



Facultad de  
Odontología



**TRABAJO FIN DE MÁSTER**  
**SISTEMAS DE LIMAS ROTATORIAS SECUENCIALES:**  
**REVISIÓN NARRATIVA**

**NATALIA GONZÁLEZ CARRASCO**

TUTORA: JENIFER MARTÍN GONZÁLEZ

CURSO 2022-2023



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DR. /DRA. Jennifer Martín González, PROFESOR/A ADSCRITO AL DEPARTAMENTO DE Estomatología, COMO DIRECTOR/A DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER.

CERTIFICA: QUE EL PRESENTE TRABAJO TITULADO “Sistemas de limas rotatorias secuenciales”: HA SIDO REALIZADO POR Natalia González Carrasco BAJO MI DIRECCIÓN Y CUMPLE A MI JUICIO, TODOS LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA SER PRESENTADO Y DEFENDIDO COMO TRABAJO FIN DE MÁSTER.

Y PARA QUE ASÍ CONSTE Y A LOS EFECTOS OPORTUNOS, FIRMO EL PRESENTE CERTIFICADO, EN SEVILLA A 18 DE MAYO DE 2023

D/Dª Jennifer Martín González

TUTOR/A



Facultad de Odontología



D/Dña. (Apellidos y Nombre) Natalia González Carrasco con DNI 28847207D, alumno/a del Máster Oficial Universitario en odontología restauradora estética y funcional de la Facultad de Odontología (Universidad de Sevilla), autor/a del Trabajo Fin de Máster titulado: "Sistemas de limas rotatorias secuenciales"

**DECLARO:**

Que el contenido de mi trabajo, presentado para su evaluación en el Curso 2022/2023, es original, de elaboración propia, y en su caso, la inclusión de fragmentos de obras ajenas de naturaleza escrita, sonora o audiovisual, así como de carácter plástico o fotográfico figurativo, de obras ya divulgadas, se han realizado a título de cita o para su análisis, comentario o juicio crítico, incorporando e indicando la fuente y el nombre del autor de la obra utilizada (Art. 32 de la Ley 2/2019 por la que se modifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, BOE núm. 53 de 2 de Marzo de 2019)

**APERCIBIMIENTO:**

Quedo advertido/a de que la inexactitud o falsedad de los datos aportados determinará la calificación de **NO APTO** y que **asumo las consecuencias legales** que pudieran derivarse de dicha actuación.

Sevilla 18 de Mayo de 2023

(Firma del interesado)

Fdo.: Natalia González Carrasco

## **AGRADECIMIENTOS:**

*En primer lugar, querría agradecerle a mi tutora, la Dra. Jenifer Martín González, no solo por ser un gran apoyo y haberme guiado durante la realización de mi trabajo fin de máster, sino por haberme ayudado tanto a crecer durante este año, tanto en lo profesional como en lo personal. Por su dedicación e implicación con los alumnos y por cómo transmite su pasión por lo que hace, mil gracias.*

*En segundo lugar, agradecer a mi familia, por brindarme su apoyo y tiempo. Sin ellos no habría sido posible seguir el día a día con motivación. Gracias a ellos y a su esfuerzo he podido tener la oportunidad de ser lo que soy y de formar parte de esta profesión tan maravillosa.*

*Por último, pero no menos importante, agradecer a mis compañeros y amigos ya sean odontólogos o no. Al final, nos hemos convertido en una familia. Me habéis regalado multitud de anécdotas que llevaré siempre conmigo.*

*Gracias.*

## ÍNDICE

RESUMEN:.....	1
ABSTRAC: .....	2
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
CONCEPTO DE ENDODONCIA.....	3
ETIOLOGÍA Y ETIOPATOGENIA DE LA INFECCIÓN ENDODÓNTICA.....	3
INDICACIONES DEL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS .....	4
OBJETIVOS DEL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS. ....	4
PROCEDIMIENTO Y TIPOS DE SISTEMAS.....	4
SECUENCIA EN LA INSTRUMENTACIÓN BIOMECÁNICA: .....	7
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS:.....</b>	<b>10</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODO.....</b>	<b>10</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>11</b>
PROTAPER NEXT.....	12
PROTAPER GOLD: .....	14
PROTAPER ULTIMATE.....	15
TRUNATOMY: .....	17
HYFLEX CM:.....	18
M-TWO:.....	19
RACE EVO:.....	21
RACE: .....	22
ROTATE:.....	24
ENDOGAL ENDODONTIC SYSTEM: .....	25
SLIMSHAPER:.....	26
BLUESHAPER .....	27
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>29</b>
<b>CONCLUSIONES: .....</b>	<b>33</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA: .....</b>	<b>34</b>

## RESUMEN:

- **Introducción:** El objetivo principal del tratamiento de conductos es reducir al máximo la cantidad de microorganismos y sus toxinas del interior de los conductos radiculares. Esto se puede conseguir mediante la instrumentación y con ayuda de irrigantes. Dada la gran cantidad de sistemas rotatorios existentes, supone un gran reto para el odontólogo saber qué sistema emplear en cada caso clínico. Por ello, esta revisión pretende revisar los sistemas seleccionados para orientar al profesional a la hora de poder trabajar con ellos.
- **Objetivos:** El principal objetivo fue realizar una revisión de los principales sistemas de limas secuenciales, para poder estudiar las características principales de cada uno, describir la secuencia estandarizada y comparar las principales similitudes y diferencias que existen entre ellos.
- **Material y método:** se realizó una búsqueda sobre doce sistemas de limas secuenciales (Protaper Next, Gold, Ultimate, Trunatomy, Hyflex CM, M Two, Race Evo, Race, Rotate, Endogal, Slim Shaper y Blue Shaper) tanto en la página web de las casas comerciales como en la base de datos de Pubmed. Se usaron criterios de inclusión específicos y una estrategia de búsqueda para obtener la máxima información acerca del uso y características de cada uno de ellos.
- **Resultados:** En cada casa comercial se encontraron los manuales de uso de cada sistema, donde además se enumeraban sus características propias. En Pubmed se recopilaron varios estudios comparativos entre varios de los sistemas, pudiendo aclarar de manera científica cuál se comporta mejor y cómo han ido mejorando sus características con el paso del tiempo.
- **Conclusiones:** Existen múltiples sistemas secuenciales. Para su uso es esencial conocer las características y el torque de cada uno, consiguiendo así un tratamiento óptimo y evitando errores iatrogénicos por uso inadecuado. El tipo de sección triangular parece estar relacionado con una mayor extrusión apical de desechos. Además, el tipo de sección transversal horizontal en “S” podría mostrar mayor resistencia a la fatiga cíclica que otro tipo de secciones.

## ABSTRAC:

- **Introduction:** The main objective of root canal treatment is to reduce as much as possible the amount of microorganisms and their toxins inside the root canals. This can be achieved by instrumentation and with the help of irrigants. Given the large number of rotary systems available, it is a great challenge for the dentist to know which system to use in each clinical case. For this reason, this review aims to go through the selected systems in order to guide the practitioner in working with them.
- **Objetives:** The main objective was to review the main sequential file systems in order to study the main characteristics of each one, describe the standardized sequence and compare the main similarities and differences between them.
- **Material and method:** A search of twelve sequential file systems (Protaper Next, Gold, Ultimate, Trunatomy, Hyflex CM, M Two, Race Evo, Race, Rotate, Endogal, SlimShaper, and BlueShaper) was performed on the websites of the commercial companies and in the Pubmed database. Specific inclusion criteria and a search strategy have been used to obtain the maximum information about the use and characteristics of each of them.
- **Results:** The user manuals for each system were available in each commercial company, where their characteristics were also listed. In Pubmed, several comparative studies were compiled between different systems, making it possible to clarify in a scientific manner which one performs better and how their characteristics have improved over time.
- **Conclusions:** There are multiple sequential systems. It is essential for their use to know the characteristics and torque of each one to achieve optimal treatment and avoiding iatrogenic errors due to inadequate use. The triangular cross-section type seems to be related to greater apical extrusion of debris. In addition, the horizontal "S" cross-section type could show greater resistance to cyclic fatigue than other types of sections.

## INTRODUCCIÓN

### CONCEPTO DE ENDODONCIA

Según la guía clínica de la Sociedad Americana de Endodoncia, la Endodoncia se define como la rama de la Odontología que se ocupa de la morfología, fisiología y patología de la pulpa dental humana y los tejidos perirradiculares. Su estudio y práctica abarcan las ciencias clínicas básicas, incluida la biología de la pulpa normal, la etiología, el diagnóstico, la prevención, el tratamiento de enfermedades, lesiones de la pulpa y afecciones perirradiculares asociadas [1].

### ETIOLOGÍA Y ETIOPATOGENIA DE LA INFECCIÓN ENDODÓNTICA

La pulpa dental es un tejido conectivo que se encuentra debajo de los tejidos duros dentales (dentina y esmalte). Cuando se expone como consecuencia a un proceso carioso o traumatismo dental, la pulpa corre riesgo de infección, pudiendo provocar dolor, necrosis e infección de los tejidos periapicales [2].

La infección endodóntica puede ser primaria o secundaria. La más común es la primaria, que implica la inflamación pulpar e infección del conducto radicular tras la invasión de microbios o sus subproductos, dando como resultado la inflamación de los tejidos perirradiculares [3]. Para ello, los microorganismos presentes en la cavidad bucal tienen que romper los tejidos duros dentales. Esto lo logran mediante la disolución ácida de la hidroxiapatita, a través de grietas en la corona del diente, o a través de los túbulos dentinarios expuestos en dientes traumatizados [4].

Una vez que la infección se establece en el conducto, avanza gradualmente en dirección apical, hasta que finalmente las bacterias y/o sus factores de virulencia alcanzan los tejidos perirradiculares a través de los agujeros apicales, causando inflamación y periodontitis apical [5].

La pulpa contenida en el sistema de conductos radiculares es inmunocompetente y capaz de defenderse de la infección. Sin embargo, si la infección no se elimina o al menos se detiene, se produce una necrosis del tejido pulpar a través de la liberación sostenida de enzimas proteolíticas, teniendo que realizar el tratamiento de conductos [4].

El tratamiento de conductos se basa en un análisis de toda la información de diagnóstico. La planificación del tratamiento debe incluir una determinación de la importancia del diente/s considerados para el tratamiento, el pronóstico y la urgencia del tratamiento [1].



## INDICACIONES DEL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS

- a) Pulpitis irreversible sintomática o asintomática, con o sin evidencia de enfermedad periapical.
- b) Pulpa necrótica con o sin evidencia de enfermedad perirradicular.
- c) Dientes con una pulpa que se vería comprometida durante los procedimientos dentales tales como la eliminación de caries o tallado de pilares de prótesis.
- d) Razón restaurativa cuando es necesaria la colocación de un muñón y posiblemente un poste para la retención de una restauración fija.
- e) Dientes fisurados o fracturados con afectación pulpar (con o sin síntomas clínicos) de los que razonablemente se puede esperar que mantengan una salud periodontal satisfactoria.
- f) Dientes con hipersensibilidad térmica que interfiere significativamente con la función normal, cuando los métodos alternativos no han logrado reducir la hipersensibilidad [1].

## OBJETIVOS DEL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS.

El objetivo principal del tratamiento de conductos es reducir al máximo la cantidad de microorganismos y toxinas microbianas del interior de los conductos radiculares. Esto se puede conseguir mediante la instrumentación con ayuda de irrigantes y medicamentos intraconducto, por lo que es esencial para el éxito del tratamiento [6]. Otros de los objetivos son, dar forma al sistema de conductos radiculares creando un espacio adecuado para una abundante irrigación y una obturación tridimensional, manteniendo su forma original sin producir fractura del instrumento, transporte apical, o perforación [7],[8].

