

Instrumentación Rotatoria: "Una Alternativa para la Preparación de los Conductos Radiculares"

Trabajo de Grado dirigido al Colegio Odontológico Colombiano

Dr. Antonio José Escobar

para optar al Título de Odontólogo

Colegio Universitario Colombiano

Facultad de Odontología

Santiago de Cali, junio 8 de 2001



Instrumentación Rotatoria: “Una Alternativa para la Preparación de los Conductos Radiculares”

Ana Maria Londoño Roldán Cod. 962504

Maria Victoria Orozco Byers Cod. 962522

Paola Andrea Escobar Villegas Cod. 962547

Colegio Universitario Colombiano

Facultad de Odontología

Colegio Odontológico Colombiano

Santiago de Cali, junio 8 de 2001

TABLA DE CONTENIDO

Notas de Aceptación	1
Agradecimientos	3
Justificación	4
Objetivo General	5
Objetivos Específicos	6
Introducción	7
1. Marco Teorico	9
1.1 Instrumentos Manuales de Acero	14
1.2 Instrumentos Rotatorios de Acero	16
1.3 Instrumentos Mecánicos de Acero	18
1.4 Instrumentos Sonicos y Ultrasonicos	19
1.5 Limas de Níquel - Titanio	21
1.6 Instrumentos Manuales de Nitinol	22
1.7 Instrumentos Rotatorios de Nitinol	26
1.8 Características de los Instrumentos	27
1.9 Técnicas de Instrumentación	28
2. Sistema de Instrumentación Mecánica Lightspeed	30
2.2 Técnica Clínica Secuencial	34
2.2 Consideraciones Generales	35
3. Sistema de Instrumentación Mecánica Quantec Series 2000	38
3.1 Atributos del Sistema Quantec	44
3.1.1 Graduating Tapers	44
3.1.2 Geometría de la punta	45
3.1.3 LX Non-Cutting	45
3.1.4 SC Safe-Cutting	45

3.1.5 Diseño de las estrías	45
3.1.6 Remoción de Dendritos	46
3.1.7 Fuerza de las Limas	46
3.1.8 Quantec Flare Series	46
3.1.9 Línea Axxess	47
3.2 Instrucciones de Uso	47
3.2.1 Irrigación	47
3.2.2 Fuente de Poder	47
3.3 Técnica de Preparación	47
3.3.1 Fase 1: Preensanchamiento Coronal	48
3.3.2 Fase 2: Conductometría	49
3.3.3 Fase 3: Preparación Apical Inicial	49
3.3.4 Fase 4: Modelado de los dos Tercios Coronales	49
3.3.5 Fase 5: Modelado Apical Final	50
3.4 Consideraciones Generales	50
4. Sistema de Instrumentación Mecánica ProFile	51
4.1 ProFile ISO 0.04 – 0.06	52
4.1.1 Técnica Clínica Secuencial	54
4.1.2 Consideraciones Generales	55
4.2 Profile Series 29	59
4.2.1 Preparación Óptima del Conducto	61
4.2.2 Manejo de Precisión	63
4.2.3 Rasgos de Seguridad	63
4.3 ProFile GT	64
4.3.1 Rango de los Instrumentos	66
4.3.2 Técnica de Instrumentación	67
4.2.3 Información General	68
4.4 ProFile Orifice Shapers	69
4.4.1. Diseño	69

5. Patrón de Desgaste	71
6. Discusión	76
7. Conclusión	80
Bibliografía	81

HOJA DE ACEPTACION

Trabajo de Grado aprobado por el Director Asignado por el Colegio Odontológico Colombiano, en el cumplimiento de los requisitos exigidos para otorgar el Título de Odontólogo.

DIRECTOR

FECHA

HOJA DE ACEPTACION

Aprobado por el comité de Trabajo de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por el Colegio Universitario Colombiano, Facultad de Odontología, para optar al Título de Odontólogo.

