



**UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA**

Facultad de Estomatología

Roberto Beltrán

“SISTEMAS ROTATORIOS EN ENDODONCIA”

**INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL PROCESO DE SUFICIENCIA
PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE CIRUJANO DENTISTA**

EVELYN PATRICIA SANTOS ARIAS

Lima- Perú

2010

JURADO EXAMINADOR

PRESIDENTE : Dra. Allison Chávez
SECRETARIO : Dr. Raúl Villanueva
ASESOR : Dr. Felipe Hernández

FECHA DE SUSTENTACION : 12 de Marzo del 2010

CALIFICATIVO : APROBADO

A Dios

A mis padres, por su constante apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Felipe Hernández por su tiempo, dedicación y apoyo incondicional en la elaboración del presente trabajo.

RESUMEN

Los sistemas rotatorios han significado un avance en los tratamientos de conductos. La tendencia actual a la hora de la biomecánica en Endodoncia es emplear sistemas rotatorios y limas de mayores conicidades para facilitar la limpieza y conformación de los conductos.

En este trabajo se pretende explicar la técnica de instrumentación mecánica de los conductos radiculares empleando limas de níquel titanio, exponiendo básicamente su diseño y características, su forma de uso y las ventajas e inconvenientes respecto a otros sistemas. El uso de nuevos sistemas rotatorios crea en nosotros la necesidad de realizar un análisis comparativo de diferentes sistemas rotatorios en endodoncia en base a varios artículos de investigación, valorando características como la limpieza del barrillo dentinario, capacidad de conformación de conducto, fractura y tiempo de uso. Se concluye que se intenta esclarecer si algunos de los sistemas existentes más empleados destacan sobre los demás aportando ventajas relevantes.

Palabras clave: Sistemas rotatorios, barrillo dentinario, instrumentación de conductos radiculares.

LISTA DE ABREVIATURAS

NI-TI: Níquel Titanio.
RPM: Revoluciones por minuto.
DR: Doctor
FIG: Figura
Mm: Milímetros
NOL: Naval Ordnance Laboratory
N.CM: Newtons por centímetro
GT: Greater Taper
SEG: Segundos
D1: Diámetro equivalente a 0,10mm
D2: Diámetro equivalente a 0,02mm
L.R.T: Longitud Real de Trabajo
AL: limitador de torque
AP: Protector de torque
MEB: Microscopio electrónico de barrido
REV: Revoluciones
HZ: Hertz
VA: Voltios
Cm: Centímetros
KG: Kilogramos
ATC: Control automático de torque
AS: Selección automática para torque
Gr: Gramo
FC: Flexible and Coated
TF: Twisted File

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág
Figura 1:	Edward Maynard	3
Figura 2:	Muelle de un reloj	3
Figura 3:	Muelle de un reloj	3
Figura 4:	Sistema rotatorio Canalfinder	4
Figura 5:	Instrumento rotatorio G.T.de Maillefer/Dentsply	11
Figura 6:	Movimiento de presión y avance, que debe ser hecho en los instrumentos rotatorios.	12
Figura 7:	A: Instrumento Flare de Analytic Technology	12
	B: Instrumento GT de Maillefer/Dentsply	12
	C: Instrumento Coronal Shaper de Moyco Union Broach	12
Figura 8:	Diseño esquemático de lima tipo K n° 10	13
Figura 9:	Instrumento Quantec n°.8 (25/.06) de la Analytic technology	14
Figura 10:	Cuanto menor el área de contacto, menor la presión (atrición) ejercida.	14
Figura 11:	A: Fotomicrografía de la sección transversal de la lima tipo K.	15
	B: Fotomicrografía de corte transversal de la lima tipo Hedstroen	15
	C: Fotomicrografía de corte transversal del ensanchador 150X	15
Figura 12:	A y B: Ángulo de corte del ensanchador visto transversalmente.	16
Figura 13:	A y B: Superficie radial del instrumento K3 visto transversalmente	16
Figura 14:	A: Ángulo del corte del instrumento K3 visto lateralmente.	17
	B: α β y γ : ángulos de corte del instrumento K3 visto lateralmente.	17
Figura 15:	Alivio de la superficie radial del instrumento K3 ENDO 100X.	17
Figura 16:	Ángulo helicoidal del instrumento K3 ENDO visto lateralmente	18
Figura 17:	Distribución de la masa metálica a través del conducto radicular	18
Figura 18:	A: Fotomicrografía de la punta de la lima Flex-R (Punta Roane)	19
	B: Fotomicrografía de la punta de la lima Flexofile (Punta Batt)	19
Figura 19:	A: Área de escape del instrumento K3 ENDO vista longitudinalmente.	19
	B: Área de escape del instrumento K3 ENDO	19

Figura 20:	A. y B: Instrumentos de NiTi con acabado deficiente superficial	20
Figura 21:	A y B: Motor TCM	22
Figura 22:	Motor TCM 3000	23
Figura 23:	Endo Pro	24
Figura 24:	El motor Quantec	25
Figura 25:	Sistema Tri Auto ZX	26
Figura 26:	Taskal 7/Endo-Mate 2	27
Figura 27:	Motor Sprint II	29
Figura 28:	Motor Tecnika	29
Figura 29:	Motor Driller Endo Plus	30
Figura 30:	Motor K3	30
Figura 31:	Motores accionados a aire	31
Figura 32:	Limas Protaper	32
Figura 33:	Muestra la sección de corte transversal triangular ProTaper.	32
Figura 34:	Limas Profile	33
Figura 35:	Conformación de lima Profile	33
Figura 36:	Lima K3	34
Figura 37:	Ángulo helicoidal de lima K3	34
Figura 38:	Limas Hero	35
Figura 39:	Limas Hero 642	35
Figura 40:	Características generales de Lightspeed	36
Figura 41:	Lightspeed de nº 20 y 57,5	36
Figura 42:	Limas GT	37
Figura 43:	Limas Quantec	37
Figura 44:	Conformación de lima Quantec	37
Figura 45:	Limas Pow-R	38
Figura 46:	Limas Flexmaster	38
Figura 47:	Limas FKG	39
Figura 48:	Limas Race	39
Figura 49:	Conformación de Lima S- Apex.	40
Figura 50:	Lima Endosequence.	40
Figura 51:	Limas Endo EZE	41
Figura 52:	Limas Mtwo	42
Figura 53:	Sección transversal en “S” itálica.	42

Figura 54:	Limas Endowave.	43
Figura 55:	Punta de seguridad de Lima Endowave.	43
Figura 56:	Superficie lisa vista en un microscopio de barrido de Lima Endowave	44
Figura 57:	Endo. Express	44
Figura 58:	Limas Navy Flex	45
Figura 59:	Lima Liberator	46
Figura 60:	Diseño de la punta de Lima Liberator	46
Figura 61:	Estrías helicoidales en la mayoría de las limas	47
Figura 62:	Formación de microfracturas en una lima Liberator	47
Figura 63:	Lima NI Ti- Tee.	47
Figura 64:	Tamaños de Limas NiTi- Tee	48
Figura 65:	Limas Endosolutions	49
Figura 66:	Muestra las hojas cortantes del instrumento F3 y su punta guía no cortante	51
Figura 67:	Muestra la sección de corte transversal triangular ProTaper.	52
Figura 68:	Limas Protaper	53
Figura 69:	Limas F4 y F5 (Protaper)	53
Figura 70:	Instrumento SX.	53
Figura 71:	Muestra los instrumentos de “conformación” S1 y S2	54
Figura 72:	Muestra los instrumentos de “terminado” F1, F2 y F3	55
Figura 73:	Sección transversal modificada(Protaper)	55
Figura 74:	Muestra la secuencia propuesta para conductos cortos(Protaper)	57
Figura 75:	Muestra las características de las limas ProTaper manuales.	58
Figura 76:	Se comparan las ventajas de los sistemas ProTaper manual y rotatorio.	59
Figura 77:	Secuencia de uso de los instrumentos ProTaper manuales.	60
Figura 78:	Limas retratamiento (Protaper)	60
Figura 79:	Esquema de la sección transversal Mtwo	62
Figura 80:	Ángulo de corte de los Instrumentos Mtwo	62
Figura 81:	Filos cortantes de las limas Mtwo	63
Figura 82:	Punta de los instrumentos Mtwo	63
Figura 83:	Tamaño de los mangos de las limas Mtwo	64
Figura 84:	Secuencia Básica del sistema Mtwo	64

Figura 85:	Identificación de los instrumentos Mtwo	65
Figura 86:	Instrumentos para la conformación apical Mtwo	65
Figura 87:	Limas Twisted File	68

CONTENIDO

- I. INTRODUCCIÓN**
- II. RESEÑA HISTÓRICA**
- III. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS ROTATORIOS**
- IV. MOTORES/ APARATOS QUE ACCIONAN LOS INSTRUMENTOS NITI.**
- V. SISTEMAS DE LIMAS ROTATORIAS DE NITI**
- VI. SISTEMA PROTAPER UNIVERSAL**
- VII. SISTEMA MTWO**
- VIII. SISTEMA TWISTED FILE**
- IX. COMPARACIONES ENTRE SISTEMAS ROTATORIOS**
- X. CONCLUSIONES**
- XI. BIBLIOGRAFÍA**

I. INTRODUCCION

La Endodoncia a lo largo de la historia, ha investigado métodos mas rápidos, seguros y eficientes para la preparación y limpieza de los conductos radiculares. Conductos radiculares estrechos (atrésicos) y curvos son un desafío, aún para los Endodoncistas más experimentados. En años recientes, una nueva aleación metálica, constituida por níquel titanio (Ni-Ti), ha sido investigada en Endodoncia, debido a sus excelentes propiedades de flexibilidad, resistencia a la torsión y memoria en cuanto a su forma.

El desarrollo de sistemas que utilizan instrumentos de Níquel-Titanio (Ni-Ti) fue un acontecimiento que revolucionó la Endodoncia, incorporando una serie de cambios conceptuales en la preparación del sistema de conductos radiculares.

Estos instrumentos permiten aumentar la velocidad y eficiencia del tratamiento de Endodoncia. Existe una opinión generalizada que opina que los instrumentos tienen un futuro prometedor.

Los instrumentos rotatorios son utilizados a baja rotación (rpm) accionados por motor eléctrico.

La utilización de los mismos es posible en canales curvos y los instrumentos rotatorios han mostrado buenos resultados, siendo capaces de preparar un conducto radicular causando poco o ningún transporte del largo eje axial del canal.

Los motores eléctricos proporcionan control de forma precisa y constante, además de ser silenciosos.

La mayor preocupación con los instrumentos rotatorios es la fractura inesperada de los mismos. La cual puede ocurrir sin que previamente se haya detectado deformación visible. Las fracturas en los instrumentos rotatorios pueden ocurrir de dos maneras: fractura torsional y fractura por flexión.

La fractura por torsión ocurre cuando la punta o cualquier parte del instrumento queda atascada en el canal, mientras la parte restante queda rotando en el canal. Las fracturas por flexión ocurren por la fatiga que el metal presenta en canales radiculares con pequeño radio de curvatura, donde el límite de flexibilidad de los instrumentos es excedido, dando como resultado fatiga cíclica del mismo .

Actualmente, se intenta crear técnicas que reduzcan la fractura (separación) de los instrumentos.

Varias técnicas para la preparación biomecánica de los canales radiculares con diferentes instrumentos de Níquel –Titanio y diversos motores han sido idealizados por diversos autores y también por los fabricantes.

El presente trabajo tiene como objetivo conocer las características generales de la diversidad de los sistemas rotatorios conociendo la capacidad de preparación biomecánica de los canales radiculares en cuanto a la conformación de los conductos, tiempo de uso, fractura que ejerce, el grado de limpieza y extrusión de detritus utilizando instrumentos de cualquier fabricante independientemente del motor que empleemos.

II. RESEÑA HISTÓRICA

INSTRUMENTACIÓN MECÁNICA (ROTATORIA) DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES.

En 1838, pasados por lo tanto más de 160 años, Edward Maynard¹ (Fig. No.1) creó el primer instrumento endodóntico, idealizado a partir del muelle de un reloj (Fig. No. 2 y 3) y desarrolló otros para poder ser utilizados con el objeto de limpiar y ensanchar el conducto radicular. Este principio técnico preconizado por Maynard¹ persistió hasta recientemente, ya que, para ensanchar convenientemente un conducto radicular, hasta la lima tipo K, número 25 y empujando con la del número 10, se necesitaba aproximadamente 1200 movimientos de introducción de esas limas (presión) en dirección al ápice y de tracción lateral de las mismas, hacia las paredes laterales.



Fig 1. Edward Maynard Fig 2. Muelle de un reloj

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. Sistemas Rotatorios en Endodoncia. Barcelona: Artes Médicas; 2002)¹

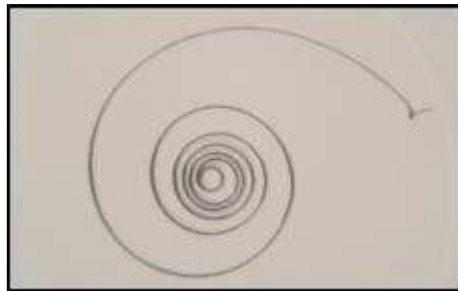


Fig 3. Muelle de un reloj (Tomado de Leonardo Mario Roberto. Sistemas Rotatorios en Endodoncia. Barcelona: Artes Médicas; 2002)¹

Esa instrumentación considerada como clásica o convencional determinaba un aumento en el diámetro del conducto radicular correspondiente al creciente aumento numérico de los diámetros de los instrumentos, siendo esa instrumentación realizada en sentido ápice/coronal y en toda la extensión del conducto.

Para facilitar al odontólogo la desgastante y laboriosa instrumentación del sistema de conductos radiculares, ya en 1899, se desarrolló un taladro para conductos radiculares que se accionaba con un motor dental. Para evitar las fracturas de los instrumentos, se limitó el número de revoluciones a 100 rpm. Pero solo con la llegada del cabezal de limado de Racer, en 1958 con movimientos oscilatorios longitudinales, y el contraángulo de Giromatic, en 1964, comenzó la verdadera época de la instrumentación mecánica del sistema de conductos radiculares.

Con la aparición del contraángulo Giromatic (MicroMega), a lo largo de los últimos cuarenta años, se ha desarrollado un gran número de técnicas de instrumentación mecánica que utilizan diversos movimientos de flexión. Algunos de ellos utilizan movimientos de rotación recíproca (Giromatic) con una velocidad de 3000 rpm. es considerado como el sistema mecánico más conocido. El sistema Kerr Endolift. el cual mantiene movimientos de tracción combinados con rotaciones de un cuarto de vuelta. El sistema Endocursor que funciona mediante movimientos de rotación continuo; y el sistema Intra-Endo que mantiene movimientos de tracción lineales. Sin embargo, todos estos sistemas fueron criticados por su capacidad de modelar el sistema de conductos radiculares debido a la constante formación de escalones y desviaciones de los conductos, y de convertir los conductos curvos en demasiado rectos.¹

A mediados de los años 80, surgió un nuevo sistema , que marcó la transición a sistemas rotatorios más flexibles (Canalfinder)(Fig. No. 4); el cual operaba con movimientos lineales de 0.4 a 0.8mm. No obstante, existía la problemática que también hacia rectos los sistemas de conductos curvos.



Fig 4. Sist. Canalfinder

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia. Barcelona: Artes Médicas; 2002*)¹

INSTRUMENTAL ENDODÓNTICO A BASE DE ALEACIONES NIQUEL-TITANIO.

Las aleaciones de níquel-titanio se desarrollaron en los laboratorios de la marina estadounidense en los años setenta. Su primera aplicación en odontología, fue para los alambres de ortodoncia, por su gran resistencia a la fatiga. Solo desde hace unos años se utilizan aleaciones, generalmente con un 56% de níquel y 44% de titanio, provenientes de China (Nitalloy), Japón o Estados Unidos (Nitinol-NOL = Naval Ordnance Laboratory, Silver Spring), para instrumentos de endodoncia. El avance tecnológico y la asociación de la metalurgia con la endodoncia permitieron que los instrumentos rotatorios se lograran fabricar con aleaciones de níquel-titanio, que confiere a los mismos, elasticidad, flexibilidad, resistencia a la deformación plástica y a la fractura. Acorde a los estudios los instrumentos de níquel-titanio han demostrado una mayor flexibilidad y resistencia a la fractura por torsión comparada con los instrumentos de acero inoxidable. El níquel-titanio supuestamente además absorbe tensiones y resiste el desgaste mejor que el acero inoxidable.¹

Son interesantes las propiedades especiales que nos provee esta aleación, como el efecto de memoria, es decir, que el níquel-titanio vuelve a su forma inicial después de la deformación y muestra con ello una súper elasticidad; por lo cual estos instrumentos no se pueden precurvar. Un ejemplo de lo anterior es cuando las aleaciones de níquel-titanio, son sometidas a deformaciones de hasta 10%, pueden retornar a su forma original, siendo, por lo tanto, recuperables; mientras las limas de acero inoxidable solamente retornan a su estado inicial cuando la deformación no es superior al 1%.

Por otro lado, la deformación plástica de una aleación se caracteriza por su capacidad de sufrir deformaciones permanentes, sin alcanzar la ruptura. Esta propiedad permite evaluar la capacidad de trabajo mecánico que el material podría soportar, conservando, no obstante, su integridad física.

Las limas de níquel-titanio se fabrican tanto para ser utilizadas de forma mecánica rotatoria como manual. Pueden existir diferencias entre ambos tipos en los patrones de deterioro (reflejados por el desgaste y fracturas). Los instrumentos manuales nos permiten cierta sensación táctil, lo cual nos ayudaría a detectar el debilitamiento o la pérdida de afilado del instrumento. Por lo contrario, los instrumentos de mecanización rotatoria permiten el desgaste y/o fractura sin signos previos de alarma. La aleación de níquel-titanio presenta dos fases cristalográficas. Cuando una lima,

fabricada con este tipo de aleación, esta en reposo, se encuentra en la fase de austenita, y cuando esta en movimiento rotatorio, presenta una deformación conocida como martensita, propia de las aleaciones níquel-titanio, las cuales son susceptibles a la fractura o a la deformación. Así, las limas confeccionadas con aleaciones níquel-titanio poseen tendencia a fracturarse, mas que las que se fabrican con acero inoxidable.¹

El cambio de austenita a martensita facilita la fractura de los instrumentos rotatorios de níquel-titanio, el cual es dado por elevados niveles de stress (presión y calor), puede ocurrir en dos formas: fractura por torsión y por fatiga de flexión. La fractura por torsión ocurre cuando la punta de la lima o cualquier parte del instrumento se detiene en el conducto radicular, mientras su eje continúa en rotación. En esta situación, se sobrepasa el límite de elasticidad del metal, llevando el mismo una deformación plástica como también a la fractura.¹ Otro tipo de fractura está causado por el stress y por la propia fatiga del metal, resultando como una fractura de flexión. Con este tipo de fractura, el instrumento gira libremente en un conducto acentuadamente curvo, pero en la misma longitud de trabajo; de esta manera, en la curva el instrumento dobla y ocurre la fractura, siendo este hecho de elevada importancia en relación con la fractura de los instrumentos de níquel-titanio. En estudios realizados se indica que la fractura torsional ocurre en un 55% de todas las fracturas de instrumentos y la fractura por flexión en un 45% de los casos respectivamente. Estos análisis nos indican que la fractura por torsión es causada por la excesiva fuerza de presión que se le ejerce a un instrumento en sentido apical, ocurriendo con más frecuencia en torsión, que la fractura por flexión. Así, en los sistemas de conductos radiculares con curvaturas acentuadas y bruscas, bifurcaciones, conductos en forma de “S”, este tipo de instrumento debe evitarse para así poder reducir las fracturas, y el sobre uso de los mismos.²

A pesar de la problemática concerniente a la fractura o deformación de los instrumentos de níquel-titanio, otra de las complicaciones que se pueden presentar al usar este tipo de instrumento es la fatiga cíclica del mismo. La fatiga cíclica, se refiere a los cambios dimensionales que el instrumento presenta posterior a cada vez que es utilizado debido al movimiento de flexión y deflexión, o explícitamente al número de rotaciones a la cual ha sido expuesto dentro del sistema de conductos radiculares. Este factor por regla general, aumentara con el grado de curvatura que el conducto presente.

Hay estudios que han demostrado que la fatiga cíclica de los instrumentos de níquel-titanio se ve afectado tanto por su uso, así como los métodos empleados para su desinfección o esterilización, a lo cual no se ha logrado dilucidar un resultado que afirme su proposición.