## PROCEDIMIENTO Y TIPOS DE SISTEMAS.

La limpieza, modelado, desinfección y obturación de todos los conductos se realiza mediante una técnica aséptica con aislamiento absoluto [1].

La preparación quimio-mecánica del conducto se considera la fase más importante del tratamiento de conductos, ya que, además de conformar el conducto para una correcta obturación, elimina la causa de la periodontitis apical y la infección bacteriana del conducto radicular. Por medios mecánicos y químicos, las bacterias y sus productos se suprimen del conducto, eliminándose el tejido necrótico, que podría servir como sustrato para un nuevo crecimiento bacteriano [9].

Las bacterias pueden persistir, aunque el tratamiento siga los protocolos adecuados. Esto ocurre porque la complejidad de la anatomía del conducto radicular puede plantear dificultades para lograr una limpieza, desinfección y modelado adecuados, incluso para el clínico experimentado. Las complejidades anatómicas incluyen curvaturas, istmos, conductos laterales, ramificaciones apicales y recesos de conductos radiculares ovalados, en forma de C o aplanados. Los instrumentos actúan principalmente sobre el conducto principal y la adecuada limpieza y desinfección de los istmos y ramificaciones depende en su mayor parte de los efectos químicos de los irrigantes y medicamentos intraconducto [9].

También se ha demostrado que los instrumentos no llegan a todas las áreas de las paredes del conducto [9],[10]. Es por ello la importancia de utilizar una sustancia antimicrobiana como el hipoclorito de sodio (NaOCl) para complementar los efectos mecánicos de la instrumentación y mejorar la desinfección del conducto radicular, lo que ha sido demostrado por estudios clínicos y estudios in vitro [9],[11],[12].

La desviación original del conducto y la aparición de transporte apical son algunos de los errores iatrogénicos de procedimiento durante la preparación del conducto radicular. Las limas manuales de acero inoxidable son especialmente más propensas a producir estos percances, debido a la rigidez de la lima y la intensa presión lateral sobre las paredes de los conductos [7],[13]. Por este motivo, se han vuelto prescindibles con la introducción de los instrumentos más flexibles de níquel-titanio (NiTi), que gracias a sus propiedades obtienen un mejor modelado del conducto radicular y mayor resistencia a la fractura [6].

En las últimas décadas, se han ido introduciendo numerosos sistemas y técnicas para la preparación de conductos radiculares con limas rotatorias de Ni-Ti. Además, se han desarrollado con diferentes diseños y formas para facilitar la preparación del conducto y reducir el tiempo de tratamiento. Muchos de ellos se han investigado con respecto a su eficacia en la limpieza y modelado de conductos radiculares, seguridad y función. Según se informa, estos sistemas mantienen la forma del conducto principal con el menor transporte apical [7],[14]. La aleación NiTi tiene las ventajas de la superelasticidad y el efecto de memoria de forma, que puede mantener la curvatura original y crear una forma cónica del conducto, minimizando los errores iatrogénicos de los instrumentos manuales de acero inoxidable [15],[16].

No obstante, a pesar de las propiedades de las limas de NiTi, no están libres de la rotura repentina e inesperada durante su uso clínico. Las fracturas pueden ocurrir por fatiga cíclica de torsión o de flexión. Esta fatiga puede causar la formación de grietas en la superficie de concentración de tensión de tracción de la lima, lo que resulta en rotura y formación de grietas en la dentina radicular. Estas grietas pueden progresar aún más hasta convertirse en fracturas radiculares, lo que produce el fracaso del tratamiento de conductos. Se han realizado varios intentos para mejorar la resistencia a la fatiga de los instrumentos de NiTi mejorando el diseño de la sección transversal, el proceso de fabricación o el tratamiento de la superficie, así como introduciendo nuevas aleaciones. Gracias a ello, existen numerosos tipos de sistemas rotatorios en el mercado [8],[13].

Existen gran variedad de sistemas de limas NiTi accionados con motor, con dos tipos de movimiento: uno es una secuencia completa de rotación continua y otro es un movimiento alternante. La torsión y la flexión se producen con los instrumentos de NiTi en rotación continua mientras se preparan los conductos radiculares, lo que puede provocar la fractura del instrumento. Para evitar esto, se propuso el movimiento alternante. Este movimiento minimiza las tensiones en el instrumento mediante movimientos en el sentido antihorario (acción de corte) y en el sentido horario (liberación del instrumento). Pero los sistemas alternantes con ángulos pequeños e iguales en sentido horario/antihorario han disminuido la eficiencia de corte, lo que hace que la progresión hacia el conducto sea más laboriosa [8].

Las principales diferencias entre rotación continua y alternante son:

- **RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA:** algunos autores utilizaron el mismo sistema aplicando diferentes cinemáticas para evaluar únicamente el efecto del movimiento. Todos ellos concluyeron que el movimiento alternativo tiene una mayor resistencia estadísticamente significativa a la fatiga cíclica [15],[17].
- **TRANSPORTE DEL CONDUCTO:** según Dablanca-Blanco y cols. [17], la revisión sistemática de Ahn y cols. [18] concluye que los instrumentos de rotación continua pueden exhibir una mejor capacidad de centrado debido al uso de una secuencia gradual de limas, mientras que los instrumentos alternantes solo usan un solo instrumento para preparar todo el conducto [19].
- **EXTRUSIÓN APICAL DE DETRITOS [17]:** Hay estudios que concluyen que la rotación continua extruye más [20] debido al mayor número de instrumentos

utilizados. Sin embargo, algunos concluyen que la rotación recíproca produce más extrusión [21] porque la rotación continua mejora la expulsión coronal de detritus, mientras que otros no muestran diferencias entre los dos [22]. Por lo tanto, se necesita más investigación al respecto [18].

- DEFECTOS O GRIETAS DENTINARIAS: También hay desacuerdo en este punto. Hay estudios que encuentran menos defectos usando el movimiento alternativo. Algunos estudios encuentran lo contrario y otros no obtienen diferencias significativas entre ambos movimientos [17].

#### SECUENCIA EN LA INSTRUMENTACIÓN BIOMECÁNICA:

El tratamiento de conductos debe realizarse dentro de los límites del conducto radicular, evitando la sobre extensión de instrumentos y materiales de obturación en los tejidos perirradiculares. La curación más favorable se consigue cuando se cumplen estos principios, y se ha encontrado que la extrusión del material de relleno está asociada con una reacción inflamatoria severa [23].

Una de las claves en el tratamiento de conductos es determinar la longitud de trabajo (LT), es decir, determinar cuánto se debe avanzar el instrumento de trabajo dentro del conducto radicular junto con el punto de terminación para la preparación y obturación [24].

Anatómicamente, la constricción apical (CA) es una ubicación lógica para la LT ya que a menudo coincide con el diámetro más estrecho del conducto radicular. Se ubica a 0,50-0,75 mm coronal al foramen apical y se acepta como el punto hasta que debe extenderse tanto la instrumentación como la obturación del conducto [23],[24]. La preservación de la constricción apical ayuda al mantenimiento de los instrumentos del tratamiento de conductos, los productos químicos y los materiales de obturación dentro del conducto radicular [23].

En primer lugar, se debe realizar una exploración inicial del conducto radicular usando limas K manuales de tamaño ISO 06, 08 o 10 para tener una información táctil y conocer si hay permeabilidad. Es necesario obtener una vía de deslizamiento desde el orificio de entrada del conducto hasta la constricción apical [25]. Tras esto se tiene que determinar de forma exacta la LT para una correcta instrumentación y obturación del conducto. Hay estudios que han demostrado que uno de los pasos que afectan a LT es el “preflaring coronal” [26],[27],[28], otros, que el preflaring coronal no aseguraba lecturas mejores o más precisas [28]. Según una revisión sistemática de León. M y cols.[25], hay un aumento

significativo en la precisión de la determinación de la LT con localizador electrónico de ápices (LEA) tras el preflaring coronal, duplicando el porcentaje de mediciones exactas. Es por ello por lo que se recomienda realizar este paso previo [25]. Además, este ensanchamiento coronal, reduce el contacto entre la lima y las paredes de la dentina, minimizando la tensión de torsión sobre la lima, facilitando el acceso a los tercios medio y apical del conducto [26] y que el irrigante penetre mejor hacia el tercio apical [29]. Es importante tener en cuenta que el agrandamiento coronal debe realizarse con precaución, a expensas de la pared externa de la cavidad, lejos de la furca, siguiendo la anticurvatura [26]. Una vez realizado el preflaring, se realizará la medición de la LT con el LEA y aprovecharemos para realizar Patency Apical o permeabilidad apical. La AAE, la considera como una forma de mantener la porción apical del conducto libre de desechos, utilizando una pequeña lima K a través del foramen apical. La lima manual de calibre 10 se coloca 1 mm más larga que la longitud de trabajo y se recapitula tras la instrumentación para evitar la acumulación de residuos en la parte apical y facilitar el avance de la solución de irrigación [30].

Para garantizar que las limas rotatorias se utilicen de forma segura es necesario realizar un paso adicional, llamado preflaring apical. El preensanchamiento apical se ha definido como una ampliación previa del conducto radicular hasta su extremo utilizando limas manuales hasta un tamaño al menos igual a la primera lima rotatoria que se utilizará [31]. Al limpiar y dar forma a los conductos radiculares, se recomienda crear una vía de deslizamiento antes de utilizar instrumentos rotatorios de NiTi más grandes [32]. Ese Glide Path fue definido por West como “un túnel radicular suave desde el orificio del conducto hasta el término fisiológico del conducto radicular (constricción apical)”. Para realizarlo, se han propuesto diferentes sistemas de limas rotatorias, aunque también se puede realizar con limas manuales de acero [26],[33].

El establecimiento de la ruta de deslizamiento con limas manuales es difícil, lleva mucho tiempo y puede dar lugar a una preparación menos centrada, con transporte del conducto, mayor cantidad de extrusión de restos apicales, y mayor incidencia de lesiones postoperatorias. La realización de Glide Path con limas rotatorias de NiTi puede ser más predecible, especialmente en conductos curvos. Puede dar lugar a una menor desviación de la anatomía original del conducto radicular en comparación con las limas manuales [32].

Una vez conseguidos todos estos pasos previos, llevaremos a cabo la instrumentación del conducto radicular siguiendo la secuencia del sistema rotatorio elegido.

Tras la conformación químico-mecánica del sistema de conductos radiculares, el objetivo final es sellar de forma tridimensional el espacio endodóntico con gutapercha termoplástica. La obturación tridimensional del sistema de conductos para mantener los resultados obtenidos con la solución de irrigación es esencial para la reducción de la actividad bacteriana. Pero para obtener un buen sellado apical, es necesario detectar el diámetro apical del conducto instrumentado, para elegir la técnica de obturación más adecuada y optimizar las fuerzas de condensación [34].

El calibre apical es un paso esencial para obtener resultados seguros y reproducibles. Además, el conocimiento del diámetro apical correcto evitaría la sobre extensión de la obturación de los conductos radiculares, lo que podría causar complicaciones [34]. Se ha encontrado que la extrusión del material de relleno está asociada con una reacción inflamatoria severa [23].

