



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



## **FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

ESPECIFICACIONES SOBRE LA PREPARACIÓN DE  
CONDUCTOS, TÉCNICA CON INSTRUMENTOS  
ROTATORIOS DE LOS SISTEMAS MÁS COMÚNMENTE  
UTILIZADOS EN MÉXICO. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

### **T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

### **C I R U J A N O   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

AXEL SALAZAR MORALES

TUTOR: Esp. GUSTAVO FRANCISCO ARGÜELLO REGALADO

ASESORA: Esp. VERA AMANDA MORENO GONZÁLEZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Índice:

<b>1. Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Propósito.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Objetivos.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Antecedentes.....</b>	<b>6</b>
<b>5. Sistema EndoSequence<sup>(MR)</sup>.....</b>	<b>23</b>
<b>6. Sistema K3<sup>(MR)</sup>.....</b>	<b>29</b>
<b>7. Sistema Mtwo<sup>(MR)</sup>.....</b>	<b>36</b>
<b>8. Sistema ProTaper<sup>(MR)</sup>.....</b>	<b>41</b>
<b>9. Sistema Hero 642<sup>(MR)</sup>.....</b>	<b>48</b>
<b>10. Sistema Twisted Files<sup>(MR)</sup>.....</b>	<b>55</b>
<b>11. Sistema RaCe<sup>(MR)</sup>.....</b>	<b>62</b>
<b>12. Sistema HyFlex<sup>(MR)</sup>.....</b>	<b>67</b>
<b>13. Discusión.....</b>	<b>72</b>
<b>14. Conclusiones.....</b>	<b>74</b>
<b>15. Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>76</b>



---

---

## 1. Introducción

A lo largo de la Historia los instrumentos endodóncicos han sufrido varias transformaciones buscando mejoras en sus propiedades físicas, lo que ha dado lugar a un sin fin de modificaciones en su estructura, fabricación y material del que están contruidos. Situando a los fabricantes en una constante lucha por elaborar el mejor instrumento disponible en el mercado, desde los instrumentos manuales hasta los sistemas rotatorios.

Esta revisión bibliográfica pretende dar a conocer algunos de los sistemas rotatorios más utilizados en México, exponiendo sus características más notorias, pudiendo así tener una visión de mayor amplitud y de esta manera saber elegir algún sistema en particular, de acuerdo a sus preferencias, habilidades, y características que considere superiores sobre los demás.

El presente texto únicamente procura ser una guía sobre las particularidades a las que debemos prestar atención al momento de elegir un sistema rotatorio. No está dirigido a ninguna marca de preferencia, pues sabemos que las necesidades de cada operador y de cada caso en particular son distintas, y el exponer algún sistema sobre los otros puede crear discusiones entre los distintos usuarios.



---

---

## 2. Propósito

Dar a conocer al lector los diferentes sistemas rotatorios que existen actualmente en el mercado mexicano comparando características como: sección transversal, taper (conicidad), ángulo helicoidal, paso de rosca, diseño de la punta, ángulo de incidencia y técnica de instrumentación.

La finalidad es ayudar a los odontólogos interesados en el área de Endodoncia, los cuales no estén familiarizados con los sistemas rotatorios existentes en el mercado, a elegir el sistema adecuado para sus necesidades.



### 3. Objetivos

- Presentar una breve reseña sobre la historia de la Endodoncia.
- Introducir las características principales de los instrumentos manuales más comúnmente utilizados en la preparación de conductos.
- Comprender el papel que desempeña el diseño de los distintos instrumentos.
- Familiarizar al lector con las características principales de los instrumentos rotatorios.
- Exponer las ventajas de utilizar sistemas rotatorios sobre la técnica manual.
- Facilitar al lector la elección de sistemas rotatorios.

## 4. Antecedentes

En 1938 Edward Maynard (1813-1886) creó el primer instrumento endodónico, idealizado a partir de un muelle de reloj, y desarrolló otros para utilizarlos con el objetivo de limpiar y ensanchar el conducto radicular<sup>1</sup>.



Fig. 1-4. Edward Maynard.

Tomada de [http://www.sciencephoto.com/image/227217/large/H4130383-Edward\\_Maynard,\\_US\\_inventor-SPL.jpg](http://www.sciencephoto.com/image/227217/large/H4130383-Edward_Maynard,_US_inventor-SPL.jpg)



Fig. 2-4. Muelle de reloj.

Tomada de <http://relojesdeluxe.com/wp-content/uploads/2010/06/muelle-reloj.jpg>

Fue hasta la década de los 50's, cuando dos grupos de investigación diferentes comenzaron a publicar datos sobre el tamaño, la resistencia, y los materiales que se empleaban para los instrumentos de mano, por lo tanto es en estas fechas que surgen los primeros instrumentos fabricados por



industrias específicas, los cuales solo tenían un principio, el aumento de calibre entre un instrumento y otro, pero ninguno coincidía entre los distintos fabricantes; es decir, no poseían criterios preestablecidos; no existía alguna clasificación universal. Fue hasta el año de 1955 que John I. Ingle de la Facultad de Odontología de la Universidad de Washington EEUU, creó la posibilidad de que se fabricaran instrumentos endodóncicos que tuvieran una estandarización en el aumento secuencial de sus diámetros, con nueva numeración y que representaran, en décimos de milímetro, el diámetro de la punta activa de los mismos<sup>1,2</sup>.



Fig. 3-4. John I. Ingle.

Tomada de: <http://www.endoforum.ru/img/events/JIngle.jpg>

Inicialmente la fabricación de las limas endodóncicas se originaba de la torsión de un asta piramidal de acero carbono, siendo este metal sustituido entre los años 1961-1962 por el acero inoxidable debido a sus mejores propiedades, dado que el acero carbono presentaba oxidación con algunas sustancias irrigantes<sup>2</sup>.

En 1962 también se creó un comité de estandarización, integrando por los fabricantes y la *American Association of Endodontists*. Este grupo evolucionó hasta formar parte de lo que hoy se denomina *International Standards Organization (ISO)*. Sin embargo no fue hasta 1976 cuando se publicaron las primeras especificaciones aprobadas acerca de instrumentos para el



conducto radicular (norma núm. 28 de la ADA); 18 años después de que Ingle y Levine propusieran por primera vez el estandarización en 1958<sup>3</sup>.

### **Clasificación de los instrumentos por la ISO<sup>3,4</sup>**

#### **Grupo I:** *Uso manual solamente:*

- Limas tipo H
- Tipo K
- Ensanchadores y Limas
- Sondas barbadas

**Grupo II:** *Tipo cerrojo accionado a motor:* posee un diseño igual que el grupo I, pero hecho para adaptarse a la pieza de mano. Por ejemplo: Profile, Lightspeed.

**Grupo III:** *Tipo cerrojo accionado a motor:* instrumentos de baja velocidad con la conexión de tipo cerrojo. Por ejemplo: fresas Gates Glidden y ensanchadores Peeso

**Grupo IV:** *Puntas del conducto radicular:* Por ejemplo gutapercha, puntas de plata y puntas de papel.

En 1959 junto con la fundación de la *American Dental Association (ADA)*, apareció una nueva línea de instrumentos y material de obturación estandarizados<sup>3</sup>.

- Se dispuso una fórmula para establecer el diámetro y la convergencia en los instrumentos de cada tamaño y en el material de obturación.
- Se ideó otra para el incremento gradual en el tamaño de un instrumento al siguiente.



- Se estableció un nuevo sistema de numeración de instrumentos, basado en el diámetro métrico del instrumento.

Este nuevo sistema de numeración en que se utilizaban los números 10 a 100, no era arbitrario, sino que estaba basado en el diámetro de los instrumentos, en centésimas de milímetro, al principio de la punta de las hojas, un punto denominado D1 (diámetro 1), y que se extendía hacia las hojas hasta su punto terminal, D2 (diámetro 2), la distancia entre D1 y D2 debería medir 16 mm de longitud<sup>3</sup>.

Dos modificaciones de la propuesta original de Ingle son la medición adicional en D3, a 3 mm de D1, y la especificación para las formas de la punta:  $75 \pm 15$  grados. El ahusamiento (convergencia) de la sección espiral deberá ser de un aumento de 0.02 por cada milímetro de longitud latente (conicidad taper: 0,02 mm)<sup>3</sup>.

Todo el alcance del vástago, hasta el mando, se presenta en tres longitudes: estándar (25mm), largo (31mm) y corto (21mm)<sup>1,2</sup>.

Posteriormente en la revisión No. 28 de marzo de 1981 se hacen los siguientes cambios a los parámetros vigentes<sup>4</sup>:

- Los instrumentos No. 06, 08, 10 fueron agregados a la estandarización original.
- D1 y D2 cambia a D0 y D16 respectivamente.

La longitud de las estrías es 16 mm desde la punta hasta la extensión de las estrías, es decir, D1 y D2 no especificados. Así que la designación ha sido cambiada recientemente a D0 y D16, donde D0 significa la punta y D16 significa la longitud de las estrías en 16 mm.

1 mm encima de D0 es D1; 2 mm encima de D0 es D2 y así sucesivamente<sup>4</sup>.



Dependiendo de la forma de la base del asta metálica utilizada en la fabricación, o sea, triangular, cuadrangular, circunferencial, así como de la cantidad de torsiones que en ella se imprimía, se obtenía diferentes tipos de instrumentos, conocidos como ensanchadores, limas tipo K y Hedströen, respectivamente. Con la estandarización, el nuevo sistema de numeración 06 a 140, no es arbitrario sino que corresponde al diámetro (D1), expresado en centésimas de milímetro, medido en la extremidad activa de los instrumentos, o sea, en la base de la pirámide triangular o cuadrangular, de la guía de penetración de los ensanchadores y limas tipo K. De esta forma, el instrumento de número 08, por ejemplo, debe tener 0,08mm de diámetro en la punta de su parte activa<sup>1</sup>.

Para la elaboración de las limas existen dos técnicas:

### **Mecanizado**

Consiste en el afilado del instrumento directamente en un torno; un buen ejemplo es el de la lima tipo Hedströen. Algunas compañías fabrican limas tipo K con el proceso de mecanizado. Con esta modificación del proceso de fabricación por afilado y torsión se obtienen unas propiedades físicas y de trabajo diferentes de las de las limas tipo K originales. Por ejemplo, una lima mecanizada tiene menos resistencia rotacional a la rotura que una lima afilada-retorcida del mismo tamaño<sup>5</sup>.

### **Afilado-torsión**

La otra técnica consiste en un primer proceso de afilado y un segundo proceso de torsión. Se afila el alambre original para obtener una pieza geométrica en bruto: cuadrado, triangular y romboide. A continuación se retuerce este alambre en sentido antihorario para obtener unos bordes cortantes helicoidales. De este modo se obtienen las limas y los ensanchadores tipo K<sup>5</sup>.

## Propiedades físicas

Investigadores de materiales y fabricantes sostienen algunas teorías o hipótesis sobre las propiedades de las limas, como que se puede incrementar la flexibilidad aumentando la longitud o reduciendo el diámetro transversal y cuanto mas agudo es el ángulo de corte, mejor elimina la cuchilla una sustancia<sup>5</sup>.

Los instrumentos mas comúnmente usados para la preparación biomecánica son:

### Limas Hedströen (limas H)

1. Estos instrumentos son elaborados de alambres de acero inoxidable ahusados con sección transversal circular (coma) y maquinado para producir las estrías espirales semejantes a conos o tornillos<sup>2,4</sup>.
2. Las limas H fueron introducidas para mejorar la eficacia del corte<sup>2,4</sup>.
3. Es mejor utilizar la lima H inicialmente seguido por la lima K<sup>2,4</sup>.



**Fig. 4-4. Fotomicrografía de corte transversal de la lima tipo Hedströen. Tomada de Leonardo MR, Leonardo RT. Sistemas Rotatorios en Endodoncia, instrumentos de níquel-titanio. Sao Paulo: Artes Médicas Latinoamérica; 2002**

Las ventajas son:

1. Eficacia de corte mejorada<sup>2,4</sup>.
2. El detritus será empujado coronalmente<sup>2,4</sup>.

## Limas tipo K

Son elaboradas por el corte a través de un alambre matrizado de forma cuadrada o romboidal<sup>2,4</sup>.

El número de estrías es mayor, es decir, el instrumento tiene entre  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{1}{2}$  de estrías espiraladas por milímetro de longitud<sup>2,4</sup>.

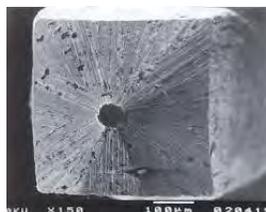


Fig. 5-4. Fotomicrografía de la sección transversal de la lima tipo K. Tomada de Leonardo MR, Leonardo RT. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia, instrumentos de níquel-titanio*. Sao Paulo: Artes Médicas Latinoamérica; 2002

## Modificación estilo K – Lima K Flex

- Fue introducida en 1982<sup>4</sup>.
- Este instrumento se retuerce a partir de un alambre matrizado ahusado con sección transversal romboidal<sup>4</sup>.
- Alterna estrías altas y bajas, lo que incrementa la flexibilidad y la eficacia del corte del instrumento, además facilita la remoción del detritus<sup>4</sup>.

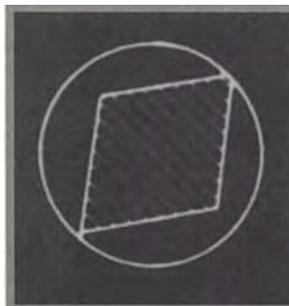


Fig. 6-4. Lima K Flex. Tomada de Tobón Calle DM. *Manual Básico de Endodoncia*. Colombia: CIB; 2003

Ventajas:

1. Aumenta la remoción del detritus<sup>4</sup>.
2. Se usa en conductos curvos y estrechos<sup>2,4</sup>.

### Limas Flex O

- Es muy similar a la lima K pero está elaborado de acero mas flexible, mas blando<sup>4</sup>.
- No se fractura fácilmente y es muy flexible<sup>4</sup>.
- La punta es modificada a no cortante<sup>4</sup>.