En investigaciones realizadas se evaluaron la fatiga cíclica de los instrumentos níquel-titanio, posterior a la esterilización con calor seco, asociado al uso clínico simulado de los mismos hasta por diez veces. Los resultados de esta investigación evidenciaron que las condiciones de uso de los instrumentos propuestas en el estudio, e incluso utilizando una solución de hipoclorito de sodio al 2.5% no aumento el riesgo de fractura con relación a la fractura de las limas. En otras investigaciones se evaluaron la acción de la esterilización en las propiedades físicas de los instrumentos de níquel-titanio. En esta investigación se observó que ni el número de ciclos de esterilización ni el tipo de autoclave utilizado, afecto la dureza, micro-estructura y la propiedad de torsión de los instrumentos de níquel-titanio.³

Otro factor que predomina sobre la separación y deformación de los instrumentos rotatorios de níquel-titanio es el torque al que está sometido el instrumento durante la terapia endodóntica. Teóricamente la eficiencia de corte de un instrumento es muy activa cuando este es utilizado con un alto torque; por lo que hay mayor probabilidad de separación y deformación del instrumento, a diferencia de utilizarlo con un bajo torque donde se reduce la calidad de corte y la progresión del instrumento dentro del conducto se hace muy dispendiosa; momento en el que el operador tiende a forzar y aumentar la presión sobre el instrumento llevándolo a una próxima separación y/o deformación. En estudios realizados se evaluaron la influencia de la velocidad rotacional de los instrumentos, el torque del motor y la experiencia del operador, sobre el atascamiento, deformación y separación de los instrumentos de níquel-titanio. Como primer punto, se encontraron una gran diferencia e incidencia de fractura de los instrumentos cuando se usa una velocidad rotacional entre 250 rpm. y 350 rpm. Respecto al torque generado por el motor se recomienda el uso de unidades que lo controlen de manera automática. La experiencia del operador es una situación en la cual se debe conocer, familiarizar y practicar antes de utilizar este tipo de instrumentos.

Los instrumentos rotatorios de níquel-titanio se diferencian considerablemente de los instrumentos habituales en la geometría del filo y de la punta. El Reamer (ensanchador) de los instrumentos convencionales, que está pensado para la aplicación

rotatoria, presenta unos filos y punta afilada. Por lo contrario los instrumentos de níquel-titanio poseen una punta cónica y roma que sigue mejor el trayecto primitivo del sistema de conductos radiculares. Además, algunos de los instrumentos de níquel-titanio (Sistema Pro-File) presentan “patines” en vez de filos, los denominados Radial Lands.³ Durante los movimientos rotacionales el instrumento se desliza sobre estos patines a lo largo de la pared del canal de forma que queda centrado dentro del mismo rebajando circularmente una cantidad uniforme de dentina. Igualmente, en estudios realizados se demuestra que la capacidad de corte de los instrumentos níquel-titanio, es menor que la de los instrumentos convencionales (alrededor de un 60-90%). Sin embargo, en otro estudio se encontró que las limas de níquel-titanio eran tan agresivas o más que las de acero inoxidable en el corte y más resistentes al desgaste que las primeras.

En la actualidad, el diseño de instrumentos y materiales se están adaptando por fin a los conceptos, razón por la cual los procedimientos de limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares tienen hoy tanto éxito. Las aleaciones de níquel-titanio, han permitido realizar nuevos diseños de hojas, instrumentos afilados más grandes, sistemas de tamaños alternativos y la introducción de movimientos rotatorios para la limpieza y conformación de los conductos radiculares. Con ello no se están modificando los protocolos fundamentales de la limpieza y la conformación.³

MOTORES / APARATOS QUE ACCIONAN LOS INSTRUMENTOS DE NIQUEL-TITANIO.

La era moderna de los motores eléctricos para los instrumentos de rotación se inició en la década de los años noventa. Estos instrumentos fueron proyectados para que se utilizaran con movimientos mecánicos rotatorios continuos, utilizando motores eléctricos que ofrecen velocidad constante entre 150-300 rpm. Otros también ofrecen un control automático de torque. Esta particularidad es de mucha importancia ya que, cuando el instrumento es rotado en sentido horario y por alguna razón alcanza su límite de resistencia que puede ser predeterminado en algunos aparatos, este instrumento se detiene automáticamente. En varios de los sistemas ofrecidos hoy en día, este movimiento antihorario, cuando se alcanza el torque preestablecido, permite al instrumento salir del conducto radicular normalmente. Algunos aparatos presentan dispositivos que permiten controlar el torque, de preferencia automático, que varían de 0.1 a 10 Newtons por centímetro (N.cm).

Las industrias fabricantes de los instrumentos rotatorios de níquel-titanio ofrecen sus propios motores eléctricos. Todos estos motores permiten la utilización de cualquier instrumento de los diferentes sistemas rotatorios.⁴

III. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS INSTRUMENTOS ROTATORIOS

Instrumento fabricado con aleación de NiTi (Fig 5). El avance tecnológico y la asociación de la metalurgia con la Endodoncia permitieron que los instrumentos rotatorios se fabricaran con la aleación de níquel-titanio, que confiere a los mismos, súper elasticidad, flexibilidad, resistencia a la deformación plástica y a la fractura.

La aleación de níquel/titanio ofrece una súper elasticidad, término utilizado para caracterizar la propiedad de ciertas aleaciones metálicas al retornar a su forma original, después de librarse de una acción (fuerza) de deformación. Las aleaciones de NiTi cuando sometidas a la deformación de hasta 10%, pueden retomar a su forma normal, siendo por lo tanto, recuperables; mientras la limas de acero inoxidable solamente retoman a su estado inicial cuando la deformación no es superior al 1%.

La súper elasticidad de la aleación de NiTi hace con que el instrumento endodóntico sea más flexible que el de acero inoxidable, sin exceder su límite de elasticidad, permitiendo así una mejor instrumentación de los conductos radiculares curvos, como también minimizando el transporte del foramen.⁵

La aleación de NiTi 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, presenta una deformación conocida como martensita, propia de las aleaciones súper elásticas, las cuales son susceptibles a la fractura o a la deformación. Así, la lima confeccionada con aleación de NiTi posee tendencia a fracturarse, más que la fabricada con acero inoxidable.

La fractura de instrumentos endodónticos de NiTi puede ocurrir en dos formas: fractura por torsión y por fatiga de flexión. La fractura por torsión ocurre cuando la punta de la lima o cualquier parte del instrumento se prende en el conducto radicular, mientras su eje continúa en rotación. En esta situación, se sobrepasa el límite de elasticidad del metal (instrumento), llevando el mismo a una deformación plástica como también a la fractura. Otro tipo de fractura está causado por el stress y por la propia fatiga del metal, resultando en una fractura de los instrumentos de NiTi.

Así en conductos radiculares con curvaturas acentuadas y bruscas, bifurcaciones, curvas en forma de "S" estos instrumentos deben evitarse para reducir las fracturas, así como el sobreuso de los mismos.⁵

Es el mayor problema de los sistemas rotatorios con el uso de instrumentos de NiTi.

Si se utiliza un elevado torque, ultrapasando el límite máximo de resistencia del instrumento (límite de fractura), la probabilidad que ocurra un accidente operatorio es elevada. Por otro lado, la fractura puede ocurrir también por debajo del límite de resistencia del instrumento. La posible solución para ese problema es utilizar motores de bajo torque, en los que se puede ajustar éste por debajo del límite de elasticidad e inherente para cada instrumento.

En el caso específico de la Endodoncia, cuando se acciona la unidad eléctrica a través del motor, se libera una cantidad de energía en forma de movimiento rotatorio (instrumento).



Fig 5. Instrumento rotatorio G.T.de Maillefer/Dentsply

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

La fuerza con que esa lima gira alrededor de su propio eje controla por el torque, siendo el mismo previamente ajustado, según la técnica e instrumento que se utilice y variando entre 0,1N. cm a 35N.cm.

Algunos aparatos como el EASY ENDO, TRIAUTO ZX, o ART TECNICA de la Dentsply Maillefer y el DRILLER (ENDOPLUS), controlan automáticamente el torque, según la masa Del propio instrumento, impidiendo que esté alcance su límite máximo de resistencia y se fracture.

Además del control de torque, para evitar ese grave accidente operatorio, es importante rotaciones de manera uniforme y constante por segundos, y con movimientos de progresión y alivio (picada) durante su introducción en el conducto radicular (Fig 6). De la misma manera, también se verifica la reducción de la fractura de los instrumentos de aleación NiTi cuando son obedecidos los principios de técnica preconizados para instrumentación rotatoria, entre ellos el principio de la preparación Del conducto radicular en sentido corona/ápice sin presión (crown-down pressureless technique), el cual demuestra ser altamente benéfico. ⁵

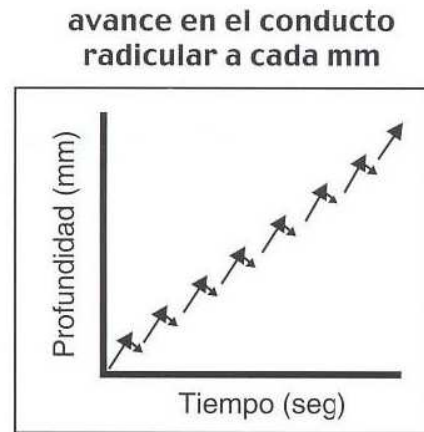
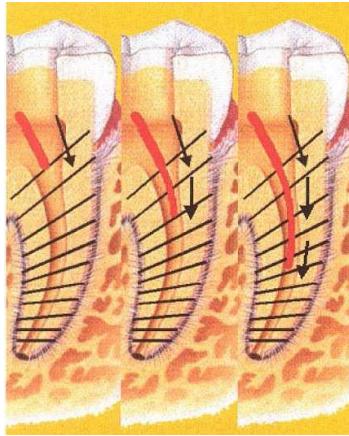


Fig.6. Movimiento de presión y avance, que debe ser hecho en los instrumentos rotatorios.

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona: Artes Médicas; 2002)¹

Actualmente, los sistemas ofrecen limas de gran conicidad y mayores diámetros, (0,12/0,10/0,08mm) (Fig.7A, 7B y 7C) que eliminan inicialmente la constricción dentaria cervical, permitiendo que las limas de menor conicidad penetren, a continuación, sin obstáculos, hacia apical.

La mayor conformación cónica del conducto radicular en sentido corono/ápice obtenida a través de esta técnica también permite una irrigación endodóntica más eficaz, como también una obturación lo más hermética posible.¹



Fig 7A . Instrumento Flare de Analytic Technology



(Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona: Artes Médicas; 2002)¹

Fig 7B . Instrumento GT de Maillefer/Dentsply



(Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona: Artes Médicas; 2002)¹

Fig 7C . Instrumento Coronal Shaper de Moyco Union Broach

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona: Artes Médicas; 2002)¹

CONICIDAD:

Los instrumentos manuales estandarizados poseen una conicidad constante, equivalente a 0,02mm por milímetro de longitud de su parte activa. Esta conicidad equivale a la medida de las conicidades de los conductos radiculares de dientes de humanos. El término conicidad se expresa en inglés por la palabra Taper y representa la medida de aumento del diámetro de la parte activa.¹ De esta forma, el instrumento n°.10 posee en el comienzo de la punta activa (D1) un diámetro equivalente a 0,10mm, el cual progresivamente se aumenta hacia el cabo (D2), atribuyendo a la parte activa una conformación cónica, con un aumento de diámetro de 0,02mm hacia el D2. Así, en el instrumento convencional n°.10 el D1, equivale a 0,10mm y el D2, a 0,42mm (Fig.8). Teóricamente esa conicidad facilitará la instrumentación, no obstante, no ocurre clínicamente. Ejemplificando, en un conducto radicular atrésico, generalmente la primera lima que alcanza la Longitud Real de Trabajo (L.R.T) es una de pequeño calibre, como la lima n°. tipo K 10, que alcanza la LRT, ajustándose en todas las paredes del conducto radicular. en el momento de aplicar el movimiento de rotación en ese instrumento, hay un riesgo de fractura del mismo, ya que toda la superficie activa está “abrazada” a las paredes dentinarias.⁶ Después de la instrumentación con la lima n°. 10, el operador va a dar secuencia a ese acto operatorio, empleando una lima n°.15. Esta lima también penetrará de forma justa en el conducto radicular que, en el momento, presenta una conformación anatómica de conicidad equivalente a 0,02mm, no consiguiendo, por lo tanto, girar en el conducto radicular, pero la cinemática de movimiento indicada para estas limas tipo K es una rotación de 1/4 a 1/2 vuelta y tracción lateral hacia las paredes del conducto.¹

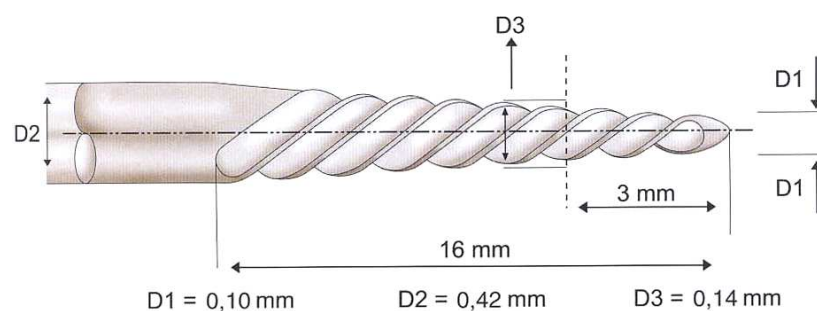


Fig.8. Diseño esquemático de lima tipo K n° 10

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona: Artes Médicas; 2002)¹

En los instrumentos rotatorios, el principio básico fue fabricar los mismos instrumentos con conicidad diferentes, lo que revolucionó la técnica endodóntica. Así, se encuentran en el comercio especializado instrumentos rotatorios con conicidades 0,03, 0,04, 0,05, 0,06, 0,08, 0,10 y 0,12mm. El instrumento n°.8 (25/.06) (Fig.9.) del Sistema Quantec Series 2000 ofrece el D1 con 0,25mm y el D2 con 0,25mm y el D2 con 1,21mm).¹

La fabricación de instrumentos con diferentes conicidades cambió el concepto de la instrumentación de conductos radiculares, particularmente los atrésicos y curvos. Como consecuencia de esa mayor conicidad, solamente una porción de la parte activa del instrumento (plano de contacto) entra en contacto con la pared dentinaria (Fig 10). Esta mayor conicidad proporciona un desgaste más efectivo del conducto radicular por acción del ensanchamiento, con menor riesgo de fractura.¹



Fig 9. Instrumento Quantec n°.8 (25/.06) de la Analytic technology.

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

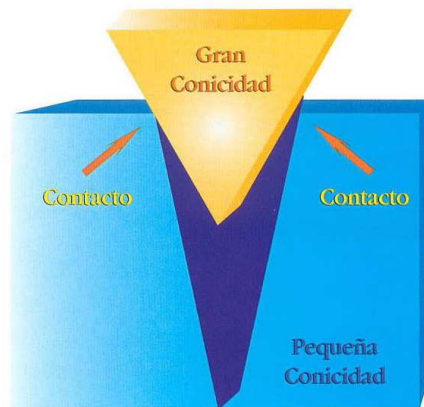


Fig 10. Cuanto menor el área de contacto, menor la presión (atrición) ejercida.

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

SUPERFICIE RADIAL O GUÍA LATERAL DE PENETRACIÓN (*RADIAL LAND*):

Los instrumentos estandarizados, como limas tipo K, Hedstroen y los ensanchadores, poseen las sgtes secciones transversales (Fig 11 A , 11B y 11C)

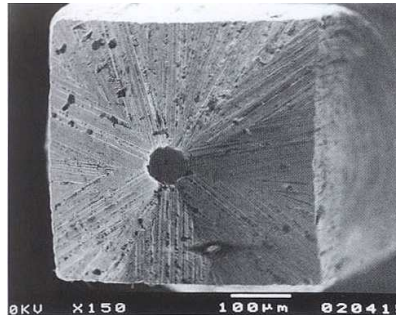


Fig 11A. Fotomicrografía de la sección transversal de la lima tipo K.

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

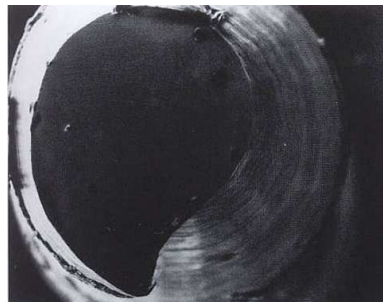


Fig 11B. Fotomicrografía de corte transversal de la lima tipo Hedstroen

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

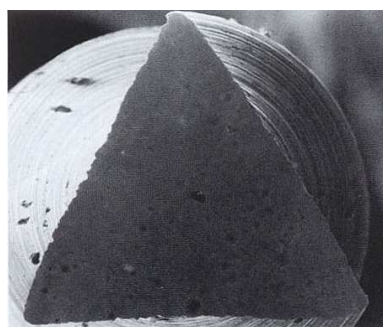


Fig 11C. Fotomicrografía de corte transversal del ensanchador 150X

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

Todos poseen un ángulo de corte que impide que estos instrumentos giren cuando presionados hacia el ápice (Fig12A y 12B). Para solucionar este problema, los instrumentos rotatorios fabricados con NiTi presentan áreas de contacto (Fig 13A y 13 B) devastadas. De esta forma, se crió lo que se llama en inglés de *radial land*.⁶

El *Radial land* proporciona un plano de contacto del instrumento con la pared del conducto radicular, pudiendo traducirse en español por superficie radial o guía lateral de penetración.¹

Este plano de contacto impide que el instrumento se imbrique en las paredes Del conducto radial cuando se presiona el mismo hacia el ápice. Permite que al girar el instrumento en el conducto, este se deslice por las paredes dentinarias, proporcionando una función de ensanchamiento y no de limaje, concurriendo para un menor riesgo de fractura.

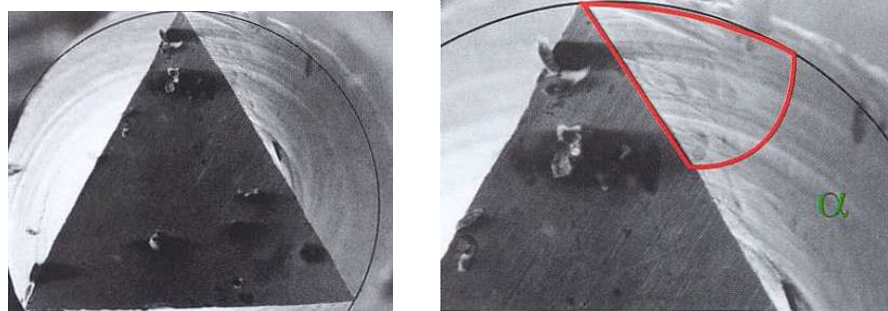


Fig 12A y12B. Ángulo de corte del ensanchador visto transversalmente.

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

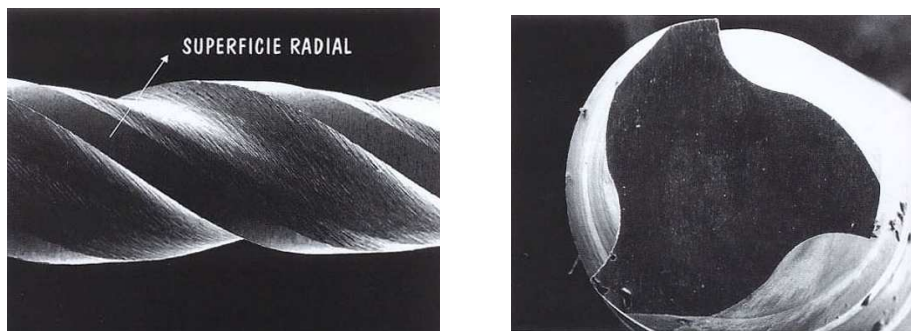


Fig 13A y13B. Superficie radial del instrumento K3 visto transversalmente. 150X.

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

ÁNGULO DE CORTE O ÁNGULO DE INCIDENCIA DE LA HOJA DE CORTE:

El surgimiento de la superficie radial hace con que el ángulo de corte de estos instrumentos sea levemente negativo (Fig 14A y 14B); haciendo con que el desgaste no sea tan intenso. La compensación en la pérdida del poder de corte se hace por el aumento de la velocidad que los instrumentos rotatorios realizan.⁵

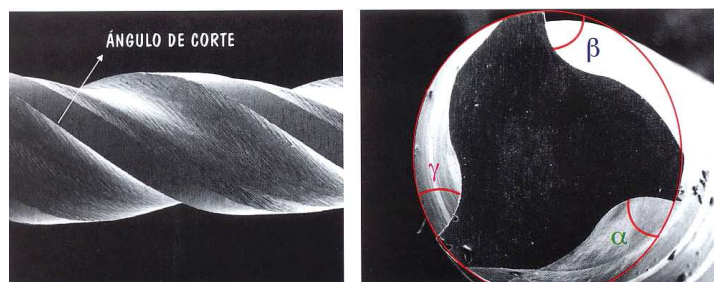


Fig 14A. Ángulo del corte del instrumento K3 visto lateralmente. **Fig 14B.** α β y γ : ángulos de corte del instrumento K3 visto lateralmente.

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

ALIVIO DE LA SUPERFICIE RADIAL

Está representado por la intersección de las superficies de ataque.