La determinación del diámetro apical nos permite elegir el cono de gutapercha que pueda llenar de forma precisa el foramen apical. Para obtener una obturación tridimensional del conducto, también es necesario elegir la conicidad correcta del cono de gutapercha, para que podamos aprovechar al máximo las fuerzas de condensación y la técnica de obturación, que podría sellar herméticamente el sistema de conductos [34].

Los instrumentos que se suelen utilizar para el calibrado apical son las limas K de Ni-Ti. Para llevarlo a cabo hay dos técnicas descritas: [34]

- **Técnica de picoteo:** consiste en introducir la lima K a la LT y evaluar su retroceso con una ligera presión digital con el mango de la lima. Se realiza con el LEA y debemos sentir que existe un “stop apical” a la LT.
- **Técnica en el sentido de las agujas del reloj:** se introduce la lima K hasta la LT y se gira un cuarto de vuelta en sentido horario. Si la lima regresa a su posición original el diámetro apical medido es el correcto. Se realiza con el LEA.

Lo ideal y correcto es empezar a calibrar tras instrumentar con una lima rotatoria de calibre 20, dado que la media anatómica de los diámetros apicales tanto en dientes adultos como jóvenes está en torno a ello. En caso de que al calibrar se estime necesario un calibre

superior, se procederá a continuar la instrumentación con las limas siguientes hasta conseguir el calibre apical que requiera el conducto tratado [35],[36].

Por todo lo expuesto anteriormente y dada la gran cantidad de sistemas rotatorios que existen, supone un gran reto para el odontólogo saber qué sistema emplear en cada caso clínico. Es por ello por lo que en esta revisión se pretende revisar algunos de los sistemas más conocidos para orientar al profesional a la hora de poder trabajar con ellos.

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS:**

Actualmente, hay cada vez más sistemas de limas lanzados por nuevas casas comerciales, incluso algunas casas comerciales que ya tienen varios sistemas continúan sacando otros con nuevas propiedades y mejoras. Si hacemos una búsqueda general, se puede observar la cantidad de sistemas rotatorios que existen, por lo que el objetivo fue recopilar información sobre los principales sistemas secuenciales más usados en el tratamiento de conductos, para de esta manera crear una ficha técnica que pueda facilitar el manejo de cada uno de ellos en la práctica diaria en la clínica.

El objetivo principal de este trabajo fin de Máster fue realizar una revisión de los principales sistemas de limas secuenciales con rotación continua según los siguientes objetivos secundarios:

- 1- Estudiar las características principales de cada uno de ellos.
- 2- Describir la secuencia estandarizada de cada sistema seleccionado.
- 3- Comparar las principales similitudes y diferencias que existen entre ellos.

### **MATERIAL Y MÉTODO**

Se llevó a cabo una búsqueda sobre doce sistemas de limas con rotación horaria continua seleccionados para esta revisión. Para ello, se buscó información en la página web de cada casa comercial que pudiera proporcionar tanto sus características como el manual de uso y secuencia de cada uno de ellos (Tabla.1).

Además, se usaron varias estrategias de búsqueda en Pubmed para obtener información sobre estudios comparativos entre algunos de los sistemas seleccionados que pudieran aclarar de manera científica cuál de ellos se comporta mejor y cómo han ido mejorando sus características con el paso del tiempo (Tabla.1). De esta manera, se podrá determinar más fácilmente cuál usar según la anatomía del diente que tengamos que tratar y de las

dificultades que se nos presente en el tratamiento de conductos. Para ello, se llevaron a cabo los siguientes criterios de inclusión:

- Artículos que hablen de los distintos sistemas seleccionados por separado o comparándolos entre sí.
- Artículos en inglés o español.
- Todos los artículos publicados, sin filtrar por año.
- Todo tipo de artículos, bien sistemas utilizados en humanos, animales o estudios in vitro.

*Tabla.1. Tipos de sistemas y bases de datos utilizadas.*

SISTEMA	BASE DE DATOS UTILIZADA	ESTRATEGIA DE BUSQUEDA
Protaper Next	Casa comercial Dentsply Sirona y Pubmed	“Protaper Next”
Protaper Gold	Casa comercial Dentsply Sirona y Pubmed	“Protaper Gold”
Protaper Ultimate	Casa comercial Dentsply Sirona y Pubmed	“ProtaperUltimate”
Trunatomy	Casa comercial Dentsply Sirona y Pubmed	“Trunatomy”
Hyflex CM	Casa comercial Coltene y Pubmed	“Hyflex CM”
M-Two	Casa comercial VDW y Pubmed	“M-Two”
Race Evo	Casa comercial FKG y Pubmed	“Race Evo”
Race	Casa comercial FKG y Pubmed	“Race”
Rotate	Casa comercial VDW y Pubmed	“Rotate”
Endogal	Casa comercial Endogal y Pubmed	“Endogal”
Slimshaper	Casa comercial Zarc y Pubmed	“Slimshaper”
Blueshaper	Casa comercial Zarc y Pubmed	“Blueshaper”

## RESULTADOS

A continuación, se exponen los resultados obtenidos de los doce sistemas seleccionados en base a los objetivos propuestos (Tabla.2).

*Tabla.2. Principales resultados obtenidos de los sistemas seleccionados.*

SISTEMA	CASA COMERCIAL	ALEACIÓN	SECCIÓN	TIPO DE SISTEMA	TÉCNICA
Protaper Next	Dentsply Sirona	Ni-Ti M-Wire	Triangular Descentrada	Secuencial. Rotación continua.	Técnica Simultánea



Protaper Gold	Dentsply Sirona	Ni-Ti Gold	Triangular Convexa	Secuencial. Rotación Continua.	Técnica coronopical
Protaper Ultimate	Dentsply Sirona	Ni-Ti M-Wire	Transversal de paralelogramo con ángulos agudos variables	Secuencial. Rotación Continua.	Técnica coronopical
Trunatomy	Dentsply Sirona	Ni-Ti Wire	Transversal cuadrado descentrada	Secuencial. Rotación continua.	Técnica simultánea.
HyFlex CM	Coltene	Ni-Ti CM Wire	Sección triangular	Secuencial Rotación continua	Técnica simultánea.
M-Two	VDW	Ni-Ti	En forma de "S" y dos eficientes hojas de corte	Secuencial. Rotación Continua	Técnica simultánea
Race- Evo	FKG	Ni-Ti con tratamiento térmico blue	Diseño triangular de bordes afilados	Secuencial. Rotación continua.	Técnica simultánea.
Race	FKG	Ni- Ti	Sección triangular con aristas vivas de corte alternadas.	Secuencial. Rotación continua.	Técnica simultánea
Rotate	VDW	Ni-Ti Blue	Transversal en "S"	Secuencial Rotación continua	Técnica simultánea
Endogal	Endogal	Ni-Ti con tratamiento térmico	Paralelogramo	Secuencial. Indicado para Rotación Continua/ recíprocante	Técnica Simultánea
Slim Shaper	Zarc	Ni-Ti Gold, Pink, Blue	Transversal de forma triangular convexa	Secuencial. Rotación Continua	Técnica coronopical
Blue Shaper	Zarc	Ni-Ti Pink, Blue	Transversal de forma triangular convexa	Secuencial Rotación Continua	Técnica coronopical

## PROTAPER NEXT

**Composición del Sistema:**[37],[38],[39],[40].

- Lima XA: Preflaring. Recomendado para ensanchar previamente el orificio eliminando triángulos de dentina.

- Lima X1 Shaping (amarilla)
- Lima X2 Shaping (roja)
- Lima X3 opcional (azul)
- Lima X4 opcional (negra)
- Lima X5 opcional (amarilla)



Fig.1 Composición del sistema, tamaño y conicidad [40]

### Características:

- **Aleación: níquel-titanio (M-Wire®)** (excepto el instrumento XA, que es de NiTi estándar). El material M-WIRE® NiTi otorga a la lima mayor flexibilidad mientras se mantiene la eficacia de corte. Esto se consigue a través de un avanzado proceso de tratamiento térmico, patentado por Dentsply. M-WIRE® NiTi posee además una mayor resistencia a la fatiga cíclica, causa principal de la fractura de las limas.
- **Sección rectangular descentrada**, que le otorga un movimiento ondulante. La rotación de una sección descentrada crea un espacio aumentado para alojar el tejido de deshecho. Se mejora el seguimiento del conducto gracias a este efecto “serpenteante”.
- Revoluciones y torques necesarios: entre 300 rpm/ 2- 5.2 Ncm. (Fig.3).

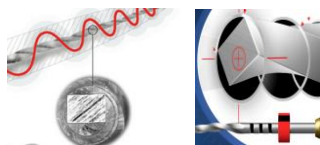


Fig.2 Tipo de sección [38]

Tamaño de la lima	Par [Ncm]	Velocidad [rpm]
ProTaper Next® X1	2-3	300
ProTaper Next® X2		
ProTaper Next® X3		
ProTaper Next® X4		
ProTaper Next® X5		
ProTaper Next® XA	3-4	

Fig.3 Torque y revoluciones [39]

### Secuencia:



Fig.4. Secuencia de instrumentación [38]

### PROTAPER GOLD:

Las limas PROTAPER GOLD tienen la misma geometría que PROTAPER® UNIVERSAL, pero ofrecen una mayor flexibilidad. Esto es especialmente importante en las limas de finalización, cuando se instrumentan conductos curvados en la zona apical [41],[42],[43],[44].

### Composición del Sistema:

- Lima SX Preflaring
- Lima de conformación S1 (morada)
- Lima de conformación S2 (blanca)
- Lima de finalización F1 (amarillo)
- Lima de finalización F2 (rojo)
- Lima de finalización F3 (azul)
- Lima de finalización F4 (negra)
- Lima de finalización F5 (amarilla)
- Las limas de conformación pre- ensanchan los conductos y todas ellas están diseñadas para usarse con la técnica de cepillado.



Fig.5 Conformación del sistema, tamaño y conicidad [42]

### Características:

- El diseño de punta no cortante permite que cada instrumento siga de forma segura la porción de conducto ya instrumentada y la pequeña área plana de la punta mejora la capacidad de encontrar su camino a través del tejido blando y los detritus.
- La **sección triangular convexa** y la conicidad variable mejoran el corte a la vez que disminuyen la fricción rotacional entre la hoja de la lima y la dentina.
- Las limas presentan un mango más corto que PROTAPER universal, por lo que mejora la accesibilidad a sectores posteriores.
- Revoluciones y torque necesarios: entre 250-300 rpm (Fig.7)

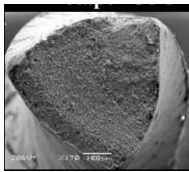


Fig.6 Tipo de sección [45]

Tamaño de la lima	Par [Ncm]	Velocidad [rpm]
ProTaper Gold® S1	5-6	300
ProTaper Gold® SX		
ProTaper Gold® S2	1.5-2	
ProTaper Gold® F1		
ProTaper Gold® F2	3-4	
ProTaper Gold® F3		
ProTaper Gold® F4		
ProTaper Gold® F5		

Fig.7 Torque y revoluciones [43]

### Secuencia:



Fig.8 Secuencia de instrumentación [44]

### PROTAPER ULTIMATE

#### Composición del Sistema: [46],[47],[48],[49],[50],[51]

- Lima de Preflaring Sx
- Lima Slider: lima para glide path (morada)
- Lima Shaper S1 (blanca)
- Lima finisher F1 (amarilla)
- Lima finisher F2 (roja)
- Lima finisher F3 (azul)
- Lima auxiliar FX (verde)
- Lima auxiliar FXL (amarilla)

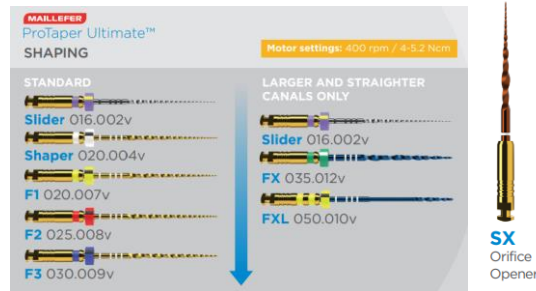


Fig.9 Conformación del sistema, tamaño y conicidad [51]

**Características:**

- Es la **4º generación de ProTaper**, se basa en tres pilares: conformación, irrigación 3D y obturación del sistema de conductos radiculares.
- La secuencia estándar de la conformación incluye tres tipos de limas; Slider, Shaper-Finishers. Cada lima tiene unas características específicas:
  - La lima Slider está hecha de NiTi con tratamiento térmico previo (M-wire).
  - La lima Shaper y Finishers F1-F3 recibieron el llamado "tratamiento térmico Gold" y los Finishers auxiliares FX y FXL recibieron el llamado "tratamiento térmico Blue".
  - El tratamiento térmico está diseñado para mejorar significativamente la flexibilidad, aumentar la resistencia a la fatiga cíclica y optimizar el rendimiento.
- Revoluciones y torque necesarios: todas las limas a 400 rpm/ 4-5,2 Ncm.