PRESIDENTE DEL JURADO

JURADO

JURADO

FECHA

AGRADECIMIENTOS

A Dios por nuestra vida y por habernos hecho personas de bien.

A Nuestros Padres, Hermanos y Familiares por su amor, comprensión, paciencia y apoyo incondicional durante estos cinco años de carrera.

Al Doctor Rodrigo Alberto Guevara, Odontólogo Endodoncista del Colegio Odontológico Colombiano, por su valiosa y desinteresada colaboración en la realización de esta monografía.

A Reynaldo Martínez por su enorme ayuda y por facilitarnos los medios para culminar nuestro propósito.

Y a todas las personas que de una manera u otra intervinieron en la elaboración de este proyecto.

Gracias,

Ana María, María Victoria y Paola Andrea.

JUSTIFICACION

Al realizar este trabajo quisimos ahondar en los nuevos avances tecnológicos que han revolucionado el mercado en el área de la endodoncia como lo son los Instrumentos Rotatorios, sus características, ventajas y desventajas ante la terapia endodóntica y mostrar al estudiante y al profesional que la calidad y éxito de los tratamientos endodónticos se pueden mejorar.

OBJETIVO GENERAL

Proporcionar a los estudiantes y profesionales de la odontología, información actualizada acerca del instrumental rotatorio y sus beneficios.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Dar a conocer los mecanismos de acción de los instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio, enfatizando en sus ventajas y desventajas corroborándolas con estudios, investigaciones y experimentos consultados.
- Definir qué son instrumentos rotatorios, explicar sus características, clasificación e indicaciones.
- Proporcionar información acerca de los beneficios que proporcionan los instrumentos rotatorios tales como velocidad en la preparación de los conductos radiculares, eficiencia, comodidad para el paciente y para el operador, disminución en el tiempo de trabajo y éxito del tratamiento.
- Verificar que el uso de instrumental rotatorio es adecuado pues no modifica la forma original de los conductos.
- Mostrar que el instrumental rotatorio proporciona mayor eficacia y calidad al tratamiento que los instrumentos manuales.

INTRODUCCIÓN

La endodoncia es la rama de la odontología que trata sobre la morfología, fisiología, y patología de la pulpa dental y tejidos perirradiculares del ser humano. Su estudio y practica abarca las ciencias y clínicas que incluyen biología de la pulpa normal, etiología, diagnostico, prevención y tratamiento de enfermedades y lesiones de la pulpa y tejidos perirradiculares asociados.

No cabe duda que a través del tiempo, se ha buscado como mejorar las técnicas de trabajo para beneficio del paciente y del profesional, la endodoncia a adquirido un gran alcance que incluye el tratamiento no quirúrgico de los conductos radiculares mediante la instrumentación rotatoria. El uso de estos instrumentos ha adquirido gran importancia, pues además de disminuir el tiempo de trabajo y brindar una mayor calidad postoperatoria del tratamiento, proporciona además confort para el paciente por el menor tiempo operatorio, en este momento y por la situación de las entidades de salud del país se requiere la atención de una mayor cantidad de pacientes en el menor tiempo posible, resumiendo en una sola palabra, se requiere *agilidad* para poder obtener mayores beneficios, lo que también significa que podremos evitar enfermedades degenerativas a largo plazo.

En los últimos anos están apareciendo en el mercado una multitud de sistemas mecánicos para la instrumentación de los conductos radiculares. Estos sistemas tienen por objeto mejorar la calidad del tratamiento, a la vez simplificar y estandarizar el mismo. Aunque existen instrumentos mecánicos desde la antigüedad, solo recientemente, con la incorporación del NiTi y con nuevos diseños del instrumental, parece que se están acercando a su objetivo. Así, aun quedando todavía mucho camino por recorrer, los estudios realizados sobre los

diferentes sistemas, y las pruebas clínicas de los mismos parecen apoyar su incorporación a la práctica clínica.

