogue 2019\_ES\_WEB.pdf

FKG (2022). FKG\_ScoutRace\_Flyer\_EN\_WEB\_202201.pdf

Gavini G, dos Santos M, Caldeira CL, de Lima ME, Gonzales L, Faga E, Peters O, de Miranda G (2018). Nickel-titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Brazilian Oral Research*. Vol.32 supl.1.

Goldberg F, Araujo JA (1997). Comparison of three instruments in the preparation of curved root canals. *Endodontics & Dental Traumatology* .13: 265-8.

Haikel Y, Serfaty R, Bateman G, Senger B, Allemann C (1999). Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel titanium endodontic instruments. *Journal of Endodontic*. 25: 434-40.

Haapasalo M, Shen Y (2013). Evolution of nickel–titanium instruments: from past to future. *Endodontic Topics*. 29:3-17.

Ha JH, Kim SK, Kwak SW, El Abed R, Bae YC, Kim HC (2016). Debris extrusion by glide-path establishing endodontic instruments with different geometries. *Journal of Dental Sciences*.11(2):136-140.

Han Y, Hou XM (2021). Glide path enlargement of curved molar canals using HyFlex EDM glide path file versus PathFile: a comparative study of preparation time and postoperative pain. *BMC Oral Health*. 23;21(1):150.

He R, NI J (2010). Design improvement and failure reduction of endodontic files through finite element analysis: application to V-Taper file designs. *Journal of Endodontic*. 36: 1552–7.

Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH (2005). Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*. 10: 30-76.

İnan U, Keskin C (2019). Torsional Resistance of ProGlider, HyFlex EDM, and One G Glide Path Instruments. *Journal of Endodontic*. 45(10):1253-1257.

Jafarzadeh H, Abbott PV (2007). Ledge formation: review of a great challenge in endodontics. *Journal of Endodontic*. 33: 1155-62.

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.

Keskin C, Sivas Yılmaz Ö, İnan U, Özdemir Ö (2019). Postoperative pain after glide path preparation using manual, reciprocating and continuous rotary instruments: a randomized clinical trial. *International Endodontic Journal*. 52(5):579-587.

Keskin C, Özdemir ÖS, Aslantaş K, Toplu D, Keleş A, İnan U (2021). Static Cyclic Fatigue Resistance in Abrupt Curvature, Surface Topography, and Torsional Strength of R-Pilot and ProGlider Glide Path Instruments. *Journal of Endodontic*.47(12):1924-1932.

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*. 46(3):439-444.

Kirchhoff AL, Chu R, Mello I, Garzon AD, dos Santos M, Cunha RS (2015). Glide Path Management with Single- and Multiple-instrument Rotary Systems in Curved Canals: A Micro-Computed Tomographic Study. *Journal of Endodontic*. 41(11):1880-3.

Khatavkar RA, Hegde VS (2010). Importance of patency in endodontics. *Endodontology*. 22: 85-91

Kim Y, Love R, George R (2017). Surface Changes of PathFile after Glide Path Preparation: An Ex Vivo and In Vivo Study. *Journal of Endodontic*. 43(10):1674-8.

Kirchhoff, A. L.; Chu, R.; Mello, I.; Garzon, A. D.; dos Santos, M. & Cunha, R. S (2015). Glide path management with single- and multiple-instrument rotary systems in curved canals: A micro-computed tomographic study. *Journal of Endodontic* .41(11):1880-3.

Kırıcı, D., & Kuştarıcı, A. (2019). Cyclic fatigue resistance of the WaveOne Gold Glider, ProGlider, and the One G glide path instruments in double-curvature canals. *Restorative dentistry & endodontics*, 44(4), e36.

Kobayashi C, Yoshioka T, Suda H (1997). A new engine-driven canal preparation system with electronic canal measuring capabilities. *Journal of Endodontic*. 23: 751-4.

Li G, Niu L, Zhang W, et al (2014). Ability of New Obturation Materials to Improve the Seal of the Root Canal System – A Review. *Acta biomaterialia*.10(3):1050-1063.

Liang Y and Yue L (2022). Evolution and development: engine-driven endodontic rotary nickel-titanium instruments. *International Journal of Oral Science*. 14:12.

Lopes HP, Elias CN, Siqueira JF Jr, Soares RG, Souza LC, Oliveira JC (2012). Mechanical behavior of pathfinding endodontic instruments. *Journal of Endodontic*. 38(10):1417-21.

Lopes WSP, Vieira VTL, Silva EJNL, Silva MCD, Alves FRF, Lopes HP, Pires FR (2020). Bending, buckling and torsional resistance of rotary and reciprocating glide path instruments. *International Endodontic Journal*. 53(12):1689-1695.

Martins JNR, Silva EJNL, Marques D, Pereira MR, Arantes-Oliveira S, Martins RF, Braz Fernandes FM, Versiani MA (2021). Evaluation of Design, Metallurgy, Microhardness, and Mechanical Properties of Glide Path Instruments: A Multimethod Approach. *Journal of Endodontic*. 47(12):1917-1923.

Miró GB, Tomazinho FSF, Pelisser E, Borges MMB, Duarte MAH, Vivan RR, Baratto-Filho F (2020). Comparison of Canal Transportation and Centering Ability of ProGlider and WaveOne Gold Glider in Curved Canals. *European Journal of Dentistry*.14(4):639-643.