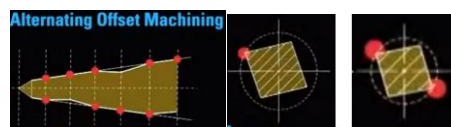


Fig.10 Sección transversal de paralelogramo con ángulos agudos variables [47]

**Secuencia:**

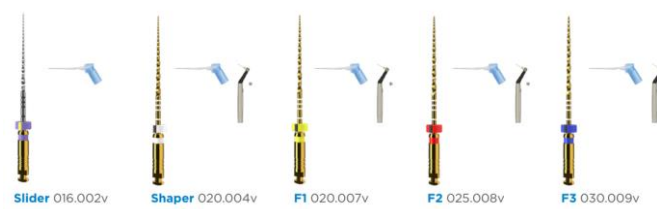


Fig.11 Secuencia de instrumentación [48]

## TRUNATOMY:

### Composición del Sistema: [52][53][54][55][56]

- Lima orifice modifier (preflaring)
  - Longitud 16mm. Longitud de la parte activa 7mm.
  - #20/08. Conicidad constante.
- Lima Glider (Glide path)
  - Longitud de la parte activa 16mm
  - #17/02. Conicidad constante.
- Limas Shaper:
  - ❖ Conicidad variable Regresiva de la lima Small a la Medium.
  - ❖ Parte activa 16mm
  - ❖ 3 longitudes disponibles: 21, 25, 31mm
  - ❖ Sección transversal: Paralelogramo descentrado
  - Small (amarilla)
    - #20/04
  - Prime (roja)
    - #26/04
    - Se usa en la mayoría de los casos.
  - Medium (verde)
    - #36/03

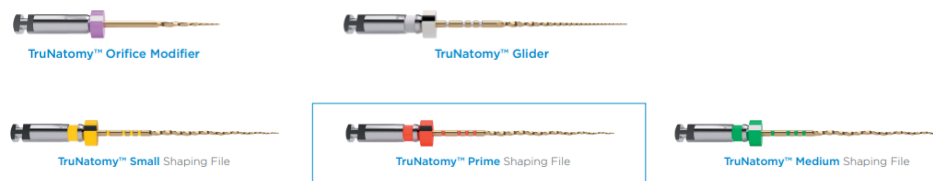


Fig.12 Composición del Sistema [56]

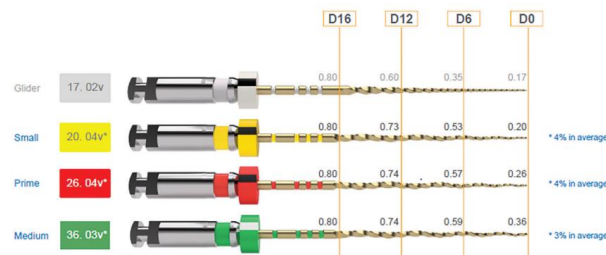


Fig. 13. Tamaño y conicidad de cada lima [57]

### Características:

- Alambre más delgado: diámetro máximo de 0.8mm.
- Sección transversal descentrada.
- El instrumento está hecho de alambre Ni-ti Wire tratado térmicamente que proporciona una mayor flexibilidad, permitiendo que la lima se precurve cuando sea necesario.
- Mango más corto, 9.5 mm en lugar de 11 mm, para mejor acceso a sectores posteriores.
- Velocidad: 500 rpm. Torque: 1,5 Ncm para todas las limas.

### Secuencia:



Fig.14 Secuencia de instrumentación [55]

### HYFLEX CM:

**Composición del Sistema:** [58],[59],[60],[61],[62]

- Lima Hyflex CM preflaring 25/08
- Lima Hyflex CM 20/04
- Lima Hyflex CM 25/04
- Lima Hyflex CM 20/06
- Lima Hyflex CM 30/04
- Lima Hyflex CM 40/04



Fig 15. Composición del sistema [58]

### Características:

- Las limas HyFlex se fabrican usando un proceso exclusivo en el que la fase cristalográfica transita de austenita a martensita a temperatura ambiente, a diferencia de las limas de NiTi convencionales, lo que confiere flexibilidad y resistencia a la rotura.
- Gracias a la memoria controlada, las limas siempre siguen la anatomía del conducto, reduciendo significativamente el riesgo de que se produzcan escalones, desplazamientos o perforaciones.
- Las limas de NiTi HyFlex tienen memoria de forma integrada. Evitan el esfuerzo durante la preparación cambiando su forma en espiral. Recuperan su forma tras el tratamiento con calor. Un proceso de autoclavado normal basta para que las limas recuperen su forma original y regeneren las estructuras de cristal y la resistencia a la fatiga.
- Si la lima no recupera su forma tras el tratamiento con calor, se deforma plásticamente, aumentando así el riesgo de rotura. Estas limas no deben utilizarse.
- Revoluciones y torques aconsejados: 500 rpm/ 2,5 Ncm (25 mNm).

#### Secuencia:

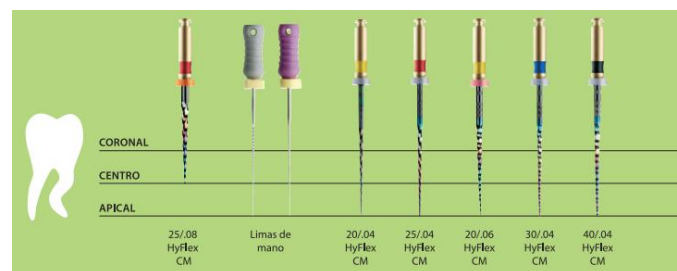


Fig.16 Secuencia de instrumentación, tamaño y conicidades [62]

#### M-TWO:

##### Composición secuencia básica: [63],[64],[65]

- 1º lima: 10/04 se hace avanzar gradualmente con un movimiento de cepillado de la lima hasta alcanzar la longitud completa, sin presión.
- 2º lima: 15/05
- 3º lima: 20/06
- 4º lima: 25/06

Cada uno de ellos conforma la permeabilidad para el siguiente.

#### Características:



- Las limas presentan en el mango un número de anillos que indican la conicidad del instrumento (Fig.18) y una serie de marcas de profundidad en color negro que ayudan a controlar la longitud de trabajo durante el tratamiento.
- Los instrumentos Mtwo® están disponibles en varias longitudes de trabajo. Para los instrumentos de la secuencia básica Mtwo® se puede elegir entre instrumentos con una parte activa de 16 mm o 21 mm. Las limas con una parte activa de 21 mm no llevan marcas de profundidad.
- **Ventajas:**
  - Los diámetros mayores del instrumento permiten eliminar los obstáculos en la sección coronal del conducto radicular antes que con instrumentos manuales ISO convencionales.
  - Tratamiento rápido y eficiente del conducto radicular con pocos instrumentos.
  - Forma con mayor conicidad para un lavado efectivo.
- **Sección en forma de “S” y dos eficientes hojas de corte.** Mtwo®, por su bajo contacto radial con la pared, ofrece un espacio amplio y profundo para la retirada continua de los detritos hacia el tercio coronal.
- Punta del instrumento no cortante.
- Revoluciones y torques necesarios plasmados en la fig.20.

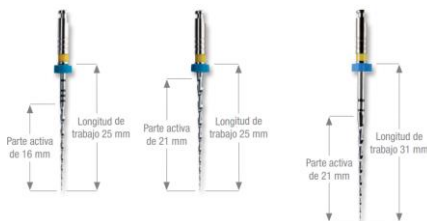


Fig.17 Longitudes de las limas [63]



Fig.18 Conicidad según nº de anillos [63]

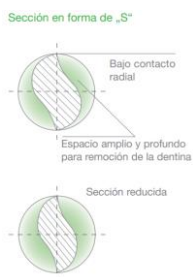


Fig.19 tipo de sección [63]

Mtwo® TORQUE VALUES					
Mtwo®	gcm	Ncm	Mtwo®	gcm	Ncm
10/04	120	1.2	25/07	200	2.0
15/05	130	1.3	30/06	120	1.2
20/06	210	2.1	35/06	100	1.0
25/06	230	2.3	40/06	170	1.7
30/05	120	1.2			
35/04	120	1.2			
40/04	160	1.6			
45/04	160	1.6	R15/05	30	0.3
50/04	200	2.0	R25/05	120	1.2
60/04	300	3.0			
All sizes: 280 rpm					
Files can be operated between 250-350 rpm. The VDW torque values are recommended for safety and efficiency.					
100 gcm are equivalent to 0.981 Ncm.					

Fig.20 Torques y revoluciones [64]

**Secuencia:**

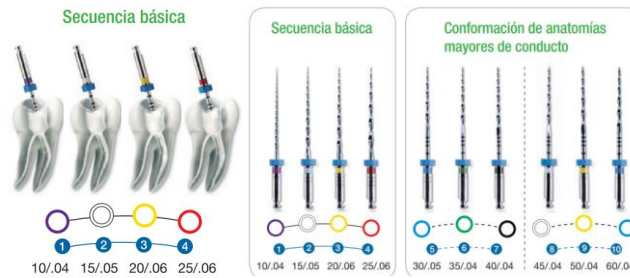


Fig.21 Secuencia de instrumentación [63]

Después de aplicar la secuencia básica, hay otros instrumentos para ensanchar el conducto apical. El sistema Mtwo® se puede emplear cuando convenga hasta un calibre 60.

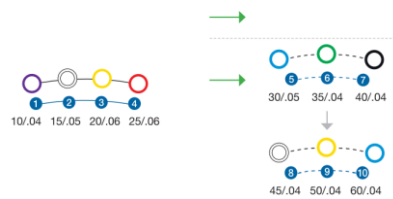


Fig.22 Secuencia de instrumentación [63]

#### RACE EVO:

**Composición: 2 secuencias;** [66]

Tabla.3 Composición del Sistema.