Algunos instrumentos rotatorios poseen un alivio observado a través de su sección transversal.⁵

Este alivio permite un área menor de contacto con la dentina, disminuyendo la fricción (Fig 15).

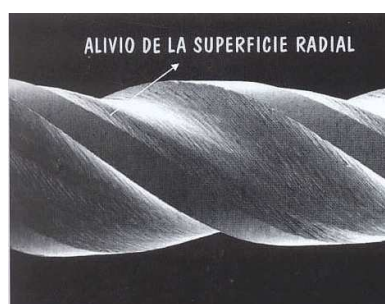


Fig 15. Alivio de la superficie radial del instrumento K3 ENDO 100X.

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

ANGULO HELICOIDAL:

Está formado en relación con la línea transversal del eje largo del instrumento (Fig 16).

Cuanto mayor el ángulo helicoidal, más rápido es el desgaste de la dentina, manteniendo la misma velocidad.

Con un ángulo helicoidal pequeño, con una misma velocidad, el instrumento deberá actuar más tiempo para tener la misma eficacia de desgaste. No obstante, cuando este ángulo es mayor que 45°, el riesgo de que el instrumento se imbrique en las paredes es grande, facilitando la fractura. El ángulo helicoidal de los instrumentos rotatorios es de 35° aproximadamente, que es una graduación que compensa velocidad con efectividad. Algunos instrumentos más nuevos como, por ejemplo de la serie Flare,

poseen ángulo helicoidal variable. En comienzo de la punta activa este ángulo es de 25° y próximo AL D2, este ángulo varía hasta 35°. De esta manera, el comienzo de la punta activa, que es delgado y fracturable, la eficacia de corte es menor y consecuentemente con mayor riesgo de fractura.⁷

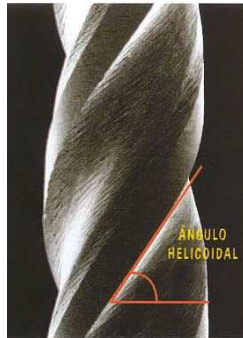


Fig. 16. Ángulo helicoidal del instrumento K3 ENDO visto lateralmente.

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. Sistemas Rotatorios en Endodoncia. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

DISTRIBUCIÓN DE LA MASA METÁLICA:

La sección transversal de algunos instrumentos no es homogénea.

Tal hecho permite que el instrumento se “acomode” en el conducto radicular (Fig 17) distribuyendo mejor las fuerzas aplicadas en la dentina o que el propio recibe. Este es otro hecho que, además de permitir el desgaste de todas las extensiones de las paredes dentinaria, reduce el riesgo de fractura.⁵

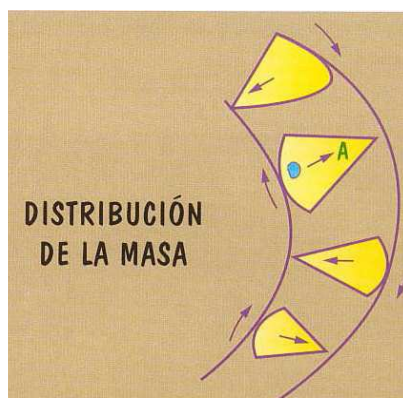


Fig 17. Distribución de la masa metálica a través del conducto radicular

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. Sistemas Rotatorios en Endodoncia. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

DISEÑO DE LA PUNTA:

La mayoría de los instrumentos rotatorios poseen puntas inactivas (Roane o Batt) (Fig 18A- 18B). De esta manera, el ángulo de transición entre la punta y el cuerpo del instrumento es grande y difícilmente el instrumento se desvía del trayecto original del

conducto radicular anatómico. Sin embargo, para ultrapasar áreas de calcificación o conductos muy atrésicos y curvos, existen instrumentos con punta activa (SC) del Sistema Quantec Series 2000 con pequeño ángulo de transición. Estos instrumentos deben usarse con mayor cuidado que lo habitual, pues fácilmente se desvían del conducto radicular original.¹

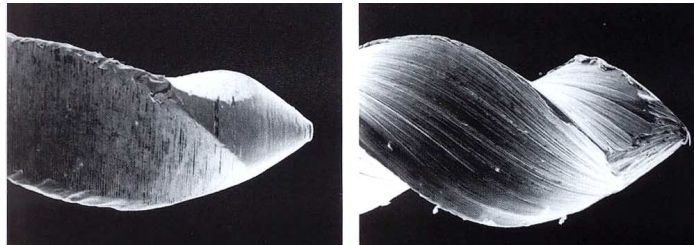


Fig 18A. Fotomicrografía de la punta de la lima Flex-R (Punta Roane) y Fig 18B. Fotomicrografía de la punta de la lima Flexofile (Punta Batt).

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. Sistemas Rotatorios en Endodoncia. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

AREA DE ESCAPE:

Los instrumentos de NiTi accionados a motor ofrecen a través de su sección transversal surcos o ranuras que actúan como área de escape (Fig 19 A y 19 B), una vez que estos espacios sirven para recibir las limallas dentinarias, consecuentes de la instrumentación radicular.¹

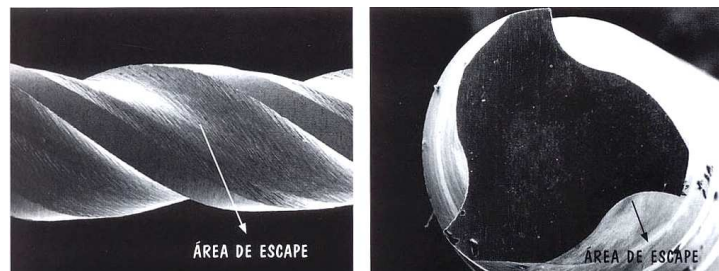


Fig 19A. Área de escape del instrumento K3 ENDO vista longitudinalmente y Fig 19B. Área de escape del instrumento K3 ENDO vista transversalmente.

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. Sistemas Rotatorios en Endodoncia. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

ACABADO SUPERFICIAL:

A pesar del avance tecnológico que representan los instrumentos rotatorios, poca atención se viene dando al acabado superficial presenta áreas de desgaste irregular, que facilita la fractura del instrumento (Fig 20A, 20B)⁵

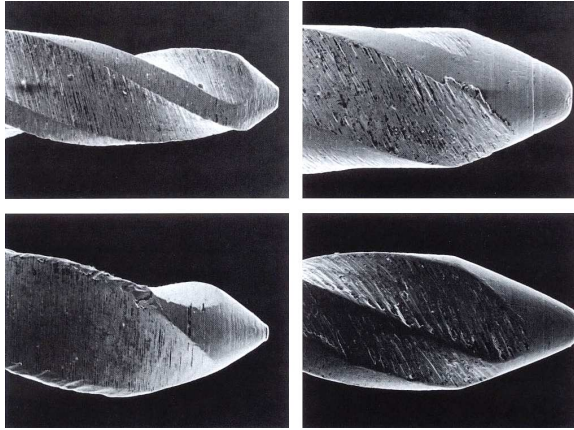


Fig 20A. y 20B. Instrumentos de NiTi donde se observa el deficiente acabado superficial.

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

IV. MOTORES/APARATOS QUE ACCIONAN LOS INSTRUMENTOS NIQUEL TITANIO

El estudio de los instrumentos endodónticos accionados por un motor está en amplia expansión, pues constantemente nuevas limas de NiTi con ciertas diferencias en el diseño se ofrecen en el mercado especializado.

Estos instrumentos fueron proyectados para que se utilizaran con movimientos mecánicos rotatorios en sentido horario, utilizando motores eléctricos que ofrecen velocidad constante sin oscilaciones, entre 150 a 350 rpm. Algunos ofrecen también un control automático de torque. Esta particularidad es de fundamental importancia ya que, cuando el instrumento es accionado en sentido horario y por alguna razón alcanza su límite de resistencia que puede ser predeterminado en algunos aparatos, este instrumento para automáticamente. En muchos de los motores ofrecidos actualmente, este movimiento rotatorio es invertido en sentido antihorario, cuando se alcanza el torque preestablecido lo que permite al instrumento salir del conducto radicular normalmente. Algunos aparatos presentan dispositivos que permiten controlar el torque, de preferencia automático, que varían de 0,1 a 10 Newtons por centímetro (N.cm). Los motores comunes, accionados a aire que son acoplados a los equipos convencionales no ofrecen mecanismos que controlen la velocidad y el torque, por lo que son recomendados.

Las industrias que proceden los instrumentos rotatorios de NiTi ofrecen sus propios motores electrónicos. No obstante, otros aparatos y/o motores son ofrecidos con la misma finalidad, algunos de ellos portátiles, con baterías recargables.

Además de los aparatos propios de cada sistema rotatorio, en la actualidad diferentes fabricantes ofrecen sus aparatos.⁸

TCM ENDO (NOUVAG SUIZA):

El TCM Endo es un conjunto eléctrico (motor, pieza de mano Fig 21A y 21B) que permite realizar la preparación del conducto, de manera rápida y con calidad. La velocidad y el torque máximo son pasibles de selección previa y son controlados constantemente a partir de la unidad de control TCM.

La velocidad elegida permanece constantemente en cualquier circunstancia hasta que el torque ajustado se alcanza, proporcionando un completo control de fractura de instrumentos. El motor TCM también previene dichas fracturas, pues, al alcanzar el límite de torque, el instrumento se detiene y gira dos veces en sentido antihorario,

permitiendo y facilitando la remoción del instrumento. De esta manera, la utilización del TCM reduce el tiempo, el estrés y la fatiga de la preparación del conducto radicular.⁹

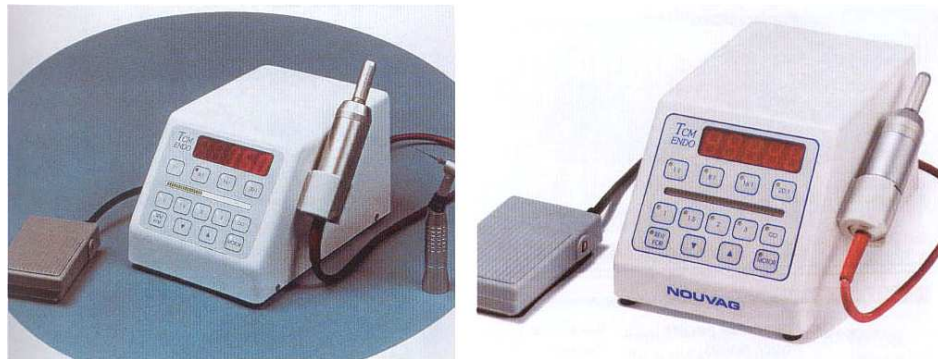


Fig 21A y 21B. Motor TCM

(Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona: Artes Médicas; 2002)¹

CARACTERÍSTICAS:

Control de torque por medio de reductores preestablecidos:

1:1- 0,5/1,0/1,5 e 2 N.cm

8:1- 0,5/1,0/1,5/2,0/2,5/3,0/4,0/5,0 N.cm

16:1- 1,0/1,5/2,0/2,5/3,0/4,0/5,0/6,0 N.cm

20:1- 1,0/1,5/2,0/2,5/3,0/4,0/5,0/6,0 N.cm

TIPOS DE TORQUE:

AL= limitador de torque que genera constante torque, preseleccionado en todas las reducciones (8:1, 16:1, 20:1).

AP= Protector de torque para un cambio rápido en el sentido de la rotación (antihorario). Cuando se alcanza el torque seleccionado, el instrumento gira 2 veces en el sentido antihorario.

- **Contra-ángulo reductor** (ajustable en el propio motor)

1:1- velocidad 1200 a 8000 rpm en AL o AP.

8:1- velocidad 150-1000rpm en AL o AP.

16:1- velocidad 60-400rpm en AL o AP.

20:1- velocidad 60-400rpm en AL o AP.

- **Velocidad del motor:** 1200 a 8000 rpm.
- **Sentido rotacional:** horario (Forw) o antihorario (Rev.)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- **Voltaje:** 115/230 volts, frecuencia 50-60 Hz.
- **Potencia:** 60 VA
- **Dimensiones:**
 - o Altura: 9,0 cm
 - o Anchura: 10,0 cm
 - o Longitud: 16,5 cm
 - o Peso: 1,8 Kg

TCM 3000 (NOUVAG SUIZA):

El motor TCM 3000 presenta un conjunto eléctrico (motor, pieza de mano) semejante al TCM Endo, pero con algunas limitaciones. Puede ser usado de 3 maneras diferentes: con o sin pedal, o con pedal de velocidad variable⁸ (Fig 22).

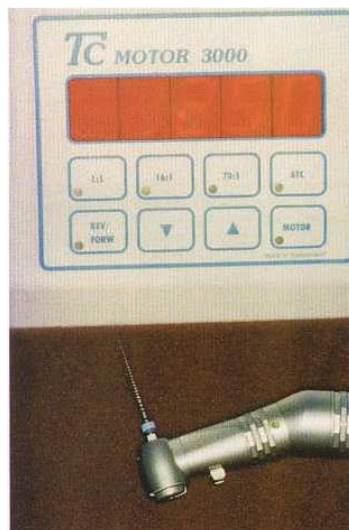


Fig 22. Motor TCM 3000(Tomado de Leonardo Mario Roberto. Sistemas Rotatorios en Endodoncia. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

TIPOS DE TORQUE:

ATC o AL= (control automático de torque) que puede ser utilizado con reductores 16:1 y 20:1.

AS= Selección automática para torque 10/20/35/45/55 N.cm.

- **Contra-ángulo reductor (ajustado en el propio motor)**

1:1- velocidad de 2.000 a 30.000 rpm en torque constante 55 N.cm solamente utilizado con ATC.

16:1-velocidad de 125 a 1875 rpm en AS.

20:1-velocidad de 100 a 1500 rpm en AS.

- **Velocidad del motor:** 2.000 a 30.000 rpm en sentido horario o en módulo Rev.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- **Voltaje:** 115/230 volts, frecuencia 50-60 Hz.
- **Potencia:** 130 VA
- **Dimensiones:**
 Altura: 9,5 cm
 Anchura: 10,0 cm
 Longitud: 17,0 cm
 Peso: 2,5 Kg

ENDO PRO (DRILLER BRASIL)

El Endo Pro es un sistema eléctrico motor-contra-ángulo para instrumentación rotatoria. Utiliza instrumentos de NiTi y contra-ángulo 1/1 (sin reductor ni multiplicador) ⁹(Fig 23)



Fig 23. Endo Pro (Tomado de Leonardo Mario Roberto. Sistemas Rotatorios en Endodoncia. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

CARACTERÍSTICAS:

El motor Endo Pro posee un panel frontal donde puede ajustarse la velocidad (150, 250, 350, 2000 ó 6,000 rpm) en sentido horario o antihorario.

TORQUE:

No posee selector para ajuste de torque. Funciona con torque de solamente 5 N.cm.aproximadamente.

ESPECIFICACIONES:

- **Voltaje:** 110/220 volts.

ENDO PLUS (DRILLER BRASIL):

Desarrollado por Driller, el Endo Plus es un micromotor eléctrico para uso endodóntico con limitador de torque e inversión automática, feed back auditivo y gráfico.

Utiliza instrumentos de NiTi para contra-ángulos 10:1, 16:1, 18:1, 20:1 y 1:1 sin reductor ni multiplicador.⁸

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- **Dimensiones:**

Longitud: 18,0 cm

Profundidad: 18,0 cm

Altura: 10,9 cm

Peso: 2,520 Kg.

Posee micromotor autoclavable que alcanza 26.000 rpm en 1:1.

- **Reductores:** 1:1, 10:1, 16:1, 18:1, 20:1 y 64:1

- **Limitadores de torque:** 0,2- 0,5- 1,0- 2,0- 3,0- 4,0- 5,0- 6,0- 7,0- 8,0- 9,0- 10- 12-14- 16- 18 y 20 Ncm.

- **Velocidad con contra-ángulo:** 16:1

Mínima: 220 rpm

Máxima: 1620 rpm

- **Voltaje:** 110 y 220 volts

QUANTEC-E ENDODONTIC SYSTEM (ANALYTIC, SYBRON EEUU)

El motor Quantec es desarrollado por Analytic Sybron. Presenta en un conjunto eléctrico motor, pieza de mano. Puede ser utilizado con reductor 18:1 o manual convencional sin reducción 1:1¹(Fig 24)

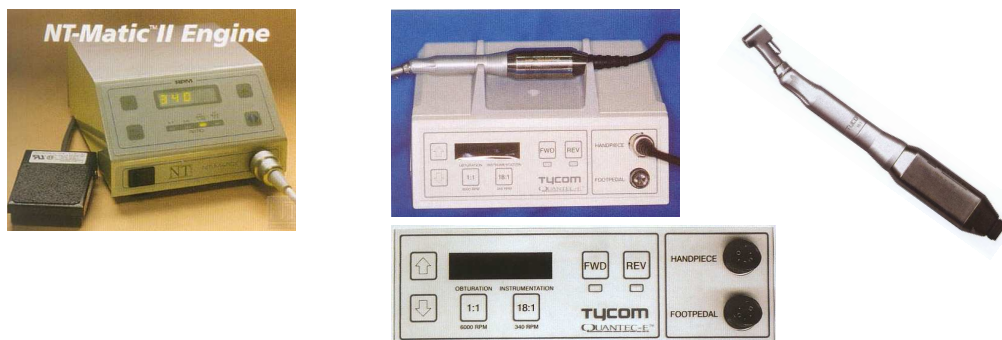


Fig 24. Motor Quantec. (Leonardo Mario Roberto. Sistemas Rotatorios en Endodoncia. Barcelona: Artes Médicas; 2002)¹

TRI AUTO ZX (MORITA JAPÓN):

El sistema Tri Auto ZX es un aparato eléctrico manual, inalámbrico, con base cargadora, que permite la instrumentación rotatoria acoplada a un localizador de ápice electrónico¹ (Fig 25).



Fig 25. Tri Auto Zx (Tomado de Leonardo Mario Roberto. Sistemas Rotatorios en Endodoncia. Barcelona: Artes Médicas; 2002)¹

CARACTERÍSTICAS:

1. Permite la instrumentación de conductos radiculares mientras monitorea la posición del instrumento en el interior del conducto radicular.
2. Mide la longitud del conducto radicular utilizando un localizador de ápice.
3. Opera a bajas velocidades de 50 a 280 rpm.
4. La pieza de mano inicia el movimiento automáticamente cuando se introduce el instrumento en el conducto radicular y se detiene cuando el mismo es removido.
5. Cuando se ejerce una presión excesiva hacia apical, automáticamente el movimiento se interrumpe y el instrumento gira en sentido antihorario, facilitando la remoción.
6. Cuando se alcanza la longitud de trabajo, se interrumpe el movimiento horario y la pieza de mano ejerce una rotación antihoraria provocando la salida del instrumento del conducto.
7. La pieza de mano presenta un “Display” que indica cuanto el instrumento está siendo introducido en el conducto radicular, con lectores indicando cuando se está a 0,0, 0,5, 1, 1,5, y 2 mm del ápice radicular.
8. La posición de este display puede ser ajustado en la pieza de mano, permitiendo y facilitando el acceso para dientes posicionados en la mandíbula o maxila.

9. Se puede utilizar el localizador de ápice automáticamente durante la instrumentación rotatoria o a través de la colocación y adaptación de un instrumento manual.
10. Una vez que el instrumento manual está fuera de la base cargadora por más de 3 min, se apagará automáticamente.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:¹

- **Voltaje:** 120 volts.
- **Frecuencia:** 50-60 Hz
- **Consumo de Potencia:** 5VA
- **Torque:** 6N.cm aprox.
- **Dimensiones:**
- **Cargador:**
Altura: 5,5 cm
Anchura: 8,0 cm
Largura: 12,3 cm
- **Pieza de mano:**
Altura: 3,7 cm
Anchura: 3,0 cm
Longitud: 21,2 cm
- **Peso:**
Instrumento manual: 160 g
Cargador: 500g

TASKAL 7/ENDO-MATE 2 (NISK JAPÓN):

El Taskal 7/Endo-Mate 2 también es un sistema eléctrico con una pieza de mano acoplada a una base cargadora¹ (Fig 26)



Fig 26. Endo Mate (Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona: Artes Médicas; 2002)¹

CARACTERÍSTICAS:

- 1.- Opera a bajas velocidades y posee un botón regulador de velocidad.
- 2.- La velocidad del instrumento manual va de 130 a 400 rpm.

3.- Presenta un dispositivo para regular el sentido de la rotación (horaria o antihoraria).