1. MARCO TEORICO

En 1889, Auguste Maillefer fundó su Fabrica de Instrumentos Dentales en Baillaigues, Suiza, produciendo los tiranervios en diferentes tamaños (SAQUY & PÉCORA, 1996). (38)

Sin embargo, se notó que tales instrumentos no eran eficaces en la ampliación del conducto radicular, porque no poseían la acción de corte, sino que simplemente servían para remover la pulpa en conductos anchos.

Las limas de endodoncia se fabricaron en acero al carbono desde la introducción de la primera lima K por la casa Kerr en 1901. Muchos de los errores de procedimiento que se producen en el transcurso de la instrumentación, especialmente en conductos radiculares curvos, se relaciona con la rigidez de estas aleaciones de acero. Los fabricantes han intentado afrontar esos problemas mediante la introducción de variaciones en el diseño de las limas, que por lo general implican modificaciones del área de la sección transversal, del ángulo y la profundidad de las espiras cortantes, y del diseño de la punta. Hasta hace muy poco, los metales o aleaciones utilizadas para la fabricación de los instrumentos de endodoncia merecieron escasa atención. (14)

La preparación no quirúrgica de los conductos radiculares estrechos y curvos, esta condicionada por el estado patológico de la pulpa y de los tejidos periapicales, pero sobre todo, por la anatomía radicular. Es por ello que ninguna técnica podrá tener buen sustento si no se realiza partiendo del conocimiento anatómico de los conductos radiculares y de sus múltiples variables, ya que ese es el terreno sobre el cual el endodoncista debe intervenir. Es de destacar, que los

conductos con mayores dificultades para su preparación, son aquellos anatómicamente estrechos y curvos.

BEESON & COLS, en 1998, expresaron que los conductos radiculares no presentan una forma completamente lisa y regular desde su tercio coronal hasta el foramen apical. Los conductos pueden presentar curvaturas y ramificaciones que van a hacer de la endodoncia un procedimiento complejo.

Ellos sostuvieron que para manejar este tipo de situaciones se requiere de instrumentos diseñados especialmente para la preparación de los conductos. (2)

Lo expuesto anteriormente fue corroborado por GUTIERREZ & GARCÍA, que en 1968 establecieron que la preparación biomecánica de los conductos debe mantener una relación muy cercana con el tamaño y forma original del conducto para que el tratamiento sea exitoso. En su estudio, 120 dientes extraídos fueron preparados de forma mecánica con instrumentos Maillefer hasta el No. 100 y con instrumentos Kerr hasta el No. 6.

Se hicieron modelos de los conductos radiculares con mercaptano sin encontrar diferencias significativas entre las paredes de los conductos preparados con el instrumental Maillefer o el instrumental Kerr. Los modelos de los conductos radiculares demostraron que un concepto completamente erróneo de la anatomía interna de los conductos radiculares y de la preparación mecánica esta siendo comúnmente aceptado. (17)

Las técnicas de instrumentación endodóntica manual presentan dificultades para la preparación de conductos curvos, por este motivo se han hecho estudios comparativos entre las diferentes técnicas de instrumentación, que fueron mostrando que las limas de acero inoxidable alteraban la forma original del

conducto y presentaban problemas como la formación de escalones y la transportación de barro dentinario hacia el ápice.

En un estudio de la comparación de diferentes técnicas de instrumentación en conductos radiculares del JOE de agosto de 1999 se encontró que no habían diferencias significativas entre las técnicas de instrumentación excepto por la formación de escalones y por las rugosidades o asperezas en las paredes de los conductos que se observaron con mayor frecuencia con la técnica de instrumentación manual que con las otras dos técnicas.

MULLANEY, en 1979, concluyó que durante la instrumentación endodóntica surgían numerosos problemas, pues las técnicas convencionales para preparar y obturar conductos rectos no tenían el mismo efecto sobre los conductos curvos, y la rigidez de dichos instrumentos llevaba el tratamiento a encontrarse con grandes problemas como la formación de escalones y la transportación de barro dentinario hacia el ápice.