• Race evo 4%	• Race evo 6%
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lima RE1: 15/04</li> <li>○ Lima RE2: 25/04</li> <li>○ Lima RE3: 30/04</li> <li>○ Lima RE4: 40/04</li> <li>○ Lima RE5: 50/04</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lima RE1: 15/04</li> <li>○ Lima RE2: 25/04</li> <li>○ Lima RE3: 25/06</li> <li>○ Lima RE4: 30/06</li> <li>○ Lima RE5: 35/06</li> </ul>

#### Características:

- El diseño de RACE® EVO conserva las mismas características que los instrumentos RaCe pero ofrece una mayor flexibilidad.
- **Aleación: ni-ti** con tratamiento térmico **blue**.
- Su punta redondeada facilita su avance en el conducto.
- Sistema secuencial con rotación horaria continua.
- Revoluciones y Torque necesarios: 1000 rpm/ 1,5 Ncm

#### Secuencia:

### RACE EVO 4%:

### RACE EVO 6%:

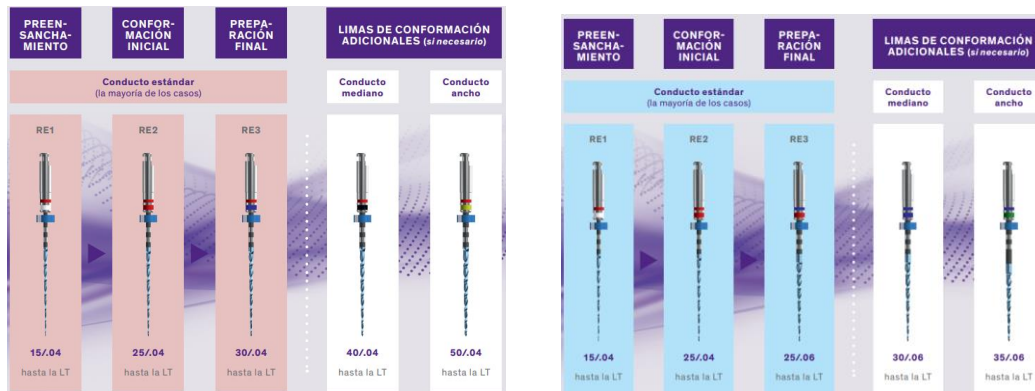


Fig.23, 24 Secuencia de instrumentación 4% y 6% [66]

### RACE:

### Composición del Sistema: [67]

	∅ ISO (wide ring)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80
Taper (narrow ring)	.02	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
Race 21/25/31 mm	.04	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
	.06	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
Race + BT-Tip 21/25/31 mm	.04							•	•					

Fig.25 Composición del sistema [67]

### Características:

- Presenta una gama muy amplia de tamaños y conicidades para todo tipo de anatomías.
- Se puede utilizar en secuencias según la necesidad del profesional y también se encuentran disponibles en secuencias específicas (BT Race, iRace, BioRace).
- Todos los instrumentos de la familia Race incluyen un diseño exclusivo que evita posibles atornillamientos (alternando los filos cortantes), un pulidor electroquímico que mejora la resistencia a la fatiga y a la corrosión, una gran flexibilidad que permite seguir las curvaturas del conducto y una punta de seguridad redondeada que garantiza el centrado perfecto del instrumento dentro del conducto.
- Sección triangular con aristas vivas de corte alternadas.

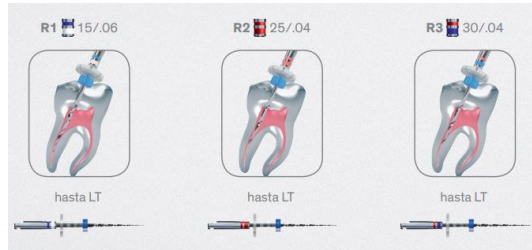


Fig.26 Tipo de Sección [68]

### Secuencias:

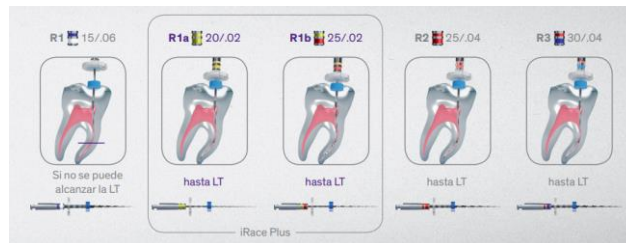
- **iRace:** tres instrumentos para una conformación rápida y eficaz [68],[69].
  - Velocidad: 600 rpm; Torque: 1.5 Ncm

Para la mayoría de los casos (rectos, ligeramente curvos y/o anchos):



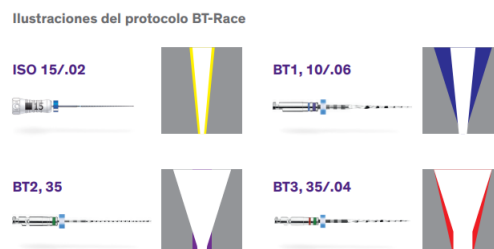
*Fig.27 Secuencia de instrumentación iRace en la mayoría de casos [68]*

Para casos difíciles (muy curvos, estrechos y/o calcificados):



*Fig.28 Secuencia de instrumentación iRace en casos difíciles [68]*

- **BT-Race:** tres instrumentos, estériles y de un solo uso para una conformación biológica y conservadora [70],[71].
  - 3 instrumentos: BT1 10/.06, BT2 35/.00 y BT3 35/.04
  - Longitud: 21, 25, 31 mm
  - Velocidad óptima: 800 rpm (600 rpm mínimo); Torque: 1,5 Ncm
  - Se envía en un blíster estéril. Un solo uso.
  - Como un complemento a la secuencia básica se ofrecen dos instrumentos para conseguir acabados con diámetros ISO 40 y 50. Se trata de BT Race XL (BT40 40/04 y BT50 50/04), usados con el mismo torque anterior.



*Fig.29 Composición del sistema BT-Race [71]*

- **Bio Race:** secuencia altamente fiable de seis instrumentos [72],[73].

- 6 instrumentos: BR0 25/.08, BR1 15/.05, BR2 25/.04, BR3 25/.06, BR4 35/.04 y BR5 40/.04
- Longitud: 21, 25, 31 mm
- Velocidad recomendada: 600 rpm; Torque: 1,5 Ncm

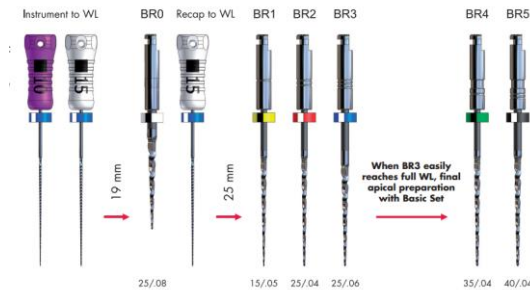


Fig.30 Secuencia de instrumentación del sistema BioRace [73]

## ROTATE:

### Características: [74]

- **Casa comercial:** VDW
- Nuevo **tratamiento térmico** para aumentar la flexibilidad sin comprometer la eficiencia de corte: fortalece la resistencia a la fatiga cíclica de la lima y reduce el riesgo de rotura de la lima
- **Aleación:** Ni-Ti Blue
- Mango de 11mm con anillos que indican la conicidad:
  - 1 anillo: conicidad 0,4
  - 2 anillos: conicidad 0,5
  - 3 anillos: conicidad 0,6
- Longitudes: 21mm, 25mm, 31mm.
- No deben utilizarse en aquellos casos que presenten curvaturas apicales bruscas debido al elevado riesgo de rotura.
- Revoluciones y torque necesarios plasmados en la Fig.31.

Tamaño de la lima	Par (cNm)	Velocidad (rpm)	
VDW ROTATE™ 15.04	1,3	300 - 400	
VDW ROTATE™ 20.05	2,1		
VDW ROTATE™ 25.04	2,3		
VDW ROTATE™ 25.06	2,3		
VDW ROTATE™ 30.04	2,0		
VDW ROTATE™ 35.04	2,3		
VDW ROTATE™ 40.04	2,3		
VDW ROTATE™ 50.04	2,3		
VDW ROTATE™ 60.04	2,3		
VDW ROTATE™ 30.06	2,0		
VDW ROTATE™ 35.06	2,3		
VDW ROTATE™ 40.06	2,3		
VDW ROTATE™ Retratamiento 25.05	3,5		400

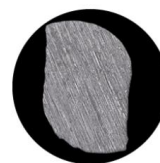
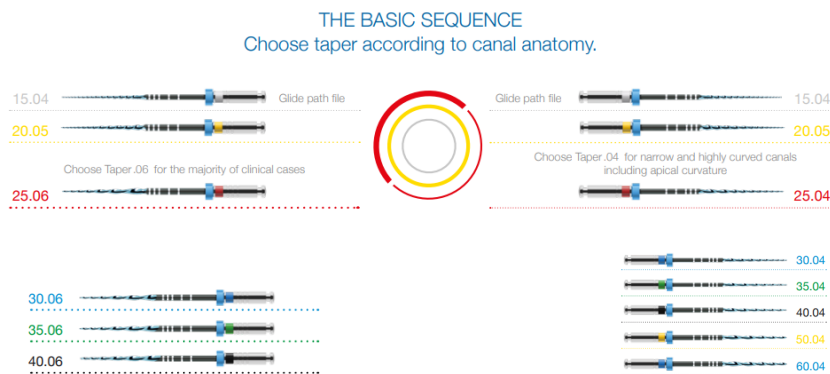


Fig.31 Torque y revoluciones [74]

Fig.32 Tipo de sección de la lima [74]

**Secuencia:**



*Fig.33 Secuencia de instrumentación Rotate [74]*

**ENDO GAL ENDODONTIC SYSTEM:**

**Composición del Sistema:** [75],[76]

Tabla.4 Composición del sistema [75]

	<b>A</b> <b>15.03</b> <b>Glide Path</b>	<b>X</b> <b>25.09</b>	<b>B</b> <b>20.04</b>	<b>C</b> <b>25.04</b>	<b>D</b> <b>25.06</b>	<b>E</b> <b>30.06</b>	<b>F</b> <b>40.06</b>	<b>G</b> <b>50.06</b>
<b>Diámetro en punta</b>	0,15	0,25	0,20	0,25	0,25	0,30	0,40	0,50
<b>Longitud (mm)</b>	21/25/31	19	21/25/31	21/25/31	21/25/31	21/25/31	21/25/31	21/25/31
<b>Conicidad</b>	3%	9%	4%	4%	6%	6%	6%	6%



*Fig.34 Composición del sistema [78]*

**Características:**

- **Aleación:** ni-ti con tratamiento térmico.
- Sistema indicado tanto para rotación continua como recíprocante.
- Revoluciones y torque recomendados:
  - Movimiento continuo: 250 rpm/torque 3
  - Recíprocante: 210°/90° 300 rpm, torque 1,5
- **Sección de paralelogramo.**

- Si el mango presenta 1 anillo indica conicidad 4%, si tiene dos anillos indica conicidad 6%.