4.- Cabeza de la pieza de mano con dimensiones reducidas que facilita el acceso a dientes posteriores.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:¹

- **Voltaje:** 120/230 volts
- **Frecuencia:** 50-60 Hz
- **Torque:** 5 N.cm aprox.
- **Consumo de Potencia:** 5,1 VA
- **Dimensiones:**

Cargador:

- Altura: 7,0 cm
- Anchura: 10,1 cm
- Longitud: 10,1 cm

Instrumento manual:

- Altura: 2,0 cm aprox
- Anchura: 2,5 cm aprox
- Longitud: 19,0 cm

Peso:

- Cargador: 400 g
- Instrumento manual: 113 g

MOTOR DIGITAL ELECTRÓNICO SPRINT II (MOYCO UNION-BROACH EEUU):

El motor Sprint II es el sistema eléctrico que acciona micromotores y posee las siguientes características:

1. Botón regulador de torque preestablecido por el operador.
2. Indicador digital de velocidad establecida por el operador.
3. Botón regulador de dirección de rotación (horaria o antihoraria).
4. Ajuste de reductores de rotación 1:1, 10:1 y 64:1 (Fig 27)¹



Fig 27. Sprint II (Tomado de Leonardo Mario Roberto. Sistemas Rotatorios en Endodoncia. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

MOTOR TECNICA:

Es el sistema eléctrico con la mayor variación de uso, pudiendo activar instrumentos oscilatorios (180°) o rotatorios (360°). Posee las siguientes características:

1. Botón regulador de la función oscilatoria o rotatoria.
2. Inversión automática cuando el instrumento se trava en un determinado torque.
3. Rotación inversa.
4. Control de torque que varía de 1 a 100 N.m.
5. Control de velocidad de 100 a 12.800 rpm.
6. Reductor de 1:70 a 1:1.
7. Programable para absorber las diferentes técnicas de instrumentación (Fig 28)¹



Fig 28. Motor Tecnika (Tomado de Leonardo Mario Roberto. Sistemas Rotatorios en Endodoncia. Barcelona: Artes Médicas; 2002)¹

MOTOR DRILLER ENDO PLUS

Es un sistema eléctrico motor contra-ángulo fabricado por Driller Brasil que presenta mejoras en relación con el Endo Pro del mismo fabricante (Fig 29)¹



Fig 29 Driller Endo Plus(Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

CARACTERÍSTICAS:

- Panel frontal donde es posible ajustar el torque, el sentido de rotación, la velocidad y la reducción.
- Velocidad ajustable de 100 a 30000 rpm.
- Control de torque que varía de 0,2 a 10 N.cm.
- Control electrónico de reductores: 1:1, 16:1 y 20:1.
- Voltaje: 110/220 volts.
- Frecuencia: 50-60 Hz.
- Potencia: 130 VA.¹

MOTOR K3:

Está desarrollado por Analytic en un conjunto eléctrico motor y manual utilizado con reductor 18:1 o convencionalmente 1:1 (Fig 30)



Fig 30. Motor K3 (Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona: Artes Médicas; 2002)¹

CARACTERÍSTICAS:¹

Tres niveles diferentes de torque: 4-5 y 6 N.cm.

Velocidad del motor: de 50 a 20.000 rpm

Inversión del sentido de rotación en la función 18:1

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Voltaje: 120 volts.

Frecuencia: 50 Hz.

Potencia: 56 VA.

Dimensiones:

- Altura: 7,8 cm
- Anchura: 20 cm
- Longitud: 17,20 cm
- Peso: 1500g

MOTORES ACCIONADOS A AIRE:

La instrumentación rotatoria puede realizarse también por micromotores acoplados a la pieza de mano que no son accionados por motores eléctricos, sino accionados a presión de aire del micromotor (Fig 31).

Estos micromotores presentan reductor de 64:1, pero el control de velocidad y de torque varían según el micromotor utilizado, y el suministro de aire comprimido del equipo.

Entre las piezas de mano utilizadas para instrumentación rotatoria se destacan:



Fig 31. (Tomado de Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona:Artes Médicas; 2002)¹

Tardie de Moyco-Union Broach. Para una rotación de 20.000 rpm, utilizando un reductor de 64:1, se obtiene una velocidad entre 150 a 350 rpm.

Estas mismas características se aplican a las piezas de mano de NSK y Antogyr que también poseen reductor 64:1.

En pruebas realizadas con el torquímetro del laboratorio de la Asignatura de Endodoncia de la Facultad de Odontología de Araraquara, estos contra-ángulos generan torques entre 3 y 6 N.cm, dependiendo de la presión del aire presente en las puntas del micromotor.¹

V. SISTEMAS DE LIMAS ROTATORIAS NIQUEL-TITANIO.

- **PROTAPER:** Uno de los más empleados y que lleva más años en el mercado.

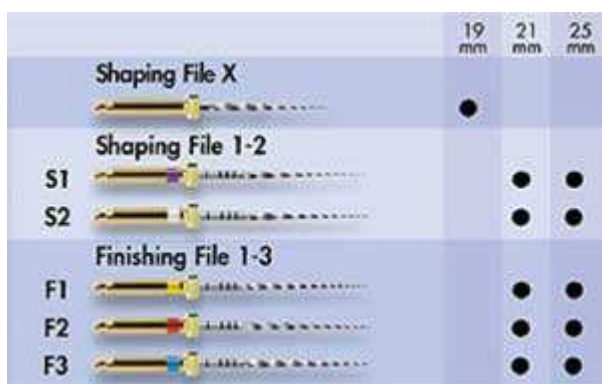


Fig 32. Limas Protaper.

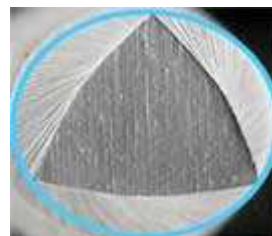


Fig 33. Muestra la sección de corte transversal triangular "redondeada" de ProTaper.

(Tomado de Y Blum, P. Machtou, C. Ruddle, J.P. Micallef, *Analysis of mechanical preparation in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: Value of the safety quotient. J OdontEndod, Septiembre 2003; Vol. 29:567-575*)¹¹

Diseñado por Clifford Ruddle, Pierre Machtou y John West, las características principales son su conicidad múltiple y progresiva, un ángulo de corte ligeramente negativo, una sección transversal triangular convexa, aristas redondas con un *pitch* variable y una punta inactiva no cortante.¹⁰ Este sistema se presentó inicialmente compuesto por 6 limas, a finales de 2006, se modificó su sección en algunas de sus limas y se amplió el sistema con nuevas limas de conformación apical, dando origen a una nueva generación PROTAPER comercialmente llamada PROTAPER UNIVERSAL. Según el fabricante, la nueva generación fue introducida para permitir la instrumentación de conductos más largos, con calibres apicales más grandes. El sistema Protaper emplea velocidades de 150-350 RPM.¹¹

- **PROFILE:**

Este sistema fue lanzado al mercado por Les Fils d'August Maillefer SA.- Suiza en 1996.

Los instrumentos que componen el sistema Profile 0.04/0.06 se presentan de la siguiente forma:

- Profile 0.04: secuencia de 15-45, 60 y 90 con longitud de 21, 25 y 31mm. Estos instrumentos se identifican por presentar un solo anillo o franja de color en la base del instrumento.

- o Profile 0.06: secuencia de 15-40 con longitudes de 21 y 25 mm. Se identifican de manera similar a los anteriores, con la variante de presentar dos anillos o franjas de color en la base del instrumento.¹²

Los anillos o franjas de color, diámetro de la punta activa (D1) y la longitud de la parte activa (16 mm) que presenta el sistema Profile 0.04/0.06, siguen las especificaciones No. 28 de la ADA.

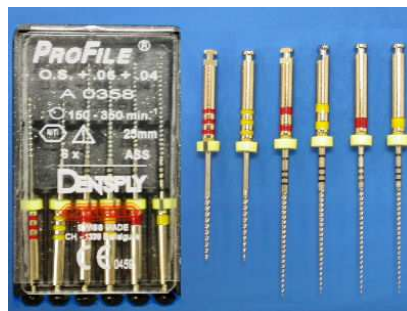


Fig 34: Limas Profile

(Tomado de Hata G, Uemura M, Kato A., Imura N, Novo N, Toda T. A comparison of shaping ability using ProFile, GT File, and Flex-R endodontic instruments in simulated canals. *J Endod* 2002; 28(4): 316-321)¹²

Los instrumentos Profile en su parte activa evidencian, a través de un corte transversal, su sección triangular, paredes cóncavas y tres superficies radiales (guías de penetración) asociadas a tres surcos (áreas de escape) en forma de “U”, características que permiten que este sistema de instrumentos mantenga su punta (inactiva) en el centro axial del conducto radicular. Las tres superficies radiales de estos instrumentos son las que lo mantienen o lo guían dentro del sistema de conductos evitando así la formación de escalones o sobrepasando aquellos ya existentes.¹³



Fig 35: Conformación de lima Profile

(Tomado de Park, H. A comparison of greater taper files, profiles, and stainless steel files to shape curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001; 91: 715-718)¹³

- **SISTEMA K3 Endo (Sybron Dental Specialties/Kerr)**

Un sistema del Dr. McSpadder, fruto de la actualización de sistemas anteriores (Quantec 2000, Quantec SC y Quantec LX).

Presentan diferentes conicidades o “tapers fijos” de .02, .04 y .06, que permiten manejar diferentes anatomías radiculares.

- .02 en tamaños de #15-45 en longitudes de 21 y 25 mm.
- .04 y .06 en tamaños de #15-60 en longitudes de 21 y 25 mm.¹⁴



Fig. 36: Lima K3 (Tomado de Cohen Stephen, Burns C. Richard. Vías de la Pulpa. 8va.Ed. Barcelona: Mosby; 2000)¹⁴

Una de las ventajas de este sistema puede ser el mango reducido, presentando unas limas 5 mm más cortas que las demás, reducción de tamaño que reside en el mango y no en la parte activa. La velocidad de rotación para K3 es de 300 RPM.

Ángulo helicoidal de estrías variable, desde 31° hasta 43°, reduciendo el efecto de atornillamiento y ayudando a la eliminación de residuos dentinales.¹⁵



Fig 37: Ángulo helicoidal de lima K3

(Tomado de Yun, H., Kim, S. 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; 95:228-233)¹⁵

- **HERO 642:**

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.¹⁶

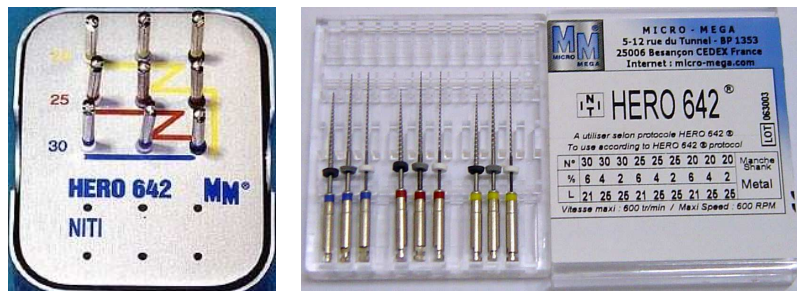


Fig 38: Limas Hero

(Tomado de Karagöz-Küçükay, I. et al. Effect of rotational speed on root canal preparation with Hero642 rotary N-TI instruments. J Odont Endod. Sep 2003;29 (7):447-449)¹⁶

Este nuevo sistema recibe el nombre de Inget. Las limas Hero son instrumentos con tres puntos de apoyo con una sección en triple “s” para centrar la lima en el interior del conducto y conseguir una mayor circularidad del mismo. Tienen una gran masa central del vástago que disminuye el riesgo de fractura.¹⁷

En sentido longitudinal, tienen un ángulo helicoidal variable que limita el efecto de enclavamiento del instrumento en la dentina de las paredes del conducto, a la vez que facilita la evacuación de los restos dentinarios. La velocidad de rotación en este caso es de 360-600 RPM.



Fig 39: Limas Hero 642

(Tomado de Gin-ichiro Hata, et. 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, February 2003;95(2):228-233)¹⁷

- **LIGHTSPEED:**

El sistema de instrumentación Lightspeed se basa en la utilización de unos instrumentos con un diseño muy particular. Tiene una parte activa corta, una punta no

activa y un vástago fino, lo que reduce la tensión en el instrumento, evitando deformaciones del sistema de conductos. Este efecto se ve además favorecido por tener la parte activa una sección en U¹⁸, que determina la existencia de apoyos radiales que reducen hasta niveles ínfimos la tendencia a la deformación de las paredes. Estos instrumentos, fabricados en Ni-Ti, están diseñados para ser utilizados mediante un contraángulo, por rotación horaria, a una velocidad constante entre 750 y 2000 rpm.



Fig 40:Características generales de Lightspeed

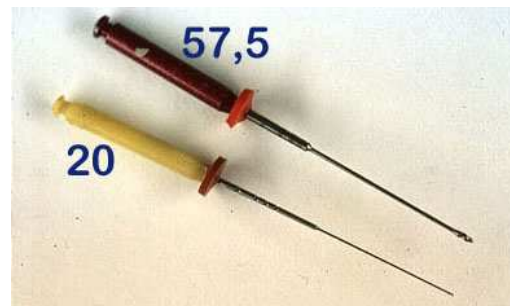


Fig 41:Lightspeed de nº 20 y 57,5

(Tomado de Beer Rudolf, Baumann. Atlas de Endodoncia. Barcelona: Ed Masson; 1998)¹⁸

- **SISTEMA GT:**

Un sistema también antiguo que se fue actualizando para adaptarse a los nuevos sistemas obteniendo buenos resultados: las limas rotatorias GT®, diseñadas por Stephen Buchanan, preparan los canales radiculares siguiendo la técnica *crown-down* (corono-apical) de manera similar a las limas ProFile®. Presentan una sección transversal en “U” con una superficie de apoyo radial (*radial land*) que previene el enroscamiento y mantiene el instrumento centrado en el interior de los conductos radiculares, previniendo el riesgo de “zip” o separación. La punta es cónica e inactiva, respetando la trayectoria de los conductos sin riesgo de transportes ni falsas vías.

Las limas rotatorias GT® se utilizan en un contraángulo con una velocidad de rotación constante entre 150 y 350 RPM.¹⁹



Fig 42: Limas GT

SERIES 30 FOR STANDARD CANALS REF A0430 Lengths: 17, 21, 25 mm .10 / .08 / .06 / .04
(Tomado de Albrecht L. J, Craig J., Gordon J., Evaluation of apical debris removal using various sizes and tapers of Profile GT files. J Endod 2004; 30(6): 425-8)¹⁹

- **QUANTEC:**

Está compuesto por un juego de 10 instrumentos que se utilizan con algunas variaciones en función de la anatomía del conducto radicular.



Fig 43: Limas Quantec *(Tomado de Ingle, John I. Endodoncia. 5a ed. México: McGraw Hill – Interamericana; 2004)²⁰*

El primer instrumento es un perforador de orificios con una punta de 0.06 mm/mm. Luego hay tres instrumentos que establecen la preparación apical hasta el número 25 con una punta de 0.02 mm/mm. Los siguientes cuatro instrumentos tienen un tamaño apical del num. 25, pero su punta es mayor (0.03, 0.04, 0.05, 0.06 mm/mm).²⁰

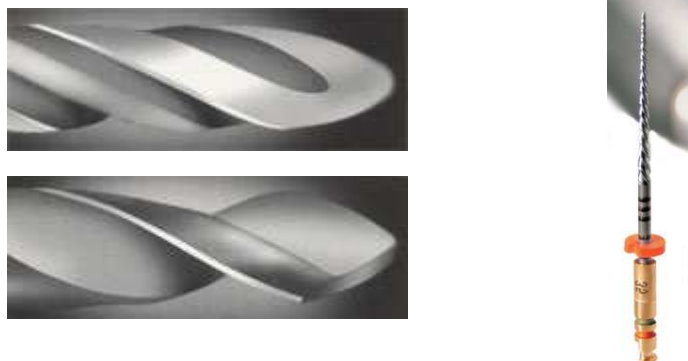


Fig 44: Conformación de lima Quantec

(Tomado de Ingle, John I. Endodoncia. 5a ed. México: McGraw Hill – Interamericana; 2004)²⁰

Estos cuatro instrumentos eliminan la dentina de manera tosca y acampanan el canal radicular. Los restantes dos instrumentos tienen una punta estándar de 0.02 mm/mm, pero un tamaño apical de los números 40 y 45.

- **POWER R:**

Son instrumentos derivados de las limas FlexR (Union Broach), de diseño semejante, punta bicónica inactiva, sección triangular, conicidad del 2 y del 4%, con calibres de 15 a 80. Existen unos instrumentos llamados Coronal Shapers, del 8%(60,45) y 6%(35,25)²¹



Fig 45: Limas Pow-R. (Tomado de Tygesen, Y.A. et al. Comparison of distortion and separation utilizing profile and Pow-R Nickel-Titanium Rotary files. J Odont Endod. December 2001;27(12);762-764)²¹

- **FLEXMASTER (VDW):**

El fabricante propone 3 secuencias de instrumentos en función de la mayor o menor dificultad del conducto que se va a preparar. La secuencia es similar a la que se propuso para el sistema HERO 642, con resultados de conformación semejantes. Se trata de una técnica coronal apical en la que se van empleando instrumentos de calibres 30,25, 20 hacia apical con las conicidades respectivas del 6,4 y 2%. Las estrías son más agudas y el ángulo de raspado es más negativo, con una punta está bien redondeada que en una lima tipo K tradicional y enroscada.⁸

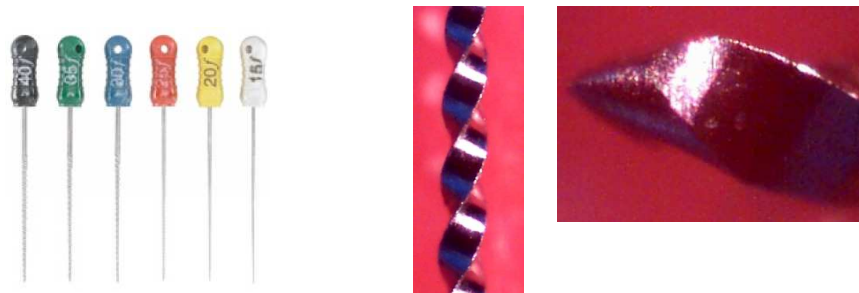


Fig 46: Limas Flexmaster. (Tomado de Canalda Sahli, Carlos, Brau Aguadé, Esteban. Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas. Barcelona: Ed. Masson; 2001.)⁸

- **SISTEMA DE FKG**

FKG abre un nuevo camino con *RaCe* (Reamer with Alternating Cutting Edges-Ensanchador de Bordes Cortantes Alternados), un sistema totalmente innovador, seguro y simple desarrollado para mitigar los límites impuestos por la rotación continua. Combinando una sección triangular con filos cortantes de tamaños alternados los instrumentos FKG *RaCe* combina todas las ventajas determinantes para la práctica endodóntica.²²



Fig 47 : Limas FKG. (Tomado de K. Nazari Moghaddam, P. Owlia. A Comparison of Profile, Race and FKG Systems in Eliminating Enterococcus Faecalis from the Apical Third of Mandibular Premolars. J of Dent 2006;Vol.3:1-6)²²

- **RACE:**

Poseen una buena capacidad de corte y generan un torque sobre la dentina inferior al de otros instrumentos.

Race mantiene una buena morfología en la zona apical de los conductos curvos siempre que la conicidad no supere el 4% y el calibre se limite a 25 ó 30, puede utilizarse como sistema único o para preparar la zona apical curva en conductos radiculares iniciados con Protaper.²³

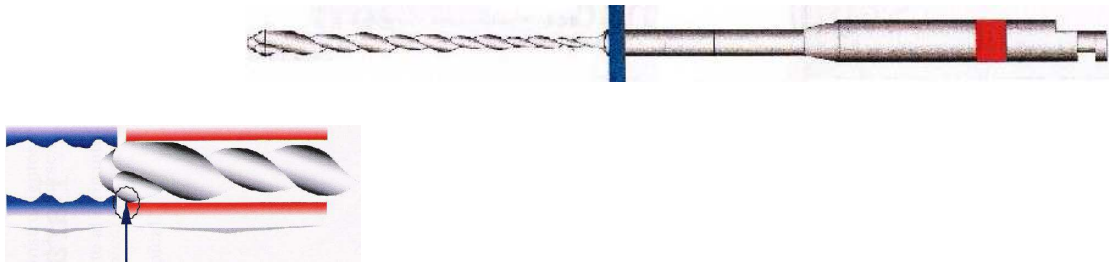


Fig 48: Limas Race. (Tomado de Weine, Franklin. Endodontic Therapy. 6th ED. Saint Louis: Mosby Co.; 2004)²³

- **S-APEX:**

El S-Apex tiene conicidad invertida, crea espacio para las puntas de los instrumentos que se usarán a posterioridad, permitiendo instrumentar con mayor libertad. Utilizadas para ensanchar únicamente la zona apical.²⁴

Conicidad inversa



Corta Aquí

Fig 49: Conformación de Lima S- Apex. (Tomado de Mount Graham J, Hume W.R. *Conservación y restauración de la estructura dental*. Barcelona :Mosby; 1999)²⁴

- **ENDOSEQUENCE (Brasseler):**

Precisión en instrumentación, a través del concepto de maquinado de una preparación completamente cónica de .06. El diseño patentado de la lima EndoSequence conserva la flexibilidad natural del NiTi incorporando en su diseño una geometría exclusiva de Alternate Contact Point% (Punto Alterno de Contacto). El resultado: EndoSequence permanece centrado sin la necesidad de áreas radiales.²⁵

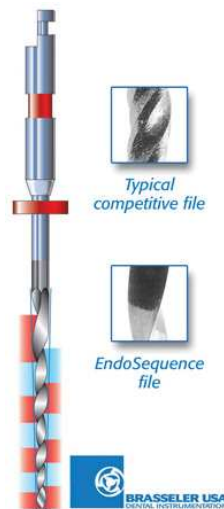


Fig 50: Lima Endosequence. (Tomado de A. Williamson, A. Sandor, B. Justman. *A Comparison of Three Nickel Titanium Rotary Systems, EndoSequence, ProTaper Universal, and Profile GT, for Canal-cleaning Ability*. *J of Endod* 2009; Vol.35:107-109)²⁵

Superficie Electro pulida:

- Elimina las imperfecciones superficiales que debilitan otras limas
- Aumenta el filo de la lima

Punta de Precisión

- No activa en la punta, totalmente activa con capacidad de precisión a 1mm

Diseño patentado de ACP

(Punto Alterno de Contacto)

- Centra la lima dentro del canal sin áreas radiales • Evita auto-roscado o “atornillarse” al canal
- Aumenta la remoción de restos
- Maximiza la eficiencia del corte

Ausencia de áreas radiales

- La flexibilidad se maximiza
- La torsión se minimiza
- El espesor de la sección transversal se reduce.
- Bordos de corte filoso

- **ENDO EZE (AET):**

El sistema Endo-Eze de Ultradent resuelve cada dimensión del espacio natural del conducto. El resultado es un sistema endodóntico más rápido, más seguro y más accesible, que limpia en forma eficiente y modela utilizando la anatomía natural de los conductos como guía.

