

**Incidencia entre  
el Diseño  
Transversal  
y la Capacidad  
de Corte de los  
Instrumentos  
Rotatorios**

Od. María Florencia García\*; Od. Gabriela  
Racciatti\*\*

\* Od. María Florencia García: Docente de la Cátedra de Endodoncia - Facultad de Odontología - Universidad Nacional de Rosario.

\*\* Od. Gabriela Racciatti: Docente de la Cátedra de Endodoncia - Facultad de Odontología - Universidad Nacional de Rosario - E-mail: [gracciatti@arnet.com.ar](mailto:gracciatti@arnet.com.ar)

## Revisión

En 1838 Maynard creó el primer instrumento endodóntico, a partir de un muelle de reloj y desarrolló otros con el objetivo de limpiar y ensanchar el conducto radicular. El principio técnico preconizado por Maynard, donde determinaba un aumento en el diámetro del conducto radicular correspondiente al aumento progresivo del diámetro de los instrumentos persistió hasta la actualidad (Maynard, 1967). En este período no había consenso entre los fabricantes sobre la forma, tipo y características de la parte activa de los instrumentos endodónticos.

En 1955, Ingle introduce normas de estandarización en el aumento secuencial de los diámetros, con nueva numeración (Ingle, 1955). En 1958 Grossman, Ingle y Levine sugieren que los instrumentos y conos endodónticos se fabricaran, con uniformidad de diámetro y longitud, patrones de estandarización en la conicidad y otros parámetros dimensionales (Ingle, Levine, 1958) (Leonardo, 2002).

Inicialmente la fabricación de los instrumentos endodónticos era de acero carbono, siendo este metal sustituido en 1961 por el acero inoxidable, debido a sus mejores propiedades. (Lopez, 1998).

En 1976, la Asociación Americana de Estandarización aprobó la "Especificación N° 28, la cual presenta normas para la fabricación de limas y ensanchadores. En 1981 fue definida la estandarización internacional. (Council on Dental Materials and Devices, 1976).

La industria Kerr Manufacturing Co. Fue la primera en construir estos nuevos instrumentos, que fueron conocidos como instrumentos tipo K.

Los instrumentos endodónticos tienen 2 configuraciones básicas: Limas y Escareadores. Las limas convencionales son fabricadas a partir de una varilla cuadrada en su sección transversal y retorcida. Los escareadores están fabricados de una varilla de sección transversal triangular y luego también son retorcidas. Consecuentemente las limas tienen 4 por lo que tienen mayor número de contactos, gran compromiso de dentina y mayor resistencia de los instrumentos. Los escareadores tienen 3 puntos de contacto. (Ingle, Bakland, 2000).

En 1982, la fábrica Kerr (Kerr Manufacturing Company), presenta un nuevo instrumento con diseño modificado denominado lima K-Flex. (Leonardo, 2000).

Las limas flexibles presentan secciones transversales con distintos diseños: cuadrangular, triangular, romboidal en S o en forma de H. La sección cuadrangular tiene mayor resistencia al curvado, mientras que la romboidal es la que tiene menor resistencia. Los instrumentos de sección triangular tienen el mayor ángulo de deformación. Los instrumentos con sección transversal en forma de S y H tienen el menor ángulo de deformación. (Soares, Goldberg 2002).

La instrumentación de conductos curvos con limas con punta modificada es superior a la instrumentación lograda con limas convencionales.

Hay 3 tipos de puntas: (Ponce de León Del Bello, 2003)

a) Las de diseño piramidal, con ángulo de transición agudo y canaleta cortante en el frente.

Las puntas piramidales producen la mayor transportación, escalones, daños en las limas y mayor dificultad en el tallado.

b) Las de diseño cónico con ángulo de transición agudo y una superficie lisa.

- c) Las de diseño bicónico con ángulo de transición reducido y lados de guía dual.

Las puntas bicónicas producen la menor transportación, ningún escalón y menor dificultad en el tallado y mantienen mejor la curvatura original del conducto que las cónicas y piramidales.

En 1983, Senia & Willey, presentan el Canal Master U, con la parte activa de 2 mm., punta activa no cortante y un asta larga y flexible. Surgen también los primeros sistemas de pieza de mano automatizados, accionados mediante micromotor a aire que generaban riesgos operatorios como la fractura del instrumento, sobreinstrumentación y dilatación del foramen. También se desarrollaron los aparatos sónicos, que también utilizaba instrumentos fabricados en acero inoxidable. (Leonardo, 2000)

En los últimos años una nueva generación de limas endodónticas comenzaron a ser fabricadas en aleación de níquel-titanio (NiTi), presentando aproximadamente 55% de níquel y 45% de titanio.

### **Aleación de Níquel-Titanio**

La aleación de níquel titanio tiene un modulo elástico muy bajo, proporcionando a los instrumentos una excelente flexibilidad elástica.

Pertenece a una categoría de aleaciones denominadas "aleaciones con memoria". La característica mas importante de esta aleación, es su capacidad para recuperar la tensión plástica cuando los instrumentos no están cargados (seudoelasticidad) (Ingle, Bakland, 2000).

### **Fases de la aleación de Níquel-Titanio**

La aleación normalmente existe en una fase cristalina austenítica. Bajo el estrés a una temperatura constante, la fase austenítica lo transforma en una estructura martensítica. Si el estrés desaparece, la estructura recupera su fase austenítica y su estructura original. Este fenómeno esta relacionado con el estrés termoelástico.

En la fase martensítica solo se necesita una ligera fuerza para doblar al instrumento. Cuando se alcanza el estrés en la fase martensítica, se produce la deformación y la fractura.

Esta aleación difiere de la tradicional de acero inoxidable en que puede ser tensionada mucho más antes de deformarse en forma permanente. Sin embargo, la resistencia a la fractura, medida como una deflexión angular, es muy superior en los instrumentos de acero inoxidable que en los de níquel titanio.

La aleación sufre cambios significativos en la fase de de estrés, que pueden ser termoelásticamente lentos o de tipo fractura de la martensita.

Durante estos cambios en el cristal el instrumento de níquel titanio es muy propenso a la fractura. (Ingle, Bakland, 2000) (Kuhn, Tavernier, Jordan, 2001)

La separación y distorsión de los instrumentos son los mayores problemas endodónticos. El instrumento deformado generalmente muestra un estiramiento de las espiras o severo curvado.

Las propiedades del nickel-titanium hicieron posible desarrollar instrumentos rotatorios, con los cuales se logra un correcto tallado del conducto.