Fig. 7-4. Lima Flex O. Tomada de Soares IJ, Goldberg F. Endodoncia: Técnica y fundamentos. Madrid: Médica Panamericana; 2002

### Lima Flex R

Introducida por James Roane<sup>4</sup>:

- Diseñado para utilizarse con la técnica de fuerzas balanceadas<sup>4</sup>.
- Maquinado de un alambre matrizado de sección transversal triangular<sup>4</sup>.
- Punta no cortante<sup>4</sup>.



**Fig. 8-4. Lima Flex R y su envase. Tomada de Soares IJ, Goldberg F. Endodoncia: Técnica y fundamentos. Madrid: Médica Panamericana; 2002**

El avance de la tecnología y la necesidad de crear instrumentos mas flexibles dio como resultado la utilización de un nuevo material en la odontología, uno que permitiera el tratamiento de los conductos con aberraciones anatómicas, es así como surge la nueva aleación que transformó la endodoncia, la aleación Níquel Titanio.

### **Aparición del Níquel-Titanio (NiTi)**

En los últimos años, una nueva generación de limas endodóncicas comenzó a ser fabricada, originaria de la aleación de Níquel-Titanio, presentando aproximadamente el 55% de Níquel y el 45% de Titanio. Esta aleación fue utilizada primeramente en la industria naval por William J. Buchler, en 1963 y utilizada por NASA principalmente para la fabricación de antenas de naves espaciales<sup>1</sup>.

En odontología la aleación de Níquel-Titanio fue utilizada en Ortodoncia por Andreasen & Hilleman, en 1971, para la confección de alambres ortodóncicos debido a su ultra flexibilidad, menor módulo de elasticidad, alta energía almacenada durante su curvatura y gran resistencia a la fractura de torsión y flexión<sup>1</sup>.



Su denominación de NITINOL debe al Ni de Níquel, Ti de Titanio y N.O.L. de Naval Ordnance Laboratory<sup>1</sup>.

La utilización de la misma en la confección de instrumentos endodóncicos fue sugerida por Civjan, Huget, De Simon en 1973. La confección de instrumentos endodóncicos fue al final de la década 80 por Walia, Brantyle, Gerstein, basado en las excelentes propiedades físicas de las aleaciones de Níquel-Titanio<sup>1,6</sup>.

En 1988, los referidos autores, evaluaron las propiedades físicas de los primeros instrumentos de Níquel-Titanio y concluyeron que las limas de NITINOL, de número 15 de sección triangular, presentaban dos o tres veces más flexibilidad, así como mayor resistencia a la fractura por torsión en sentido horario y antihorario, que las limas de acero inoxidable de mismo número, también de sección triangular y fabricadas por el mismo proceso<sup>1</sup>.

Además, las limas de Níquel-Titanio presentan buena compatibilidad biológica, alta resistencia a corrosión, y torsión inalterada bajo procedimientos de esterilización<sup>1</sup>.

Zinelis la define de la siguiente manera: “Es una aleación biomédica que puede ser procesada para manifestar propiedades como memoria de forma y superelasticidad que son atribuidas principalmente a la transformación de fase austenítica a martensítica”<sup>6</sup>.

Esta transformación de fase austenítica a martensítica se invierte cuando el estrés desaparece y el material vuelve a su forma original (memoria de forma)<sup>7,8</sup>.

Según las especificaciones no 28 y 58 de la ANSI/ADA y 3630/1 de la ISO/FDI (1992), la conicidad es estandarizada para las limas tipo K y para las limas tipo Hedströen en 0,02mm por milímetro de longitud de la parte activa (taper 0,02 mm/mm)<sup>1</sup>.

Las nuevas limas de Níquel-Titanio no obedecen las normas de estandarización de la ANSI/ADA e ISO/FDI, en cambio, estas limas de Níquel-Titanio accionadas con motor, originalmente presentan mayor conicidad en la parte activa, o sea, aumentos de 0,03 – 0,04 – 0,05 y 0,06mm por milímetro de longitud<sup>1</sup>.

## Generalidades de los instrumentos Níquel-Titanio

### Ángulo helicoidal

Es muy importante para la eficacia de corte. Si el ángulo helicoidal es uniforme, la eficacia del corte es menor. Los instrumentos que tienen ángulos helicoidales variables poseen una mejor eficacia de corte<sup>4</sup>.

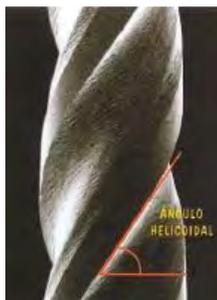
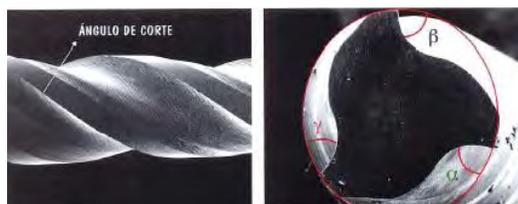


Fig. 9-4. Ángulo helicoidal del instrumento K3 Endo visto lateralmente. Tomada de Leonardo MR, Leonardo RT. *Sistemas Rotatorios en Endodancia, instrumentos de níquel-titanio*. Sao Paulo: Artes Médicas Latinoamérica; 2002

### Ángulo de incidencia

El ángulo de incidencia (o de corte) es el ángulo formado por la arista anterior y el eje largo de la lima. Si el ángulo formado por la arista anterior y la superficie a ser cortada (su tangente) es obtuso, se dice que el ángulo de corte es positivo o cortante. Si el ángulo formado por la arista anterior y la superficie a ser cortada es agudo, se dice que el ángulo de incidencia es

negativo o de raspado. El ángulo de incidencia ligeramente positivo aumenta la eficacia cortante y un gran incremento en los valores del ángulo de incidencia positivo puede dar lugar a la resistencia o penetración de la superficie a ser cortada<sup>4</sup>.



**Fig. 10-4. Ángulo de corte del instrumento K3 Endo visto lateralmente y transversalmente. Tomada de Leonardo MR, Leonardo RT. Sistemas Rotatorios en Endodoncia, instrumentos de níquel-titanio. Sao Paulo: Artes Médicas Latinoamérica; 2002**

### **Diseño de la punta**

El diseño de la punta puede ser cortante o no-cortante (Roane). Los instrumentos con diseño específico de la punta se seleccionan dependiendo de la morfología del sistema de conductos radiculares, pero generalmente se opta por una punta inactiva en la mayoría de casos para evitar la transportación de conductos<sup>4</sup>.



**Fig. 11-4. Fotomicrografía de la punta de la lima Flex R y de la lima Flex O. Tomada de Leonardo MR, Leonardo RT. Sistemas Rotatorios en Endodoncia, instrumentos de níquel-titanio. Sao Paulo: Artes Médicas Latinoamérica; 2002**

### **Conicidad del instrumento**

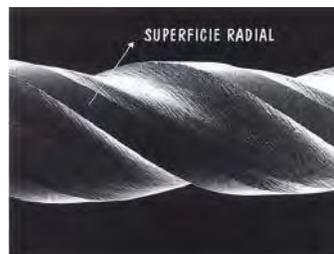
Las limas K manuales de acero inoxidable (ISO) tienen una conicidad de 0,02 mm/mm, mientras que los instrumentos rotatorios de NiTi tienen una conicidad que oscila entre 0,02 a 0,12 mm/mm<sup>4</sup>.

El problema de las conicidades incrementales constituye una controversia ya que algunos investigadores consideran que se produce una remoción de estructura dentinaria innecesaria con las conicidades crecientes<sup>4</sup>.

La conicidad del instrumento que se seleccionará debe estar basada en la morfología del sistema de conductos radiculares<sup>4</sup>.

### **Plano estabilizador radial**

El plano estabilizador radial acentúa la capacidad de centrado del instrumento en el conducto. Junto con la punta no cortante reducen las probabilidades de transporte del conducto<sup>4</sup>.



**Fig. 12-4. Superficie radial de un instrumento K3. Tomada de Leonardo MR, Leonardo RT. Sistemas Rotatorios en Endodoncia, instrumentos de níquel-titanio. Sao Paulo: Artes Médicas Latinoamérica; 2002**

### **Paso de rosca**

El paso de rosca de una lima es la distancia entre un punto de la arista anterior y el punto correspondiente en las aristas anteriores adyacentes, o puede ser la distancia entre los puntos dentro de los cuales el patrón no está repetido. Cuanto más pequeño sea el paso de rosca o cuanto más corta sea la distancia entre los puntos correspondientes, la lima tendrá más espirales y el ángulo helicoidal será mayor. La mayoría de las limas tienen un paso de rosca variable, una que cambia a lo largo de la superficie funcional, porque el diámetro aumenta desde la punta de la lima hacia el mango. Las estrías

llegan a ser proporcionalmente más profundas resultando en una conicidad del núcleo distinta a la conicidad externa<sup>4</sup>.

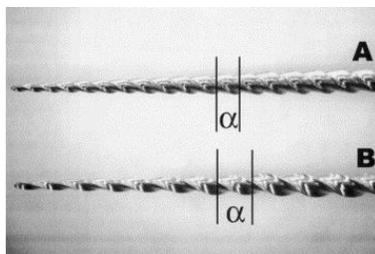


Fig. 13-4. Distintos pasos de rosca. Tomada de Diemer F, Calas P. Effect of pitch length on the behavior of rotary triple helix root canal instruments. J Endod. 2004;30(10):716-8.

### Núcleo de la lima

El núcleo es la parte central cilíndrica de la lima cuya circunferencia está contorneada y limitada por la profundidad de las estrías. La flexibilidad y la resistencia a la torsión están determinadas parcialmente por el diámetro del núcleo. La importancia de la relación del diámetro del núcleo con el diámetro total es a veces pasada por alto en la predicción de la susceptibilidad de una lima al fracaso y puede ser diferente para cada tamaño de lima de la misma serie<sup>4</sup>.

El núcleo de la lima esta directamente relacionado con la forma geométrica de las limas en su corte transversal; y así como en las limas manuales existen formas triangulares, cuadrangulares, romboidales, etc., cada tipo de sistema rotatorio cuenta con alguna forma en especial de corte transversal pudiendo este ser simétrico o asimétrico además<sup>4</sup>.

Además, la aleación Níquel-Titanio confiere a los instrumentos propiedades como superelasticidad, flexibilidad, resistencia a la deformación plástica y a la fractura.



**Superelasticidad:** Nombre derivado del hecho de que en la curva de fuerza/deflexión, esta aleación tiene una elasticidad diez veces mayor a la de un alambre de acero inoxidable convencional<sup>9</sup>.

La aleación de Níquel-Titanio posee en su composición dos fases cristalinas. Cuando una lima fabricada con ese tipo de aleación, está en reposo, ésta se encuentra en la fase de austenita, y cuando está en movimiento rotatorio se presenta una deformación conocida como martensita, propia de las aleaciones superelásticas<sup>10</sup>.

La estructura cristalográfica de los instrumentos de NiTi en reposo y a temperatura ambiente es austenítica, es decir, tienen una estructura cristalina cúbica de lado centrado. Cuando la aleación NiTi se enfría o se somete a tensión, tal como en la preparación de conductos radiculares curvos, la austenita cambia a la fase martensítica del metal. En esta fase, los átomos tienen una estructura compleja y proporcionan la superelasticidad a la aleación. A medida que la tensión se interrumpe o la temperatura asciende, el metal recupera su estructura austenítica<sup>10</sup>.

Esta capacidad de transformación reversible se denomina memoria de forma, que, en términos prácticos, se traduce en la capacidad del instrumento de regresar a su forma original tan pronto como la fuerza que causó la distorsión cesa<sup>11</sup>.

Desafortunadamente, cada transformación de esta fase cristalográfica debilita el instrumento y reduce su resistencia a la fractura por fatiga cíclica, lo que puede llevar a una fractura inesperada llamada fractura flexural<sup>12,13</sup>.

Otro tipo de fractura de los instrumentos de NiTi es la torsional, se presenta como resultado del atrapamiento del instrumento adentro del canal radicular<sup>12</sup>. Este tipo de fractura siempre se acompaña por la creación de defectos en la superficie externa del instrumento<sup>14</sup>.



La rotación continua de instrumentos en conductos radiculares curvos requiere que el instrumento se flexione durante cada rotación, lo que resulta en la compresión cíclica y la tensión, que a su vez produce fatiga del material.

Por otro lado, la punta o alguna parte del instrumento endodóncico podría quedar atrapado en las zonas estrechas que producen el llamado bloqueo de taper. El torque necesario para girar el eje de un instrumento bloqueado puede exceder su resistencia torsional, lo que lleva a la separación<sup>8</sup>.

Muchos factores pueden afectar la resistencia a la fractura de los instrumentos endodóncicos, como el tamaño, conicidad, composición de la aleación, métodos de fabricación, flexibilidad y rigidez, forma del instrumento y dirección de la rotación<sup>15</sup>.

### **Instrumentos rotatorios impulsados por motor**

Con la introducción de la aleación NiTi para las limas endodóncicas, nació la idea de una lima rotatoria segura. Los intentos de usar limas de acero convencionales para la instrumentación de conductos radiculares se han repetido a lo largo de muchos años con poco éxito. La lima de acero no tiene flexibilidad suficiente para usarla con movimientos rotatorios en un conducto curvo, sin alterar significativamente la configuración del conducto y, quizás, originar una perforación de la pared. Además, el diseño de los instrumentos hace que se sobrecarguen y fracturen con facilidad<sup>1</sup>.

Por otra parte, los instrumentos NiTi pueden ser utilizados con el uso manual o con el motor eléctrico. Estos motores presentan velocidad controlada (150 a 350 rpm) siendo que el giro del instrumento es en sentido horario, según cita Estrela<sup>2</sup>.