Para ello comparó dos técnicas de instrumentación, a saber la step-back y la técnica de instrumentación convencional, y concluyó que una técnica no es mejor que la otra para conductos curvos o que un material obturador no es mejor que otro sino que cada método tiene sus pros y sus contras, y cada uno de estos debe tenerse en cuenta al momento de realizar una terapia endodóntica.

Probablemente, la técnica step-back esta indicada para ampliar los conductos curvos, pero puede presentar problemas si no se siguen las normas de preparación y limpieza correctas. (28)

BEESON Y COLS, en 1998, encontraron que con la técnica crown-down sin presión se forzaba menor cantidad de barro dentinario hacia el ápice que con la

técnica step-back en conductos curvos y rectos. Esto fue corroborado por REDDY & HICKS en el JOE de marzo de 1998. (2 - 33)

Así como la limitada preparación no logra los objetivos de limpieza, desinfección y conformación, excederse en ella puede generar dificultades aun mayores, tales como escalones, vías falsas, perforaciones, transportación del foramen o fractura de instrumentos; complicaciones que impiden realizar una buena obturación y, en última instancia, limitan las posibilidades de éxito.

ALISON, WEBER & WALTON, en 1979, estudiaron la influencia del método de preparación del conducto radicular en la calidad de la obturación apical y coronal, relacionaron también que el éxito de la obturación final depende de la calidad de la preparación del conducto radicular.

Comparando dos métodos diferentes de ampliación del conducto radicular y su efecto en el selle apical concluyeron que las diferentes técnicas afectaron el grado de ensanchamiento y la profundidad de la penetración del espaciador.

La calidad del sellado apical esta directamente relacionada con el método de preparación del conducto radicular. (1)

PETTIETTE & COLS, en 1999, establecieron que el objetivo principal de un tratamiento de conductos radiculares es sellar completamente un conducto radicular limpio y desinfectado. Un debridamiento profuso del conducto radicular es un paso esencial para lograr esta meta.

El proceso de debridamiento incluye instrumentación mecánica junto con irrigación química. Esta técnica combinada usualmente, eliminara la mayor parte

de los contaminantes bacterianos del conducto así como los restos pulpares necróticos y la dentina contaminada. (31)

Estas circunstancias han llevado a proponer técnicas que respondan a las pautas mencionadas, tendientes a ser aplicadas en conductos con curvaturas a diferentes niveles. Surgen así algunas técnicas que preparan los conductos desde el ápice hacia la corona (apico-coronarias), otras que lo hacen desde la corona hacia el ápice (corono-apicales) y las que combinan ambas técnicas (mixta o híbrida) que tiene como filosofía, la preparación de conductos curvos empleando, en general, instrumental rotatorio para la parte recta de los mismos (corono-apical) y luego la instrumentación de la curva desde el ápice hacia la corona (apico-coronal) con limas de calibre creciente y longitud decreciente.

TANDO, en 1999, proporciono información acerca de la técnica crown-down (corono-apical), basándose en estudios del Dr. Roane sobre fuerzas equilibradas, propone que esta técnica facilita la instrumentación de conductos curvos y proporciona una forma favorable para la obturación posterior. Facilita además información sobre el momento en que un instrumento pueda quedar trabado en el interior del conducto. Cada instrumento profundiza en sentido corono-apical con ligeros avances y ligeras presiones de forma que se reduce el riesgo de fractura al ser eliminadas previamente las posibles interferencias coroneales.

El conducto se limpia y ensancha con rapidez por lo que se requiere mucho menos trabajo. La limpieza y desinfección, así como el ensanchamiento del conducto son previsibles y eficaces a medida que vamos avanzando hacia el ápice.

Con esta técnica se reduce significativamente la posibilidad de extruir o transportar material contaminado a través del foramen apical. El sistema crown-

down requiere la utilización de instrumentos de punta no agresiva así como un conocimiento de la anatomía interna del conducto.