Limas de nickel-titanium demostraron ser efectivas en minimizar las complicaciones en la preparación de conductos curvos. (Schafer E, Dzepina A, Danesh G, 2003)

Los sistemas rotatorios constituyen la 3<sup>o</sup> generación en el perfeccionamiento y simplificación de la Endodoncia.

Una de las ventajas de los sistemas rotatorios es la mayor rapidez en la instrumentación, principalmente en conductos atrésicos y curvos.

Muchos estudios demostraron que, las preparaciones mecánicas con NiTi son más rápidas, más centradas y mantienen mejor la anatomía original del conducto comparados con la instrumentación con limas de acero inoxidable (Schafer E, Dzepina A, Danesh G 2003) (Gallina G., Cumbo E, Gallo P, Pizzo G, Dangelo M, 2002) (Schafer E, Zapke K, 2000). Estas limas, accionadas a motor, en el momento en que son introducidas en el interior del conducto radicular, girando 360° en sentido horario, con velocidad constante y en sentido corona/ápice, provocan la limpieza, remoción del contenido séptico, restos orgánicos y limallas dentinarias.

Estos instrumentos presentan cambios en su diseño, o sea en la conformación de la parte activa.

### **Modificaciones de la Parte Activa**

#### **Superficie Radial o Guía Lateral de Penetración** (Leonardo, 2000)

Son áreas de contacto desbastadas. Presenta un plano de contacto con la pared del conducto radicular.

Todos los instrumentos poseen un ángulo de corte que impide que giren cuando son presionados hacia el ápice.

Para solucionar este problema, presentan Superficies Radiales que:

Evitan que el instrumento se imbrique en las paredes dentinarias.

Permiten que el instrumento se deslice por las paredes del conducto radicular, provocando el ensanchamiento y no el limado, disminuyendo el riesgo a la fractura.

#### **Angulo de Corte o Angulo de Incidencia de la Hoja de Corte** (Leonardo, 2000)

Es el ángulo con el cual la hoja encuentra a la superficie.

En el diseño de una lima el ángulo de corte y la distancia entre las estrías son importantes.

El ángulo de corte es la dirección del filo de corte si se visualiza como una superficie.

Si esta superficie se gira en la misma dirección que cuando se aplica la fuerza, el ángulo de la zona de corte es *positivo*.

De otra manera, si la hoja realiza una acción de raspado lejos de la dirección de la fuerza, el ángulo de la zona de corte se dice que es *negativo*.

En los instrumentos que tienen ángulo de corte negativo: la hoja raspa en lugar de cortar la dentina y el desalojo de las limallas puede resultar difícil.

Cuando el ángulo de corte de los instrumentos rotatorios es negativo, el desgaste no es tan excesivo. Esto se compensa con el aumento de la velocidad.

El ángulo de corte positivo resulta en una acción cortante. Si el ángulo es excesivamente positivo, la hoja ajusta demasiado en la superficie y se empasta sin que puedan desalojarse las limallas.

El instrumento ideal deberá tener un ángulo de corte neutral o ligeramente positivo para alcanzar su máxima eficacia.

#### **Alivio de la Superficie Radial** (Leonardo, 2000)

Está representado por la intersección de las superficies de ataque. Algunos instrumentos presentan un alivio observado a través de su sección transversal. Este alivio permite un área de menor contacto con la dentina.

#### **Angulo Helicoidal** (Leonardo, 2000)

Es el ángulo determinado por el giro de las espiras de la hoja alrededor del vástago del instrumento.

Está formado en relación con la línea transversal del eje mayor del instrumento.

A la misma velocidad, cuanto mayor es el ángulo helicoidal, más rápido es el desgaste de la dentina.

Cuando este ángulo es superior a 45°, mayor es el riesgo de que el instrumento se imbrique en las paredes y se fracture.

El ángulo helicoidal de los instrumentos rotatorios es de 35°, y se compensa velocidad con efectividad.

Algunos instrumentos más nuevos como los K3 Endo, poseen un ángulo helicoidal variable.

### **Distribución de la Masa Metálica** (Leonardo, 2000)

La sección transversal de algunos instrumentos no es homogénea. Esto permite que el instrumento se acomode en el conducto radicular, distribuyendo mejor las fuerzas aplicadas en la dentina y que el instrumento recibe. Esto reduce el riesgo a la fractura.

### **Diseño de la punta** (Leonardo, 2000)

La mayoría de los instrumentos rotatorio poseen punta inactiva.

De esta manera, el ángulo de transición entre la punta y el cuerpo del instrumento es grande, evitando que el instrumento se desvíe del trayecto original del conducto radicular.

Hay instrumentos con punta activa, con pequeño ángulo de transición, como los del Sistema Quantec Serie 2000 para zonas de calcificación o conductos muy atrésicos.

### **Areas de Escape** (Leonardo, 2000)

Los instrumentos rotatorios poseen a través de su sección transversal surcos y/o ranuras que actúan como áreas de escape de las limallas dentinarias provenientes de la instrumentación.

### **Sistemas Electromecánicos que Accionan Instrumentos Rotatorios de Níquel-Titanio**

Existen diferentes sistemas rotatorios:

- a) Sistema Rotatorio Quantec Series 2000 – (Analytic Endodontics).
- b) Sistema Rotatorio Profile 04/06 – (Dentsply /Maillefer).
- c) Sistema Rotatorio Profile Serie 29 - (Dentsply /Tulsa).
- d) Sistema Profile GT Rotatorio - (Dentsply /Maillefer).
- e) Sistema Hero 642 – (Micro-Mega)
- f) Sistema Lightspeed - (Lightspeed).
- g) Sistema Protaper (Dentsply /Maillefer).
- h) Sistema K3 Endo (SDS/Kerr).
- i) Sistema Flex-Master – VDW Endodontic Sinergy
- j) Sistema EndoFlare – Micro-Mega
- k) Ez-Fill Safesider – Essential Dental System

**a) SISTEMA QUANTEC SERIE 2000** (Yun H, Kim S, 2003) (Hulsmann H, Herbst U, Schafers F, 2003) (Leonardo, 2000) (Soares, Goldberg 2002) (Kosa D, Marshall G, Baumgartner JC, 1999)

Aparecen en 1996. El creador de este sistema fue McSpadden. Son de NiTi. Presenta 10 instrumentos, numerados del 1 al 10, con 5 conicidadades 0.02; 0.03; 0.04; 0.05; 0.06.

Tienen una Sección Transversal con diseño especial, asimétrico. (Foto N° 1)

Angulo de corte ligeramente positivo.

Presentan espacios en los surcos que aumentan progresivamente por distal de las superficies cortantes que permiten la acumulación de limallas dentinarias.