Con la técnica Endodóntica Anatómica Endo-Eze, todo se reduce a tercios: Coronal, Medio y Apical.

El sistema Endo-Eze trabaja la forma anatómica del conducto utilizando las paredes y la arquitectura natural como guía mientras limpia y modela. En vez de generar una conicidad masiva, el sistema Endo-Eze preserva tanta estructura dentaria sana como sea posible.²⁶

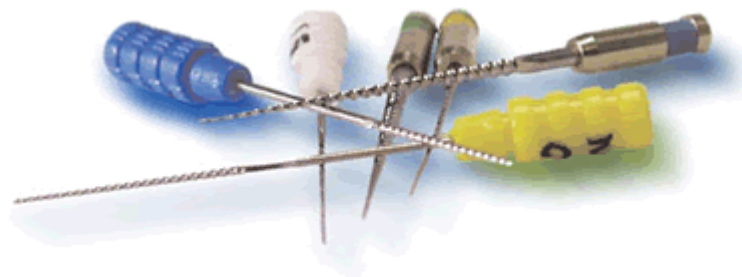


Fig 51: Limas Endo EZE.(Tomado de F. Paque, F. Barbakow, O. A. Peters. Root canal preparation with Endo-Eze AET: changes in root canal shape assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J* 2005; 38:, 456–464)²⁶

- **MTWO (VDW):**

Es un sistema de reciente aparición del que analizaremos los pocos artículos existentes trata de un nuevo sistema creado por el Dr. Malagnino de instrumentación rotatoria de Níquel- Titanio que aporta la novedad de una instrumentación completa del conducto, desde la entrada del canal hasta el ápice, desde la primera lima. Se presenta como un sistema de fácil uso y un *pitch* variable que reduce las posibilidades de fractura, punta inactiva, ángulo de corte negativo y sección transversal en *S* itálica con dos cortes activos, intentando minimizar así el atornillamiento, el transporte apical y las deformaciones del conducto. El sistema Mtwo se usa a 150-350 RPM.²⁷



Fig 52: Limas Mtwo

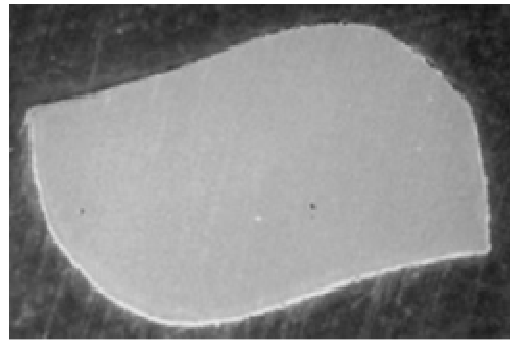


Fig 53: Sección transversal en "S" itálica

(Tomado de Schäfer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J* 2006; 39:196–202)²⁷

- **ENDOWAVE (MORITA):**

El sistema de limas EndoWave se basa en la técnica de Crown-Down y se puede obtener en dos kits básicos. Cada kit contiene 5 limas, que varían en su diámetro, longitud y conicidad. El kit A sirve para la preparación de conductos radiculares normales; el kit B en cambio se utiliza para conductos estrechos y muy curvos. Las secuencias normales se pueden preparar con 5 limas sin problemas. Las limas EndoWave también pueden ser adquiridas individualmente según la conicidad requerida en sets de hasta 5 limas.

Diseño atornillado

El diseño ondulado alternado con el recto anti-bloqueo-/ anti y los bordes cortantes consigue que las limas EndoWave no se bloqueen ni atornillen en el conducto radicular. Por su forma ondulada no se tira de las limas y así se trabaja con mayor

seguridad. Además disminuye considerablemente la fuerza requerida por el odontólogo.

Mínimas fracturas de las limas

La sección triangular de la lima minimiza la rotura por sus diferentes puntos de **contacto en el transcurso del conducto radicular.**



Fig 54: Limas Endowave. (Tomado de Parashos, Peter & Messer, Harold H. The diffusion of innovation in dentistry: A review using rotary nickel-titanium technology as an example. Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol, and Endod March 2006;101(3):395-40)²⁸

La punta de seguridad exclusiva

Las limas de niti EndoWave tienen una punta redondeada, con la que también se puede realizar el ensanchamiento con total seguridad en el ápice radicular. La punta de seguridad sigue perfectamente el conducto radicular y concede una instrumentación sin obstáculos. Tampoco se producen escalones en los conductos estrechos y muy curvos.²⁸

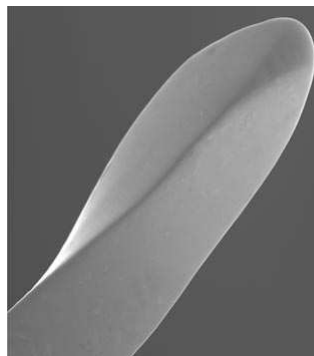


Fig 55: Punta de seguridad de Lima Endowave. (Tomado de Parashos, Peter & Messer, Harold H. The diffusion of innovation in dentistry: A review using rotary nickel-titanium technology as an example. Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol, and Endod, March 2006;101(3):395-40)²⁸

Una superficie muy lisa

Las limas niti de EndoWave se someten a un tratamiento electroquímico especial. Por eso su superficie es llamativamente lisa y más dura que las limas niti convencionales. La resistencia a la torsión y a la fatiga del metal se aumenta y hace que las limas

tengan una mayor vida media y soporten una carga mayor. Tiene un defecto positivo: Las limas pueden usarse con mayor velocidad de rotación, de 400-600 vueltas/minutos. A causa de las altas rotaciones que se pueden utilizar 400-600 vueltas/Min, el diseño ondulado y sus bordes con un afilado óptimo, que limpian el conducto radicular de forma rápida y eficiente, se puede realizar la preparación de conductos radiculares en un tiempo mucho menor.

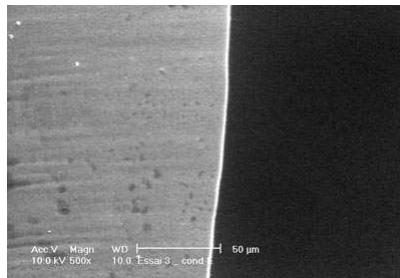


Fig 56: Superficie lisa vista en un microscopio de barrido de Lima Endowave. (Tomado de Parashos, Peter & Messer, Harold H. *The diffusion of innovation in dentistry: A review using rotary nickel-titanium technology as an example. Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol, and Endod, March 2006;101(3):395-40*)²⁸

- **ENDO-EXPRESS-SAFESIDER:**

El Endo-Express™ y la pieza de mano de pistón® SafeSiders hacen irrelevante el sistema rotativo. Ayuda a eliminar el riesgo de fracturas de instrumentos durante los procedimientos de endodoncia. El Endo-Express utiliza la pieza de mano de pistón, reciprocidad que crea una fuerza equilibrada, de forma que los instrumentos quedan centrados. A diferencia de los escariadores convencionales, potencialmente pueden bloquear canales y empujar los escombros al ápice.²⁹



Fig 57: Endo. Express. (Tomado de Tobón C. Diego. *Manual básico de Endodoncia. 1era Ed. Bogotá: Corporación para Investigaciones Biológicas; 2003*)²⁹

- **NAVY FLEX.BRASSELER:**

Los instrumentos endodónticos de tipo «FC» de níquel titanio con recubrimiento especial (flexible and coated = flexible y recubierto) son un desarrollo innovador en los instrumentos endodónticos Naviflex y garantizan una eficacia de corte mucho más alta.

Los instrumentos FC ofrecen una eficacia de corte y flexibilidad perfectas para formar óptimamente los conductos radiculares curvos.³⁰

El recubrimiento especial evita un embotamiento prematuro de los filos.

- Desgasta hasta 30% más gracias al delgado recubrimiento TiN
- Misma eficacia de corte que los instrumentos de acero inoxidable
- Alta flexibilidad
- Sin daños por esterilización
- Marcas de profundidad y topes radiopacos
- Mango de diseño ergonómico con “botones” para evitar deslizamiento.
- Mangos en colores pastel para diferenciar de limas no recubiertas



Fig 58: Limas Navy Flex. (Tomado de Sattapan, B., Nervo, G., Palamara, J., Messer, H. Defects in Rotary Nickel-Titanium Files After Clinical Use. J of Endod March2000; Vol. 26: No. 3)³⁰

- **LIBERATOR-MILTEX:**

La lima rotatoria de **Ni-Ti Liberator** es el resultado de años de investigación complementados con los conocimientos de destacados clínicos en el campo de la endodoncia. Liberator incorpora un diseño único consistente en estrías lisas que eliminan las tradicionales estrías helicoidales que se encuentran prácticamente en todas las limas mecanizadas (Fig 59). El resultado, en consecuencia, es que esta lima no se atornillará en el conducto radicular. El atornillamiento es una de las principales causas de la fractura de las limas mecanizadas.



Fig59: Lima Liberator

(Tomado de Hilt, B.R., Cunningham, C.J., Shen, C., Richards, N. *Torsional properties of stainless steel and nickel-titanium files after multiple autoclave sterilizations. J of Endod 2000; Vol. 26 No. 2*)³¹

La lima Liberator proporciona un nivel de seguridad y control, que no tiene precedente entre las limas mecanizadas de Ni-Ti. El diseño patentado de la punta no activa Roane (Fig 60), disminuye la posibilidad de formar escalones y de transportar el conducto y permite mantener la lima centrada en el conducto radicular.



Fig 60: Diseño de la punta de Lima Liberator. (Tomado de Hilt, B.R., Cunningham, C.J., Shen, C., Richards, N. *Torsional properties of stainless steel and nickel-titanium files after multiple autoclave sterilizations. J of Endod 2000; Vol. 26 No. 2*)³¹

La lima Liberator está diseñada con estrías lisas que no se autoatornillarán, al contrario de lo que sucede con las limas que poseen estrías helicoidales.³¹

La sección transversal triangular y la ausencia de radial land provee filos de corte agudos y reduce la demanda de torque en la lima. Trabaja a altas rpm (1.500-2.000) comparado con las limas convencionales (300-500). El torbellino creado por la alta velocidad rotacional remueve efectivamente los detritus, corta dentina en forma más rápida que una lima mecanizada convencional a 300 rpm. Esta mayor velocidad proporciona además una excelente sensación táctil en el conducto radicular. El proceso de fabricación para la mayoría de las limas con estrías helicoidales deja microfracturas (Fig 61) que son perpendiculares al eje mayor de dicha lima. Se ha visto que estas microfracturas contribuyen a la fractura de las limas. Un proceso de

fabricación único elimina la formación de microfracturas en las limas Liberator (Fig 62)



Fig 61: Estrías helicoidales en la mayoría de las limas.



Fig 62: Formación de microfracturas en una lima Liberator

(Tomado de Hilt, B.R., Cunningham, C.J., Shen, C., Richards, N. Torsional properties of stainless steel and nickel-titanium files after multiple autoclave sterilizations. *J of Endod* 2000; Vol. 26 No. 2)³¹

- **NITI-TEE de Sjöding Sendoline**

Las dimensiones de la lima NiTi-TEE® son unos ínfimos 38 mm x 0,2 mm. Una pequeña revolución que marca la diferencia en su trabajo diario, tanto por su diseño ergonómico como su rentabilidad.



Fig 63: Lima NI Ti- Tee. (Tomado de Jodway B, Hülsmann M. A comparative study of root canal preparation with NiTi-TEE and K3 rotary NiTi instruments. *Int Endod J* 2006; 39, 71-80)³²

La aleación NiTi (46 % níquel y 45 % titanio) es un metal con memoria que no se deforma al doblarse sino que recupera su forma recta original. Una excelente cualidad en una lima para el tratamiento del canal radicular, ya que suele girarse en posiciones complicadas. Igual que sus manos.³²

La lima NiTi-TEE® es de manejo fácil, seguro y eficaz en todo tipo de canales radiculares. Una solución óptima para Usted y sus pacientes.

Asimismo, el material NiTi no respeta únicamente sus manos. Al poseer un filo cortante más afilado con una vida útil mayor que las limas de acero inoxidable, estamos ante una elección económica que evita dolores de cabeza innecesarios.

La parte cortante de la lima S® tiene el perfil patentado S. Este perfil permite una limpieza fácil y segura. La nueva NiTi-TEE® consta de seis limas con distintas conicidades para utilizarse según la técnica “Crown-Down”. Las tres primeras limas NiTi-TEE® (12/30, 8/30 y 6/30) se utilizan principalmente como “coronal shapers”.

Las tres siguientes limas (4/30, 4/25 y 4/20) tienen el perfil único S. Dan forma con rapidez y eficacia a la parte apical del canal. La combinación de níquel y titanio con una punta de seguridad proporciona una mayor flexibilidad a las limas y permite realizar una instrumentación cónica en los canales curvos. Este sistema mecánico es ergonómico para Usted y más cómodo para el paciente. El nuevo sistema NiTi-TEE® puede utilizarse con todos los contra-ángulos rotatorios para endodoncia, con una velocidad de rotación de 300 rpm, por ejemplo W&H WD-74 M y Tri Auto ZX. El sistema NiTi-TEE® incluye los siguientes tamaños:

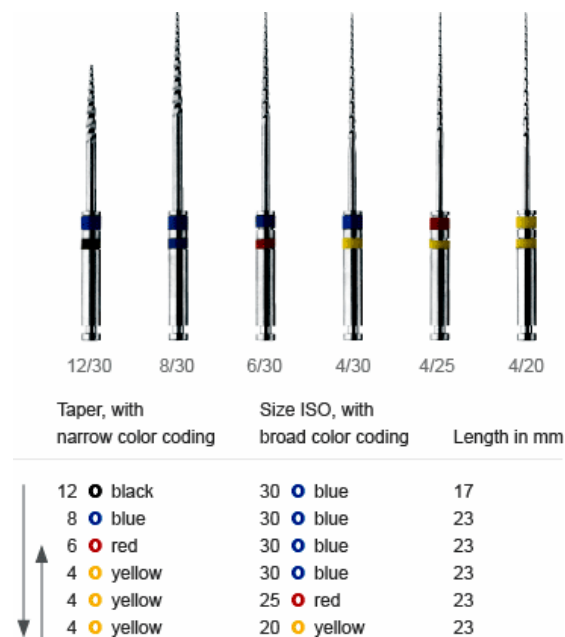


Fig 64: Tamaños de Limas NiTi- Tee. (Tomado de Jodway B, Hülsmann M. A comparative study of root canal preparation with NiTi-TEE and K3 rotary NiTi instruments. *Int Endod J* 2006; 39, 71-80)³²

- **ENDOMAGIC-ENDOSOLUTIONS:**

El EndoMagic de níquel-titanio de forma rotatoria con 10 pasos fáciles en sistema de presentación. Código familiar de colores y de tamaño estándar. Eliminan los restos coronales, en lugar de empujar los desechos a través de la punta, en el cual se eliminan las molestias postoperatorias para el paciente.

EndoSolutions son rotatorios de Ni-Ti diseñados para su uso sistemático con el sistema de EndoMagic. Características que son claramente bandas de color ISO, marcados y visibles de 1 mm de marcas de graduación. Están disponibles en una variedad de paquetes en tamaños # 1 a # 10, así como paquetes de tamaño de individual³³



Fig 65: Limas Endosolutions. (Tomado de Weiger R. Efficiency of hand and rotary instruments in shaping oval root canals. J Endod 2002;28:580-3)³³

- **TWISTED FILE:**

Recientemente presentado y del que aún no se disponen suficientes artículos de investigación: éste es un nuevo sistema de limas de níquel-titanio para endodoncia rotatoria creado por el Dr. Richard Munce y presentado por Sybron Endo. Las limas tienen una sección transversal triangular y su estructura de alambre de NT está sometida a un proceso de calentamiento, enfriamiento, creado por SybronEndo, que permite una torsión del metal, dando lugar a una lima mucho más flexible con una resistencia a la fractura muy mejorada y una mayor eficiencia de corte, teóricamente de 3 a 4 veces superior al resto de los sistemas. Además, las limas TF se consideran superiores por no estar sometidas al desgaste superficial en su fabricación que sí está presente en otros sistemas de NiTi. Se evitan así las microfracturas que podrían inducir a una fractura más fácilmente. Para este sistema la velocidad de rotación es más elevada, de 500 RPM.³⁴

VI. SISTEMA PROTAPER

HISTORIA

El sistema ProTaper (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) representa una nueva generación de limas de níquel titanio. Fue desarrollado por un grupo de respetados endodoncistas: el profesor Pierre Machtou (Universidad de París, Francia); el Dr. Clifford Ruddle (Santa Bárbara, California, Estados Unidos); y el Profesor John West (Universidad de Washington, Seattle, y la Universidad de Boston, Boston Massachussets, Estados Unidos), en cooperación con Dentsply Maillefer. Apareció en el mercado en el año 2001.³⁵

El sistema ProTaper es un sistema innovador con las siguientes características:

Más fácil: Solamente una secuencia de un instrumento cualquiera que sea la forma del conducto.

Más rápido: Solo se necesitan 3 instrumentos en la mayoría de casos con un alto poder de corte.

Más eficaz: Conicidad apical aumentada para una mejor limpieza del conducto con una mejor eliminación de los restos debido al diseño único de conicidades múltiples de estos instrumentos.

Más seguro: Punta guía redondeada para disminuir la posibilidad de desviarse del conducto. Estos instrumentos también están disponibles en versión manual, para tratar automáticamente casos difíciles o para profesionales que prefieran usar limas manuales por razones de control táctil.³⁶

DISEÑO DE LAS LIMAS PROTAPER

El sistema ProTaper incluye una serie secuencial de 6 limas de níquel-titanio que poseen conicidad variable y progresiva, las cuales son muy diferentes a las limas de Ni-Ti empleadas en otros sistemas rotatorios y, se caracterizan por presentar las siguientes características:

TAPER

Las limas ProTaper presentan taper progresivo o son multitaper y ésta es una de sus características más sobresalientes, pues la conicidad de las limas varía progresivamente a lo largo de su parte activa. En contraste con otros sistemas que manejan una serie secuencial de limas con un aumento de taper simétrico, en las limas ProTaper la conicidad varía dentro de un mismo instrumento, con aumentos progresivos de conicidad que van del 3.5 % al 19%, lo que hace posible la

conformación de zonas determinadas del conducto con un sólo instrumento, haciendo que éste haga su propio crown down.³⁷

PUNTA GUÍA

Estos instrumentos poseen una punta guía no cortante, que guía de mejor manera a la lima a través del conducto. También varían los diámetros de las puntas de las limas, que permite una acción de corte específica en áreas definidas del conducto, sin provocar estrés del instrumento en otras zonas.³⁸



Fig 66: Muestra las hojas cortantes del instrumento F3 y su punta guía no cortante.