Fig.35 Tipo de sección [77]

**Secuencia:**



Fig.36, 37, 38 Secuencia de instrumentación [77],[78]

**SLIMSHAPER:**

**Composición del sistema: [79]**

- Lima Z Glider (Glide path): aleación Pink
- Lima ZS1: aleación gold
- Lima ZS2: Aleación Pink
- Lima ZS3: aleación blue

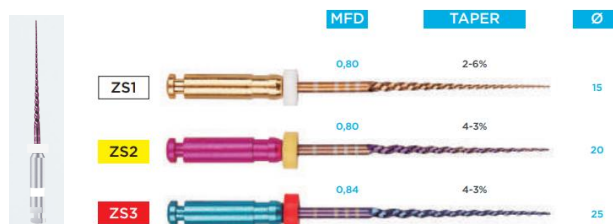


Fig.39 Composición del sistema [79]

**Características:**

- Es el primer sistema en el mundo que presenta **3 aleaciones:** gold, pink y blue.
- Gracias a su conicidad del 4%, las limas permiten una preparación muy rápida del conducto manteniendo su anatomía o muy próxima a la original.
- Las limas son extremadamente flexibles, han sido especialmente diseñadas para conductos complejos, esclerosados o con curvaturas abruptas.
- Limas de conicidad variable.
- Estas limas están marcadas como de un solo uso, por lo que no deben ser reutilizadas. Su reprocesamiento puede causar defectos de deformación (doblado, estirado), fracturas, corrosión, pérdida de identificación por color o marca.
- Las limas rotativas SlimShaper® pueden utilizarse a velocidades de motor entre 300 rpm y 500 rpm (Fig.40).

SlimShaper®		
Tamaño lima	Velocidades (rpm)	Torque (Ncm)
SlimShaper® ZS1, ZS2 y ZS3	500	3

*Fig.40 Revoluciones y Torque necesarios [79]*

Los ajustes de velocidad y torque indicados en la tabla anterior son indicativos y pueden modificarse según las preferencias del usuario y las posibilidades del equipamiento.

### **Secuencia:**

La técnica corono-apical es la técnica de preferencia para los instrumentos rotatorios:



*Fig.41 Secuencia de instrumentación. [79]*

### **BLUESHAPER**

**Composición del sistema:** [80]

- Lima ZX: Preflaring
- Lima Z Glider: Glide path
- Lima Z1



- Aleación Pink: le confiere resistencia a la torsión suficiente para avanzar en cualquier conducto, incluso en conductos estrechos o calcificados.
- 500 rpm/ 4 Ncm
- Lima Z2
  - Aleación blue: aumenta la resistencia a la fatiga cíclica para respetar la anatomía original en conductos con gran curvatura.
  - 500 rpm/ 4 Ncm
- Lima Z3
  - Aleación blue
  - Recomendación 350 rpm/ 4 Ncm [81]
- Lima Z4:
  - Aleación blue
  - Recomendación 350 rpm/ 4 Ncm [81]
- Limas Z5, Z6, Z7 (#30, #40, #50 respectivamente)
  - Aleación blue
  - Para conductos más anchos.

	MFD	TAPER	Ø
Z1	0,90	2-10%	0,14
Z2	0,90	2-10%	0,17
Z3	0,88	5-6%	0,19
Z4	0,91	5-6%	0,25

*Fig.42 Composición del sistema, conicidad y diámetro en D0 [80]*

### Características:

- Las limas BlueShaper® de **6º generación** están fabricadas de níquel titanio mediante un proceso que genera una apariencia azul (blue) o rosada (pink).
- El sistema BlueShaper® incluye una flexibilidad extra para facilitar el acceso a todo tipo de conductos y respetar al máximo la anatomía original del conducto, incluso en molares superiores con apertura limitada.
- Sistema con gran versatilidad. Su poder de torsión se adapta a todo tipo de conductos, respetando su dentina pericervical y su forma original.
- Sección transversal de forma triangular convexa.
- Limas con conicidad variable.
- Mango de las limas 11mm.

- Las limas BlueShaper® pueden utilizarse a velocidades de motor entre 300 rpm y 500 rpm. Recomendado: 500 rpm/ 4 Ncm (Fig.43).

BlueShaper®		
Tamaño lima	Velocidades (rpm)	Torque (Ncm)
BlueShaper® ZX-Z7	500	4

Fig.43 Revoluciones y torque necesarios [80]

Secuencia:



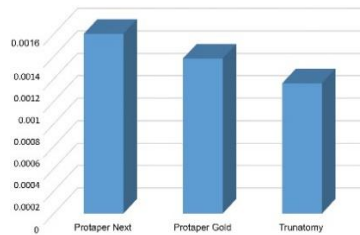
Fig. 44 y 45 Secuencia de instrumentación [80],[82]

## DISCUSIÓN

Esta revisión narrativa tiene la finalidad de realizar una recopilación de algunos de los distintos sistemas rotatorios secuenciales. Con ese fin, haciendo una búsqueda de la comparación entre alguno de ellos se puede obtener más información acerca de sus ventajas y los avances que han ido teniendo desde los sistemas más antiguos hasta los más recientes en cuanto al tipo de aleación, flexibilidad y más propiedades. De esta manera, será mucho más fácil y cómodo elegir un sistema que se adapte a las necesidades del diente según las dificultades que se presenten en el tratamiento de conductos en cuestión.

Es importante tener presente que, durante la preparación del conducto, el inconveniente que se encuentra con más frecuencia es que las virutas de dentina, los restos necróticos, la solución de irrigación y los microorganismos pueden ser empujados accidentalmente hacia el área periapical. Estos irritantes pueden dar lugar a resultados perjudiciales como la inflamación del dolor postoperatorio y el retraso en la cicatrización periapical [83]. En un estudio de Yilmaz.N y cols.[84] en el que se comparó los desechos extruidos apicalmente entre los sistemas ProTaper Next, ProTaper Gold y TruNatomy en un estudio in vitro, se concluyó que el grupo TRN mostró una extrusión de desechos

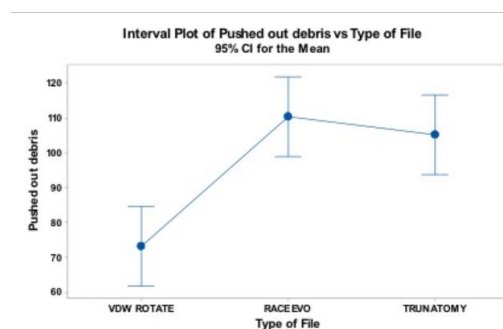
significativamente menor que el grupo PTN, y no hubo diferencia significativa entre los grupos PTN y PTG ni entre los grupos PTG y TRN (Fig 46).



*Fig.46 Cantidad de desechos extruidos apicalmente después de la preparación del conducto con diferentes sistemas de instrumentación [84].*

En otro estudio más reciente de Al Omari. T y cols. [85] compara la extrusión de desechos apicales de sistemas rotatorios de secuencia completa en conductos estrechos en forma de cinta, comparando los sistemas TruNatomy (TRN), RACE EVO (RE) y VDW Rotate. VDW ROTATE causó una extrusión de desechos significativamente menor que RE y TRN. Sin embargo, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre RE y TRN.

La diferencia entre la cantidad de extrusión de desechos puede estar asociada con los diferentes diseños de sección transversal de las limas que afectan los puntos de contacto entre la pared [86]. Pawar y cols. [87] menciona en su estudio que la sección transversal triangular puede causar una mayor extrusión de desechos debido a la ausencia de espacio para su eliminación en este diseño. Esto puede estar relacionado con los resultados del estudio de Al Omari. T y cols. en el que se observó que RE empujó apicalmente más desechos que VDW ROTATE estadísticamente y TRN numéricamente.



*Fig.47 Gráfica de intervalo que muestra los valores medio, mínimo y máximo relacionados con la cantidad de extrusión de desechos de los grupos probados [85].*

A pesar de las continuas mejoras de los instrumentos rotatorios de NiTi en un esfuerzo por prevenir posibles complicaciones en el tratamiento de conductos, todavía se producen

fracturas de las limas con una tasa de incidencia de entre el 0,09 % y el 5 %. Esto se produce cuando su resistencia a la fatiga es superada por la tensión de flexión (cíclica), la tensión de torsión o una combinación de ellas [88].

Gündoğar M. y cols.[89] realizó una comparación de la resistencia a la fatiga cíclica de las limas rotatorias de níquel-titanio VDW.ROTATE, TruNatomy, 2Shape y HyFlex CM a temperatura corporal. Los valores de resistencia a la fatiga cíclica de las limas probadas fueron significativamente diferentes.

Según los resultados de ese estudio, las limas VDW.ROTATE presentaron la mayor resistencia a la fatiga cíclica. Este sistema presenta una sección transversal horizontal en forma de “S” similar a la de los instrumentos Mtwo y Reciproc, cuya característica ha podido contribuir a mejorar la resistencia a la fatiga cíclica de las limas ROTATE. Hay estudios previos que avalan que las limas fabricadas con un diseño de sección transversal horizontal en forma de “S” podrían mostrar una mayor resistencia a la fatiga cíclica que las limas de NiTi con diseños de sección transversal rectangular y triangular. Esto es debido a una reducción en el volumen del metal en el punto de máxima curvatura según este artículo de Gündoğar M. y cols.[90].

La resistencia a la fatiga de las limas HyFlex CM fue significativamente mayor que la de las limas 2Shape y TruNatomy, le seguía el sistema 2Shape y por último, el sistema Trunatomy fue el que menor resistencia presentó a la fatiga cíclica aunque no con una diferencia significativa en comparación con 2Shape.

Un estudio anterior informó de valores más altos de resistencia a la fatiga de limas con secciones transversales triangulares en comparación con los de limas con secciones transversales cuadradas [91]. Este hallazgo podría explicar por qué la resistencia a la fatiga de las limas Hyflex CM y 2Shape en este estudio fue mayor que la de las limas TruNatomy Prime (no estadísticamente significativa).

En otro estudio in vitro en el que Rubio. J y cols. [92] realiza una comparación de la fatiga cíclica de 6 sistemas endodónticos (ESP files Thermoflex, Protaper Ultimate, Protaper Next, Blueshaper, One Curve y 2Shape) pudo comprobar: que la fatiga cíclica de Thermoflex fue superior a los otros sistemas, pero no hubo diferencias significativas entre Protaper Ultimate y Blueshaper y 2Shape y Blueshaper.

Elnaghy AM y cols. [93] comparó la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos TruNatomy (TRN) en conductos de curvatura simple y doble (en forma de “S”) con los instrumentos HyFlex CM (HCM), Vortex Blue (VB) y RaCe (RC). Los instrumentos HCM y TRN fueron más resistentes a la fatiga cíclica que los instrumentos VB y RC en conductos de curvatura simple y doble, por lo que los dos primeros tienen una supervivencia mayor que VB y RC.

Para los sistemas de la casa comercial suiza FKG, se realizó un estudio en el que se investigó, en un modelo dinámico, la fatiga cíclica de las limas de los sistemas RaCe y RaCe EVO, donde las limas RaCe EVO mostraron una mejor resistencia a la fatiga cíclica de forma significativa en comparación con las de RaCe [94]. Pero al comparar el sistema RaCe con Protaper en este otro estudio in vitro de Azimi. S y cols. [95], Protaper tuvo una mayor resistencia a la fatiga cíclica que RaCe.

El grosor de dentina restante tras la instrumentación del conducto se relaciona directamente con la resistencia a la fractura de la raíz. Es durante la instrumentación del conducto radicular cuando se produce la mayor parte de la eliminación de la dentina. La preservación del espesor de la dentina es un requisito indispensable para la resistencia y longevidad de un diente tratado endodónticamente. Hay investigaciones que muestran que debe haber un mínimo de 0,3 mm de dentina tras la preparación del conducto radicular para una resistencia adecuada contra las fuerzas laterales [96].