En el año 2002 los sistemas rotatorios que proporcionaban alternativas útiles (según Cohen<sup>16</sup>) eran:



- 
- 
- ProFile<sup>(MR)</sup> y ProFile GT<sup>(MR)</sup> (Tulsa Dental Products)
  - LightSpeed<sup>(MR)</sup> (LightSpeedTechnology, Inc.)
  - Quantec<sup>(MR)</sup> (Analytic, Orange)
  - POW-R<sup>(MR)</sup> (Union Broach, York)
  - Hero 642<sup>(MR)</sup> (Micro-Mega)

## 5. Sistema EndoSequence<sup>(MR)</sup> (RealWorldEndo/Brasseler)

La tecnología EndoSequence ha sido diseñada para generar previsibilidad en la obturación a través de un sistema de concordancia láser para verificar los conos de gutapercha, creando sincronización entre una preparación mecánica y el cono maestro<sup>4</sup>.

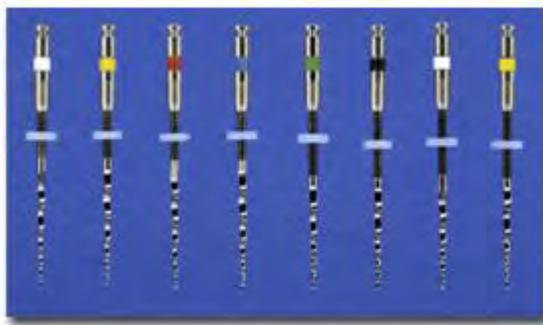


Fig. 1-5. Limas rotatorias EndoSequence. Tomada de <http://www.realworldendo.com>

### Diseño

#### *Sección transversal*

El diseño empleado por EndoSequence es triangular, este disminuye el contacto friccional entre la lima y las paredes del canal radicular, mejorando la eficiencia e incrementando la flexibilidad<sup>17,18</sup>.

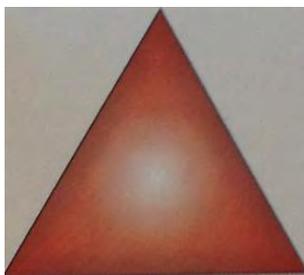


Fig. 1-5. Diseño transversal triangular. Tomada de Nageswar RR. Endodoncia Avanzada. Amolca; 2011



### ***Taper***

El sistema EndoSequence esta disponible en conicidades .04 y .06 con tamaños 15 – 60 y 15 – 50 respectivamente, en longitudes de 21, 25 y 31 mm. También están disponibles paquetes de instrumentos individuales y paquetes de procedimiento (chico, mediano y grande). Un instrumento rotatorio inicial llamado “Expeditor” está incluido con el sistema para asistir y determinar el diámetro inicial del canal y cual paquete EndoSequence abrir<sup>18,19</sup>.

El “Expeditor” es un instrumento de tamaño .27 mm con una conicidad de .04 y 21 mm de longitud<sup>18,19</sup>.

### ***Ángulo helicoidal y paso de rosca***

Además de sus puntos de contacto alternos y la falta de planos estabilizadores radiales, la lima EndoSequence utiliza pasos de rosca variables y ángulos helicoidales variables<sup>18,19,20</sup>.

### ***Diseño de la punta***

Utiliza una punta de precisión no cortante que ocupa D1 completamente. Esto resulta en una seguridad combinada con eficacia<sup>17,18,19</sup>.

Una punta de precisión es definida como no cortante hasta 1 mm de su punta (D1). Este diseño permite al instrumento ser al mismo tiempo seguro y eficiente<sup>4,18,19</sup>.



Fig. 2-5. Punta no cortante del instrumento EndoSequence. Tomada de Kurtzman GM. Simplifying Endodontics with EndoSequence Rotary Instrumentation. J Calif Dent Assoc. 2007; 35(9): 625-8

### **Ángulo de corte**

Poseen un ángulo de incidencia positivo según el fabricante<sup>17,18</sup>.

### **Características Especiales**

Los instrumentos son sometidos a un proceso llamado electropulido, con lo que se eliminan muchas de las imperfecciones que pueden conducir a la fractura, además mantiene las aristas del instrumento más agudas, limpias y más duraderas<sup>18,19,20</sup>.

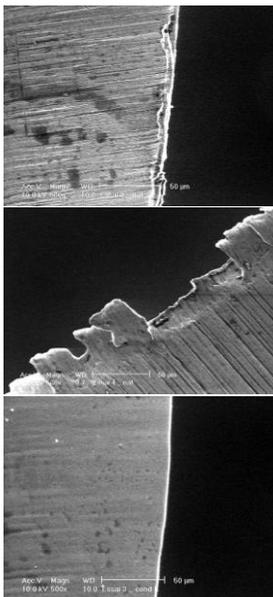


Fig. 3-5. Microscopía electrónica de barrido de una lima:

- a) Superficie rugosa consecuente al proceso de ranuración del instrumento.
- b) Superficie consecuente del pulido tradicional
- c) Superficie consecuente al electropulido

Tomada de Kurtzman GM. Simplifying Endodontics with EndoSequence Rotary Instrumentation. J Calif Dent Assoc. 2007;

5(9):625-8

El diseño de la lima empleado por EndoSequence provee puntos de contacto alternos a lo largo del cuerpo de corte. El uso de puntos de contactos alternos permite a la lima permanecer centrada en el canal, mientras que, simultáneamente reduce el torque necesario. La falta de planos estabilizadores radiales ofrece un instrumento más resistente y flexible como resultado de un menor grosor del metal. Combinado con una punta de precisión, los puntos de contacto alternos proporcionan un instrumento eficiente que no transportará el conducto<sup>4,18,19</sup>.

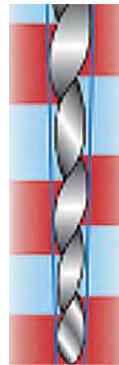


Fig. 4-5. Puntos de contacto alternos del instrumento EndoSequence. Tomada de Kurtzman GM. Simplifying Endodontics with EndoSequence Rotary Instrumentation. J Calif Dent Assoc. 2007; 35(9): 625-8

## Instrucciones de uso

### ***Revoluciones por minuto***

La falta de planos estabilizadores radiales combinado con una punta de precisión, y los puntos de contacto dan como resultado un instrumento con diseño mejorado que reduce el torque necesario, un incremento de velocidad (600 rpm) puede ser usado con las limas EndoSequence. El incremento de velocidad dará como resultado una mayor percepción táctil<sup>18,19</sup>.

El rango ideal para los instrumentos EndoSequence es entre 500 y 600 rpm<sup>18,19</sup>.



## ***Torque***

Los niveles recomendados de control de torque para uso clínico de limas rotatorias EndoSequence son de 1.8 hasta 2.4 Ncm<sup>17</sup>.

Si un sonido de clic se escucha durante la instrumentación, esto es una indicación de que se está ejerciendo demasiada presión apical al instrumento y no indica el exceso de las revoluciones por minuto. Este sonido es común para las limas con sección transversal triangular<sup>18,19</sup>.

## ***Técnica de instrumentación***

Después de patentizar el conducto con una lima manual, el Expeditor se introduce dentro del canal ajustado a longitud real. Si la longitud se alcanza con la mitad apical de corte del Expeditor, el paquete EndoSequence que se abrirá será uno de tamaño pequeño. Si el Expeditor avanza hasta aproximadamente la mitad antes de que se alcance la longitud, entonces se seleccionará un paquete mediano y el instrumento inicial usado en técnica crown-down será un tamaño 40. Si el Expeditor no alcanza la longitud o se pierde en inserción total, entonces se utilizará un paquete grande. Los instrumentos están disponibles en paquetes de tamaños individuales o como paquetes “pequeños” (15-20-25-30); “medianos” (25-30-35-40); y “grandes” (35-40-45-50)<sup>18,19</sup>.



Fig. 5-5. Paquetes EndoSequence en sus tamaños “chico”, “mediano” y “grande”. Expeditor. Tomada de Kurtzman GM. Simplifying Endodontics with EndoSequenceRotary Instrumentation. J Calif Dent Assoc. 2007; 35(9): 625-8.

La instrumentación precisa puede lograrse seleccionando el paquete EndoSequence adecuado para el conducto, basando en el ajuste inicial del Expeditor. Entonces el conducto es ensanchando usando cuatro limas secuenciales, creando una forma para el conducto que permitirá una obturación completa<sup>18,19</sup>.

## 6. Sistema K3<sup>(MR)</sup> (SybronEndo)

El sistema de lima K3 es diseñado por el Dr. John McSpadden. Están disponibles como limas de conformación de conducto y limas de conformación del cuerpo del conducto K3<sup>4</sup>.



Fig. 1-6. Instrumentos K3. Tomada de SybronEndo  
(<http://www.sybronendo.com/pix/SybronEndo/Products/K3/k3-0406-1000x1000.jpg>)

### Diseño

#### *Sección transversal*

El diseño único en su sección transversal, hace las limas K3 significativamente más resistentes a la fatiga cíclica que otros sistemas rotatorios<sup>21,22</sup>.

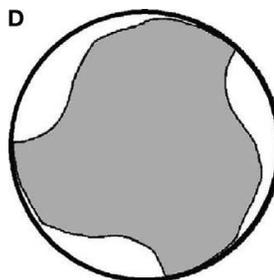


Fig. 2-6. Sección transversal del K3. Tomada de Walsch H. The hybrid concept of nickel-titanium rotary instrumentation. DentClin North Am. 2004; 48: 183-202

## ***Taper***

### **Limas de conformación del conducto K3**

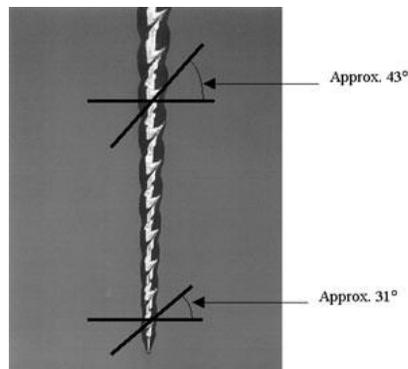
- Están disponibles con una conicidad fija de 0,02, 0,04 y 0,06<sup>4</sup>.
- Los instrumentos con conicidad 0,02 están disponibles en tamaños No. 15 al No. 45 en longitudes de 21, 25 y 30 mm<sup>4</sup>.
- Los instrumentos con conicidades 0,04 y 0,06 están disponibles en tamaños No. 15 al No. 60 y longitudes de 21, 25 y 30 mm<sup>4</sup>.

### **Limas de conformación del cuerpo K3**

- Están disponibles en conicidades de 0,08, 0,10 y 0,12<sup>4</sup>.
- Están disponibles solamente en tamaño No. 25<sup>4</sup>.
- Las diversas longitudes disponibles son 17, 21 y 25 mm<sup>4,23,21</sup>.

## ***Ángulo helicoidal***

Ángulo helicoidal de las estrías variable. Una vez que el instrumento haya hecho su corte en la dentina, el detritus debe ser removido. Las virutas de dentina que resultan de la acción cortante del K3 se desalojan fácilmente del área de trabajo y se conduce al orificio mediante su ángulo helicoidal único. El resultado es un instrumento con remoción del detritus sin precedentes<sup>24</sup>.



**Fig. 3-6. Ángulo helicoidal variable de los instrumentos K3. Tomada de SybronEndo (<http://www.sybronendo.com>)**

### ***Paso de rosca***

Paso de rosca variable. Para ayudar a prevenir el efecto de atornillamiento y para promover la remoción de detritus dentinario<sup>24</sup>.

### ***Diseño de la punta***

La punta no cortante del instrumento K3 ayuda a seguir la trayectoria del conducto además de minimizar el riesgo de escalones, zipping y perforaciones. Esta característica también ayuda a reducir el transporte del conducto. La tendencia a empujar el detritus apicalmente también se reduce significativamente, disminuyendo así el dolor postoperatorio del paciente<sup>4,25</sup>.

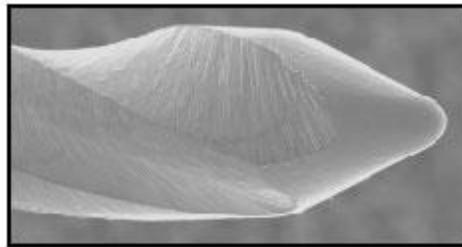


Fig. 4-6. Punta no cortante del instrumento K3. Tomada de <http://www.sybronendo.com>

### ***Ángulo de corte***

La eficacia de corte de un instrumento depende directamente del ángulo de incidencia de las hojas cortantes. Esto es: un ángulo positivo dará lugar a un instrumento con acción de “corte”; un ángulo negativo dará lugar a un instrumento con acción de “raspado”<sup>4</sup>.

El K3 cuenta con ángulo de incidencia levemente positivo para evitar la perforación lateral en las paredes del conducto al mismo tiempo que aumenta la eficacia del corte; y un diseño asimétrico en su sección transversal<sup>25,23,4,26</sup>.

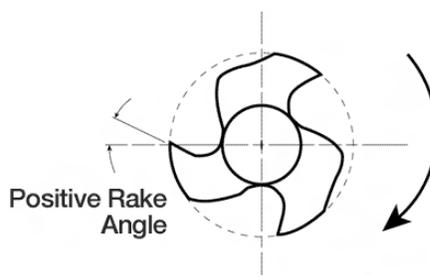


Fig. 5-6. Ángulo de incidencia positivo de los instrumentos K3. Tomada de SybronEndo (<http://www.sybronendo.com>)

### ***Características especiales***

**Planos estabilizadores radiales anchos.** La resistencia de la lima proviene del núcleo interno del instrumento en lugar del área periférica cerca de la lámina de corte. Esta pieza del instrumento también se llama plano estabilizador radial. Cuanto menor soporte tenga la hoja (la cantidad de metal detrás de la arista cortante) menos resistente es el instrumento al estrés de torsión. Los planos estabilizadores radiales ampliados del K3 aumentan su resistencia periférica detrás de la lámina de corte con un efecto positivo en la resistencia del instrumento durante la rotación<sup>4,24</sup>.