(Tomado de West. J, Progressive taper technology: rationale and clinical technique for the new ProTaper Universal System. Dent Today. 2006 Dec; 25(12):64, 66-9)³⁸

DIÁMETRO DE LA PUNTA

El diámetro de la punta de los instrumentos de la serie es variable, para acomodarse a la anatomía apical. Así: el shaper 1 (S1) tiene un diámetro en la punta de 0.17 mm; 0.20 mm el S2 y 0.19 el SX. Los instrumentos F1, F2 y F3, tienen diámetros en la punta de 0.20mm, 0.25 mm y 0.30 mm respectivamente. Dos limas de acabados adicionales (F4 y F5) para ápices anchos (tamaño Iso:040 y 050). Todas las limas están ahora disponibles en longitud de 31mm para el tratamiento de conductos largos.³⁹

SECCIÓN TRANSVERSAL

A diferencia de otros sistemas también fabricados por Dentsply, como Profile y GT, y de otros sistemas similares que manejan superficies radiales y sección transversal en U, las limas ProTaper poseen una sección transversal triangular “redondeada”, con bordes convexos.

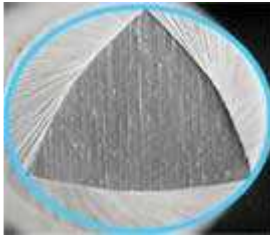


Fig 67: Muestra la sección de corte transversal triangular “redondeada” de ProTaper.

(Tomado de Veltri M, Mollo A, Pini PP, Ghelli LF, Balleri P. *In vitro* comparison of shaping abilities of ProTaper and GT rotary files. *J Endod.* 2004;30:163-6)⁴⁰

Este diseño permite reducir el contacto entre instrumento y dentina para prevenir El atornillamiento, lo que se traduce en una mayor eficacia en la acción de corte y, permite reducir la fatiga torsional así como la presión necesaria para ampliar el conducto, con lo que se reduce el riesgo de fractura torsional.⁴⁰ En comparación con otras limas que poseen superficies radiales que producen un corte pasivo por acción de raspado, las limas ProTaper trabajan con un movimiento de corte activo.⁴¹

ÁNGULO HELICOIDAL Y PLANO DE INCLINACIÓN DE LAS ESTRÍAS

Otra de las particularidades de este sistema es el ángulo helicoidal variable de la lima, con las estrías más separadas unas de las otras a medida que se avanza hacia el mango del instrumento, lo que optimiza la acción de corte, permite una mejor remoción de detritos y previene el “atornillamiento” de la lima dentro del conducto. En la punta presenta estrías tipo lima K y hacia el mango como ensanchador.⁴²

MANGO CORTO

La longitud del mango de la lima ha sido reducida de 15 a 12,54 mm, lo que favorece el acceso a los dientes posteriores, cuyo tratamiento podría verse complicado en ciertos casos.⁴³

DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

Las limas están disponibles en 21, 25 y 31 mm (para tratamientos de conductos largos) de longitud, constando la serie de 6 limas: las 3 primeras se denominan limas de conformación (Shaping Files), que permiten la configuración o preparación corono apical del conducto, y las 3 últimas son las limas de terminación (Finishing Files), que se emplean para el acabado de la zona apical del conducto. Cada una tiene conicidad progresivas diferentes y diámetro D0 diferente.⁴⁴

A finales de 2006, debido a las necesidades de mejora en algunas de sus propiedades, se modificó su sección en algunas de sus limas, y se amplió el sistema con nuevas limas de conformación apical (F4 y F5) dando origen a una nueva generación PROTAPER comercialmente llamada PROTAPER UNIVERSAL, para ápices anchos (tamaño Iso: 040 y 050).

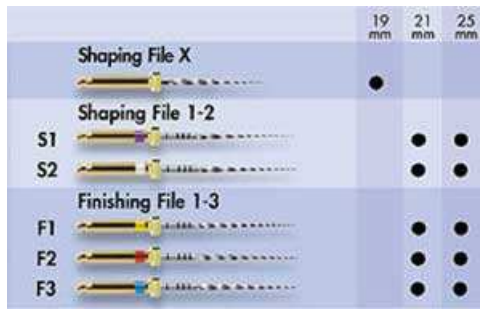


Fig 68: Limas Protaper



Fig 69: Limas F4 y F5(Protaper)

(Tomado de Berls RW. *Effect of cryogenic tempering on the wear resistance of two types of stainless steel files*. J of Endod 2003;29:300)⁴⁴.

LIMAS DE CONFORMACIÓN (SX, S1, S2) O SHAPING FILES

Estas limas se caracterizan por las múltiples conicidades progresivas a lo largo de toda la superficie activa del instrumento. Su objetivo es crear una preparación coronal con una conicidad progresiva y continua desde la entrada del conducto hasta la porción apical del mismo. Permiten el ensanchado de los tercios coronal y medio, así como una “preconformación” del tercio apical (limas S1 y S2).⁴⁵ La LIMA SX o lima auxiliar, es para aumentar la conicidad de la parte coronal del conducto y se reconoce porque su mango no posee anillo de identificación como las otras, pero especialmente por su muy particular forma, que recuerda a la Torre Eiffel, pues es la lima que presenta las mayores variaciones de conicidad. Tiene una longitud de 19 mm con un segmento cortante de 14 mm, y posee nueve diferentes tapers. El calibre en D0 es de 0,19 mm y la conicidad del 3,5%. Ésta va aumentando progresivamente hasta D9 donde es del 19% con un calibre de 1,10 mm. Luego la conicidad se mantiene constante en un 2% hasta D14, donde el calibre es de

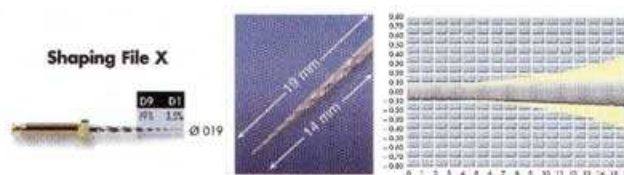


Fig 70: Instrumento SX. Se muestra el taper variable del instrumento, así como la conformación de su núcleo central. (Tomado de Siragusa, Martha; Racciati, Gabriela. *Estudio de fatiga en los instrumentos de los sistemas rotatorios Protaper*. E. J. E.R. Oct. 2007; vol. 2; 1-12)⁴⁵

1,19 mm. A nivel de D6, D7, D8 los diámetros y conicidades respectivamente son 0,50 mm/ 11%; 0,70 mm/ 14.5%; 0,90 mm/17%. El uso de esta lima, suprime el uso

de las Gates Glidden, ayuda a relocalizar conductos y elimina la constricción cervical en la entrada de los conductos.⁴⁵

Las LIMAS S1 y S2 tienen una longitud de 21, 25 y 31 mm con un segmento cortante de 14 mm; la conicidad que presentan es menos “agresiva” que en la lima SX. La lima S1 tiene en D0 una conicidad del 2% y un calibre de 0,17 mm; la conicidad y el calibre aumentan progresivamente hacia el mango hasta ser en D14 del 11% y 1,19 mm respectivamente. La lima S2 tiene en D0 una conicidad del 4% y un calibre de 0,20 mm; la conicidad y el calibre aumentan de forma similar a la S1 de modo que en D14 la conicidad es del 11,5% y el calibre de 1,19 mm



Fig 71: Muestra los instrumentos de “conformación” S1 y S2. Se muestra las porciones del conducto donde trabajan, su taper variable y diseño. (Tomado de Siragusa, Martha; Racciati, Gabriela. Estudio de fatiga en los instrumentos de los sistemas rotatorios Protaper. E. J. E.R. Oct. 2007; vol. 2;1-12)⁴⁵

La lima S1 tiene un anillo de identificación de color lila en su mango, en tanto que en la S2 es de color blanco. La S1 está diseñada para conformar el tercio coronal del conducto, en tanto que la S2 conforma particularmente el tercio medio. Ambas limas trabajan a la longitud de trabajo, una vez se ha usado la lima SX, por lo que estas limas también ayudan a conformar inicialmente la zona apical del conducto.

LIMAS DE TERMINACIÓN (F1, F2, F3)

Las limas F se caracterizan, por el contrario, por tener su mayor conicidad en la punta, disminuyendo progresivamente en dirección hacia el mango. Estas tres limas tienen un taper fijo en los primeros 3 mm, los anillos de identificación son amarillos, rojos y azules, respectivamente.

F1: Disponible en longitud 21, 25 o 31mm, con 16 mm de parte activa, un diámetro en D1 de 0,20 mm y una conicidad constante en los 3 mm apicales de 7%.

Se distingue por la presencia de un anillo de color amarillo en el mango.

F2: Se ofrecen en 21, 25 o 31mm, con 16 mm de parte activa, un diámetro en D1 de 0,25 mm y una conicidad constante en los 3 mm apicales de 8%.

Se distingue por la presencia de un anillo de color rojo en el mango.
F3: Tiene una longitud de 21, 25 o 31mm, con 16 mm de parte activa, un diámetro en D1 de 0,30 mm, y una conicidad constante en los 3 mm apicales de 9%.

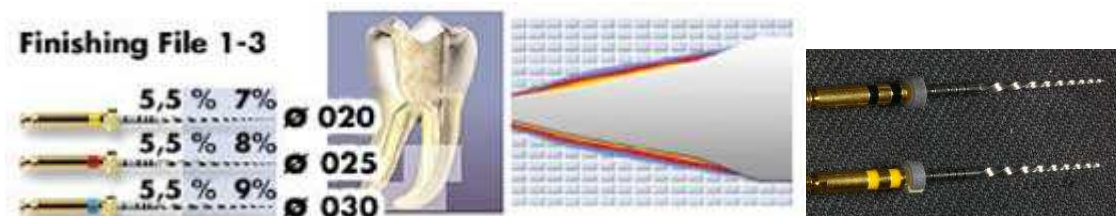
Se distingue por la presencia de un anillo de color azul en el mango.

F4: Se fabrica en longitudes de 21, 25 o 31mm, con 16 mm de parte activa, un diámetro en D1 de 0,40 mm, y una conicidad constante en los 3 mm apicales de 6%.

Se distingue por la presencia de dos anillos de color negro en el mango.

F5: Comercializadas en 21, 25 o 31mm, con 16 mm de parte activa, un diámetro en D1 de 0,50 mm, y una conicidad constante en los 3 mm apicales de 5%.

Se distingue por la presencia de dos anillos de color amarillo en el mango.⁴⁶



F4 y F5

Fig 72: Muestra los instrumentos de “terminado” F1, F2 y F3(acabado de la región apical ancha), F4 y F5 (acabado de la región apical muy ancha). Se muestra las porciones del conducto donde trabajan, su taper variable y diseño. (Tomado de Siragusa, Martha; Racciati, Gabriela. Estudio de fatiga en los instrumentos de los sistemas rotatorios Protaper. E. J. E.R. Oct. 2007; vol. 2;1-12)⁴⁵

El taper decreciente de estas limas asegura la flexibilidad continua a lo largo del instrumento y evita el tener un diámetro muy grande en el tallo del instrumento. Las limas F han sido diseñadas para optimizar la conformación apical, además de que también preparan el tercio medio del conducto.

De todas las limas ProTaper, las limas F3, F4 y F5 tiene una sección transversal “modificada”. Flexibilidad aumentada de debido a las partes huecas de estos instrumentos.

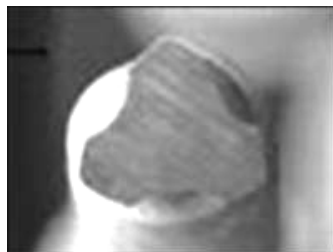


Fig73: Sección transversal modificada(Protaper)

(Tomado de Siragusa, Martha; Racciati, Gabriela. Estudio de fatiga en los instrumentos de los sistemas rotatorios Protaper. E. J. E.R. Oct. 2007; vol. 2;1-12)⁴⁵

TÉCNICA DE INSTRUMENTACIÓN CON PROTAPER

Inicialmente, para utilizar el sistema ProTaper con éxito es importante tener una apertura que permita al operador un acceso en línea recta, con el fin de eliminar obstrucciones que impidan una correcta instrumentación del tercio apical. La lima SX puede ser utilizada para remover interferencias a nivel del tercio coronal y lograr un acceso recto, de esta forma los instrumentos llegará hasta la longitud de trabajo de una manera fácil y segura.

Algunos autores han aconsejado que antes de iniciar la instrumentación con las limas ProTaper, se debe introducir las limas K N° 15 a 25 hasta la longitud de trabajo con el fin de crear una vía para la inserción de los instrumentos rotatorios en una forma más segura (glide path).

Otro punto muy importante es la utilización de una solución irrigadora (hipoclorito de sodio) durante toda la preparación biomecánica. Además, un agente quelante debe ser utilizado para minimizar la fricción del instrumento contra las paredes del conducto. Se debe tener en cuenta que entre cada instrumento se debe irrigar abundantemente y confirmar patencia para evitar un bloqueo por chips de dentina a nivel apical.⁴⁷

Los fabricantes han propuesto dos diferentes técnicas para el uso del sistema ProTaper, dependiendo del tipo de conducto que va a ser instrumentado: para conductos cortos y para conductos medianos y largos.⁴⁷

TÉCNICA PARA CONDUCTOS MEDIANOS Y LARGOS

A continuación se describe paso a paso la técnica propuesta para conductos medianos y largos.⁴⁸

1. Explorar el conducto con una lima tipo K de acero inoxidable N° 10 ejerciendo un movimiento reciprocante de forma pasiva en dirección apical. Es importante la irrigación con hipoclorito de sodio (NaOCl) y el uso de un agente quelante.
2. La secuencia con ProTaper inicia con la lima S1, la cual se lleva con movimientos cortos hasta los dos tercios del canal. En los canales más difíciles, una o dos recapitulaciones pueden ser necesarias para agrandar esta área del conducto radicular.
3. La lima SX se introduce con movimientos de cepillado contra las paredes del conducto hasta encontrar una ligera resistencia.
4. Una vez se ha logrado ensanchar los dos tercios coronales, se realiza patencia y se confirma la longitud de trabajo. Posteriormente se introduce la lima S1 hasta la longitud.
5. Siguiendo el uso de S1, se irriga nuevamente y se continúa con la lima S2,

6. Por último, la lima F1 se lleva cuidadosamente a la longitud de trabajo e inmediatamente se retira.

7 y 8. Posteriormente se calibra el tamaño del foramen colocando una lima tipo K N° 20. Si esta ajustado a la longitud de trabajo, esto indica que el conducto está listo para ser obturado. Sin embargo, si se siente que la lima está “holgada”, se debe introducir la lima F2 a la longitud y calibrar el tamaño del foramen mediante una lima K N° 25. Si aun se siente “holgada”, se lleva cuidadosamente la lima F3 a la longitud de trabajo y se calibra con lima K N° 30.

Si la lima 30 aún se siente holgada a la longitud de trabajo, se puede utilizar un sistema alternativo de limas rotatorias o bien limas manuales, con el fin de conseguir una lima apical principal adecuada. Esto es usual en los conductos largos y de mayor diámetro.⁴⁸

TÉCNICA PARA CONDUCTOS CORTOS

En conductos cortos se recomienda iniciar con la lima SX llevándola hasta el tercio medio del conducto radicular. Posteriormente con una lima tipo K o flexofile N° 10 o 15 se verifica la longitud de trabajo, para introducir la SX hasta la longitud establecida. Luego se introducen la F1, F2, y F3 hasta la longitud de trabajo.⁴⁹

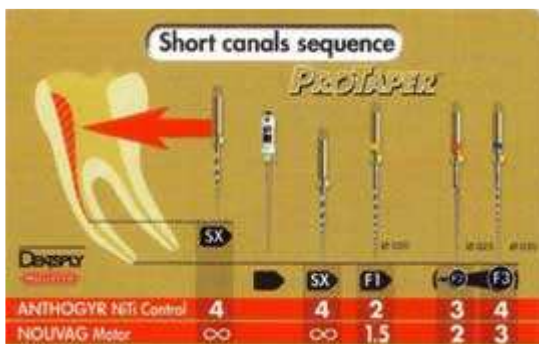


Fig 74: Muestra la secuencia propuesta para conductos cortos. (Tomado de Ruddle C.J. *The ProTaper endodontic system. Endod Pract.*2002; 5: 34-44)⁴⁹

CONSIDERACIONES SOBRE EL USO DEL SISTEMA PROTAPER

Las razones por la cual se puede perder longitud o se debe forzar el instrumento hacia apical pueden ser:⁵⁰

- Las estrías se pueden encontrar cubiertas de debris o chips de dentina. El sistema ProTaper usualmente trabaja eficientemente. Esta eficiencia disminuye rápidamente cuando las estrías del instrumento son bloqueadas con debris. La limpieza del instrumento, irrigación y patencia son los pasos que evitan que este inconveniente se presente.

- El tercio coronal no puede ser ensanchado lo suficiente. Esto usualmente se presenta en conductos largos y en estos casos la SX debe ser usada eficientemente. Otra alternativa para ensanchar la porción coronal y media del conducto son las fresas Gates Glidden.
- Obstrucción en el tercio apical. Se puede deber por bloqueo de chips dentinarios o la presencia de tejido pulpar a este nivel. Un agente quelante debe ser irrigado en el conducto y se debe establecer una adecuada patencia con lima tipo K. El bloqueo puede llevar a cargas torsionales extremas al instrumento y producir fracturas.
- El sistema ProTaper recomienda movimientos de cepillado hacia las paredes durante el uso de las limas para modelado de conductos (Shaping files) y de picada o picoteo (Pecking motion) para las limas de acabado (Finishing files). Para ambos sistemas no utilizar un instrumento por más de 3-5 segundos.

PROTAPER DE USO MANUAL

Las limas ProTaper manuales comparten las mismas características de diseño que las rotatorias, aunque con ellas se tiene la ventaja de un mejor control táctil. Es por esta razón que se pueden utilizar en combinación con las limas rotatorias ProTaper o solas.⁵¹



Fig 75: Muestra las características de las limas ProTaper manuales.

(Tomado de Elizabeth M. Saunders. Hand instrumentation in root canal preparation. Endod Top. 2005;10: 163–167)⁵¹

Las limas ProTaper manuales se utilizan con un movimiento rotacional en sentido horario ejerciendo suficiente presión a nivel apical. Si el instrumento se engancha en dentina, se recomienda rotarlo en sentido anti-horario, retirar el instrumento y limpiar las estrías. Se deben repetir los movimientos rotacionales hasta que se alcance la longitud de trabajo deseada. El fabricante ha recomendado el uso de instrumentos ProTaper manuales en conductos con curvaturas severas o conformación en C.⁵¹

	ProTaper for hand use	ProTaper Rotary	Stainless Steel Files
Technique used	Crown down	Crown down	Step back
Quality of prepared canal	☺☺☺☺☺	☺☺☺☺☺	☺☺
Learning curve	Short	Medium	Taught in school
Safety	☺☺☺☺☺	☺☺☺	☺☺☺☺☺
Cost per canal	☺☺☺☺☺	☺☺	☺☺☺☺☺☺
Comfort of work / patient	☺☺☺	☺☺☺☺☺☺	☺
Speed	☺☺☺	☺☺☺☺☺☺	☺
Type II, Severe curvature, S-shaped canals	Yes	No	No

*Ranking: 1 to 5 ☺, 5 being the best

Fig76: Se comparan las ventajas de los sistemas ProTaper manual y rotatorio con las limas de acero inoxidable. (Tomado de Elizabeth M. Saunders. Hand instrumentation in root canal preparation. Endod Top. 2005;10: 163–167)⁵¹

TÉCNICA DE USO ⁵¹

- Inicialmente se busca establecer un acceso en línea recta.
- Explorar el canal hasta el tercio medio con una lima K N° 10 seguida de una 15 (“glide path”)
- S1 hasta el tercio medio
- SX hasta el tercio medio
- Confirmar la longitud de trabajo con lima K N° 15
- S1 hasta la longitud de trabajo
- S2 hasta la longitud de trabajo
- F2 hasta la longitud de trabajo. Posteriormente se calibra el foramen apical con lima K N° 20.
- Si es necesario se introduce la F3 a la longitud de trabajo y se calibra nuevamente el foramen apical.

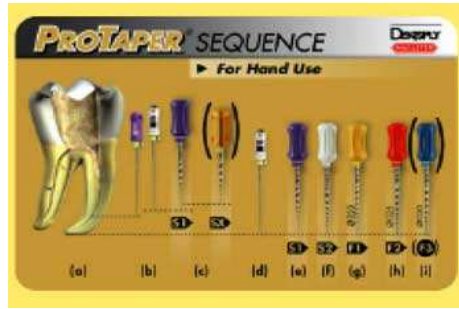


Fig77: Secuencia de uso de los instrumentos ProTaper manuales propuesta por el fabricante.
 (Tomado de Elizabeth M. Saunders. *Hand instrumentation in root canal preparation. Endod Top.* 2005;10: 163–167)⁵¹

PROTAPER RETRATAMIENTO⁵²

D1+D2+D3: Instrumentos especialmente diseñados para una fácil desobturación:

- Lima D1 con punta activa para facilitar la penetración inicial.
- 3 longitudes y 3 conicidades progresivas para ajustarse a los tres tercios del conducto (coronal/medio/apical)
- Una secuencia de instrumentos fácil de recordar, desde la punta más corta a la lima más larga: D1 – D2 – D3.
- Identificación instantánea:
- Mangos gris oscuro de no más de 11mm de largo, para mejor visibilidad.
- Instrumentos con uno, dos o tres bandas blancas de acuerdo al instrumento seleccionado.