Tienen un ángulo helicoidal de 30°.

Poseen 2 superficies radiales que lo mantienen centralizado en el eje axial del conducto y evita el transporte del foramen, la formación de escalones y perforaciones. La superficie radial externa plana provoca mayor fricción sobre las paredes.

Predomina la fuerza periférica sobre el núcleo central, ofrece una mayor masa central y evita la fractura.

Aumento gradual de la conicidad, mejora la eficiencia de corte.

Tensión del instrumento durante el ensanchamiento del conducto. Está distribuida a lo largo de cada mm, cuanto más cónico, menor tensión transmite a la punta.

Por su diseño, ejerce igual presión sobre todas las paredes.

Presentan dos tipos de puntas:

- 1) Puntas LX (no cortante): Poseen 2 guías de penetración. Están indicados para conductos menos atrésicos.
- 2) Puntas SC (punta cortante de seguridad): Están indicadas para abrir espacio en profundidad, ya que tienen una punta facetada, promueven un desgaste en dirección apical.

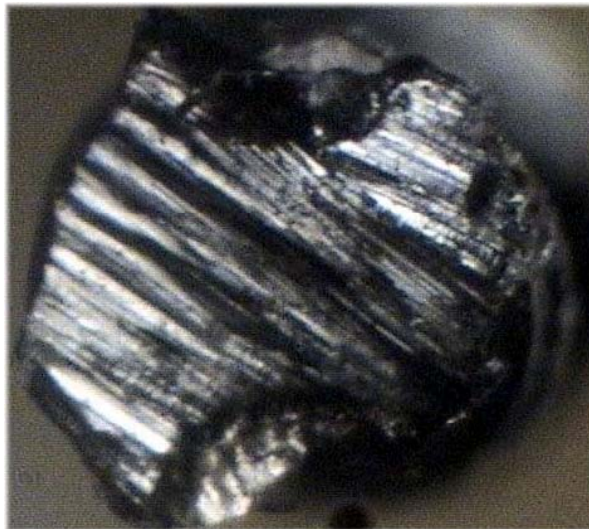
Fabra-Campos y col (2001) determinaron la capacidad de tallado de estos instrumentos y observaron que el sistema es simple y fácil de usar y crea una preparación biomecánica con buen tallado tridimensional.

Bertrand y col (2001) determinaron la capacidad de remoción de limallas y barro dentinario producidas durante la preparación quirúrgica y observaron que estas limas producen una mejor limpieza de las paredes del conducto en comparación con las limas manuales convencionales, particularmente en el tercio medio y apical

Thompson y Dummer (1997a) estudiaron la capacidad de tallado de estos instrumentos en bloques de resina usando técnica de paso atrás. Encontraron que estas limas sufrieron menor deformación durante el tallado y menor pérdida de la longitud de trabajo comparado con otros sistemas.

En otro estudio (Thompson SA, Dummer PMH, 1997b), los mismos autores encontraron que estas limas produjeron un mayor número de zips y transportaciones hacia la pared externa de la curva comparado con el sistema Lightspeed.

Foto N° 1



**b) SISTEMA PROFILE 0.04/0.06 (Maillefer)** (Leonardo, 2000) (Soares, Goldberg 2002) (Ankrum MT, Hartwell GR, Truitt JE., 2004) (Berutti E, Chiandussi G, Gaviglio I, Ibba A, 2003) (Yun H, Kim S, 2003) (Versumer J, Hulsmann M, Schafers F, 2002).

El sistema **ProFile** está en el Mercado desde hace varios años y es actualmente muy usado por muchos profesionales para la preparación de conductos curvos.

Características:

Doble conicidad: 0.04 y 0.06 mm.

Angulo de corte ligeramente negativo.

Sección Transversal triangular con paredes cóncavas y con ángulos de corte aplanados, lo que da por resultado una sección en forma de U. (Foto N° 2)

Poseen 3 superficies radiales asociadas a 3 surcos en forma de U, esto permite que los instrumentos mantengan su punta en el centro axial del conducto evitando el transporte del foramen. Lleva las limallas dentinarias hacia la corona.

Punta inactiva cónica.

Presentan surcos helicoidales.

Sin ángulo de transición entre la punta del instrumento y la superficie radial, para prevenir escalones y transportaciones en los conductos.

Siragusa y col. (2002a) evaluaron el grado de deterioro provocado por la acción combinada del hipoclorito de sodio y la esterilización sobre instrumentos Profile .04/.06 e instrumentos manuales convencionales. Concluyeron que ambos instrumentos se presentan con imperfecciones de fabricación. La acción del hipoclorito de sodio y la temperatura de esterilización acentúan la cantidad de porosidades afectando la capacidad de corte de los instrumentos.

Un trabajo de Yared y col. (2002) muestra que no ocurre ninguna separación o deformación en estos instrumentos durante la preparación de conductos en bloques de resinas.

Yancy y col. (2001) encontraron alguna distorsión pero no fractura cuando se usaban estas limas en dientes extraídos.

Bryant y col. (1999) determinaron la capacidad de tallado de las limas .04 y .06 en bloques de resina y observaron que el uso combinado de ambas es rápido, efectivo y produce buen tallado.

Siragusa y col. (2002b) analizaron con SEM la capacidad de limpieza y tallado de instrumentos ProFile .04/.06 y limas tipo K. Observaron que las limas tipo K realizaron buena limpieza pero provocaron traslaciones y deformaciones en el diseño original de los conductos. El sistema ProFile .04/.06 mostró mejor calidad de tallado en el tercio medio y apical, donde mantuvo el centrado de los conductos. A nivel coronario, observaron deficiencias en la remoción de tejidos.

Foto N° 2



**c) SISTEMA PROFILE SERIE 29 (Dentsply/Tulsa)** (Leonardo, 2000) (Soares, Goldberg 2002) (Kosa D, Marshall G, Baumgartner JC, 1999)

Son instrumentos de NiTi. Presentan una conicidad de 0.04 y 0.06mm, actualmente hay de 0.02mm.

Estos instrumentos tienen la particularidad que se fabrican con un aumento estándar y constante de 29.17% en el D1 entre instrumento e instrumento.

Esta nueva serie está numerada del 00 al 11.

Poseen una Sección Transversal en forma de U.

Punta inactiva en forma de bala con ángulo de transición redondeado y superficies radiales que reducen la tendencia del instrumento a atornillarse dentro del conducto.