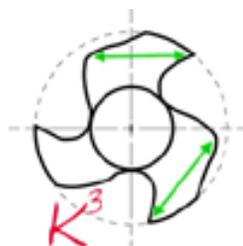


Fig. 6-6. Planos estabilizadores radiales anchos. Tomado de SybronEndo (<http://www.sybronendo.com>)

**Liberación periférica de la hoja.** La liberación periférica de la hoja fue diseñada para reducir la fricción y facilitar una operación más lisa. También ayuda a controlar la profundidad del corte. Esto contribuye a la protección del instrumento del engranaje excesivo y rotura<sup>4</sup>.

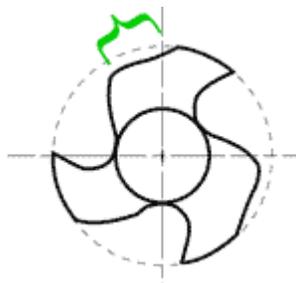


Fig. 7-6. Liberación periférica de la hoja. Tomada de SybronEndo (<http://www.sybronendo.com>)

**Tercer plano estabilizador radial.** El propósito primario del tercer plano estabilizador radial es evitar que el instrumento se enrosque en el conducto. Esta característica permite un mayor control al operador mediante el centrado y estabilización del instrumento durante su rotación<sup>4,24</sup>.

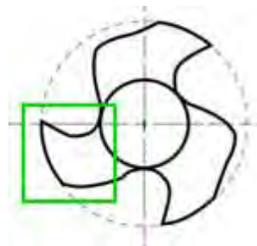


Fig. 8-6. Tercer plano estabilizador radial. Tomada de SybronEndo (<http://www.sybronendo.com>)

**Diámetro del núcleo variable.** Es mejor descrito como la profundidad variable de las estrías<sup>4</sup>.

La proporción del diámetro del núcleo del diámetro externo es mayor en la punta donde una resistencia mayor es necesaria. Esta proporción entonces disminuye uniformemente hacia el mango, resultando en una mayor profundidad de las estrías y una flexibilidad creciente, mientras se mantiene la resistencia<sup>4,24</sup>.



## **Instrucciones de uso**

### ***Revoluciones por minuto***

Entre 300-350 rpm en un electromotor con control del torque<sup>4</sup>.

### ***Torque***

Se recomienda un torque de 1.0 N.cm<sup>27</sup>.

### ***Técnica de instrumentación***

## **PAUTAS PARA LA INSTRUMENTACIÓN CON EL PROCEDURE PACK**

1. Obtenga el acceso directo, localice el orificio y obtenga la permeabilidad<sup>4,21</sup>.
2. Comience con la preparación crown-down llevando un K3 con conicidad 0,10 hasta encontrar resistencia<sup>4,21</sup>.
3. Lleve un K3 con conicidad de 0,08 hasta encontrar resistencia<sup>4</sup>.
4. Estime el tamaño apical<sup>4,21</sup>.
5. Vuelva a insertar con la técnica crown-down usando un instrumento K3 de tamaño #40<sup>4,21</sup>.
6. Establezca la longitud de trabajo con un localizador apical. Debe tomarse una radiografía para ayudar en la determinación de la longitud de trabajo y evaluación de la morfología del conducto<sup>4,21</sup>.
7. Termine la preparación crown-down con un instrumento K3 #35, un instrumento K3 #30 y un instrumento K3 #25, llevando cada uno hasta encontrar resistencia entre 300-350 rpm en un electromotor con control del torque<sup>4</sup>(1.0 N.cm<sup>27</sup>). Cada instrumento se debe



---

---

utilizar por solamente 5-7 segundos. La selección entre las conicidades 0,04 y 0,06 es determinado por la anatomía del conducto y la técnica de obturación<sup>4,21</sup>.

## **PAUTAS PARA LA INSTRUMENTACIÓN CON K3 G-PACK (CONICIDAD GRADUAL)**

1. Obtenga el acceso directo, localice el orificio y obtenga la permeabilidad<sup>4,21</sup>.
2. Comience con la preparación crown-down llevando el K3 con conicidad 0,12 hasta encontrar resistencia (el K3 con conicidad 0,12 está diseñado para abrir el orificio solamente)<sup>4,21</sup>.
3. Lleve el K3 con conicidad 0,10 hasta encontrar resistencia<sup>4,21</sup>.
4. Establezca la longitud de trabajo, según lo descrito previamente<sup>4,21</sup>.
5. Lleve un K3 Shaper con conicidad 0,08 hasta encontrar resistencia<sup>4,21</sup>.
6. Lleve el instrumento K3 #25 con conicidad 0,06 hasta encontrar resistencia<sup>4,21</sup>.

Muchos conductos estarán preparados totalmente después de este paso. En los conductos más difíciles, curvos y estrechos, existe la opción de usar un instrumento K3 #25 con conicidad 0,04 y un instrumento K3 # 25 con conicidad 0,02 hasta alcanzar la longitud de trabajo. Recapitule de nuevo hasta la conicidad 0,04, luego con 0,06 si es posible<sup>4,21</sup>.

## 7. Sistema Mtwo<sup>(MR)</sup> (VDW)

Los instrumentos Mtwo de NiTi, a diferencia de los demás sistemas en el mercado, conforman continuamente las paredes enteras a medida que progresa en el conducto: “conformación simultánea”. Están disponibles en blísteres estériles de 6 instrumentos<sup>4</sup>.

### Diseño

#### *Sección transversal*

Posee dos filos de corte que se reivindican para cortar dentina eficazmente, gracias a su forma en S en sección transversal, afirma VDW<sup>4,28</sup>.

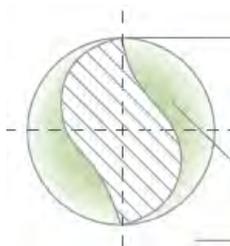


Fig. 1-7. Sección transversal de los instrumentos Mtwo. Tomada de VDW (<http://www.vdw-dental.com>)

#### *Taper*

La serie básica de limas Mtwo está compuesto por ocho instrumentos con conicidades que oscilan entre 0,04 y 0,07 mm/mm y tamaños de 10 a 40<sup>4</sup>.

#### *Ángulo helicoidal*

Un ángulo helicoidal largo y constante incrementa la estabilidad del instrumento<sup>28</sup>.

### ***Paso de rosca***

La distancia entre las hojas de corte aumenta desde la punta hacia el vástago proporcionando un gran espacio para la remoción de la dentina<sup>4,28</sup>.

Este diseño supuestamente tiene dos funciones: (i) Eliminar el roscado y atascamiento en rotación continua, y (ii) para reducir el transporte de los desechos hacia el ápice<sup>26,40</sup>.



Fig. 2-7. Paso de rosca progresivo de instrumentos Mtwo. Tomada de VDW (<http://www.vdw-dental.com>)

### ***Diseño de la punta***

Poseen una punta no cortante<sup>28</sup>.



Fig. 3-7. Punta no cortante de instrumentos Mtwo. Tomada de <http://www.vdw-dental.com>

### ***Ángulo de corte***

Los instrumentos Mtwo son particularmente flexibles y eficientes; se caracterizan por un ángulo de incidencia positivo con dos filos de corte<sup>4,28</sup>.

### ***Características especiales***

Están disponibles con diferentes longitudes de área de trabajo. En la secuencia básica, hay instrumentos con área de trabajo de 16 mm y 21 mm<sup>28</sup>.

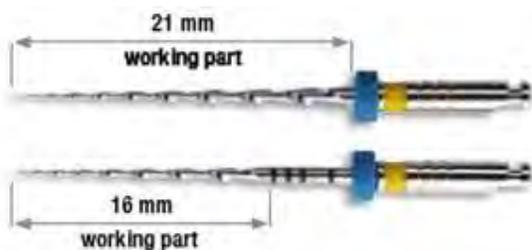
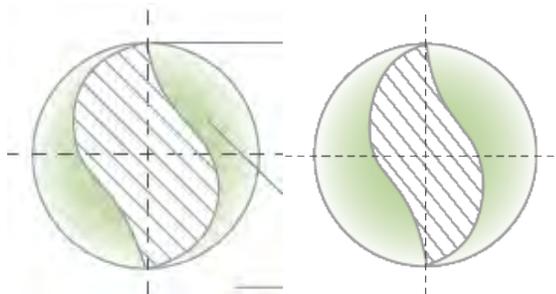


Fig. 4-7. Diferentes longitudes de área de trabajo. Tomada de <http://www.vdw-dental.com>

Los instrumentos de 21 mm en su área de trabajo preparan el conducto y remueve obstrucciones de la cámara pulpar sin debilitamiento innecesario del diente<sup>28</sup>.

Este diseño innovador reduce al mínimo el efecto de enroscado adverso. Y sus dos únicas cuchillas son extremadamente útiles cortando dentina y produciendo poca fricción. Esto hace de los instrumentos Mtwo muy resistentes a la fractura<sup>4</sup>.

Los instrumentos Mtwo con tamaños ISO y conicidades mayores tienen una sección transversal reducida. Este diseño asegura la flexibilidad del instrumento y facilita el mantenimiento de la curvatura radicular natural incluso para las preparaciones apicales mas grandes, por ejemplo 35/.06<sup>28</sup>.



**Fig. 5-7. Sección transversal reducida de los instrumentos con mayor tamaño y conicidad.**  
Tomada de VDW (<http://www.vdw-dental.com>)

## **Instrucciones de uso**

### ***Revoluciones por minuto y torque***

El fabricante recomienda una velocidad de 250-350 rpm y un torque controlado entre 1.2 hasta 3 N.cm según la lima<sup>28</sup>.

### ***Técnica de instrumentación***

De acuerdo con el fabricante, los instrumentos se deben utilizar con una técnica de longitud única. Eso significa que, desde el principio del tratamiento el odontólogo utiliza siempre la primera lima hasta la longitud de trabajo total. Esto corresponde al método tradicional de preparación manual<sup>4</sup>.

Constituye un sistema NiTi mínimamente invasivo con solamente una secuencia basada en la preparación manual tradicional proporcionando excelentes resultados y no requiere más de cuatro instrumentos generalmente. Independientemente de la forma del conducto, solamente se necesita una secuencia estándar. Los instrumentos adicionales están disponibles para conformar los conductos radiculares según diversas técnicas de obturación<sup>4</sup>.



Fig. 6-7. a) Secuencia básica, b) Conformación para conductos radiculares más grandes, c) Conformación para obturación con técnicas con calor. Tomada de VDW (<http://www.vdw-dental.com>)

El odontólogo, así como el asistente, tendrán pocas dificultades para cambiar de la instrumentación manual a la preparación rotatoria de NiTi, además el fabricante recomienda usar la técnica de instrumentación crown-down con la que la mayoría de operadores está familiarizado<sup>4,26,28</sup>.

## 8. Sistema ProTaper<sup>(MR)</sup> (Dentsply)

Este sistema fue desarrollado mutuamente por el Dr. Clifford Ruddle, John West, Pierre Machtou y Ben Johnson y fue diseñado por Francois Aeby y Gilbert Rota de Dentsply/Maillefer en Suiza<sup>4</sup>.

### Diseño

#### *Sección transversal*

Los instrumentos ProTaper tienen una sección transversal triangular de forma convexa<sup>1,4,25,29,31</sup>.

El instrumento F3 tiene una configuración especial<sup>31</sup>.



Fig. 1-8. Diseño transversal triangular convexo de ProTaper. Tomada de Dentsply (<http://www.dentsply.com.mx>)

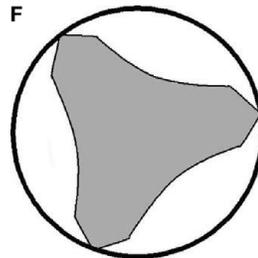


Fig. 2-8. Diseño transversal del F3. Tomada de Walsch H. The hybrid concept of nickel-titanium rotary instrumentation. Dent Clin North Am. 2004; 48: 183-202

## ***Taper***

Cuentan con un diseño de espiras que combina múltiples conicidades dentro del eje (3,5% - 9%). Es por esto el nombre del sistema ProTaper (ProgressiveTaper)<sup>1,4,25,29,31</sup>.

En el inicio de la parte activa, en D1, la conicidad es de 0,02 mm/mm, pero aumenta 0,02 mm/2 mm hasta alcanzar D16. De esta forma encontramos en el mismo instrumento las conicidades 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,10; 0,12; 0,14; 0,16; 0,18 y 0,19 mm/mm<sup>1</sup>.



Fig. 3-8. Instrumentos ProTaper con conicidad variable. Tomada de [http://www.dentistrytoday.com/Media/EditLiveJava/1209\\_West\\_06.jpg](http://www.dentistrytoday.com/Media/EditLiveJava/1209_West_06.jpg)

## ***Ángulo helicoidal y paso de rosca***

Un paso de rosca y ángulos helicoidales variables junto con un mango mas corto, caracterizan al sistema ProTaper, el cual se constituye por seis instrumentos únicamente (tres limas de conformación y tres limas de terminación). Además está disponible en forma manual<sup>4</sup>.

### ***Diseño de la punta***

Poseen una punta guía modificada no agresiva<sup>4,25,29</sup>.



Fig. 4-8. Diseño de la punta no cortante. Tomada de Dentsply (<http://www.dentsply.com.mx>)

### ***Ángulo de corte***

Presentan un ángulo de corte ligeramente negativo<sup>1,4,30</sup>.

### ***Características especiales***

Las limas de conformación están identificadas como: S-X, S-1 y S-2. Deben utilizarse en movimiento de “picada” hasta alcanzar la longitud real de trabajo<sup>1</sup>.