En un estudio de Falakaloğlu. S y cols. [97] se evaluó la capacidad de conformación de TruNatomy, VDW.ROTATE y ProTaper Gold durante la preparación de conductos radiculares mesiales de molares mandibulares impresos en resina. Teniendo en cuenta el área inicial del conducto, el volumen y el desgaste mínimo de la pared de dentina después de cada protocolo de preparación, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en todos los grupos. Para el porcentaje de la superficie del conducto intacta no se observó diferencia estadísticamente significativa entre TruNatomy ( $40\% \pm 3\%$ ) VDW.ROTATE ( $44\% \pm 7\%$ ) y ProTaper Gold ( $44\% \pm 6\%$ ). Además, el desgaste máximo de la pared dentinaria fue significativamente menor en el grupo ProTaper Gold que en los grupos TruNatomy y VDW.ROTATE.

En otro estudio de Kumar T. y cols. [96], el objetivo era comparar y evaluar el grosor de dentina remanente después de la preparación biomecánica de los dientes utilizando los sistemas ProTaper Next, Mtwo, RaCe, Hyflex (EDM) y NeoNiTi. El sistema Race mostró

el valor medio mínimo de dentina eliminada en comparación con otros sistemas a nivel apical y coronal en dirección mesio-distal, por lo que fue el que mostró un mejor rendimiento general en comparación con los demás sistemas.

En general, hay evidencia científica de la mayoría de los sistemas descritos en nuestra revisión narrativa, aunque los más recientes tales como Protaper Ultimate, Endogal, BlueShaper y SlimShaper apenas tienen artículos donde podamos ver su rendimiento, por lo que se necesitará más tiempo para poder saber con precisión cómo funcionan en la práctica diaria de forma científica.

### **CONCLUSIONES:**

1. Existen múltiples sistemas de limas con rotación continua de diferentes casas comerciales, con unas características y secuencias específicas.
2. Según las necesidades del tratamiento de conductos, existen sistemas con una conicidad mayor o menor, acordes a la anatomía del conducto del diente a tratar.
3. Es esencial conocer las características y el torque del sistema a utilizar para conseguir un tratamiento óptimo y evitar errores iatrogénicos por uso inadecuado.
4. La diferencia entre la cantidad de extrusión de desechos puede estar asociada con los diferentes diseños de sección transversal de las limas.
5. La sección transversal triangular puede causar una mayor extrusión de desechos debido a la ausencia de espacio para su eliminación en este diseño.
6. Las limas con sección transversal horizontal en forma de “S” podrían mostrar una mayor resistencia a la fatiga cíclica que las limas de NiTi con diseños de sección transversal horizontal rectangular y triangular.
7. En la comparación de limas con secciones horizontales rectangulares o triangulares, los valores más altos de resistencia a la fatiga cíclica se encontraron en limas con secciones transversales triangulares.
8. Existe evidencia científica de la mayoría de los sistemas seleccionados, a excepción de Protaper Ultimate, Endogal y slimshaper. Blueshaper tiene muy poca evidencia, por lo que se requieren más estudios de todos ellos.

## BIBLIOGRAFÍA:

- [1] <https://www.aae.org/specialty/clinical-resources/guide-clinical-endodontics/>
- [2] Wells C, Dulong C, McCormack S. Vital Pulp Therapy for Endodontic Treatment of Mature Teeth: A Review of Clinical Effectiveness, Cost-Effectiveness, and Guidelines [Internet]. Ottawa (ON): Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2019 Jul 10
- [3] Neelakantan P, Romero M, Vera J, Daood U, Khan AU, Yan A, Cheung GSP. Biofilms in Endodontics-Current Status and Future Directions. *Int J Mol Sci*. 2017 Aug 11;18(8):1748.
- [4] Zehnder M, Belibasakis GN. On the dynamics of root canal infections-what we understand and what we don't. *Virulence*. 2015;6(3):216-22
- [5] Siqueira JF Jr, Rôças IN. Present status and future directions: Microbiology of endodontic infections. *Int Endod J*. 2022 May;55 Suppl 3:512-530.
- [6] Siddique R, Nivedhitha MS. Effectiveness of rotary and reciprocating systems on microbial reduction: A systematic review. *J Conserv Dent*. 2019 Mar-Apr;22(2):114-122.
- [7] Aminsobhani M, Razmi H, Nozari S. Ex Vivo Comparison of Mtwo and RaCe Rotary File Systems in Root Canal Deviation: One File Only versus the Conventional Method. *J Dent (Tehran)*. 2015 Jul;12(7):469-77.
- [8] Monga P, Bajaj N, Mahajan P, Garg S. Comparison of incidence of dentinal defects after root canal preparation with continuous rotation and reciprocating instrumentation. *Singapore Dent J*. 2015 Dec;36:29-33.
- [9] Siqueira Junior JF, Rôças IDN, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Ricucci D. Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Braz Oral Res*. 2018 Oct 18;32(suppl 1):e65.
- [10] Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J*. 2001 Apr;34(3):221-30)
- [11] Siqueira JF Jr, Rôças IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod*. 2000 Jun;26(6):331-4.
- [12] Rodrigues RCV, Zandi H, Kristoffersen AK, Enersen M, Mdala I, Ørstavik D, Rôças IN, Siqueira JF Jr. Influence of the Apical Preparation Size and the Irrigant

- Type on Bacterial Reduction in Root Canal-treated Teeth with Apical Periodontitis. *J Endod.* 2017 Jul;43(7):1058-1063.
- [13] El Feky HM, Ezzat KM, Bedier MMA. Cyclic fatigue resistance of M-Pro and RaCe Ni-Ti rotary endodontic instruments in artificial curved canals: a comparative in vitro study. *Restor Dent Endod.* 2019 Nov 7;44(4):e44
- [14] Sonntag D, Ott M, Kook K, Stachniss V. Root canal preparation with the NiTi systems K3, Mtwo and ProTaper. *Aust Endod J.* 2007 Aug;33(2):73-81.
- [15] Dhingra A, Kochar R, Banerjee S, Srivastava P. Comparative evaluation of the canal curvature modifications after instrumentation with One Shape rotary and Wave One reciprocating files. *J Conserv Dent.* 2014 Mar;17(2):138-41.
- [16] Ramazani N, Mohammadi A, Amirabadi F, Ramazani M, Ehsani F. In vitro investigation of the cleaning efficacy, shaping ability, preparation time and file deformation of continuous rotary, reciprocating rotary and manual instrumentations in primary molars. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2016 Winter;10(1):49-56.
- [17] Dablanca-Blanco AB, Castelo-Baz P, Miguéns-Vila R, Álvarez-Novoa P, Martín-Biedma B. Endodontic Rotary Files, What Should an Endodontist Know? *Medicina (Kaunas).* 2022 May 27;58(6):719.
- [18] Ahn SY, Kim HC, Kim E. Kinematic Effects of Nickel-Titanium Instruments with Reciprocating or Continuous Rotation Motion: A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod.* 2016 Jul;42(7):1009-17.
- [19] Giuliani V, Di Nasso L, Pace R, Pagavino G. Shaping ability of waveone primary reciprocating files and ProTaper system used in continuous and reciprocating motion. *J Endod.* 2014 Sep;40(9):1468-71.
- [20] Bürklein S, Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod.* 2012 Jun;38(6):850-2.
- [21] Caviedes-Bucheli J, Castellanos F, Vasquez N, Ulate E, Munoz HR. The influence of two reciprocating single-file and two rotary-file systems on the apical extrusion of debris and its biological relationship with symptomatic apical periodontitis. A systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2016 Mar;49(3):255-70.
- [22] Kirchhoff AL, Fariniuk LF, Mello I. Apical extrusion of debris in flat-oval root canals after using different instrumentation systems. *J Endod.* 2015 Feb;41(2):237-41
- [23] Genç Ö, Alaçam T, Kayaoglu G. Evaluation of three instrumentation techniques at the precision of apical stop and apical sealing of obturation. *J Appl Oral Sci.* 2011 Aug;19(4):350-4.



- [24] Rambabu T, Srikanth V, Sajjan GS, Ganguru S, Gayatri C, Roja K. Comparison of Tentative Radiographic Working Length with and without grid Versus Electronic Apex Locator. *Contemp Clin Dent*. 2018 Jan-Mar;9(1):88-91.
- [25] León-López M, Cabanillas-Balsera D, Areal-Quecuty V, Martín-González J, Jiménez-Sánchez MC, Saúco-Márquez JJ, Sánchez-Domínguez B, Segura-Egea JJ. Influence of Coronal Preflaring on the Accuracy of Electronic Working Length Determination: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2021 Jun 23;10(13):2760.
- [26] Plotino G, Nagendrababu V, Bukiet F, Grande NM, Veettil SK, De-Deus G, Aly Ahmed HM. Influence of Negotiation, Glide Path, and Preflaring Procedures on Root Canal Shaping-Terminology, Basic Concepts, and a Systematic Review. *J Endod*. 2020 Jun;46(6):707-729
- [27] Davis RD, Marshall JG, Baumgartner JC. Effect of early coronal flaring on working length change in curved canals using rotary nickel-titanium versus stainless steel instruments. *J Endod*. 2002 Jun;28(6):438-42.
- [28] De Moor RJ, Hommez GM, Martens LC, De Boever JG. Accuracy of four electronic apex locators: an in vitro evaluation. *Endod Dent Traumatol*. 1999 Apr;15(2):77-82.
- [29] Tan BT, Messer HH. The effect of instrument type and preflaring on apical file size determination. *Int Endod J*. 2002 Sep;35(9):752-8.
- [30] Mohammadi Z, Jafarzadeh H, Shalavi S, Kinoshita JI. Establishing Apical Patency: To be or not to be? *J Contemp Dent Pract*. 2017 Apr 1;18(4):326-329.
- [31] Roland DD, Andelin WE, Browning DF, Hsu GH, Torabinejad M. The effect of preflaring on the rates of separation for 0.04 taper nickel titanium rotary instruments. *J Endod*. 2002 Jul;28(7):543-5.
- [32] Aminsobhani M, Meraji N, Azizlou E, Sadri E. Cyclic Fatigue Resistance of Five Different Glidepath Files in a Double Curved Artificial Canal. *Iran Endod J*. 2022 Spring;17(2):57-61.
- [33] Uppalapati V, Chhapparwal A, Ahmed S, Shariff S, Pallearwar AM, Mustafa M, Agrawal P. Comparison of Glide Path and Pathfiles in Canal Preparation by Cone-beam Computed Tomography: An Original Research. *J Pharm Bioallied Sci*. 2022 Jul;14(Suppl 1):S251-S253.