Siragusa y col (2002) analizaron con SEM la capacidad de limpieza y tallado de instrumentos ProFile 29 manuales y limas tipo K. Observaron que las limas tipo K realizaron una mejor limpieza apical. El sistema ProFile Serie 29 mostró buenos resultados a nivel apical y mejor limpieza en tercio medio y coronario.

Thompson y Dummer (1997a) estudiaron la capacidad de tallado de estos instrumentos en bloques de resina usando técnica de paso atrás. Encontraron que estas limas preparan el conducto rápidamente, creando una buena forma tridimensional sin zips, perforaciones o zonas peligrosas. Los autores observaron más instrumentos deformados en comparación con instrumentos de mayor conicidad. Además encontraron pérdida de la longitud de trabajo.

En otro estudio (1997b), los mismos autores encontraron que estas limas produjeron escalones y transportaciones hacia la pared externa de la curva.

**d) SISTEMA PROFILE GT / PROSYSTEM GT (Dentsply/Tulsa).** (Leonardo, 2000) (Soares, Goldberg 2002)

Están fabricados en NiTi. Presentan 3 superficies radiales que evita el autoroscado. La conicidad varía de 0.04 mm/mm a 0.12mm/mm.

Alapati (2004) investigaron con microscopio electrónico de barrido los depósitos de dentina en instrumentos descartados después del uso clínico. Los detritus de dentina estaban ubicados alrededor de las espiras y en la superficie cóncava de la hoja. Las superficies de los instrumentos sin usar tenían grietas abiertas como resultado del proceso de fabricación. Depósitos de dentina estaban adheridos a la

superficie de las grietas, aún después de la limpieza con ultrasonido. Las viruta de dentina podrían producir estrés y fractura del instrumento durante el uso clínico.

**SISTEMA GT (Maillefer)** (Leonardo, 2000) (Soares, Goldberg, 2002) (Tripi T, Bonaccorso A, Tripi V, Condorelli G, Rapisarda E, 2001)

Estos instrumentos pueden ser manuales o rotatorios.

Los manuales tienen una hoja de sección transversal triangular, sus estrías son fabricadas en una dirección opuesta comparadas a las limas convencionales. Vienen con taper 0.06 mm, 0.08 mm, 0.10 mm y 0.12mm. Poseen punta inactiva

Los rotatorios tienen hojas de corte de sección transversal en forma de U. Poseen punta inactiva. La presencia de 3 superficies radiales, mantiene centrado el instrumento, evitando escalones y perforaciones.

El sistema tiene 3 tipos de instrumentos:

- 1) Limas rotatorias GT: Son 4 instrumentos con conicidad de 0.06 mm, 0.08 mm, 0.10 mm y 0.12 mm. La longitud total es de 21 y 25 mm. Se usan de mayor a menor conicidad.
- 2) Limas GT rotatorias 0.04: Son 4 limas, con una conicidad de 0.04mm y una longitud de 21, 25 y 31 mm. Tienen como objetivo, dilatar el tope apical.
- 3) Limas GT accesorias: Tienen una conicidad 0.12. Se utilizan para dar el acabado en la preparación. Realizan un mayor ensanchamiento coronario, que facilita la obturación.

Gambarini y col. (2002) evaluaron el remanente de detritus y barro dentinario luego de la preparación de los conductos con limas GT y encontraron que remueven los detritus pero dejan una capa de barro dentinario, especialmente en el tercio apical.

Gluskin y col. (2001) compararon el efecto de las preparaciones con limas Flexofiles y GT en conductos curvos encontrando que las GT produjeron menos transportaciones y conservaron mejor las estructuras dentarias, a la vez que fueron más rápidas.

Calberson y col. (2002) evaluaron la capacidad de tallado de estas limas en bloques de resina observando que producen preparaciones aceptables.

**e) SISTEMA HERO 642 (Micro Mega)** (Leonardo, 2000) (Soares, Goldberg 2002) (Bertrand M, Lupi-Pégurier L, Médioni E, Muller M, Bolla M., 2001)

HERO significa Alta elasticidad en rotación. El numero 642 representa las 3 conicidades de los instrumentos (0.06, 0.04, 0.02). Están fabricados a base de NiTi y poseen también otros componentes como carbono y cadmio.

Tienen características en su diseño que se originan en las limas helifile de acero inoxidable. Está elaborado como un sistema de triple hélice que presenta un cuerpo central con masa densa para resistir la fatiga, la carga, el calor, la velocidad y el stress.

Tienen ángulo de corte positivo. Presenta ranuras poco profundas, evitando que la dentina se adhiera a la lima.

Tiene punta inactiva que facilita la penetración del instrumento dentro del conducto, siguiendo su anatomía.

Thompson y Dummer (2000) (2000b) estudiaron la eficacia de estos instrumentos en tallar tridimensionalmente el conducto en bloques de resina y encontraron que los instrumentos Hero preparan rápidamente el conducto pero con una forma tridimensional que carece de adecuada conicidad.

**HERO APICAL** (Hero Apical)

Son instrumentos Niti que se usan luego de la preparación del conducto cuando se necesita dilatar el 1/3 apical. La obturación se hace más fácil porque:

Elimina la dentina superficial que esta en proceso de mineralización.

Hace más fácil la penetración de los condensadores en el 1/3 apical, especialmente en técnicas de condensación lateral.

Disminuye significativamente el riesgo de extrusión de la guta a través del límite apical.

Son dos instrumentos: #30 taper .06 y #30 taper .08

Poseen una parte cortante corta (4mm) conectadas al mango a través de un vástago fino, liso y flexible, por lo que el estrés en la parte activa del instrumento que prepara el 1/3 apical es menor.

Alta flexibilidad para seguir el eje del conducto, esto evita el atornillamiento apical.

Un paso de espira largo que aumenta la acción de corte y la eliminación de limallas.

Habilidad de corte adaptada para la perfecta eliminación de la dentina.

Gran solidez para evitar la fractura.

Poseen un taper reversible en la parte no activa que evita el riesgo repentino de curvado detrás de la parte cortante.

Tiene un paso de espira innovador que previene el atornillamiento:

Varía el ángulo helicoidal de los bordes cortantes.

El paso varía de acuerdo al taper: cuanto mayor es el taper del instrumento mas largo es el paso. Esto se describe como un paso adaptado que aumenta la eficiencia del instrumento: flexibilidad, eficiencia y solidez.

La sección transversal en triple hélice muestra ángulo de corte positivo.

La punta es inactiva para seguir la curvatura del conducto.