ProTaper D1: Para remoción del relleno coronal

ProTaper D2: Para remoción del relleno en tercio medio

ProTaper D3: Para remoción del relleno en apical



Fig 78: Limas retratamiento (Protaper)

(Tomado de Clifford J. Ruddle. *The ProTaper technique. Endod Top* 2005; 10: 187–190)⁵²

REGLAS PROTAPER PARA LA REMOCIÓN DEL MATERIAL DE RELLENO⁵²

- La penetración de la lima se realiza ejecutando muy ligera presión apical.
- Retirar frecuentemente la lima, inspeccionarla y remover el debris antes de continuar.
- Si la lima no puede ir más profundo, usar una lima manual para sobrepasar la resistencia y confirmar la permeabilidad del conducto.
- En caso de pastas solubles basadas en eugenol, primero ablande la pasta con solvente.

Velocidad Recomendada

- Para obturaciones con gutapercha u obturadores Thermafil/ProTaper: 500-700 rpm.
- Para obturaciones basadas en óxido de zinc eugenol: 250-300 rpm

Las limas NiTi no pueden ser usadas para retirar rellenos de pastas tipo resina

PROTAPER OBTURACIÓN

ProTaper Universal, sistemas específicos para secar y obturar con confort incrementado:

Fácil

Una lima – una punta – una obturación (reducido riesgo de error)

Fácil identificación: los mismos códigos de colores y designaciones.

Diseño Avanzado

Óptimo ajuste a lo largo de toda la longitud de trabajo

Perfecta obturación de cono único o 3D-térmica de acuerdo al sistema seleccionado.

Rápido

Técnica de obturación en calor de un paso (obturadores ProTaper)

Instrucciones para Uso (Obturadores ProTaper):

Estos obturadores debieran ser calentados utilizando un horno ThermaPrep.

Temperatura de calentamiento: use el botón para tamaños 020-060.

VII. SISTEMA M-TWO:

El sistema Mtwo Niti ha salido al mercado hace relativamente poco tiempo y tiene una filosofía de trabajo diferente a la conocida hasta el momento. Este sistema está diseñado para realizar una instrumentación simultánea del conducto en toda su longitud desde el uso de la primera lima ⁵³.

CARACTERÍSTICAS DE LOS INSTRUMENTOS:⁵³

Sección transversal en forma de “s” itálica

Presentan una sección transversal en forma de “s” itálica. Que le confiere un contacto radial mínimo aumentando la eficacia de corte al disminuir la resistencia por fricción entre los filos cortantes y la superficie de dentina; además de brindarle un espacio máximo para la remoción de las virutas de dentina.

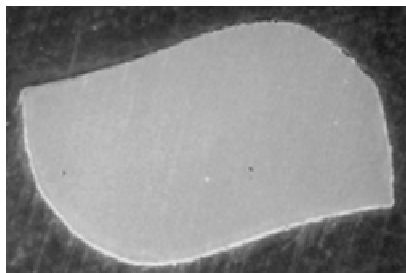


Fig 79: Esquema de la sección transversal de los instrumentos Mtwo Niti.

(Tomado de F. Foschi, C. Nucci, L. Montebugnoli. SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 2004; 37: 832–39)⁵³

Ángulo de corte ligeramente negativo:

Presentan un ángulo de corte ligeramente negativo, de forma que evita el enclavamiento del instrumento en las paredes del conducto y disminuyendo el riesgo de fractura de los mismos.

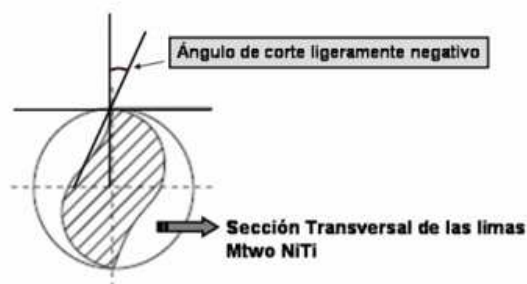


Fig 80: Ángulo de corte de los Instrumentos Mtwo Niti.

(Tomado de F. Foschi, C. Nucci, L. Montebugnoli. SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 2004; 37: 832–39)⁵³

Ángulo Helicoidal y distancia entre los filos cortantes:

El ángulo helicoidal de estas limas es variable y este aumenta desde la punta a lo largo de la parte activa, lo mismo que la distancia entre las espiras. El ángulo helicoidal es mayor en las limas de mayor calibre (menor cantidad de espiras a lo largo de la parte activa) y es menor en las limas de pequeño calibre (10-15) que presentan una mayor cantidad de espiras en la parte activa. La profundidad de las espiras aumenta desde la punta hasta el mango, por lo que el espacio para expulsar dentina es más profundo en la parte posterior de la parte activa, lo que disminuye el riesgo de bloqueo y facilita dicha remoción.⁵⁴

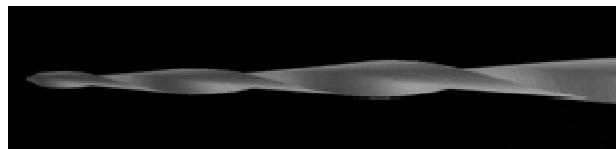


Fig 81: Disposición de los filos cortantes de las limas Mtwo Niti.

(Tomado de E. Schafer, M. Erler & T. Dammaschke. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved Canals. Int Endod J 2006; 39: 196–202)⁵⁴

Punta inactiva:

Presente en la mayoría de las limas, evita la deformación y transporte apical durante la conformación.

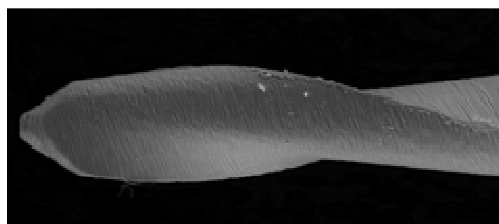


Fig 82: Imagen de la punta de los instrumentos Mtwo Niti

(Tomado de E. Schafer, M. Erler & T. Dammaschke. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved Canals. Int Endod J 2006; 39: 196–202)⁵⁴

Mangos cortos:

Los mangos miden 11mm de longitud, siendo mucho más cortos que los de muchos otros sistemas, permitiendo un mejor acceso en las zonas de posteriores durante la instrumentación.



Fig 83: Tamaño de los mangos de las limas Mtwo NiTi.

(Tomado de E. Schafer, M. Erler & T. Dammaschke. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved Canals. *Int Endod J* 2006; 39: 196–202)⁵⁴

Descripción del instrumental:

Este sistema está diseñado para instrumentar el conducto en toda su longitud desde el uso de la primera lima. Es el único sistema de instrumentación mecánica que presenta limas de diámetro apical de calibre 10 (0,10mm) y conicidad del 4%, y con diámetro apical del 15 y conicidad 5%. La secuencia de instrumentación básica de este sistema según el fabricante está formada por cuatro instrumentos, los dos mencionados con anterioridad unidos a las limas del 20 y 25 con conicidad de 6%.



Fig 84: Secuencia Básica del sistema Mtwo NiTi.

(Tomado de E. Schafer, M. Erler & T. Dammaschke. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved Canals. *Int Endod J* 2006; 39: 196–202)⁵⁴

Para la identificación de las limas, éstas presentan un anillo de color en el mango que se corresponde con el calibre apical del instrumento siguiendo las normas de la ISO.

La conicidad de los instrumentos esta señalizada mediante unas ranuras presentes en el mango, y se corresponde su número a: una ranura para la conicidad 04, dos para la conicidad del 05, tres para la del 06 y 4 para la del 07.



Fig 85: Identificación de los instrumentos

(Tomado de E. Schafer, M. Erler & T. Dammaschke. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved Canals. *Int Endod J* 2006; 39: 196–202)⁵⁴

Para aquellos conductos que presenten un calibre apical mayor de 0.25mm, el sistema presenta tres instrumentos con calibres apicales de 30 y conicidad 05, 35 y conicidad 04 ó 40 y conicidad 04.⁵⁵



Fig 86: Instrumentos para la conformación apical

(Tomado de E. Schafer, M. Erler & T. Dammaschke. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 2006; 39: 203–212)⁵⁵

En aquellos casos que se desee obturar el conducto utilizando alguna técnica de condensación vertical, como por ejemplo el System B y se desee dar una mayor conicidad a la preparación para facilitar la utilización de los plugger; existe una lima de conicidad del 07 con diámetro apical del 25.

Los instrumentos Mtwo Niti se fabrican en longitudes de 25 y de 31mm. Son los únicos instrumentos disponibles en el mercado que presentan parte activa tanto de 16 como de 21mm. Según el fabricante los instrumentos con parte activa de 21mm están ideados para eliminar las posibles interferencias presentes en la porción coronal, sin provocar un debilitamiento excesivo de las paredes del conducto.⁵⁶

El número de usos del instrumental rotatorio es un asunto que resulta un tanto polémico teniendo en cuenta que los fabricantes recomiendan desechar los instrumentos con un solo uso para tener una seguridad optima y evitar las fracturas de los mismos, no obstante esto resulta difícil de aplicar en la práctica clínica debido al

coste. Es un factor determinante la propia anatomía de los conductos radiculares o el grado de estrés al que sometemos a los instrumentos durante la preparación, con lo que en casos complejos o retratamientos, es aconsejable desechar los instrumentos después de un solo uso. Los fabricantes de este sistema recomiendan utilizar estas limas como máximo en 8 conductos (no dientes) siempre que sean amplios y rectos, como por ejemplo los conductos de los incisivos superiores; en aquellos conductos con curvaturas medias recomiendan instrumentar solo 4 conductos por instrumentos, y en conductos estrechos con curvaturas abruptas sería aconsejable un solo uso, de esta manera minimizar el riesgo de posibles fracturas del instrumento. Recordemos que la durabilidad de un instrumento rotatorio de NiTi es inversamente proporcional al stress bajo el cual trabaja y está estrechamente relacionada al número de usos.

Secuencia de Instrumentación:⁵⁷

Con este sistema existe una secuencia de instrumentación única para todos los conductos. Algunos autores han demostrado lo efectivo que resulta realizar un glide path, es decir instrumentar los conductos con limas manuales de calibre 10, 15 e incluso del 20 antes de utilizar los sistemas de mecánicas para disminuir el riesgo de fractura por torsión. Con este sistema solo se recomienda verificar la permeabilidad del conducto con una lima k del 10 antes de comenzar la instrumentación rotatoria. Posteriormente se debe utilizar la secuencia básica, en primer lugar la lima 10/.04, seguida de la 15/.05, 20/.06 y 25/.06, hasta la longitud de trabajo. En aquellos casos en que resulte difícil el avance del instrumento, se debe aumentar la conicidad coronal para minimizar interferencias a ese nivel, quedándonos 1-2mm cortos a la longitud donde encontramos esa resistencia, realizando movimientos de limado contra las paredes; este proceso puede repetirse todas las veces que se considere necesario siguiendo con la secuencia de instrumentación. Comprobando siempre que no exista ningún signo de fatiga y eliminando las virutas de dentina que puedan estar entre las espiras de la lima, para aumentar la eficiencia de corte y disminuir el stress al que se somete el instrumento.

Cuando se necesite instrumentar la porción apical hasta un calibre superior al 25, se pueden utilizar las limas del 30/.05, 35/.04 y/o 40/.04. También se puede utilizar la lima del 25/.07 cuando se desee darle una mayor conicidad a la preparación. Estudios realizados utilizando este sistema han demostrado que es eficaz, rápido y que permite realizar una conformación adecuada de los conductos sin producir un

desgaste excesivo de dentina en las paredes de los conductos que pueda comprometer el éxito posterior del tratamiento endodóntico.

VIII. TWISTED FILE

La Twisted File (TF) (SybronEndo, Orange, CA, USA) representa el primer punto de partida real sobre el resto de las limas rotatorias de níquel titanio, y el avance más dramático en la preparación de conductos que haya existido. Las limas TF sólidamente encaran las preocupaciones mencionadas previamente (resistencia a la fractura, crear una preparación centrada del conducto radicular y el costo) y funciona de una manera que antes solo se podía soñar.³⁴



Fig 87: Limas Twisted File (Tomado de Richard E. Mounce. Un Nuevo y Novedoso Método para la Preparación de Conductos: La Twisted File. COA Int April 2008)³⁴

La fortaleza de la lima TF es que puede ser utilizada con la confianza que otras limas no pueden ofrecer. Esta confianza nace de la significativa resistencia a la fractura y su eficiencia en el corte, que en teoría es de 3 a 4 veces mayor que la de otros instrumentos rotatorios de níquel titanio disponibles en este momento. En otras palabras, la TF es tanto segura como eficiente. La lima debe ser utilizada para poder apreciarla completamente. La TF puede ensanchar con seguridad prácticamente cualquier curvatura de conductos radiculares y hacerlo con menos instrumentos que los métodos convencionales de limas rotatorias de níquel titanio. Además, entre otros beneficios, la lima TF elimina la combinación de conicidad requeridas en la preparación de conductos con otros sistemas.

La lima TF esta hecha de un alambre de níquel titanio que es calentado, enfriado y torcido en un proceso creado por SybronEndo que le da sus excepcionales propiedades mecánicas y físicas. La lima TF es la única lima disponible en el mercado, que tiene sus propiedades mecánicas optimizadas por la torsión, calentamiento y enfriamiento previamente mencionado. Es altamente resistente a la fractura, extremadamente

flexible, sigue con facilidad el trayecto del conducto y provee posibilidades para la instrumentación de conductos que no existían anteriormente (por ejemplo, emplear un solo instrumento rotatorio de níquel titanio para la total instrumentación del conducto sin importar su anatomía).

La lima TF se sobrepone a las limitaciones de las limas rotatorias de níquel titanio fabricadas por desgaste. Comúnmente, las limas rotatorias de níquel titanio son fabricadas por desgaste, este desgaste se realiza contra los granos de la estructura del metal debilitándolos. Durante este proceso se crean microfracturas que pueden actuar como un foco de fractura subsiguiente si el instrumento es sometido a un exceso de torsión o de fatiga cíclica.

La lima TF no está sujeta a estas limitantes debido a que nunca se desgasta en contra de la estructura granular del metal. La lima TF tiene un tamaño 25 en la punta y 5 conicidades: .12, .10, .08, .06 y .04. 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. La distancia entre las estrías de corte varía de acuerdo a las conicidades. La lima es fabricada de una sola pieza de níquel titanio con lo que se eliminan los movimientos excéntricos durante la rotación. La lima TF es triangular en su sección transversal y son variables el ancho y la profundidad de las estrías de corte así como el ángulo helicoidal.

La lima TF puede ser empleada de dos maneras: En la técnica Corono apical o en la de un solo instrumento.³⁴

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 2 y generalmente, no más de 3 limas TF.

2. La técnica de un solo instrumento no es posible en todas las raíces, pero en la mayoría de las 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.

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

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 (File Eze, Ultradent, South Jordan, UT, USA).

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 File Eze, la TF se inserta de manera pasiva. Después de la inserción, el conducto se lava con un irrigante y el conducto recapitulado con un instrumento manual. La TF es entonces reinsertada y la secuencia continua hasta que el conducto esta 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.

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 esta 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.

3. La longitud de trabajo 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.

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 idealmente ser llevada, 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 previene utilizando la misma TF de la entrada del conducto hasta el ápice de ser posible.

5. Clínicamente, la lima TF corta de manera excepcional y como resultado, produce una gran cantidad de virutas de dentina que deben ser retiradas del piso de la cámara pulpar y de la entrada del conducto. La irrigación y recapitulación después de la inserción de cada lima TF es recomendada. Además, calentar y activar con ultrasonido a los irrigantes son estrategias ideales para maximizar la limpieza de los conductos radiculares.

Emplear un volumen de irrigante que constantemente renueve la solución es también clínicamente recomendable. Para casos vitales, yo utilizo hipoclorito de sodio para

la irrigación. Para casos necróticos y repeticiones de tratamientos, empleo clorhexidina al 2%. En un caso cualquiera de un molar, se requieren aproximadamente de 90 a 150 CC de irrigante. La irrigación final (para eliminar la capa residual) es activada con ultrasonido como mencione anteriormente vía la unidad Elements Ultrasonic unit, utilizando el adaptador de lima ultrasónico y los EMS file blanks tamaño #20 (EMS, Dallas, Texas, USA). Se logra limpiar la capa residual con el SmearClear, una solución de EDTA, empleada como el último irrigante antes de adherir la obturación con RealSeal empleando la técnica con el SystemB (SybronEndo, Orange, CA, USA).

Métodos del uso táctil de las limas TF:³⁴

1. La lima TF deberá comprometer de 1 a 3 mm de dentina por inserción y cada inserción se debe limitar a 2 o 3 segundos. La lima TF no deberá dejarse rotar de manera estacionaria en el conducto para minimizar las posibilidades de falla por fatiga cíclica. El movimiento de inserción de la TF es suave, pasivo, continuo y controlado. La lima TF es llevada a donde es fácilmente aceptada y nunca se debe forzar. No se recomienda hacer un movimiento de “picoteo” o entrar repetidamente la lima TF en el mismo conducto a la misma profundidad. La lima TF deberá ser dirigida hacia la pared del conducto con la mayor cantidad de dentina, por ejemplo, lejos de la furcación de las raíces. Esta precaución minimizará las posibilidades de perforación.
2. Un motor excelente para activar las limas TF es el Elements Motor, (SybronEndo, Orange, CA, USA.) SybronEndo recomienda que las limas TF, sean utilizadas a 500 rpm, con la práctica, algunos clínicos pueden elegir una rotación a mayor velocidad. Yo utilizo las limas TF con el control de torque apagado. Las TF pueden ser utilizadas con o sin el control de torque, de acuerdo a las preferencias del clínico.
3. SybronEndo recomienda que las TF sean utilizadas solo una vez. Clínicamente, yo las he utilizado (siempre y cuando se observen las precauciones ya mencionadas) en 3 a 5 conductos, dependiendo del caso. Con cada inserción las limas TF deben ser inspeccionadas cuidadosamente para verificar que no se han estirado o doblado. Si la lima se deforma, debe ser desechada.
4. La forma de la preparación del conducto creada con las limas TF es correspondiente con la gutapercha TF y las puntas de papel. Para los doctores que están adhiriendo RealSeal en las preparaciones creadas con las limas TF, un cono con proporciones universales que se ajusta a casi todas las preparaciones es el.06 20 RealSeal. Yo ajusto los conos .06 20 RealSeal para todas mis obturaciones y obtener una retención apical

para compactación vertical con la técnica System B utilizando el Elements Obturation Unit. Todos SybronEndo, Orange, CA, USA.

5. Los transportadores de calor se pueden ajustar a las preparaciones de las limas TF como sea requerido.

6. Las limas TF representan un sistema completo, pero algunos clínicos podrían querer utilizar otro sistema de instrumentos rotatorios de níquel titanio.

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 los sistemas K3 (SybronEndo, Orange, CA, USA) o Lightspeed (Discus Dental, Culver City, USA) pueden ser utilizados.

7. Las limas TF pueden ser empleadas en el retratamiento de fracasos endodónticos, 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 es generalmente de 900 rpm o mayor y dicha remoción es generalmente realizada con las TF de conicidad mayores.

La repetición de tratamiento es generalmente un procedimiento de especialistas, así que precaución y juicio clínico son recomendados.

En estas indicaciones de las limas TF, siempre es recomendable tener una visión aumentada empleando un microscopio quirúrgico (Global Surgical, St. Louis, MO, USA) para observar el material de obturación mientras se retira. La remoción de la obturación debe realizarse, en cuanto sea posible, por medios mecánicos y calor antes de colocar solventes en la cámara pulpar o el conducto. Durante el retratamiento, la patencia del conducto más allá de la obturación, no se puede asegurar hasta que se obtiene clínicamente. Una vez que la gutapercha es removida, vale la pena pasar algún tiempo con instrumentos manuales para intentar retomar el conducto y crear un paso a los instrumentos antes de llevar las limas TF al tercio apical. Si bien es cierto que las limas TF resisten muy bien la fractura, no están diseñadas para atravesar bloqueos de residuos, esta tarea deberá realizarse a mano.

8. Después de la preparación con las limas TF y la subsiguiente obturación, el acceso deberá idealmente ser sellado mientras el diente esta limpio y en aislamiento total. Cuando el caso es de un referidor que prefiere realizar su propia restauración, yo utilizo PermaFlo Purple (resina fluida con color) sobre la entrada de los conductos colocada con la aguja Navi tip (17 mm) en una jeringa Skini (ambas de Ultradent,

South Jordan, UT, USA). Si yo realizo toda la restauración corono radicular, utilizo PermaFlo para reconstruir y hacer la preparación total de la corona.