Muliyar S, Shameem KA, Thankachan RP, Francis PG, Jayapalan CS, Hafiz KAA (2014). Microleakage in Endodontics. *Journal of International Oral Health: JIOH*. 6(6): 99-104

Nazarimoghadam K, Daryaeian M, Ramazani N (2014). An in Vitro Comparison of Root Canal Transportation by Reciproc File with and Without Glide Path. *Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences*. 11(5): 554–559

Nishijo M, Ebihara A, Tokita D, Doi H, Hanawa T, Okiji T (2018). Evaluation of selected mechanical properties of NiTi rotary glide path files manufactured from controlled memory wires. *Dent Mater Journal*. 29;37(4):549-554.

Özyürek T, Uslu G, İnan U (2017). A Comparison of the Cyclic Fatigue Resistance of Used and New Glide Path Files. *Journal of Endodontic*. 43(3):477-480.

Patino PV, Biedma BM, Liebana CR, Cantatore G, Bahillo JG (2005). The influence of a manual glide path on the separation rate of NiTi rotary instruments. *Journal of Endodontic*. 31: 114-6.

Pedulla E, Grande NM, Plotino G, Pappalardo A, Rapisarda E (2011). Cyclic fatigue resistance of three different nickel-titanium instruments after immersion in sodium hypochlorite. *Journal of endodontics*. 37(8):1139-42.

Peters OA, Peters CI, Schonenberg K, Barbakow F (2003). ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *International Endodontic Journal*. 36: 93-9.

Pereira RP, Alcalde MP, Duarte MAH, Vivan RR, Bueno CES, Duque JA, Calefi PHS, Bramante CM (2021). A laboratory study of the scouting ability of two

reciprocating glide path instruments in mesial root canals of extracted mandibular molars. *International Endodontic Journal*. 54(7):1166-1174.

Roland DD, Andelin WE, Browning DF, Hsu GR, Torabinejad M (2002). The effect of pre-flaring on the rates of separation for 0.04 taper nickeltitanium rotary instruments. *Journal of Endodontic*. 28: 543-5.

Santos CB, Simões-Carvalho M, Perez R, Vieira VTL, Antunes HS, Cavalcante DF, De-Deus G, Silva EJNL (2019). Torsional fatigue resistance of R-Pilot and WaveOne Gold Glider NiTi glide path reciprocating systems. *International Endodontic Journal*. 52(6):874-879.

Serefoglu B, Kaval ME, Micoogullari Kurt S, Çalışkan MK (2018). Cyclic Fatigue Resistance of Novel Glide Path Instruments with Different Alloy Properties and Kinematics. *Journal of Endodontic*. 44(9):1422-1424.

Serene TP, Adams JD, Saxena A (1995). Nickel–titanium instruments. Applications in endodontics. *St. Louis: Ishiyaku EuroAmerica*. 2: 92-4.

Sivas Yilmaz Ö, Keskin C, Aydemir H (2021). Comparison of the Torsional Resistance of 4 Different Glide Path Instruments. *Journal of Endodontic*. 47(6):970-975.

Shen Y, Coil JM, Mclean AGR, Hemerling DL, Haapasalo M (2009). Defects in nickel-titanium instruments after clinical use. Part 5: Single use from endodontic specialty practices. *Journal of Endodontic*. 35: 1363-7.

Tomson RM, Polycarpou N, Tomson PL (2014). Contemporary obturation of the root canal system. *Brazilian Dental Journal*. 216(6): 315-22.

Topçuoğlu HS, Topçuoğlu G, Düzgün S (2018). Resistance to cyclic fatigue of PathFile, ScoutRaCe and ProGlider glide path files in an S-shaped canal. *International Endodontic Journal*. 51(5):509-514.

Topçuoğlu HS, Topçuoğlu G, Kafdağ Ö, Arslan H (2018). Cyclic fatigue resistance of new reciprocating glide path files in 45- and 60-degree curved canals. *International Endodontic Journal*. 51(9):1053-1058.

Uslu G, Özyürek T, Yılmaz K, Gündoğar M (2018). Cyclic fatigue resistance of R-Pilot, HyFlex EDM and PathFile nickel-titanium glide path files in artificial canals with double (S-shaped) curvature. *International Endodontic Journal*. 51(5):584-589.

Vorster M, van der Vyver PJ, Paleker F (2018). Canal Transportation and Centering Ability of WaveOne Gold in Combination with and without Different Glide Path Techniques. *Journal of Endodontic*. 44(9):1430-1435.

VWD (2017). VDW-Dental-END-IFU-VDW-R-PILOT-V01-WEB-EUR-multilingual-2017-01.pdf

West J (2006). Endodontic update 2006. *J Esthet Restor Dent*. 18: 280-300.

West J (2010). The endodontic glide path: "Secret to rotary safety". *Dent Today*. 29: 86-93.

Yılmaz K, Uslu G, Özyürek T (2017). In vitro comparison of the cyclic fatigue resistance of HyFlex EDM, One G, and ProGlider nickel titanium glide path instruments in single and double curvature canals. *Restorative Dentistry & Endodontics*. 42(4):282-289.

Zheng L, Ji X, Li C, Zuo L, Wei X (2018). 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*. 29;18(1):152.