**f) SISTEMA LIGHTSPEED** (Hulsmann H, Herbst U, Schafers F, 2003) (Leonardo, 2000) (Soares, Goldberg, 2002) (Versumer J, Hulsmann M, Schafers F, 2002)

En 1993 surge el SISTEMA LIGHTSPEED. Están fabricados en NiTi. Presentan una numeración intermedia que repite el color del instrumento que lo antecede. Presentan un tallo largo de sección circular, liso y fino que le confiere alta flexibilidad. La parte activa es pequeña (0.25 a 1.75mm) con una forma similar a las de las fresas de gates-glidden.

Poseen punta inactiva que provee mayor sensibilidad táctil.

El ángulo de corte biselado, permite controlar la penetración con mayor facilidad.

Tienen sección transversal en forma de U, con superficies radiales anchas, lo que ayuda a mantener al instrumento centrado dentro del conducto, eliminando la posibilidad del tallado de escalones, zip y perforaciones, esto mantiene la forma original del conducto. (Foto N° 3)

Siragusa y col. (2000) evaluaron el grado de deterioro provocado por la acción combinada del hipoclorito de sodio y la esterilización sobre instrumentos Lightspeed e instrumentos manuales convencionales. Observaron que los instrumentos se presentan imperfecciones de fabricación. La acción de ambos factores acentúa la cantidad de porosidades afectando la capacidad de corte de los instrumentos.

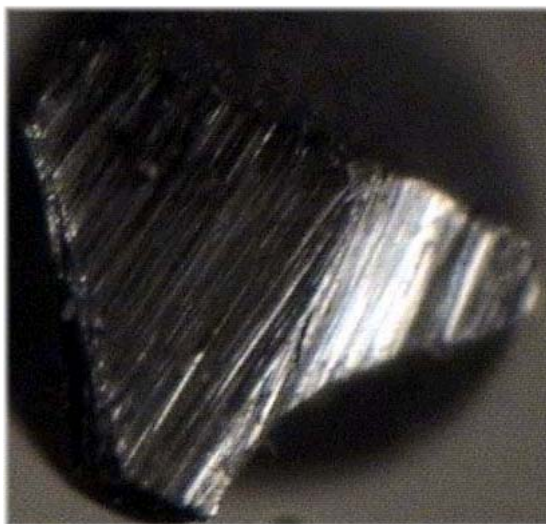
Eggert y col. (1999) examinaron estos instrumentos con microscopio electrónico de barrido antes y después de su uso, encontrando que todas las superficies cortantes tuvieron algún tipo de imperfecciones, aún en los nuevos.

Bechelli y col. (1999) evaluaron la eficacia de limpieza de las paredes del conducto comparando instrumentación manual con Lightspeed. Observaron que la remoción de los residuos superficiales fue buena en ambas técnicas. El uso de Lightspeed está asociado con una mayor presencia de barro dentinario en la región media del

conducto y menor cantidad en la región apical en comparación con la técnica manual.

Siragusa y col. (2000) analizaron con SEM la capacidad de limpieza y tallado de instrumentos Lightspeed y limas tipo K. Observaron que las limas tipo K realizaron buena limpieza pero mostraron traslaciones y deformaciones en el diseño original de los conductos. Lightspeed presentó un mejor centrado del tercio apical pero deficiente capacidad de remoción de restos dentinarios.

Foto N° 3



**g) SISTEMA PROTAPER** (Ankrum MT, Hartwell GR, Truitt JE., 2004) (Berutti E, Chiandussi G, Gaviglio I, Ibba A, 2003) (Bergmans L., Van Cleynenbreugel J., Beullens M., Wevers M., Van Meerbeek B., Lambrechts P. 2003) (Leonardo, 2000) (Soares, Goldberg 2002) (Blum J, Machtou P, Ruddle C, Micallef J., 2003).

Están especialmente diseñados para instrumentar conductos radiculares difíciles, largos, muy calcificados, y severamente curvos.

Presentan sección transversal triangular convexa, de aristas redondas que reduce el área de contacto entre la lima y la dentina.

Tienen un ángulo de corte ligeramente positivo lo que proporciona una mayor flexibilidad y eficiencia en el corte y un ángulo helicoidal constante.

Poseen punta activa pero no agresiva, con un ángulo guía de 60° y una superficie plana del 25%.

Tiene la parte activa con conicidades múltiples y progresivas, que aumenta de 2 a 19%. En D1 la conicidad es de .02 pero aumenta .02mm/2mm de longitud.

El taper progresivo:

Reduce el contacto con las paredes de la dentina, lo que provoca disminución de las fuerzas torsionales, fatiga y potencial fractura.

Clínicamente aumenta la flexibilidad, la eficiencia de corte y reduce el número de recapitulaciones necesarias para alcanzar la longitud de trabajo en conductos curvos y atrésicos.

Se puede atribuir su eficacia de corte, de un modo seguro gracias al equilibrio entre la inclinación de sus estrías y el ángulo helicoidal constante.

Estos instrumentos se dividen en 2 grupos:

Shaping files o instrumentos para modelado: Son 3 utilizados con movimiento de picada hasta alcanzar el límite de trabajo.

Finishing files o instrumentos para acabado: Estos 3 instrumentos aumentan el diámetro quirúrgico en la longitud de trabajo, tallan el tope apical.

Alapati y col (2004) investigaron los depósitos de dentina en instrumentos descartados después del uso clínico con microscopio electrónico de barrido y encontraron que los detritus de dentina estaban en general ubicados en la región estrecha de la "superficie radial" y menos sobre la superficie convexa de la hoja. Las superficies de los instrumentos sin usar tenían grietas abiertas como resultado del proceso de fabricación.

Peters y col (2003) analizaron el efecto de la preparación sobre la anatomía final de los conductos. Se observó una buena conicidad de los mismos y áreas sin preparar en los conductos más anchos. Produjeron preparaciones amplias desde el ápice sin zips, perforaciones o salientes. Se presentaron diferentes grados de transportaciones en aquellos conductos curvos en el tercio medio radicular.

Yun y col (2003) compararon la capacidad de preparación de ProFile, Quantec, GT Rotatorio y ProTaper en conductos en bloques de resina. Encontraron que el sistema Pro-Taper fue el más eficiente en el corte, manteniendo la forma original del conducto con un mínimo tiempo de trabajo.

#### **h) SISTEMA K3 ENDO** (SybronEndo, 2004)

Diseñado por el Dr. John McSpadden. El sistema de limas rotatorias de níquel-titanio K3 fue introducido inicialmente en el 2002.

Este sistema combina características óptimas de corte, control de la sensación táctil y excelente resistencia a la fractura.

El tratamiento es fácil, rápido y menos estresante para el operador. Indicado para conductos atrésicos o constrictos. En conductos amplios se necesitan instrumentos de mayor calibre.