#### **Shaper X (S-X)**

- Este instrumento auxiliar se usa en los conductos de dientes con raíces cortas o para extender y expandir las porciones coronales de la preparación. Es similar a las fresas Gates-Glidden o los OrificeOpeners<sup>4</sup>.
- El S-X tiene un índice de conicidad mucho mayor de D0 (diámetro de la punta) a D9 (9mm indicado en las hojas) que los otros ProTapers de conformación (S-1, S-2)<sup>4</sup>.
- En la punta (D0) los conformadores S-X tiene un diámetro ISO de 0,19mm. Esto se eleva a 1,1 mm en D9, que es comparable al tamaño de la punta del instrumento 110 de ISO<sup>4</sup>.



- Después de D9 el índice de conicidad disminuye hasta D14 que adelgaza e incrementa la flexibilidad del instrumento<sup>4</sup>.

### **Shaper-1 (S-1)**

- S-1 comienza con una punta de tamaño 0,17 mm<sup>4</sup>.
- Obtiene una conicidad de hasta 1,2 mm<sup>4</sup>.
- A diferencia del aumento constante por milímetro en la conicidad de los instrumentos ISO, éste tiene una conicidad cada vez mayor por cada milímetro a través de los 14 mm de longitud de sus láminas de corte que hace este instrumento único<sup>4</sup>.
- S-1 está diseñado para preparar el tercio coronal del conducto<sup>4</sup>.
- S-1 incluso ayuda en el ensanchamiento del tercio medio del conducto<sup>4</sup>.

### **Shaper-2 (S-2)**

- La lima S-2 comienza con una punta de tamaño 0,20 mm<sup>4</sup>.
- Obtiene una conicidad de hasta 1,2 mm, y de igual manera que S-1, no tiene una conicidad constante como los instrumentos ISO<sup>4</sup>.
- S-2 está diseñado para preparar el tercio medio además de la región crítica del tercio apical<sup>4</sup>.

## **Limas de terminación:**

### **Finisher F-1**

- F-1 tiene un diámetro de la punta D0 de tamaño ISO 20<sup>4</sup>.
- La conicidad difiere entre D0 y D3. Se estrecha en un índice de 0,07 mm/mm<sup>4</sup>.
- De D4 a D14 muestra conicidades decrecientes mejorando su flexibilidad<sup>4</sup>.



### **Finisher F-2**

- F2 tiene un diámetro de la punta D0 de tamaño ISO 25<sup>4</sup>.
- La conicidad difiere entre D0 y D3. Se estrecha en un índice de 0,08 mm/mm<sup>4</sup>.
- De D4 a D14 muestra conicidades decrecientes mejorando su flexibilidad<sup>4</sup>.

### **Finisher F-3**

- F3 tiene diámetro de la punta D0 de tamaño ISO 30<sup>4</sup>.
- La conicidad difiere entre D0 y D3. Se estrecha en un índice de 0,09 mm/mm<sup>4</sup>.
- De D4 a D14 muestra una conicidad decreciente mejorando su flexibilidad<sup>4</sup>.
- Ha sido concebido tecnológicamente para incrementar su flexibilidad a pesar de su tamaño<sup>4</sup>.

Por lo general, se requiere solamente de un instrumento para preparar el tercio apical hasta la longitud de trabajo, y los tamaños de las puntas (0,20, 0,25 y 0,30) serán seleccionados en base a la curvatura de los conductos y al diámetro en sección transversal<sup>4</sup>.

### **Ventajas:**

1. El diseño de la conicidad (múltiple) progresiva mejora la flexibilidad y la instrumentación en los conductos curvos y restrictivos<sup>4</sup>.
2. El paso de rosca balanceado y los ángulos helicoidales del instrumento evitan el enroscado y optimizan la acción del corte conforme desaloja el detritus coronalmente de manera eficaz<sup>4</sup>.



3. Tanto los “conformadores” como los de “terminación” remueven el detritus y el tejido blando del conducto y acaba la preparación con una conicidad continua lisa<sup>4</sup>.
4. La sección transversal triangular de los instrumentos aumenta la seguridad, la sensación táctil y la acción del corte<sup>4</sup>.
5. La punta guía modificada del instrumento puede seguir fácilmente una trayectoria de descanso preparada sin trabarse en las paredes laterales<sup>4</sup>.

## **Instrucciones de uso**

### ***Revoluciones por minuto***

El fabricante recomienda una velocidad de trabajo de 250-350 rpm para un óptimo trabajo<sup>25</sup>.

### ***Torque***

Varía con cada instrumento y tiene un rango desde 1 hasta 4 Ncm<sup>31</sup>.

### ***Técnica de instrumentación***

Según el fabricante existen dos secuencias a seguir a partir de conductos radiculares cortos y conductos radiculares medianos o largos<sup>1,31</sup>.

Para conductos radiculares cortos se utiliza la siguiente secuencia:

1. Instrumento SX hasta el tercio medio del conducto radicular.
2. Lima manual tipo K o Flexofile de pequeño diámetro inicial (10 ó 15) hasta longitud real de trabajo (LRT).



3. Instrumento SX hasta LRT.
4. Instrumento F1 hasta LRT.
5. Instrumento F2 y F3 hasta LRT.

Para conductos radiculares medianos y largos, la secuencia preconizada es la siguiente:

1. Instrumento S1 hasta el tercio medio del conducto radicular.
2. Instrumento SX hasta el tercio medio del conducto radicular.
3. Lima manual de pequeño calibre (10 ó 15) tipo K o Flexofile hasta LRT.
4. Instrumentos S1, S2, F1, F2 y F3 hasta la LRT.

## 9. Sistema Hero (High Elasticity in Rotation) 642<sup>(MR)</sup> (Micro-Mega)

Es el sistema Hero convencional con una innovación: un cabezal del motor más corto. J.M. Vulcain y P. Calas fueron los creadores del sistema inicial Hero 642, que se modificó incorporando la novedad de un micromotor que posee un cabezal de un tamaño más reducido para llegar más fácilmente a sectores posteriores<sup>32</sup>.

### Diseño

#### *Sección transversal*

El instrumento Hero 642 tiene un diseño Hedström trihelicoidal con estrías bastante afiladas<sup>1,4,16</sup> que además, presenta un cuerpo central con masa densa para resistir a la fatiga, la carga, el calor, a la velocidad y al estrés<sup>1</sup>.

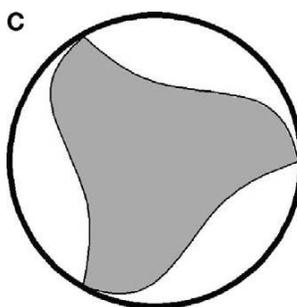


Fig. 1-9. Diseño transversal de Hero 642. Tomada de Walsch H. The hybrid concept of nickel-titanium rotary instrumentation. Dent Clin North Am. 2004; 48: 183-202

#### *Taper*

El número 642 representa las tres conicidad (0,06, 0,04, 0,02 mm/mm respectivamente) de los instrumentos ofrecidos por el sistema que utiliza 6 diámetros (D1) de limas, 20, 25, 30, 35, 40, 45, con conicidad de 0,02

mm/mm y diámetros D1 de 20, 25 y 30 con conicidades del 0,04 y 0,06 mm/mm<sup>1</sup>.

### ***Ángulo helicoidal***

Debido al aumento progresivo de la distancia entre las espiras<sup>16,4</sup> lo que produce un cambio en el ángulo helicoidal, se disminuye el riesgo de atascamiento dentro del conducto radicular.

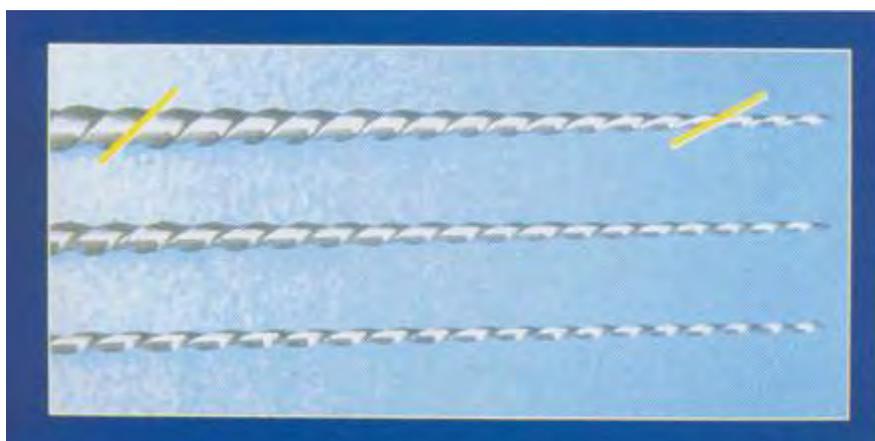


Fig. 2-9. Ángulo helicoidal variable de HERO 642. Tomada de Brau-Aguadé E, Pumarola-Suñé. Reflexiones a la técnica de instrumentación rotatoria y aplicación clínica del HERO 642. RCOE. 2002; 7(3): 261-270. Disponible en línea en (<http://dx.doi.org/10.4321/S1138-123X2002000400004>)

### ***Paso de rosca***

La modificación clave en este instrumento implica el paso de rosca de la hoja y la longitud de la porción cortante, que varían dependiendo de la conicidad. Mediante la modificación de estos parámetros, es posible seleccionar la resistencia, eficacia y flexibilidad más idónea para la conicidad y el trabajo requerido del instrumento; se trata del concepto del “paso de rosca adaptado”<sup>4</sup>.

### ***Diseño de la punta***

La punta del instrumento no es aguda<sup>25</sup>, por eso la lima respeta la anatomía y curvatura del conducto, incluso las grandes curvaturas<sup>1</sup>.

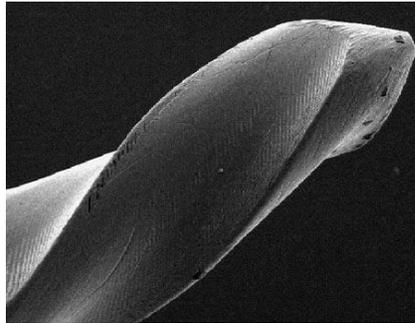


Fig. 3-9. Diseño de la punta no cortante de instrumentos Hero 642. Tomada de Thompson SA, Dummert PM. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel–titanium instruments in simulated root canals: Part 1. IntEndod J. 2000; 33: 248-254.

### ***Ángulo de corte***

Está diseñado con un ángulo de incidencia positivo<sup>4,25</sup>. Por lo tanto la liberación del borde cortante del instrumento sobre la pared dentinaria no permite una acción mayor. En otras palabras, después de que la lima cortó, es liberada tangencialmente. Con esto, se evita que la lima se atasque en el interior del conducto y que ocurra un desgaste excesivo del mismo, aumentando así la durabilidad de este instrumento<sup>25</sup>.

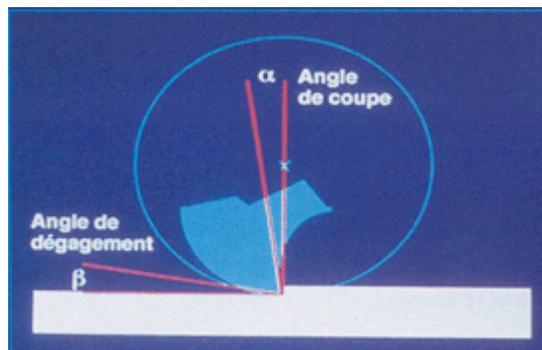


Fig. 4-9. Esquema del ángulo de corte del Hero 642 Tomada de Brau-Aguadé E, Pumarola-Suñé. Reflexiones a la técnica de instrumentación rotatoria y aplicación clínica del HERO 642. RCOE. 2002; 7(3): 261-270. Disponible en línea en (<http://dx.doi.org/10.4321/S1138-123X2002000400004>)



### ***Características especiales***

El aumento del paso de rosca de la hoja cambia las propiedades del instrumento y así, su comportamiento durante la rotación continua:

- Cuanto más largo es el paso de rosca, mayor es la flexibilidad<sup>4</sup>.
- Cuanto más pequeño sea el ángulo de la hoja, mayor será la eficacia del corte. Bajo idénticas condiciones de trabajo, velocidad de rotación y presión, un instrumento con un paso de rosca largo conformará un conducto más rápidamente que un instrumento con un paso de rosca corto<sup>4</sup>.
- La evacuación del detritus, es decir, las virutas de dentina, es facilitada por el paso de rosca largo porque la evacuación es más directa<sup>4</sup>.
- Se reduce el fenómeno del enroscamiento<sup>4</sup>.

Presenta ranuras poco profundas, evitando de esta forma, que la dentina se adhiera en la lima<sup>4</sup>.

En todas las conicidades y diámetros, la longitud de la parte activa mide 16 mm. Los instrumentos de conicidad 0,06 mm/mm son más cortos, ya que están indicados para realizar la preparación de los tercios cervical y medio del conducto radicular, siendo su longitud total de 21 mm<sup>1</sup>.

El sistema permite tratar dientes con conductos radiculares con curvas pronunciadas, curvaturas dobles, tercios apicales con rizogénesis incompleta y retratamientos en pocos minutos (5 minutos aproximadamente por conducto)<sup>1</sup>.

## Instrucciones de uso

### *Revoluciones por minuto*

El instrumento Hero 642 está diseñado para operar entre 500 y 600 rpm<sup>4,16</sup> con un límite inferior hasta 300 rpm según Guelzow<sup>25</sup>.

### *Técnica de instrumentación*

Se recomienda una técnica coronal descendente con movimiento de picada debido a su ángulo positivo de corte y la conformación triple<sup>1</sup>. La preparación apical debe ser equivalente a por lo menos el tamaño no. 30<sup>1</sup>.

A pesar de su diseño agresivo, el instrumento es fácil de utilizar, al parecer sin riesgo de fractura superior al de otros instrumentos rotatorios<sup>4</sup>.

Los instrumentos de conicidad 0,04 mm/mm se utilizan 2 mm antes de la longitud real de trabajo y los instrumentos de conicidad 0,02 mm/mm a la longitud real. Tanto los instrumentos con conicidad de 0,04 mm/mm como aquellos de conicidad de 0,02 mm/mm poseen una longitud total de 25 mm<sup>1</sup>.