- [34] Amato M, Iandolo A, Pantaleo G, Abtellatif D, Simeone M, Lizio A, Lo Giudice R, Lo Giudice G. The IG- file use to Gauge the Apical Diameter in Endodontics: An In Vitro Study. *Open Dent J.* 2018 Sep 28;12:638-646)
- [35] Paqué F, Wierichs RJ, Briseño-Marroquín B. 3-dimensional Analysis and Literature Review of the Root Canal Morphology and Physiological Foramen Geometry of 125 Mandibular Incisors by Means of Micro-Computed Tomography in a German Population. *J Endod.* 2020 Feb;46(2):184-191.
- [36] Abarca J, Zaror C, Monardes H, Hermosilla V, Muñoz C, Cantin M. Morphology of the Physiological Apical Foramen in Maxillary and Mandibular First Molars. *Int J Morphol.* 2014 Jun;32(2):671-677.
- [37] <https://www.dentsplysirona.com/en-gb/categories/endodontics/protaper-next-rotary-files0.html>
- [38] <https://assets.dentsplysirona.com/master/product-procedure-brand-categories/endodontics/product-categories/full-solutions/protaper-next/marketing-collateral-sales-tools/END-brochure-ProTaperNext.pdf>
- [39] <https://assets.dentsplysirona.com/master/product-procedure-brand-categories/endodontics/product-categories/full-solutions/protaper-next/ifu/END-IFU-PROTAPER-NEXT-SINGLE-USE-STERILE-V00-WEB-EUR-Multilingual-2021-05.pdf>
- [40] <https://assets.dentsplysirona.com/master/product-procedure-brand-categories/endodontics/product-categories/full-solutions/protaper-next/marketing-collateral-sales-tools/END-document-ProTaperNext-tip-card.pdf>
- [41] <https://www.dentsplysirona.com/en-gb/categories/endodontics/protaper-gold-files.html>
- [42] <https://assets.dentsplysirona.com/master/product-procedure-brand-categories/endodontics/product-categories/full-solutions/protaper-gold-solution/marketing-collateral-sales-tools/End-brochure-ProTaperGold.pdf>
- [43] <https://assets.dentsplysirona.com/master/product-procedure-brand-categories/endodontics/product-categories/full-solutions/protaper-gold-solution/ifu/END-IFU-PROTAPER-GOLD-REUSABLE-STERILE-V00-WEB-EUR-Multilingual-2021-05.pdf>
- [44] <https://assets.dentsplysirona.com/master/product-procedure-brand-categories/endodontics/product-categories/full-solutions/protaper-gold->

- [solution/marketing-collateral-sales-tools/END-document-ProTaper-Gold-Sequence-Card.pdf](#)
- [45] <https://personal.us.es/segurajj/documentos/PTD-III/Temas%20PTD-III/Leccion%208.%20Instrumentos%20de%20NiTi.pdf>
- [46] <https://www.dentsplysirona.com/en-gb/categories/endodontics/protaper-ultimate-files.html>
- [47] <https://assets.dentsplysirona.com/master/product-procedure-brand-categories/endodontics/product-categories/full-solutions/protaper-ultimate-solution/scientific-support-clinical-education/END-scientific-information-ProTaper-Ultimate-FactFile.pdf>
- [48] <https://assets.dentsplysirona.com/flagship/es/protaperultimate/Ficha%20Paso%20a%20paso-ProTaper-Ultimate.pdf>
- [49] <https://www.endoruddle.com/PTUltimate>
- [50] <https://www.dentsplysirona.com/content/dam/master/product-procedure-brand-categories/endodontics/product-categories/full-solutions/protaper-ultimate-solution/ifu/END-IFU-PROTAPER-ULTIMATE-ROTARY-SINGLE-USE-STERILE-V00-WEB-NAM-EN-2021-04.pdf>
- [51] [https://www.dentsplysironachile.cl/catalogos/ProTaper\\_Ultimate.pdf](https://www.dentsplysironachile.cl/catalogos/ProTaper_Ultimate.pdf)
- [52] [https://www.dentsplysirona.com/content/dam/flagship/en/explore/endodontics/dfu/trunatomy/TRUNATOMY%20ROW\\_DFU\\_1218\\_WEB\\_DSE\\_ES.pdf](https://www.dentsplysirona.com/content/dam/flagship/en/explore/endodontics/dfu/trunatomy/TRUNATOMY%20ROW_DFU_1218_WEB_DSE_ES.pdf)
- [53] <https://www.dentsplysironachile.cl/producto/trunatomy/>
- [54] <https://www.capellandental.com/images/literatura/dentsply-dirona-catalogo-endo-2020.pdf>
- [55] <https://www.dentsplysirona.com/content/dam/master/regions-countries/north-america/product-procedure-brand/endodontics/brands/trunatomy/END-TipCard-TruNatomy-NAM.pdf>
- [56] <https://assets.dentsplysirona.com/flagship/en/explore/endodontics/brochure/trunatomy/END-TruNatomy-Brochure.pdf>
- [57] <https://www.thejcdp.com/doi/JCDP/pdf/10.5005/jp-journals-10024-3398>
- [58] <https://nam.coltene.com/pim/DOC/BRO/docbro30464g-03-16-en-hyflex-family-brochuresenaindv1.pdf>
- [59] <https://global.coltene.com/pim/DOC/IFU/docifu30003116d-hyflex-cm-niti-ifusallaindv1.pdf>
- [60] <https://ferrariendodontia.com.br/es/lima-coltene/>

- [61] <https://www.coadental.com/storage/products/2vZy18aebGpkV1h7.pdf>
- [62] <https://www.henryschein.co.nz/Documents/PDFs/Product%20Brochures/Coltene%20Hyflex%20CM%20EDM%20Brochure.pdf>
- [63] [https://www.proclinic.es/tienda/media/fichas\\_tecnicas/13121\\_anexo2\\_mtwo\\_user\\_brochure\\_es\\_rev8.pdf](https://www.proclinic.es/tienda/media/fichas_tecnicas/13121_anexo2_mtwo_user_brochure_es_rev8.pdf)
- [64] <https://www.vdw-dental.com/en/products/detail/mtwo/>
- [65] <https://www.vdwdental.com/fileadmin/Dokumente/Sortiment/Aufbereitung/Rotierende-Aufbereitung/Mtwo/VDW-Dental-Mtwo-User-Card-EN.pdf>
- [66] <https://www.fkg.ch/products/endodontics/canal-shaping-and-cleaning/race-evo>
- [67] <https://www.fkgiberia.com/es/productos/endodoncia/conformaci%C3%B3n-y-limpieza-del-conducto/race>
- [68] [https://www.fkgiberia.com/sites/default/files/fkg\\_irace\\_brochure\\_es\\_ve.pdf](https://www.fkgiberia.com/sites/default/files/fkg_irace_brochure_es_ve.pdf)
- [69] <https://www.fkgiberia.com/es/productos/endodoncia/conformaci%C3%B3n-y-limpieza-del-conducto/irace>
- [70] <https://www.fkgiberia.com/es/productos/endodoncia/conformaci%C3%B3n-y-limpieza-del-conducto/bt-race>
- [71] [https://www.fkgiberia.com/sites/default/files/201602\\_fkg\\_bt\\_race\\_brochure\\_es.pdf](https://www.fkgiberia.com/sites/default/files/201602_fkg_bt_race_brochure_es.pdf)
- [72] <https://www.fkgiberia.com/es/productos/endodoncia/conformaci%C3%B3n-y-limpieza-del-conducto/biorace>
- [73] [https://www.fkgiberia.com/sites/default/files/fkg\\_br\\_brochure\\_an\\_lowr.pdf](https://www.fkgiberia.com/sites/default/files/fkg_br_brochure_an_lowr.pdf)
- [74] <https://www.vdw-dental.com/en/products/detail/vdwrotate/>
- [75] <https://endogal.es/nuestro-sistema/preparacion/instrumentos-rotatorios/>
- [76] <https://endogal.es/wp-content/uploads/2020/04/Endogal-Cata%CC%81logo2020.pdf>
- [77] <https://www.youtube.com/watch?v=27OJYGhDL0w&t=2393s>
- [78] <https://www.youtube.com/watch?v=aEkkayDkTZg&t=1325s>
- [79] <https://zarc4endo.com/slimshaper/>
- [80] <https://zarc4endo.com/blueshaper/>
- [81] <https://www.youtube.com/watch?v=05U026GDVmE&t=2108s>
- [82] <https://zarc4endo.com/ventajas-instrumentar-premolar-superior-3-conductos-con-limas-blueshaper-zarc4endo/>
- [83] Nanavati K, Katge F, Poojari M, Shetty S, Kamble A. Comparative Evaluation of Apically Extruded Debris during Pulpectomy Procedure in Primary Molar Teeth

- Using Two Different Rotary Systems and Hand Files: An In Vitro Study. *Int J Dent*. 2022 Jun 6; 2022: 9433225.
- [84] Yılmaz Çırakoglu N, Özbay Y. Apically extruded debris associated with ProTaper Next, ProTaper Gold and TruNatomy systems: An in vitro study. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2021 Winter;15(1):30-34.
- [85] Al Omari T, El-Farraj H, Arıcan B, Atav Ateş A. Apical debris extrusion of full-sequenced rotary systems in narrow ribbon-shaped canals. *Aust Endod J*. 2022 Aug;48(2):245-250.
- [86] Bürklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J*. 2012 May;45(5):449-61
- [87] Pawar AM, Pawar MG, Metzger Z, Kokate SR. The self-adjusting file instrumentation results in less debris extrusion apically when compared to WaveOne and ProTaper NEXT. *J Conserv Dent*. 2015 Mar-Apr;18(2):89-93.
- [88] Faus-Matoses V, Pérez García R, Faus-Llácer V, Faus-Matoses I, Alonso Ezpeleta Ó, Albaladejo Martínez A, Zubizarreta-Macho Á. Comparative Study of the SEM Evaluation, EDX Assessment, Morphometric Analysis, and Cyclic Fatigue Resistance of Three Novel Brands of NiTi Alloy Endodontic Files. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Apr 6;19(7):4414.
- [89] Gündoğar M, Uslu G, Özyürek T, Plotino G. Comparison of the cyclic fatigue resistance of VDW.ROTATE, TruNatomy, 2Shape, and HyFlex CM nickel-titanium rotary files at body temperature. *Restor Dent Endod*. 2020 Jun 22;45(3): e37
- [90] Grande NM, Plotino G, Pecci R, Bedini R, Malagnino VA, Somma F. Cyclic fatigue resistance and three-dimensional analysis of instruments from two nickel-titanium rotary systems. *Int Endod J*. 2006 Oct;39(10):755-63.
- [91] Capar ID, Kaval ME, Ertas H, Sen BH. Comparison of the cyclic fatigue resistance of 5 different rotary pathfinding instruments made of conventional nickel-titanium wire, M-wire, and controlled memory wire. *J Endod*. 2015 Apr;41(4):535-8.
- [92] Rubio J, Zarzosa JI, Aranda S, Casino A, Pallarés A. A comparative study of cyclic fatigue of 6 endodontic systems. An in vitro study. *J Clin Exp Dent*. 2022 Jul 1;14(7):e560-e565.

- [93] Elnaghy AM, Elsaka SE, Mandorah AO. In vitro comparison of cyclic fatigue resistance of TruNatomy in single and double curvature canals compared with different nickel-titanium rotary instruments. *BMC Oral Health*. 2020 Feb 4;20(1):38
- [94] AbuMostafa A, Alfadaghem M. Influence of short-term cooling on the performance of superelastic and thermally-treated rotary NiTi files tested in dynamic cyclic fatigue model. *Front Biosci (Landmark Ed)*. 2021 Dec 30;26(12):1464-1469.
- [95] Azimi S, Delvari P, Hajarian HC, Saghiri MA, Karamifar K, Lotfi M. Cyclic Fatigue Resistance and Fractographic Analysis of Race and Protaper Rotary NiTi Instruments. *Iran Endod J*. 2011 Spring;6(2):80-6
- [96] Kumar T, Mittal S, Keshav V, Kaur R, Maakhni E. A comparative evaluation of remaining dentin thickness following biomechanical preparation of teeth using different rotary file systems: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2022 Jan-Feb;25(1):32-36.
- [97] Falakaloğlu S, Silva E, Topal B, İriboz E, Gündoğar M. Shaping ability of modern Nickel-Titanium rotary systems on the preparation of printed mandibular molars. *J Conserv Dent*. 2022 Sep-Oct;25(5):498-503