Son limas asimétricas, de tercera generación y de triple estría.

Se presentan con conicidades de .02 - .04 y .06., con código de colores simplificado y variación en el diámetro del núcleo que aumenta la flexibilidad.

Punta segura, inactiva para disminuir la incidencia de escalones, perforaciones, y zips.

Estos instrumentos presentan:

3 ángulos diferentes de corte positivo, lo que le da mayor capacidad de corte.

Angulo helicoidal variable de 31° a 43° reduciendo el efecto de atornillamiento y ayudando a la eliminación de residuos dentinales.

Tienen tres planos radiales asimétricos:

Plano radial ancho: sirve como soporte de la superficie cortante y ayuda a prevenir que la lima se enrosque dentro del conducto.

Plano radial liberado: reduce la fricción controlando la profundidad de corte de las estrías.

Tercer plano radial: centra y estabiliza el instrumento, previniendo el riesgo de transportaciones.

Ankrum y col (2004) evaluaron la incidencia de fractura y distorsión de los sistemas ProTaper, K3 Endo y ProFile en conductos curvos de dientes extraídos. Concluyeron que los 3 sistemas deben usarse con precaución, ya que se producen fracturas y distorsiones. El sistema ProTaper tuvo más instrumentos rotos comparados con el K3 Endo y ProFile. El lugar donde las limas se fracturaron fue generalmente en el tercio apical del conducto.

Bergmans y col (2003) compararon la capacidad de preparación de ProTaper y K3, concluyendo que ambos eran capaces de preparar conductos con excelentes características morfológicas. No encontraron diferencias significativas en el volumen de la preparación, presencia de transportaciones o aberraciones.

Schafer y Florek (2003) compararon las limas K3 con limas K-Flexofile en bloques de resina. Con el sistema K3 la fractura o deformación de instrumentos fue mayor. La geometría de la preparación de los conductos fue mejor, con menor cantidad de aberraciones. Las limas K3 removieron más material en el lado externo de la curvatura, mantuvieron la longitud de trabajo y disminuyeron el tiempo de preparación.

En otro estudio (Schafer 2003) evaluaron la preparación y limpieza de las limas K3 comparándolas con las limas K-Flexofile. Las limas K-Flexofile presentaron una mejor remoción de detritus comparadas con las limas K3. Las limas K3 presentaron mejores resultados manteniendo la curvatura del conducto radicular.

### **i) SISTEMA FLEX-MASTER**

Es un sistema rotatorio flexible de última generación fabricados con nitinol 55. Se presentan en 3 conicidades distintas .02, .04 y .06.

Es el sistema adecuado para la preparación de todo tipo de diseño de conductos. Dependiendo de la situación clínica todos los instrumentos no son necesarios para la preparación de los conductos y la secuencia de instrumentación puede ser modificada de acuerdo al grado de curvatura y el diámetro del conducto que debe ser preparado.

Tienen una sección transversal convexa que se caracteriza por 3 espacios iguales de filos cortantes, los cuales son similares a la hoja de una lima tipo K.

No tiene superficies radiales ni hojas en forma de U.

Poseen punta no cortante y ángulo de transición redondeado.

Schäfer y col (2002a) compararon la capacidad de tallado del FlexMaster con limas K-FlexoFiles en bloques de resina, encontrando que las limas FlexMaster prepararon los conductos más rápidamente, manteniendo mejor la geometría de los conductos, mostrando menor transportaciones y enderezamientos de los mismos y creando menos aberraciones.

En otro estudio, los mismos autores (2002b) evaluaron la efectividad de limpieza de los instrumentos FlexMaster y las limas K-FlexoFiles, encontrando que las K-FlexoFiles limpiaron mejor los conductos que los instrumentos FlexMaster.

### **j) SISTEMA ENDOFLARE** (Endoflare- micro-mega)

Se presenta con conicidad .12 y diámetro 25. Tiene ángulo de corte positivo.

La punta del instrumento es inactiva y completamente activa al mm.

Se incorpora en su diseño un único punto geométrico alternativo de contacto que centra la lima en el conducto sin la necesidad de superficies radiales, previene el enroscamiento dentro del conducto, maximiza la eficiencia de corte y mejora la remoción de escombros.

Al no poseer superficies radiales aumenta la flexibilidad, el torque es minimizado y se reduce el grosor de su sección transversal.

Tiene una superficie electropulida que elimina las imperfecciones de la superficie y aumenta el corte de la lima.

### **k) EZ- FILL SAFESIDERS** (Allan S. Deutsch, 2000) (EZ-Fill SafeSiders) (SafeSiders - Avoid Separation Anxiety)

**Es un nuevo sistema manual de instrumentos no circulares que incorpora un diseño plano de lado no interrumpido tanto para limas como para escariadores.**

**Disminuye el stress endodóntico. Reduce el compromiso dentinario y, consecuentemente, la resistencia de los instrumentos dentro del conducto, acortando el tiempo de preparación.**

Son los únicos instrumentos con un aplanamiento no interrumpido a lo largo de su longitud de trabajo. Este aplanamiento:

- Facilita el uso del instrumento porque reduce la traba del instrumento en la dentina permitiendo un avance más rápido con menor resistencia.
- Crea un espacio para el descombro dentinario previniendo la acumulación de limallas dentinarias.
- Reduce el stress compresivo y de tensión durante su uso permitiendo mayor durabilidad del instrumento.
- Aumenta la flexibilidad sin sacrificar fuerza.

Están confeccionados con acero inoxidable. Menos los dos últimos instrumentos de la serie que son confeccionados en NiTi.

Se utilizan después que el 95% del espacio del conducto ha sido tallado con los instrumentos de acero inoxidable.

Tiene sección transversal en forma de D.

Musikant y col (2004) compararon el tiempo de preparación del conducto usando limas y escareadores convencionales y el EZ-Fill SafeSider. Demostraron la superioridad del diseño del EZ-Fill SafeSider tanto de limas como de escareadores. Las limas convencionales deben vencer una gran resistencia para llegar al ápice. Esto no sucede con el EZ-Fill SafeSider. Las limas convencionales mostraron el mayor tiempo de trabajo, los escareadores EZ-Fill SafeSider tuvieron el tiempo más corto. Los más eficientes fueron los escareadores EZ-Fill SafeSider, mientras que las menos eficientes fueron las limas convencionales.

Este instrumento presenta un diseño interesante que parecería ser seguro y eficaz para la preparación quirúrgica de los conductos curvos. Pero debido a su reciente aparición, debería ser investigado más profundamente en distintas situaciones clínicas.