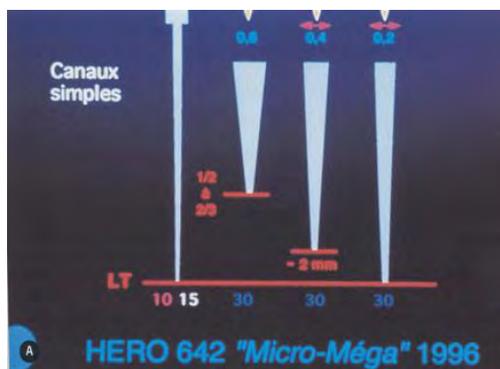


Fig. 5-9. Secuencia para conductos fáciles. Tomada de Brau-Aguadé E, Pumarola-Suñé. Reflexiones a la técnica de instrumentación rotatoria y aplicación clínica del HERO 642. RCOE. 2002; 7(3): 261-270. Disponible en línea en (<http://dx.doi.org/10.4321/S1138-123X2002000400004>)

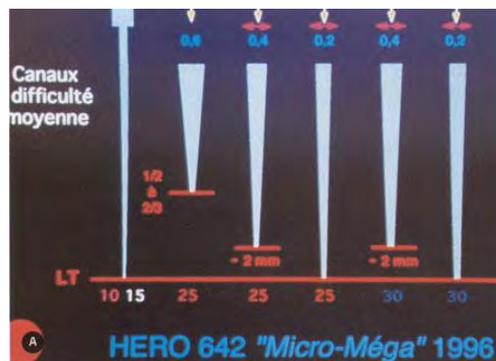


Fig. 6-10. Secuencia para conductos de dificultad media. Tomada de Brau-Aguadé E, Pumarola-Suñé. Reflexiones a la técnica de instrumentación rotatoria y aplicación clínica del HERO 642. RCOE. 2002; 7(3): 261-270. Disponible en línea en (<http://dx.doi.org/10.4321/S1138-123X2002000400004>)

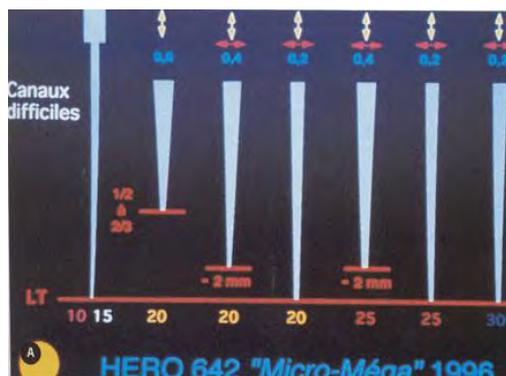


Fig. 7-10. Secuencia para conductos difíciles. Tomada de Brau-Aguadé E, Pumarola-Suñé. Reflexiones a la técnica de instrumentación rotatoria y aplicación clínica del HERO 642. RCOE. 2002; 7(3): 261-270. Disponible en línea en (<http://dx.doi.org/10.4321/S1138-123X2002000400004>)

Para instrumentar conductos radiculares “fáciles” se debe seguir la línea de color “azul”; para un conducto “moderado”, la línea “roja”; y para la preparación de los conductos “difíciles” se utilizan los instrumentos de la línea “amarilla”<sup>1</sup>.



Fig. 8-10. Secuencia Hero 642. Tomada de Karagöz-Küçükay I. Effect of rotational speed on root canal preparation with Hero642 rotary N-TI instruments. J OdontEndod. 2003;29 (7):447-449

Estas líneas permiten al operador atribuir una conicidad a los conductos radiculares en el momento de la limpieza. Estas líneas permiten también el operador memorizar la secuencia de los instrumentos, tornando el aprendizaje más accesible, tanto que estudiantes de pregrado pueden utilizarlo<sup>1</sup>.

## 10. Sistema Twisted Files<sup>(MR)</sup> (SybronEndo)

### Diseño

#### *Sección transversal*

La lima TF es triangular en su sección transversal<sup>21</sup>.

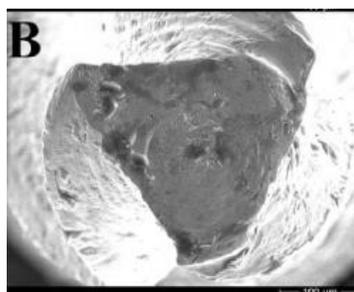


Fig. 1-10. Diseño transversal de TF. Tomada de Wycoff, Reid, A Comparison of Torsional Stress Properties of Three Different Nickel-Titanium Files with Similar Cross-Sectional Design. [Master'sTheses] 2009. Disponible en línea en ([http://epublications.marquette.edu/theses\\_open/131](http://epublications.marquette.edu/theses_open/131))

#### *Taper*

La lima TF tiene un tamaño 25 en la punta y 5 conicidades: .12, .10, .08, .06 y .04<sup>20</sup>. Se le encuentra en paquetes de limas individuales con estas conicidades y también en paquetes configurados por tamaños .10, .08 y .06 como el paquete “grande” y .08, .06 y .04 como el paquete “pequeño”. Están disponibles en longitudes de 23 y 27 mm<sup>21</sup>.

Recientemente se han agregado nuevos tamaños de las TF:

Los nuevos tamaños apicales son; 40/.04 de 27mm, 40/.04 de 23mm, 35/.06 de 27mm, 35/.06 de 23mm, 30/.06 de - 27mm, y 30/.06 de 23mm<sup>21</sup>.

### ***Ángulo helicoidal y paso de rosca***

Empleando un ángulo helicoidal y paso de rosca variable se evita el efecto de succión y atascamiento cuando la lima está modelando el conducto radicular<sup>21</sup>.

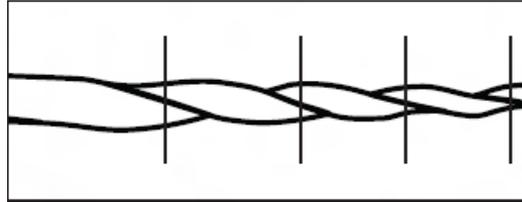


Fig. 2-10. Esquema del paso de rosca y ángulo helicoidal de TF. Tomada de <http://www.sybronendo.com>

### ***Diseño de la punta***

Diseño seguro mediante una punta no cortante<sup>21</sup>.

### ***Ángulo de corte***

Poseen un ángulo de incidencia positivo<sup>20, 21</sup>.

### ***Características especiales***

TwistedFiles® producido con tecnología “R-Phase” de SybronEndo, obteniendo como resultado limas NiTi un 70% más flexibles y 2-3 veces más resistentes a la fatiga cíclica que otras limas rotatorias. Esta tecnología también permite mantener la autonomía natural de conducto mejor que otras limas. Twisted Files conserva la dentina y aumenta la longevidad del diente después del tratamiento endodóncico<sup>21</sup>.

Técnica de instrumentación con una sola lima<sup>21</sup>.

Las limas TF son efectivamente compatibles con otros sistemas si así lo desea el clínico. Por ejemplo, si el clínico quiere crear diámetros apicales mayores<sup>21</sup>.

Las limas TF pueden ser empleadas en el retratamiento de fracasos endodóncicos, por ejemplo, removiendo gutapercha o pastas, y ayudar en la remoción de productos que tienen un centro portador. Las velocidades de rotación para dichos casos son generalmente de 900 rpm o mayores y dicha remoción es generalmente realizada con las TF de conicidad mayores<sup>21</sup>.

Las espiras de corte Twisted Files son creadas mediante la torsión de la lima y no por afilado, eliminando microfracturas para una mayor resistencia<sup>33</sup>.

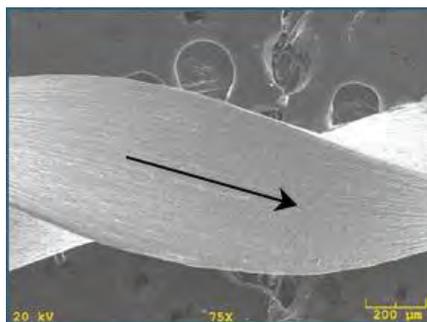


Fig. 3-10. Espiras de TF creadas mediante la torsión. Tomada de SybronEndo (<http://www.fwithrphase.com/information.htm>)

El tratamiento avanzado de acondicionamiento de superficies mantiene la nitidez de las espiras de la lima<sup>21</sup> mientras que respeta la estructura granular subyacente. El resultado es una lima rotatoria de NiTi suficientemente fuerte como para preparar caminos ideales, (incrementando significativamente la resistencia del instrumento a la fatiga cíclica<sup>20</sup>) sin embargo lo suficientemente flexible como para hacerlo eficazmente<sup>6</sup> incluso con conicidades grandes (.06, .08, .10 y .12)<sup>20</sup>.



## **Instrucciones de uso**

### ***Revoluciones por minuto***

SybronEndo recomienda que las limas TF, sean utilizadas a 500 rpm, con la práctica, algunos clínicos pueden elegir una rotación a mayor velocidad<sup>20</sup>.

### ***Técnica de instrumentación***

La lima TF puede ser empleada de dos maneras: en la técnica corono apical o en la de un solo instrumento<sup>21</sup>.

1. En la técnica corono apical la lima TF se emplea en orden decreciente de conicidad: .12, .10, .08, .06 y .04, aunque en muchos de estos procedimientos se requerirán dos y generalmente no más de tres limas TF<sup>21</sup>.
2. La técnica de un solo instrumento no es posible en todas las raíces, pero en la mayoría de anatomías que encontramos comúnmente, una sola lima TF puede ser llevada a la longitud de trabajo siguiendo las instrucciones que se mencionan a continuación. Este es un hecho sin precedentes<sup>21</sup>.

Ninguna de las técnicas es superior a la otra, es solo una cuestión de preferencia del clínico a instrumentar con cualquiera de los dos métodos<sup>21</sup>.

Para utilizar la lima TF, sin importar la técnica a emplear, corono apical o de un solo instrumento los siguientes principios se aplican:

1. Para dientes vitales, con gran cantidad de tejido pulpar en la cámara, la lima TF puede ser utilizada con una solución viscosa de EDTA. El gel viscoso de EDTA mantiene el tejido en suspensión y reduce la posibilidad de que esta sea empacada apicalmente y crear un bloqueo de residuos en el tercio apical. En la clínica, después de aplicar EDTA, la TF se inserta de manera pasiva. Después de la inserción, el



---

---

conducto se lava con un irrigante y el conducto es recapitulado con un instrumento manual. La TF es entonces reinsertada y la secuencia continua hasta que el conducto está libre de tejido pulpar hasta el punto de la curvatura radicular. En este punto, el gel no se utiliza más y el irrigante se cambia a hipoclorito de sodio o clorhexidina, dependiendo del contenido vital o necrótico del conducto<sup>21</sup>.

2. El conducto debe ser ensanchado a por lo menos un instrumento manual #15 antes de instrumentar con la lima TF. La lima TF no se utiliza para localizar el conducto. Si bien es cierto que la TF sigue el conducto muy bien, se recomienda ensanchar el conducto un poco con limas manuales en todos los niveles de la anatomía del conducto antes de emplear la TF, especialmente cuando exista la duda del diámetro inicial del conducto. Si el diámetro mínimo requerido está presente de manera natural, el clínico debe asegurarse, a través del empleo de un instrumento manual, de que el espacio existente es equivalente a una lima #15. La TF debe ser siempre utilizada con aislamiento de dique de hule y presencia de irrigación<sup>21</sup>.
3. La longitud de trabajo estimada deberá ser calculada antes del acceso. La longitud de trabajo estimada, pone en alerta al clínico de la posición de la terminación apical. Al formar una imagen mental de la longitud de trabajo estimada, se minimiza la posibilidad de que la TF pueda ser llevada más allá de la constricción menor del foramen apical. Mientras que el clínico negocia el conducto de manera manual, especialmente en el tercio apical, al llegar a la longitud de trabajo estimada, se utiliza un localizador de ápice para determinar la longitud total de trabajo. Una vez que la primera TF alcanza la longitud total de trabajo, el localizador de ápice es utilizado para verificar la misma. Como complemento, después de que se utiliza la última TF al final de



la secuencia de instrumentación, la longitud total de trabajo se vuelve a verificar antes de la obturación<sup>21</sup>.

4. En muchos conductos, una sola lima TF avanza fácilmente hasta la longitud total de trabajo. En esencia, la lima TF puede ser utilizada como la técnica de un solo instrumento si el conducto la acepta de manera pasiva. Clínicamente, en esos casos, la conicidad elegida, si es utilizada correctamente, va a permitir su inserción hasta la longitud total de trabajo. Si la TF elegida no avanza, no se debe forzar apicalmente, simplemente se escoge una conicidad menor y se continúa con el ensanchamiento. Muchos conductos que no permitan la técnica de un solo instrumento serán instrumentados con 2 o 3 limas TF empleando la técnica Corono apical. Los conductos largos y derechos (como los palatinos de molares superiores) pueden ser generalmente preparados a una conicidad de .10 o .08 empleando la técnica de un solo instrumento. Los conductos de tamaño mediano (como los premolares) pueden ser preparados a una conicidad de .10 a .08 en la técnica de un solo instrumento y los conductos pequeños (dientes anteriores inferiores) pueden ser generalmente preparados a conicidad .08 o .06 en la misma técnica. Las conicidades mencionadas antes para la técnica de un solo instrumento, son las mismas conicidades que para la técnica corono apical. No existe superioridad inherente entre la técnica corono apical o la de un solo instrumento en relación a la calidad de la preparación final, esto dicho, si la preparación se puede llevar a cabo segura y eficientemente con una sola lima TF, los beneficios son obvios. La TF puede preparar fácilmente la conicidad, si se emplea correctamente como ya se describió. Para asegurar una conicidad continua, la mayor conicidad que se utiliza por debajo de la entrada del conducto debe llevarse idealmente, si es posible, a la longitud total de trabajo. Sin esta precaución, la preparación puede indebidamente ser ancha en la



mitad coronal del conducto y estrecharse rápidamente. Para evitar esta imagen de “botella de refresco de Coca Cola”, se utiliza la misma TF de la entrada del conducto hasta el ápice de ser posible<sup>20, 21</sup>.