Una introducción a la nueva Twisted File ha sido presentada detallando los métodos para su uso y discute su funcionalidad.

El proceso único de fabricación (SybronEndo) de calentamiento enfriamiento y torsión que se realiza en el alambre de níquel titanio, le da a la lima TF una dramática resistencia a la fractura, un control táctil excelente y una habilidad mejorada de corte sobre los diseños existentes. La lima TF es la primera lima rotatoria de níquel titanio disponible comercialmente que puede ser utilizada en una técnica de un solo instrumento para ensanchar y hacer toda la preparación del conducto.³⁴

IX. COMPARACIONES ENTRE SISTEMAS ROTATORIOS

**Según conformación del conducto:*

Artículo: K3 Endo, ProTaper, and ProFile Systems: Breakage and Distortion in Severely Curved Roots of Molars.

Autor: Matthew T. Ankrum, DDS, Gary R. Hartwell, DDS, MS, and John E. Truitt, BS

J of Endod April 2004; Vol. 30: N. 4

El objetivo de este estudio fue investigar la incidencia de fractura y la distorsión en canales radiculares de molares extraídos con raíces muy curvos utilizando ProTaper, K3 Endo.

Para este estudio, fueron extraídos cuarenta y cinco molares del maxilar superior con curvaturas de 40 y 75 grados fueron escogidos para este estudio. Los canales radiculares en el primer grupo fueron instrumentados con el Sistema Profile. En el segundo grupo fueron instrumentados con el Sistema ProTaper, y en el tercer grupo fueron instrumentados con el sistema K3 Endo. Los tres sistemas fueron utilizados de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes.

La proporción de limas distorsionadas fueron de 15,3% para los del grupo Profile, el 2,4% para el grupo ProTaper y el 8,3% para el grupo de K3 Endo. Hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos Profile y ProTaper ($p=0.0079$). El porcentaje de limas rotas fue de 1,7% para el grupo Profile, el 6,0% para el grupo ProTaper, y 2,1% para el grupo de K3 Endo. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en estos tres grupos ($p = 0,4243$).

Los resultados de este estudio mostraron que estos tres sistemas rotatorios no fueron significativamente diferentes con respecto a la ruptura. Fue significativamente más la distorsión de las limas en el grupo Profile en comparación con el grupo ProTaper. En lo que respecta a la distorsión no hubo diferencia significativa entre ProTaper y K3 Endo y entre los grupos Profile y K3 Endo.

Artículo: A comparative study on rotary Mtwo versus passive step back of hand K-file in preparation of extracted curved root Canals

Autores: Laaya Safi¹, MS, Leila Khojastehpour, MS, Mohammad Reza Azar¹, MS, and Abdol Hosein Layeghnejad

Int. Endod. J 2008; Vol 3: N° 2

El objetivo en este estudio fue poner a prueba la capacidad de conformación en la instrumentación a mano (Técnica step-back) y el nuevo sistema rotatorio NiTi (instrumentación Mtwo) en conductos radiculares curvos.

Se hizo un estudio en 40 molares curvas seleccionadas para este estudio in vitro estudio, para cada grupo 20 canales. La media de curvatura del canal en los grupos estudiados fueron similares.

Después de la preparación de la cavidad, las muestras se dividieron en dos grupos.

En el primer grupo, las muestras fueron instrumentadas utilizando la técnica step-back utilizando limas de acero inoxidable K-file, Gates Glidden y Pecho. Limas NiTi rotatorios Mtwo y Endo IT son los utilizados para la instrumentación de las muestras en el grupo dos. El transporte de curvatura de los canales (pérdida primaria de la curvatura) después de la preparación del conducto fueron evaluados para cada muestra con la ayuda de AutoCAD 2007 de software. El estereomicroscopio proporcionó datos para la medición de los cambios en la longitud de trabajo después de la preparación del conducto.

En los resultados: Los cambios en la media de los canales de transporte (la curvatura del canal) y cambios en la media de trabajo en cuanto a la longitud en el grupo 1 (técnica step-back) fueron de 11,77 grados y 0,202 mm de ($P < 0,001$) y en el grupo 2 (Mtwo rotatorio) fueron 5,58 grados y 0,202 mm ($P < 0,001$). Según los resultados actuales, la curvatura del canal original se mantuvo significativamente mejor con las limas Mtwo que con la instrumentación manual.

Se concluye con la hipótesis de que la instrumentación con el sistema rotatorio Mtwo preservan la curvatura del canal de manera adecuada.

* *Según limpieza del barrido dentinario:*

Artículo: Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth

Autores: E. Schafer, M. Erler & T. Dammaschke

Int Endod J 2006; 39: 203–212

En este estudio se comparó la efectividad de la limpieza y la capacidad de conformación de los instrumentos rotatorios de Mtwo, K3, y Race durante la preparación de conductos curvos en dientes humanos extraídos.

Se evaluó un total de 60 canales radiculares de la mandíbula y molares superiores con curvaturas que van entre los 25° y 35° y se dividieron en tres grupos de 20 canales. Con base a las radiografías tomadas antes de la instrumentación se inserta inicialmente el instrumento inicial en el canal, los grupos fueron equilibrados respecto al ángulo y radio de curvatura del conducto. Los canales se realizaron en un motor de bajo control Usando radiografías antes y después de la instrumentación, enderezando las curvaturas del canal fue determinado con un programa de análisis de imagen informático. El importe de desechos y barro dentinario se cuantificó sobre la base de una escala de evaluación numérica. Los datos establecidos para la puntuación de los desechos y barro dentinario fueron separados, registrados y analizados estadísticamente mediante el test de Kruskal – Wallis.

En cuyos resultados nunca fueron observados canales completamente limpios. Para la remoción de desechos los instrumentos Mtwo lograron de manera significativa mejores resultados ($p < 0,001$) que K3 y Race.

Los resultados para remover el barro dentinario fueron similares y no difieren significativamente ($P > 0,05$).

Los instrumentos Mtwo mantuvieron significativamente mayor la curvatura original del canal ($P < 0,05$) que los otros instrumentos. La instrumentación con limas Mtwo fueron significativamente más rápido que con K3 o Race ($P < 0,05$).

Se concluye que los instrumentos Mtwo mantienen una buena limpieza y además mantienen la curvatura original significativamente mejor que K3 o Race.

Artículo: Análisis comparativo de los diferentes sistemas de endodoncia rotatoria. Una revisión.

Autores: M.J. Miramontes González, P. Garrido Lapeña, J. Mena Álvarez, C. Vera Moros, N. Rodríguez Arrevola

JADA Abril 2009; Vol. 4: N° 2

En este estudio se realizó un análisis comparativo en base a varios artículos de investigación de sistemas rotatorios tales como: GT Rotari File, K3, Hero Micromega con Inget, Protaper, Mtwo y Twisted File; en el cual valoraron características como la capacidad de conformación de conducto, limpieza del barro dentinario, fractura y tiempo de uso.

Se concluyó con respecto a la limpieza del barro dentinario que el sistema Mtwo tiene mayor capacidad de limpieza de conductos respecto a los sistemas tales como: Profile, Hero y K3.

Del mismo modo un estudio realizado por F.Foschi y cols.compararon al microscópio electrónico la limpieza de los sistemas Protaper y Mtwo, donde se observó resultados muy similares entre ambos con una buena limpieza en el tercio medio y coronal. En el tercio apical, en cambio, quedaron restos de barro dentinario y de detritus en todos los conductos.

En otro estudio realizado por M. Orgaz Uyanik y cols., pusieron a prueba los sistemas Hero y Protaper y gracias a un sistema de tomografía computarizada se determinó que el sistema Protaper removía más barro dentinario que Hero ($p < 0,05$).

En conclusión cualquier sistema mencionado sería valido para realizar una buena limpieza, aunque ninguno fue capaz de eliminar la totalidad de detritus.

** Según grado de detritus:*

Artículo: SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments

Autores:F. Foschi, C. Nucci, L. Montebugnoli, S. Marchionni¹, L. Breschi, V. A. Malagnino & C. Prati¹

Int Endod J 2004; 37: 832–839

En este estudio se comparó mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) las paredes del conducto radicular después de la instrumentación *in vitro*, con dos diferentes instrumentos rotatorios NiTi: Mtwo y Protaper.

Se seleccionaron veinticuatro dientes monorradicular humanos con instrumentación de los dos sistemas antes mencionado. Para ambos grupos se irrigó cada cambio de instrumento con NaOCl 5%, 3% H₂O₂ y 17% de solución de EDTA.

Se evaluaron tres áreas diferentes (la corona, tercios medio y apical) del conducto radicular mediante MEB. La pared del canal de cada muestra fue evaluado y comparado con una escala predefinida de cuatro parámetros: la capa de frotis, los desechos de la pulpa, los desechos inorgánicos de la dentina y el perfil de la superficie. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante la prueba de Kruskal-Wallis (ANOVA).

En cuyos resultados se mostró una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0,01$) entre el tercio apical, el medio y terceras partes en la parte coronal para ambos grupo; donde se observó que no hubo diferencias observables entre los dos grupos de instrumentación pero sí se observó desechos inorgánicos contaminados en la parte apical. En el perfil de la superficie se vio afectada algunas regiones, que comprende las depresiones y surcos en la dentina donde sí fueron visibles.

Se concluye que ambos sistemas producían una limpieza libre de desechos en las superficies de la dentina coronal y terceras partes en la parte media, donde fueron incapaces de producir una superficie de dentina libre de la capa de frotis y desechos en el tercio apical.

Artículo: A Comparison of Three Ni-Ti Rotary Instruments in Apical Transportation

Autores: Homan Hossein Javaheri, DDS and Ghasem Hossein Javaheri, DDS, MSD
J of Endod March 2007; Vol 33: Number 3

El objetivo de este estudio fue comparar el transporte apical de detritus y los cambios en la curvatura del conducto con tres sistemas rotatorios: Hero 642, Race y ProTaper. Fueron evaluados primeras molares de 60 canales mesiovestibulares (con ángulos de curvatura de 25 grados y 35 grados) fueron preparados con un control en el torque y un motor de baja velocidad. Los canales fueron preparados usando la técnica crown-down (# 30). Se utilizaron radiográficas, donde se reproducían la preinstrumentación y postinstrumentación. Un análisis por computadora permitió la ampliación y la superposición de las imágenes. Los ejes centrales de la formación inicial y final de los instrumentos eran superpuestas en las radiografías para medir el transporte a 1 mm de LT. Los datos fueron analizados mediante ANOVA de medidas repetidas. Se concluye una estadística significativa donde se demuestra que el sistema Protaper lleva menos cantidad de detritus apicalmente.

X. CONCLUSIONES

1. Uno de los más importantes objetivos del tratamiento de conductos radiculares es lograr una adecuada instrumentación de estos, removiendo el tejido pulpar vital y/o necrótico, detritos eliminando la mayor cantidad de microorganismos y proveer el éxito clínico. Es por ello que el desarrollo tecnológico y científico respaldado por las ciencias básicas en las pautas terapéuticas se ha hecho notar especialmente en el desarrollo de técnicas de preparación que cumplen con los objetivos primordiales de la instrumentación. La aparición de sistemas de preparación rotatoria indica toda una revolución en la instrumentación de los conductos radiculares, por lo tanto el endodoncista deberá tener criterio para aceptar o rechazar un método en particular.
2. El inconveniente que más se le atribuye a la endodoncia rotatoria es la fractura. Los estudios no son relevantes en muchos casos, puesto que si usamos limas nuevas y una técnica correcta las posibilidades de fractura serán reducidas para cualquier sistema.
3. La experiencia del operador, que se desarrolla con el entrenamiento de estos sistemas, reducen significativamente las deformaciones y las fracturas. El profesional debe tener conocimiento del proceso desarrollado en el corte de la dentina y la localización del área donde el instrumento va a actuar; de esa manera se podrá emplear un manejo adecuado.
4. Los instrumentos rotatorios con ángulo positivo de corte son más agresivos en la remoción de tejido que aquellos con un diseño en U y ángulos negativos.
5. La velocidad de preparación de los conductos, factor por el cual se caracteriza la endodoncia rotatoria, son relevantes en muchos casos; el cual hoy en día es una de las principales ventajas que se aporta a la endodoncia manual en la que se evidencia la reducción del tiempo de trabajo con los sistemas de instrumentación mecánica en general.
6. Siempre que el corte de la dentina es realizada con la punta del instrumento, el riesgo de la fractura del instrumento es grande. Realizando una fuerza vertical excesiva y alto torque, el instrumento se fractura. Para evitar este problema se puede iniciar con un instrumento de menor conicidad (taper) y facilitar el pasaje del instrumento siguiente, que tendrá su punta trabajando libremente, sirviendo solamente como guía.

7. Independientemente del sistema que sea, podemos valorar sus ventajas e inconvenientes en función de una serie de parámetros y escoger el que más se adapta a nuestras necesidades.

XI. BIBLIOGRAFIA

1. Leonardo Mario Roberto. *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Barcelona: Artes Médicas; 2002.
2. Parashos, Peter & Messer, Harold H. The diffusion of innovation in dentistry: A review using rotary nickel-titanium technology as an example. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol, and Endod* March 2006; 101(3):395-40.
3. Thompson, S.A. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J* 2000; 33: 297-310.
4. Kazemi, R., Stenman, E., Spangberg, L. Machining efficiency and wear resistance of nickel-titanium endodontic files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1996; 81: 596-602.
5. Anusavice Kenneth J. *Phillips la ciencia de los materiales dentales*. 11va Ed. Barcelona: Ed. Elsevier; 2004.
6. 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.
7. 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.
8. Canalda Sahli, Carlos, Brau Aguadé, Esteban. *Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas*. Barcelona: Ed. Masson; 2001.
9. Soares, Ilson José & Goldberg, Fernando. *Endodoncia. Técnicas y Fundamentos*. Buenos Aires: Ed. Panamericana; 2002.
10. J-Y Blum, P. Machtou, C. Ruddle, J.P. Micallef, Analysis of mechanical preparation in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: Value of the safety quotient. *J Odont Endod* Sep 2003; Vol. 29:567-575.
11. West. J, Progressive taper technology: rationale and clinical technique for the new ProTaper Universal System. *Dent Today* 2006 Dec; 25(12):64, 66-9.
12. Hata G, Uemura M, Kato A., Imura N, Novo N, Toda T. A comparison of shaping ability using ProFile, GT File, and Flex-R endodontic instruments in simulated canals. *J Endod* 2002; 28(4): 316-321.

13. Park, H. A comparison of greater taper files, profiles, and stainless steel files to shape curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001; 91: 715-718.
14. Cohen Stephen, Burns C. Richard. *Vías de la Pulpa*. 8va.Ed. Barcelona: Mosby; 2002.
15. Yun, H., Kim, S. 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; 95:228-233.
16. Karagöz-Küçükay, I. et al. Effect of rotational speed on root canal preparation with Hero642 rotary N-TI instruments. *J Odont Endod* Sep 2003; 29 (7):447-449.
17. Ginichiro Hata, et. 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* February 2003; 95(2):228-233.
18. Beer Rudolf, Baumann. *Atlas de Endodoncia*. Barcelona: Ed Masson; 1998.
19. Albrecht L. J, Craig J., Gordon J., Evaluation of apical debris removal using various sizes and tapers of Profile GT files. *J Endod* 2004; 30(6): 425-8.
20. Ingle, John I. *Endodoncia*. 5a ed. México: McGraw Hill – Interamericana; 2004.
21. Tygesen, Y.A. et al. Comparison of distortion and separation utilizing profile and Pow-R Nickel-Titanium Rotary files. *J Endod* December 2001; 27(12); 762-764.
22. K. Nazari Moghaddam, P. Owlia. A Comparison of Profile, Race and FKG Systems in Eliminating *Enterococcus Faecalis* from the Apical Third of Mandibular Premolars. *J Dent* 2006; Vol.3:1-6.
23. Weine, Franklin. *Endodontic Therapy*. 6th ED. Saint Louis: Mosby Co.; 2004.
24. Mount Graham J, Hume W.R. *Conservación y restauración de la estructura dental*. Barcelona: Mosby; 1999.
25. A. Williamson, A. Sandor, B. Justman. A Comparison of Three Nickel Titanium Rotary Systems, EndoSequence, ProTaper Universal, and Profile GT, for Canal-cleaning Ability. *J of Endod* 2009; Volume 35:107-109.
26. F. Paque, F. Barbakow, O. A. Peters. Root canal preparation with Endo-Eze AET: changes in root canal shape assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J* 2005; 38: 456–464.
27. Schäfer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J* 2006; 39:196–202.

28. Parashos, Peter & Messer, Harold H. The diffusion of innovation in dentistry: A review using rotary nickel-titanium technology as an example. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol, and Endod* March 2006; 101(3):395-40.
29. Tobón C. Diego. *Manual básico de Endodoncia*. 1era Ed. Bogotá: Corporación para Investigaciones Biológicas; 2003.
30. Sattapan, B., Nervo, G., Palamara, J., Messer, H. Defects in Rotary Nickel-Titanium Files After Clinical Use. *J of Endod* March 2000; Vol. 26: No.3.
31. Hilt, B.R., Cunningham, C.J., Shen, C., Richards, N. Torsional properties of stainless steel and nickel-titanium files after multiple autoclave sterilizations. *J of Endod* 2000; Vol. 26 No. 2.
32. Jodway B, Hülsmann M. A comparative study of root canal preparation with NiTi-TEE and K3 rotary NiTi instruments. *Int Endod J* 2006; 39, 71-80)
33. Weiger R. Efficiency of hand and rotary instruments in shaping oval root canals. *J Endod* 2002; 28:580-3.
34. Richard E. Mounce. Un Nuevo y Novedoso Método para la Preparación de Conductos: La Twisted File. *COA Int* April 2008.
35. Ounsi, Hani F. Effect of clinical use on the cyclic fatigue resistance of ProTaper nickel-titanium rotary instruments. *J Odont Endod* Jun 2007; 33(6):737-741.
36. Pereira Lopes, Helio. Cyclic Fatigue of Protaper Instruments *J Odont Endod* Jan 2007; 33(1):55-57.
37. Ullmann, C.L. Effect of cyclic fatigue on static fracture loads in Protaper Ni-Ti Rotary instruments. *J of Endod* March -2005; 31 (3):183-186.
38. West. J, Progressive taper technology: rationale and clinical technique for the new ProTaper Universal System. *Dent Today* 2006 Dec; 25(12):64, 66-9.
39. Milagros Martín Micó, Leopoldo Forner Navarro. Modification of the working length after rotary instrumentation. A comparative study of four Systems. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2009 Mar 1; 14 (3):E153-7.
40. Veltri M, Mollo A, Pini PP, Ghelli LF, Balleri P. In vitro comparison of shaping abilities of ProTaper and GT rotary files. *J Endod* 2004; 30:163-6.
41. Iqbal MK, Maggiore F, Suh B, Edwards KR, Kang J, Kim S. Comparison of apical transportation in four Ni-Ti rotary instrumentation techniques. *J Endod* 2003; 29:587-91.
42. Paqué F, Musch U, Hülsmann M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 2005; 38:8-16.

43. Kuhn G, Tavernier B, Jordon L. Influence of structure on nickel-titanium endodontic instruments failure. *J of Endod* 2001; 27:516–20.
44. Berls RW. Effect of cryogenic tempering on the wear resistance of two types of stainless steel files. *J of Endod* 2003; 29:300.
45. Siragusa, Martha; Racciati, Gabriela. Estudio de fatiga en los instrumentos de los sistemas rotatorios Protaper. *E. J. E.R.* Oct. 2007; vol. 2; 1-12.
46. 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: 15–19.
47. Berutti E, Negro AR, Lendini M, Pasqualini D. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of protaper rotary instruments. *J Endod* 2004; 30: 228–230.
48. Martin D, Amor J, Machtou P. Mechanized endodontics: the ProTaper system, principles and clinical protocol. *Rev Odont Stomatol.* 2002; 31: 33–42.
49. Ruddle CJ. The ProTaper endodontic system. *Endod Pract.*2002; 5: 34–44.
50. Al-Omari MAO, Dummer PMH. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *J Endod* 1995; 21: 154–158.
51. Elizabeth M. Saunders. Hand instrumentation in root canal preparation. *Endod Top* 2005; 10: 163–167.
52. Clifford J. Ruddle. The ProTaper technique. *Endod Top* 2005; 10: 187–190.
53. F. Foschi, C. Nucci, L. Montebugnoli. SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 2004; 37: 832–839.
54. E. Schafer, M. Erler & T. Dammaschke. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved Canals. *Int Endod J* 2006; 39: 196–202.
55. E. Schafer, M. Erler & T. Dammaschke. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 2006; 39: 203–212.
56. M. Veltri, A. Mollo, L. Mantovani, P. Pini, P. Balleri. A comparative study of Endoflare–Hero Shaper and Mtwo NiTi instruments in the preparation of curved root canals. *Int Endod J* 2005; 38: 610–616.

57. Baugh D, Wallace J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: A review of the literature. *J Endod* 2005; 31:333-40.