## CONCLUSIONES

Uno de los objetivos del tratamiento de conductos radiculares es lograr una adecuada instrumentación, removiendo el tejido pulpar vital y/o necrótico, para alcanzar el éxito clínico.

El desarrollo tecnológico y científico respaldado por las ciencias básicas se ha hecho notar especialmente en la incorporación de instrumental y técnicas de preparación quirúrgica.

Los diseños de los instrumentos son diferentes y se presentan con las mejores características.

No existe hasta el momento ningún instrumento considerado como el mejor en endodoncia ya que ninguno puede suplir todas las necesidades del clínico.

Todos tienen sus ventajas como también sus deficiencias particulares, es por ello que su eficacia tiene limitaciones.

Para optimizar la función de cada uno de los instrumentos el clínico deberá tener conocimiento de las múltiples variaciones anatómicas del conducto radicular y el movimiento exacto que se les debe realizar en la acción de los mismos sobre la dentina.

El clínico deberá conocer las deficiencias y ventajas de cada instrumento, usar y planear cuidadosamente sus procedimientos operatorios de modo que cada uno de los instrumentos sea utilizado con mayor seguridad y eficacia en el momento adecuado.

Las limas manuales fabricadas en aleación de acero inoxidable son consideradas aún los instrumentos endodónticos más utilizados en el mundo. Estas limas generalmente confeccionadas a partir de astas metálicas con sección transversal cuadrangular y/o triangular no están indicadas para usarse con movimientos de rotación en el interior de los conductos atrésicos y curvos ya que sus ángulos de corte positivo tienden a trabarse en las paredes de la dentina provocando su fractura.

La aparición de sistemas de preparación rotatoria indica toda una revolución en la instrumentación de los conductos radiculares.

Al utilizar un sistema rotatorio con limas de níquel-titanio lo primero que se piensa es que el tratamiento será fácil, rápido y con excelentes características clínicas y radiográficas, esto puede ser así, si se llega a comprender y aprender su manejo.

Para que el profesional aproveche todas las ventajas de cada sistema rotatorio deberá conocerlos y aplicar aquel sistema y técnicas que más domine.

Para poder seguir aprendiendo y comprendiendo las nuevas técnicas de preparación de conductos radiculares es necesario estudiarlas, practicarlas y tener criterio para aceptarlas o rechazarlas.

Además es necesario realizar más estudios comparativos que se asemejen a las condiciones clínicas.

Molven sostiene que "La capacidad para tallar dentina no solo depende de la técnica sino también del diseño del instrumento".

Se sabe que los instrumentos con ángulo de corte positivo son más agresivos en la remoción de tejido que aquellos con un diseño en U o con ángulos negativos.

Parecería ser que aquellos instrumentos con diseño de su sección transversal en forma de U compensan su capacidad de corte con la velocidad de rotación.

Y aquellos instrumentos con diseño de su sección transversal en forma triangular, tienen mayor capacidad de corte.

En la actualidad la endodoncia vive uno de los mayores avances técnico-científico de su historia justificando la especialidad para poder aplicar en la práctica diaria las nuevas técnicas sedimentadas en el desarrollo de la ciencia y en el perfeccionamiento de la tecnología.

**1) BIBLIOGRAFIA**

- 2) Alapati SB, Brantley WA, Svec TA, Powers JM, et al. Proposed Role of Embedded Dentin Chips for the Clinical Failure of Nickel-Titanium Rotary Instruments. *J Endodon.* 2004. 30 : 339-41.
- 3) Ankrum MT, Hartwell GR, Truitt JE. K3 Endo, ProTaper, and ProFile Systems: Breakage and Distortion in Severely Curved Roots of Molars. *J Endodon.* 2004. 30 : 234-7.
- 4) Bechelli C., Zecchi Orlandini S. Colafranceschi M. Scanning electron microscope study on the efficacy of root canal wall debridement of hand versus Lightspeed instrumentation. *Int Endod J.* 1999. 32 : 484-493.
- 5) Bergmans L., Van Cleynenbreugel J., Beullens M., Wevers M., Van Meerbeek B., Lambrechts P. Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *Int Endod J.* 2003. 36 : 288-295.
- 6) Bertrand M, Lupi-Pégurier L, Médioni E, Muller M, Bolla M. Curved molar root canal preparations using Hero 642 rotary nickel-titanium instruments. *Int Endod J.* 2001. 34 : 631-636.
- 7) Berutti E, Chiandussi G, Gaviglio I, Ibba A. Comparative analysis of torsional and bending stresses in two mathematical models of nickel-Titanium rotary instruments: Protaper versus profile. *J Endod.* 2003. 29 (1) : 15-19.
- 8) Blum J, Machtou P, Ruddle C, Micallef J. Analysis of mechanical preparations in extracted teeth using Protaper rotary instruments: value of the safety quotient. *J Endodon.* 2003. 29 (9) : 567-575.
- 9) Bryant ST, Dummer PMH. Shaping ability of .04 and .06 taper ProFile rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *Int Endod J.* 1999. 32 : 155-64.
- 10) Calberson F., Deroose C., Hommez G., et al. Shaping ability of GTTM Rotary Files in simulated resin root canals. *Int Endod J.* 2002. 35 : 607- 614.
- 11) Council on Dental Materials and Devices: New American Dental Association specification N° 28 for endodontic files and reamers. *J Am Dent Assoc.* 1976. 93 : 813.
- 12) Deutsch A. S. New EZ-Fill SafeSide Endodontic Instruments. 2000.
- 13) URL:<http://www.endomail.com/articles.html> Ultimo Acceso: 15/9/2004.
- 14) Eggert C, Peters O, Barbakow F. Wear of Niquel-Titanium Lightspeed instruments evaluated by scanning electron microscopy. *J Endodon.* 1999. 25 : 494-7.
- 15) Endoflare- micro-mega.
- 16) URL: <http://www.micro-mega.com>
- 17) Ultimo Acceso: 15/9/2004.
- 18) EZ-Fill SafeSiders.
- 19) URL: <http://www.edsdental.com>
- 20) Ultimo Acceso: 15/9/2004.
- 21) Fabra-Campos H., Rodríguez-Vallejo J. Digitization, analysis and processing of dental images during root canal preparation with Quantec Series 2000 instruments. *Int End J.* 2001. 34 :29-39.
- 22) Gallina G., Cumbo E, Gallo P, Pizzo G, Dangelo M. Analisi computerizzata della morfología del forame apicale dopo preparazione canalare con strumenti in acciaio ed in nickel titanio. *Minerva Stomatol.* 2002. 51 (1-2) : 1-10.
- 23) Gambarini G, Laszkiewicz J. A scanning electron microscopic study of debris and smear layer remaining following use of GT rotary instruments. *Int Endod J.* 2002. 35 : 422-27.
- 24) Gluskin A. H., Brown D. C., Buchanan L. S. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT™ files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. *Int Endod J.* 2001. 34 : 476-84.
- 25) Hero Apical. URL: <http://www.micro-mega.com> Ultimo Acceso: 15/9/2004
- 26) Hulsman H, Herbst U, Schafers F. Comparative study of root canal preparation using Lightspeed and Quantec SC rotary NiTi instruments. *Int Endod J.* 2003. 36 (11) : 748-756.
- 27) Ingle J.I, Bakland L.K. Preparación de la cavidad Endodóntica. *Endodoncia 4ta. Edición.* 2000. Ed. McGraw-Hill Interamericana. pp. 167-169.
- 28) Ingle J.I. The need for endodontic instruments standarization. *Oral Surg., Oral Med., Oral Pathol.* 1955. 8 (11) : 1211-1214.
- 29) Ingle J.I., Levine M. The need for uniformity of endodontic instruments, equipment and filling materials. In Grossman L.I. (ed). *Transaction of the Second International Conference on Endodontics.* Philadelphia-University of Pennsylvania. 1958. pp 123.
- 30) Kosa D, Marshall G, Baumgartner JC. An analysis of canal centering using mechanical instrumentation techniques. *J. Endodon.* 1999. 25 (6) : 441-445.
- 31) Kuhn G, Tavernier B, Jordan L. Influence of structure on Nickel-Titanium Endodontic Instruments Failure. *J Endodont.* 2001. 27 (8) : 516-20.
- 32) Leonardo M.R, Leonardo R. Sistemas Rotatorios en Endodoncia. *Artes Médicas Latinoamérica.* 2002
- 33) Lopez HP, et al. Consideracoes sobre a conicidade e o diámetro deas limas endodònticas. *Rev Paul Odontol.* 1998. 20 (1) : 8-14.
- 34) Maynard. Aput: Ostrader F.D. *The Practice of endodontics: past, present and future.* J. Dent. Education. 1967. 31 (3) : 386-388.
- 35) Musikant BL, Cohen BI, Deutsch A. Comparison Instrumentation Time of Conventional Reamers and Files versus a New, Noninterrupted, Flat-sided Design. *J Endodon.* 2004. 30 : 107-9
- 36) Peters O. A., Peters C. I., Schonenberger K., Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation effects of canal anatomy on final shape analyzed by micro CT. *Int Endod J.* 2003. 36 : 86-92.
- 37) Ponce de Leon Del Bello T, Wang N, Roane JB. Crown-Down Tip Design and Shaping. *J Endodont.* 2003. 29 (8) : 513-18.
- 38) SafeSiders - Avoid Separation Anxiety! <http://www.edsdental.com/safesiders.htm>