Fig. 4-10. Secuencia sugerida por SybronEndo. Tomada de <http://www.sybronendo.com>

## 11. Sistema RaCe<sup>(MR)</sup> Reamer with Alternating Cutting Edges (FKG)

### Diseño

#### *Sección transversal*

Presenta un diseño triangular en sección transversal y bordes de corte afilados<sup>4,25,26,34,35,36</sup> con la excepción de los instrumentos pequeños (15/0,02 y 20/0,02) que tiene una sección transversal cuadrada<sup>4,26</sup>.



Fig. 1-11. Sección transversal de RaCe. Tomada de Yum J, Cheung GS, Park JK, Hur B, Kim HC. Torsional strength and toughness of nickel-titanium rotary files. J Endod. 2011;37(3):382-6.

#### *Taper*

Disponibles en dos grupos; PreRaCe: con conicidad de .08, .10, .12; y RaCe: con conicidad de .02, .04, .06<sup>34,35</sup>.

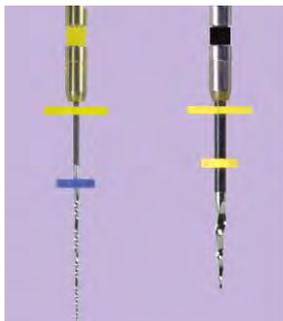
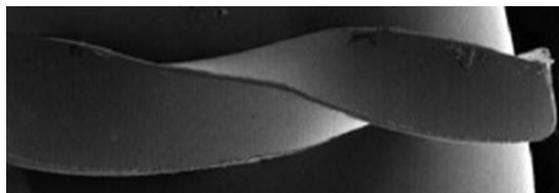


Fig. 2-11. RaCe y PreRaCe. Tomada de FKG Dentaire (<http://www.fkg.ch>)

### **Ángulo helicoidal y paso de rosca**

Su principal característica es que el ángulo helicoidal tiene interrupciones cortas (llegando a 0°), por lo que las cuchillas son rectas en una corta distancia y paralelas al eje largo del instrumento (bordes de corte alternos). El propósito de esta característica es reducir el efecto de enroscamiento del instrumento<sup>35</sup>.

Poseen un ángulo helicoidal y paso de rosca variable. Esta lima ha sido diseñada para minimizar la resistencia friccional dentro del conducto, por lo tanto reduciendo el torque necesario<sup>37</sup>.



**Fig. 3-11. Microfotografía de la porción lateral del instrumento RaCe. Tomada de Oh SR, Chang SW, Lee Y, Gu Y, Son WJ, Lee W, et al. A comparison of nickel-titanium rotary instruments manufactured using different methods and cross-sectional areas: ability to resist cyclic fatigue. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2010;109(4):622-8.**

### **Diseño de la punta**

Presentan una punta no cortante<sup>4,25,26</sup>.



**Fig. 4-11. Microfotografía de la punta no cortante de RaCe. Tomada de Oh SR, Chang SW, Lee Y, Gu Y, Son WJ, Lee W, et al. A comparison of nickel-titanium rotary instruments manufactured using different methods and cross-sectional areas: ability to resist cyclic fatigue. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2010;109(4):622-8.**

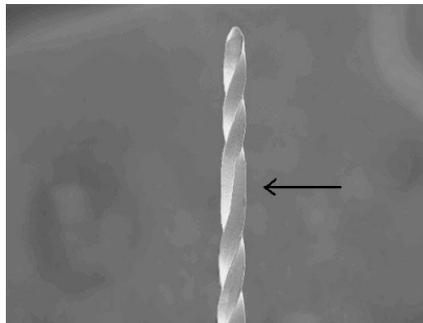
## ***Ángulo de corte***

Presentan un ángulo de incidencia positivo<sup>34,37</sup>.

## ***Características especiales***

Tiene aristas cortantes alternas. Esto elimina la acción de atornillado y bloqueo para disminuir el torque de trabajo. El desalojo de sus virutas puede notarse debido a sus bordes cortantes agudos<sup>4,25,34</sup>.

Las áreas espiraladas similares a las limas convencionales se alternan con áreas rectas, para dar un espacio más grande al detritus y reducir la tendencia al enroscamiento<sup>4</sup>.



**Fig. 5-11. Áreas rectas de instrumentos RaCe. Tomada de (<http://www.dental-revue.ru/Article/02/Images/Nit/nit3.jpg>)**

Las regiones cortantes activas están reducidas en algunos instrumentos (9 – 16 mm)<sup>4</sup>.

Tratamiento electroquímico: mejor resistencia a la torsión y a la fatiga del metal. Facilita la limpieza y la esterilización<sup>348</sup>.



## **Instrucciones de uso**

### ***Revoluciones por minuto***

La velocidad de trabajo recomendada es de 300-600 rpm<sup>25,34</sup>.

### ***Torque***

Rango desde 0.5 hasta 1.5 N para los diferentes instrumentos<sup>34</sup>.

### ***Técnica de instrumentación***

Dos secuencias básicas. Después de realizar una radiografía, superponer sobre ella la plantilla de curvaturas FKG y comprobar a qué tipo de curva se adaptan los conductos: S (Simple), M (Media) o D (Difícil o severa). En la mayoría de los casos la curva es S o M; entonces seleccione la secuencia EasyRaCe. Ocasionalmente son D; entonces seleccione la secuencia XtremeRaCe<sup>34</sup>.

Conductos Simples y Medianos: EasyRaCe

Prepare una cavidad de acceso - Localice la entrada de los conductos

1. Introduzca una lima cal. 10 a una profundidad aprox. de la mitad de la longitud, de forma que actúe como un camino guía para el RaCe.
2. Preparar las partes coronal y media con Pre-RaCe 40/.10 y 35/.08
3. Realice la conductometría mediante un localizador apical/radiografía
4. Proceda a ensanchar el resto del conducto usando RaCe 25/.06, después 25/.04 y 25/.02 use 25/.06 hasta notar resistencia o que alcance la longitud de trabajo (LT). Tan pronto sienta resistencia, cambie a 25/.04 hasta LT y, en muchos casos (dientes anteriores) se puede reutilizar cómodamente el 25/.06 hasta la LT.



## Conductos difíciles: XtremeRaCe

- Talle la entrada del conducto de la misma forma que con EasyRaCe;
- Un buen acceso es muy importante para el éxito del tratamiento;
- Pre-RaCe 40/.10, Pre-RaCe 35/.08 en el tercio coronal;
- Determine la LT con una lima del 10-15 y memorice la orientación de la curva;
- El kit se compone de una secuencia step-downRaCe con conicidad 2%==>Pre-RaCe 40/.10, 35/.08 y RaCe 15/.02, 20/.02, 25/.02;
- Acabe la preparación según la anatomía del canal radicular.

## 12. Sistema HyFlex<sup>(MR)</sup> (ColteneEndo)

### Diseño

#### *Sección transversal*

Cuadrado y triangular<sup>38</sup>.

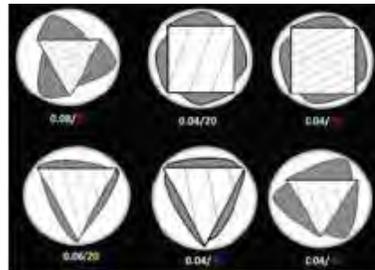


Fig. 1-12. Diferentes secciones transversales de HyFlex. Tomada de [http://endopracticeus.com/web/images/stories/Screen\\_shot\\_2012-02-02\\_at\\_2.41.11\\_PM.png](http://endopracticeus.com/web/images/stories/Screen_shot_2012-02-02_at_2.41.11_PM.png)

### *Taper*

Se encuentran disponibles instrumentos de conicidades .04, .06 y .08. Con tamaños de diámetro de punta de 20 a 40 y longitudes de 21 y 25 mm<sup>38</sup>.

Además instrumentos accesorios para casos que requieran más preparación apical: 45/04 21mm y 25mm, 50/04 21mm y 25mm, 60/04 21mm y 25mm, 20/06 21mm y 25mm, 25/06 21mm y 25mm, 30/06 21mm y 25mm, 35/06 21mm y 25mm, 40/06 21mm y 25mm<sup>38</sup>.



File	Size	Taper
1	25	.08
2	20	.04
3	25	.04
4	20	.06
5	30	.04
6	40	.04

### ***Paso de rosca***

Paso de rosca variable lo que mejora la flexibilidad, y evita que la lima se atornille en el conducto radicular<sup>38</sup>.

### ***Diseño de la punta***

No cortante<sup>7,38</sup>.

### ***Características especiales***

El fabricante asegura que son 300% más resistentes a la fatiga que otros instrumentos y que pueden ser deformados plásticamente durante su uso, y en la posterior esterilización recuperan su forma original<sup>38</sup>, lo que nos proporciona un instrumento multisuso. Esto se comprobó en el estudio de Peters:

“Los instrumentos en la fase martensítica pueden ser fácilmente deformados y recuperarán su forma cuando son calentados más allá de la temperatura de transformación, esto es cuando se esterilizan en autoclave”<sup>39</sup>. Las limas que no regresen a su forma original deben desecharse<sup>38</sup>.

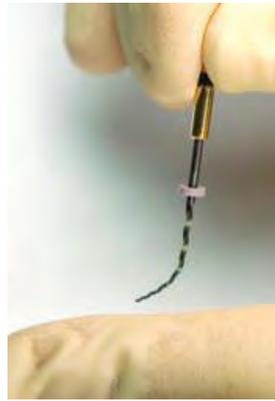


Fig. 2-12. Instrumento HyFlex deformado plásticamente. Tomada de ColteneEndo (<http://www.hyflexcm.com>)

Esto les da a las limas la habilidad de seguir la anatomía del conducto muy de cerca, reduciendo el riesgo de perforación, transportación, y de crear escalones<sup>38</sup>.

## **Instrucciones de uso**

### ***Revoluciones por minuto***

Use una pieza de mano de baja velocidad a 500 revoluciones por minuto<sup>38</sup>.

### ***Torque***

Configuración de torque recomendado hasta 2.5 Ncm<sup>38</sup>.

### ***Técnica de instrumentación***

Para obtener un resultado óptimo, debe utilizar una lima nueva en cada tratamiento<sup>38</sup>.

El número de veces que pueden reutilizarse los instrumentos depende del tratamiento y el procedimiento. Los instrumentos deben comprobarse antes y



después de su uso. Los instrumentos no deben utilizarse si parecen deformados o no funcionan correctamente<sup>38</sup>.

Esterilice las limas antes de su uso<sup>38</sup>.

Las limas pueden utilizarse con técnicas de crown-down y step back o con la técnica híbrida recomendada que se encuentra a continuación<sup>38</sup>.

Instrucciones paso a paso:

Permeabilidad coronal: Tras obtener acceso coronal en línea recta, cree una trayectoria de acceso apical para un tamaño de lima de mano de 20/02. El fabricante recomienda la siguiente secuencia para la instrumentación<sup>38</sup>:

1. Empiece con la lima 25/08. Utilícela para abrir el orificio. Muévela suavemente hacia delante sin ejercer presión y dando pequeños toques. Cuando encuentre resistencia, continúe con el paso 2. Compruebe la permeabilidad con una lima de mano 20/02, irrigue y lubrique. Paso opcional: Si alcanza la longitud de trabajo en canales grandes, puede pasar directamente al paso 4<sup>38</sup>.
2. Utilice la lima 20/04 para aumentar el ápice a la longitud de trabajo. Muévela suavemente hacia delante sin ejercer presión y dando pequeños toques. En caso de encontrar resistencia, utilice una lima de mano 20/02 para comprobar la permeabilidad. Irrigue y lubrique<sup>38</sup>.
3. Inserte la lima 25/04 para aumentar el ápice a la longitud de trabajo. Muévela suavemente hacia delante sin ejercer presión y dando pequeños toques. En caso de encontrar resistencia, utilice una lima de mano 20/02 para comprobar la permeabilidad. Irrigue y lubrique<sup>38</sup>.
4. Utilice la lima 20/06 para darle forma a la parte central del canal radicular. Esta lima también puede llevarse hasta la longitud de trabajo. Muévela suavemente hacia delante sin ejercer presión y



dando pequeños toquesitos. En caso de encontrar resistencia, utilice una lima de mano 20/02 para comprobar la permeabilidad. Irrigue y lubrique<sup>38</sup>.

5. Lleve la lima 30/04 hasta la longitud de trabajo para aumentar la zona apical del canal. Muévela suavemente hacia delante sin ejercer presión y dando pequeños toquesitos. En caso de encontrar resistencia, utilice una lima de mano 20/02 para comprobar la permeabilidad. Irrigue y lubrique<sup>38</sup>.
6. Finalice el tratamiento con la lima 40/04 hasta la longitud de trabajo. Muévela suavemente hacia delante sin ejercer presión y dando pequeños toquesitos. Si encuentra resistencia antes de llegar a la longitud de trabajo, repita los pasos 2 y 3 hasta conseguir la longitud de trabajo. Muévela suavemente hacia delante sin ejercer presión y dando pequeños toquesitos. Compruebe la permeabilidad con una lima de mano 20/02 e irrigue<sup>38</sup>.

#### NOTA

Puede que los instrumentos respondan a la presión, el par de torsión y la resistencia con la prolongación de las espirales, lo que permite evitar que la lima se adhiera a las paredes y aumenta la resistencia a la fractura. A diferencia de los instrumentos de NiTi normales, estos pueden funcionar marcha atrás. Durante la esterilización en autoclave (o el tratamiento en un esterilizador de esferas de vidrio durante 10 segundos), los instrumentos recuperarán su forma. Sin embargo, es necesario tener cuidado: si los instrumentos empiezan a girar en la dirección contraria durante su uso, la lima no recuperará su forma y deberá descartarse<sup>38</sup>.



### 13. Discusión

En cuanto a velocidad refiere, K3 demostró ser más rápido que Hero 642, ProTaper y RaCe bajo el estudio de Gulezow<sup>25</sup>. Esto difiere con lo obtenido por Schäfer<sup>26</sup> que indica lo opuesto: RaCe es más rápido que K3.

Mtwo fue aun más rápido que K3 y que RaCe, según Gulezow<sup>25</sup>.

En términos de deformación, K3 sufre menos distorsión en los espirales y menos desgaste de superficie que RaCe, según demostró Troian<sup>11</sup>. K3 se mantiene en buen estado hasta el quinto uso comparado con RaCe. Pessoa<sup>47</sup> por otro lado afirma que los instrumentos RaCe también disminuyen su resistencia a la fatiga cíclica después del quinto uso.

Sin embargo Schäfer & Florek<sup>Error! Marcador no definido.</sup> obtuvieron resultados opuestos: instrumentos K3 deformados después de un solo uso.

También hay estudios sobre fractura, y K3 demostró ser más resistente a la fractura en comparación con el sistema RaCe según Troian<sup>11</sup> en su investigación. También reporta un 60% de incidencia a la fractura en los instrumentos 25/.04.

Aunque Schäfer y Florek difieren con estos resultados, encontrando instrumentos K3 fracturados después del primer uso, coincidente con el estudio que realizó con Schlingemann<sup>40</sup> donde también los instrumentos K3 sufrieron fracturas en el primer uso. Esto puede deberse a que los instrumentos utilizados (30 y 35 .06) son los que presentan con mayor frecuencia fractura.

Los ProTapers S1 y S2 son los más frágiles debido a su sección triangular convexa, lo que provoca un núcleo más grande y como consecuencia menos flexibilidad<sup>25</sup>.



Los instrumentos elaborados mediante el proceso de torsión como Twisted Files presentan mayor resistencia a la fractura que los instrumentos ranurados de acuerdo al estudio de Gambarini<sup>33</sup>. Larsen apoya este estudio, concluyendo que Twisted Files es más resistente a la fractura que EndoSequence (un instrumento elaborado mediante ranuración)<sup>20</sup>.

Schäfer obtuvo resultados donde Mtwo es más resistente a la fractura que RaCe y K3<sup>26</sup>.

En lo respectivo a la habilidad de las limas para mantenerse centradas dentro del conducto; Mtwo, K3 y RaCe presentaron valores muy similares según Schäfer, que concluye que los tres sistemas se mantuvieron centrados. En el presente estudio se establece que la pérdida de longitud de trabajo es mayor con K3 y RaCe en comparación con Mtwo, sin embargo no es significativa<sup>26</sup>.

Hero 642, K3, RaCe y Protaper respetan las curvaturas del conducto y son seguros de utilizar de acuerdo a Guelzow<sup>25</sup>.

Mtwo respeta la curvatura original del conducto y sin cambios sustanciales en la longitud de trabajo; son seguros de utilizar<sup>26</sup>.

Hero 642 prepara conductos sin crear bloqueos y con un mínimo cambio en la longitud concluye Thompson<sup>48</sup>.

Del sistema Hyflex (menor porcentaje de Níquel; 52%<sup>6</sup>) actualmente existe poca literatura sobre condiciones óptimas de trabajo y propiedades físicas<sup>44</sup>. Pero En los pocos experimentos realizados se ha concluido que su lima 25/.06 es más flexible que las de Hero 642 y EndoSequence (aleaciones NiTi convencionales; 56%<sup>6</sup>) según Testarelli<sup>44</sup>.



---

---

## 14. Conclusiones

Actualmente la mayoría de sistemas rotatorios que existen en el mercado, cumplen con las necesidades básicas del operador. Proporcionando una buena conformación del conducto radicular con un mínimo índice de transportación apical, esto debido en su gran mayoría al uso de la aleación Níquel-Titanio, la cual nos ofrece cualidades como superelasticidad y memoria de forma, garantizando así el óptimo trabajo biomecánico de los casos más peculiares con curvaturas pronunciadas.

Las principales limitantes de los sistemas rotatorios recaen en nuestro mal empleo de los mismos, pues, muchas veces no seguimos las instrucciones del fabricante, lo que nos puede llevar a un fracaso. Por ejemplo el omitir las velocidades y torques mínimos y máximos que soporta nuestra lima, excluir el hecho de que cualquier instrumento rotatorio tiene un tiempo de vida efectivo, el cual es inversamente proporcional a las revoluciones por minuto en que sea accionado, y desde luego, al número de tratamientos realizados.

Un gran número de fabricantes, incluso de tecnologías nuevas como lo es HyFlex, recomiendan el uso único de sus instrumentos y después desecharlos, esto para evitar someterlos a fatiga cíclica excesiva, y por consecuencia, llegar a su punto de fractura. Con esto se podría evitar la separación de instrumentos rotatorios por exceso de uso.

Sería difícil concluir que un sistema es mejor que otro, o incluso que todos, lo cual nunca fue la finalidad de esta revisión bibliográfica, lo que si podemos concluir es que: cada operador decide qué sistema elegir una vez que lo ha manejado y cual es superior a otro en sus manos; y, que los sistemas rotatorios actuales únicamente son superiores a la técnica manual, pero no es mejor uno que otro estrictamente.



---

---

Aún con la gran cantidad de estudios realizados y comparativos de los sistemas rotatorios, es difícil proponer un sistema que esté por encima de los demás; muchas veces los resultados son subjetivos, pues, las condiciones de los experimentos nunca son las mismas.

Nuestro éxito o fracaso de tratamiento de conductos no depende invariablemente del sistema que utilicemos, más bien, se basa como regla general en un buen diagnóstico preoperatorio.



## 15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <sup>1</sup> Leonardo MR, Leonardo RT. Sistemas Rotatorios en Endodoncia, instrumentos de níquel-titanio. Sao Paulo: Artes Médicas Latinoamérica; 2002
- <sup>2</sup> Estrela C. Ciencia endodóntica. Brasil: Artes Médicas Latinoamericanas; 2005
- <sup>3</sup> Ingle J, Bakland LK. Endodoncia. México: Mc Graw Hill; 1996
- <sup>4</sup> Nageswar RR. Endodoncia Avanzada. Amolca; 2011
- <sup>5</sup> Torabinejad M, Walton RE. Endodontics. Principles and practice. 4<sup>th</sup> Ed. Philadelphia; Saunders Elsevier: 2009
- <sup>6</sup> Zinelis S, Eliades T, Eliades G. A metallurgical characterization of ten endodontic Ni-Ti instruments: assessing the clinical relevance of shape memory and superelastic properties of Ni-Ti endodontic instruments. Int Endod J. 2010; 43(2): 125-34
- <sup>7</sup> Peters OA, Gluskin AK, Weiss RA, Han JT. An in vitro assessment of the physical properties of novel Hyflex nickel–titanium rotary instruments. Int Endod J. 2012; doi:10.1111/j.1365-2591.2012.02067.x
- <sup>8</sup> Peters OA, Peters CI, Schonenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. Int Endod J. 2003; 36: 93–9.
- <sup>9</sup> Uribe GA. Ortodoncia. Teoría y clínica. 2<sup>a</sup> Ed. Colombia; Corporación para investigaciones biológicas: 2010
- <sup>10</sup> Thompson SA. An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. Int Endod J. 2000; 33 (4): 297–310
- <sup>11</sup> Troian CH, Só MV, Figueiredo JA, Oliveira EP. Deformation and fracture of RaCe and K3 endodontic instruments according to the number of uses. Int Endod J. 2006; 39(8): 616-25.
- <sup>12</sup> Gambarini G, Grande NM, Plotino G, Somma F, Garala M, De Luca M, et al. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. J Endod. 2008; 34(8): 1003-5
- <sup>13</sup> Melo MC, Pereira ES, Viana AC, Fonseca AM, Buono VT, Bahia MG. Dimensional characterization and mechanical behaviour of K3 rotary instruments. Int Endod J. 2008; 41(4): 329-38.
- <sup>14</sup> Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. J Endod. 2000; 26(3): 161-65
- <sup>15</sup> Hilt BR, Cunningham CJ, Shen C, Richards N. Torsional properties of stainless-steel and nickel-titanium files after multiple autoclave sterilizations. J Endod. 2005; 26(2): 76-80
- <sup>16</sup> Cohen S, Burns RC. Vías de la pulpa. 5aed. España: Medica Panamericana; 1994.
- <sup>17</sup> Brasseler USA (<http://www.brasselerusa.com>)



- 
- <sup>18</sup> Kurtzman GM. Simplifying Endodontics with EndoSequence Rotary Instrumentation. *J Calif Dent Assoc.* 2007; 35(9): 625-8
- <sup>19</sup> Al-Obaida M. Instrumentation time and aberration incidence with EndoSequence rotary NiTi system in comparison to three other commonly used rotary NiTi systems. *Pak Oral Dent J.* 2010; 30(1)
- <sup>20</sup> Larsen CM, Watanabe I, Glickman GN, He J. Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel titanium rotary instruments. *J Endod.* 2009; 35(3): 401-3.
- <sup>21</sup> SybronEndo (<http://www.sybronendo.com>)
- <sup>22</sup> Yao JH, Schwartz SA, Beeson TJ. Cyclic fatigue of three types of rotary nickel-titanium files in a dynamic model. *J Endod.* 2006;32(1):55-7.
- <sup>23</sup> Mounce RE. Rotary Nickel Titanium Instrumentation Revolutionized: The Twisted File. *Oral Health*; disponible en línea: [http://www.tfwthrphase.com/images/OH\\_TF\\_Mounce.pdf](http://www.tfwthrphase.com/images/OH_TF_Mounce.pdf)
- <sup>24</sup> Mounce RE. The K3 nickel–titanium file system. *Dent Clin North Am.* 2004; 48 (1): 137–57
- <sup>25</sup> Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J.* 2005; 38(10): 743-52
- <sup>26</sup> Schäfer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotatory Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J.* 2006; 39(3): 196-202.
- <sup>27</sup> Kim JY, Kim JW, Cho KM, Park SH. Effect of internal stress on cyclic fatigue failure in K3. *Restor Dent Endod.* 2012; 37(2): 74-8
- <sup>28</sup> VDW Endodontic Synergy (<http://www.vdw-dental.com>)
- <sup>29</sup> Soares IJ, Goldberg F. *Endodoncia. Técnica y fundamentos.* Buenos Aires; Médica Panamericana: 2002
- <sup>30</sup> Ha JH, Jin MU, Kim YK, Kim SK. Comparison of screw-in effect for several Nickel-Titanium rotary instruments in simulated resin root canal. *J Kor Acad Cons Dent.* 2010;35(4): 267-272
- <sup>31</sup> Dentsply (<http://www.dentsply.com>)
- <sup>32</sup> Karagöz-Küçükay, Ersev H, Engin-Akkoca E, Küçükay S, Gürsoy T. Effect of rotational speed on root canal preparation with Hero642 rotary N-TI instruments. *J Odont Endod.* 2003; 29 (7):447-449
- <sup>33</sup> Gambarini G, Gergi R, Naaman A, Osta N, Al Sudani D. Cyclic fatigue analysis of twisted file rotary NiTi instruments used in reciprocating motion. *Int Endod J.* 2012; 45(9): 802-6
- <sup>34</sup> FKG Dentaire. (<http://www.fkg.ch>)
- <sup>35</sup> Walsch H. The hybrid concept of nickel-titanium rotary instrumentation. *Dent Clin North Am.* 2004; 48: 183-202
- <sup>36</sup> Fessenden SD. Torsional testing of RaCe, K3 and Profile nickel titanium endodontic files. [Tesis Maestría]. Richmond, USA: Virginia Common Wealth University; 2004



- 
- <sup>37</sup> Koch K. Real World Endo: Design Features of Rotary Files and How They Affect Clinical Performance. Oral Health. 2002. Disponible en línea: [http://www.saudident.com/album/data/media/2/Endo\\_1.pdf](http://www.saudident.com/album/data/media/2/Endo_1.pdf)
- <sup>38</sup> Coltene Endo (<http://www.hyflexcm.com>)
- <sup>39</sup> Peters OA, Gluskin AK, Weiss RA, Han JT. An in vitro assessment of the physical properties of novel Hyflex nickel-titanium rotary instruments. Int Endod J. 2012;45(11):1027-34
- <sup>40</sup> Schäfer E, Schlingemann R. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofiles. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. Int Endod J. 2003; 36(3): 208–17
- <sup>41</sup> Yun HH, Kim SK. A comparison of the shaping abilities of 4 nickel-titanium rotary instruments in simulated root canals. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2003; 95(2): 228-33.
- <sup>42</sup> Freire LG, Gavini G, Cunha RS, Santos MD. Assessing apical transportation in curved canals: comparison between cross-sections and micro-computed tomography. Braz Oral Res. 2012; 26(3): 222-7
- <sup>43</sup> Otsuka K, Ren X. Physical metallurgy of Ti–Ni-based shape memory alloys. Prog Mat Csi. 2005; 50: 511-678
- <sup>44</sup> Testarelli L, Plotino G, Al-Sudani D, Vincenzi V, Giansiracusa A, Grande NM, et al. Bending properties of a new nickel-titanium alloy with a lower percent by weight of nickel. J Endod. 2011; 37(9): 1293-5.
- <sup>45</sup> Shen Y, Zhou HM, Zheng YF, Campbell L, Peng B, Haapasalo M. Metallurgical characterization of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. J Endod. 2011; 31(11): 1566-71
- <sup>47</sup> Pessoa OF. Resistencia a fadiga cíclica de instrumentos rotatórios de níquel-titanio em razao do uso. [PhD Thesis]. Sao Paulo, BR: Universidad de Sao Paulo:2003
- <sup>48</sup> Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 1. Int Endod J. 2000 May; (3):248-54.