- 39) Schafer E, Dzepina A, Danesh G. Bending properties of rotary nickel-titanium instruments. *Oral Sug Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003. 96 (6) : 757-63.
- 40) Schafer E, Zapke K. A comparative scanning electron microscopic investigation of the efficacy of manual and automated instrumentation of root canal. *J Endodon.* 2000. 26 (11) : 660-664.
- 41) Schafer E., Florek H. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J.* 2003. 36 : 199-207.
- 42) Schäfer E., Lohmann D. Efficiency of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile - Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J.* 2002. 35 : 505-13.
- 43) Schäfer E., Lohmann D. Efficiency of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile - Part 2. Cleaning effectiveness and instrumentation results in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2002. 35 : 514-21.
- 44) Schafer E., Schlingemann R. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2003. 36 : 208-217.
- 45) Siragusa M; Racciatti G. Influencia de la Esterilización en el Instrumental de Niquel Titanio Rotatorio y Análisis de su Capacidad de Corte. 2º Parte. *Electronic Journal of Dental Research.* Nº 7. Valencia. España. 2002. ISSN 1136-050X.
- 46) URL: <http://www.uv.es/estomatologia/ejdr> Ultimo Acceso: 15/09/2004
- 47) Siragusa M; Racciatti G. Instrumentos Endodonticos de Ultima Generacion. Analisis de su Capacidad de Tallado Apical. *Electronic Journal of Endodontics Rosario.* Año 1. Volumen 1. Agosto 2002. ISSN 1666-6143. URL: [http://www.endojournal.com.ar/editorial\\_f.html](http://www.endojournal.com.ar/editorial_f.html) Ultimo Acceso: 15/09/2004
- 48) Soares I.J., Golberg F. Preparación del conducto radicular: Instrumental Endodóntico. *Endodoncia: Técnica y Fundamentos.* 2002. Ed. Panamerican. pp 67-69.
- 49) SybronEndo Products K3 Endo. URL: <http://www.sybronendo.com/products/k3NiTiFiles> Ultimo Acceso: 15/9/2004.
- 50) Thompson SA, Dummer PMH (1997b) Shaping ability of Pro-File.04 Taper *Series 29* rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. *Int End J.* 30 : 8-15.
- 51) Thompson SA, Dummer PMH. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 1. *Int Endod J.* 2000. 33 : 248-54.
- 52) Thompson SA, Dummer PMH. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 2. *Int Endod J.* 2000. 33 : 255-261.
- 53) Thompson SA, Dummer PMH. Shaping ability of ProFile .04 taper *Series 29* rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *Int End J.* 1997. 30 : 1-7.
- 54) Tripi T, Bonaccorso A, Tripi V, Condorelli G, Rapisarda E. Defects in GT rotary instruments after use: an SEM study. *J Endodon.* 2001. 27 (12) : 782-785.
- 55) Versumer J, Hulsmann M, Schafers F. A comparative study of root canal preparation using Profile .04 and Lightspeed Rotary Ni-Ti Instruments. *Int Endod J.* 2002. 35 : 37-46.
- 56) Yancy A, Tygeson YA, Steiman R, Ciavarró C. Comparison of distortion and separation utilizing ProFile and Pow-R nickel-titanium rotary files. *J Endodon.* 2001. 27 : 762-4.
- 57) Yared GM, Sleiman P. Failure of ProFile instruments used with air, high torque control, and low torque control motors. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002. 93 : 92-6.
- 58) Yun H, Kim S. A comparison of the shaping abilities of 4 nickel-titanium rotary instruments in simulated root canals. *Oral Sug Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003. 95 (2) : 228-233.