WALTON Y TORABINEJAD, relatan que la técnica step-back (apico-coronal) fue descrita por primera vez por CLEM en 1969 enfatizando su superioridad sobre técnicas normales de instrumentación.

Esta técnica deja una preparación mas lisa, regular y con mayor forma cónica de apical hacia coronal.

Su principal objetivo es mantener la preparación en el área apical lo mas pequeña y practica posible con una forma de llama incrementada a través de todo el conducto. La preparación final debe ser semejante a la forma original del conducto. (52)

Los resultados de diferentes estudios han demostrado que la preparación de conductos radiculares con técnicas e instrumental convencional no mejora la calidad de la preparación ni de la obturación de los conductos, es por esto que se ha implementado el uso de instrumental rotatorio para calificarlo como la mejor alternativa para la preparación no quirúrgica de los conductos radiculares especialmente curvos.

El desarrollo del níquel-titanio (en adelante NiTi) en los años 60's proporciono a la profesión odontológica un nuevo y exclusivo metal con una potencial utilidad para el uso en endodoncia. (14)

1.1. INSTRUMENTOS MANUALES DE ACERO

COHEN & BURNS (1998), relatan que, en 1915, el primer instrumento manual que parecía realmente útil en la remoción de dentina, era la lima tipo K (Kerr Cía. Industrial). Esta lima es confeccionada a través de la torsión de un hilo de

acero de sección cuadrada, a modo de producir espiras. La cinemática de ésta lima es de pulsión, $\frac{1}{4}$ de giro y tracción. Estas deben respetar las especificaciones ANSI no. 28 o ISO no. 3630/1. (7)

La lima Hedström se produce a través del entorchamiento de un hilo de acero de sección circular, a modo de crear surcos y láminas longitudinales que cortan de manera eficiente la dentina. Las especificaciones ANSI no. 58 o ISO 3630/1 normatizan la fabricación de esta lima, que debe ser usada con movimientos de oscilación, sin ejecutar cualquier tipo de la rotación dentro del conducto puesto que habría riesgo de fractura.

Otros tipos de limas y ensanchadores disponibles en el mercado, las llamadas híbridas, son variaciones de una de las dos limas anteriores, sin disponer de un patrón específico, pero respetando las especificaciones de las limas tipo K o Hedström.

Hasta el principio de la década de 60, no existió un modelo a seguir por los fabricantes de instrumentos endodónticos. En 1962, la Asociación americana de Endodoncia aceptó las sugerencias hechas por INGLE & LEVINE (1958) en el esfuerzo de estandarizar los instrumentos, creando una nueva escala de numeración para las limas vigentes hasta hoy. Esta escala representa el diámetro de la punta activa del instrumento, expresado en décimo de milímetros.

El carbono de acero, era la materia prima de las limas confeccionadas en ésta época y se sustituyó por el acero inoxidable, de propiedades superiores.

Actualmente no existen las limas de carbono de acero, puesto que es muy susceptible a la corrosión por el hipoclorito de sodio.

La guía de penetración de las limas también fue tema de discusión. Según WEINE et al. (1975), el efecto abrasivo de la punta activa del instrumento tiene un efecto importante en la preparación del conducto radicular. Ahora, es más aceptable una guía pasiva, en otros términos, sin capacidad cortante, que evite así la extrusión de dendritas o perforaciones. La rigidez inherente del acero inoxidable tiende a promover un mayor desgaste en la anti-curvatura lateral, posibilitando el fracaso de la preparación. (53)

Uno de los desafíos más grandes de la Endodoncia continúa siendo exactamente la instrumentación de conductos curvos con un mínimo de alteración de su forma original. La gran mayoría de los errores de procedimiento que pueden ocurrir durante la preparación de conductos curvos tienen un origen común, la rigidez de las limas de acero inoxidable (WALIA et al., 1988). (51)

En el esfuerzo de reducir la fatiga del operador y acelerar la preparación de conductos radiculares, se desarrollaron los instrumentos mecánicos, los cuales usan las limas acopladas y trabajan el principio de la rotación, e imitación de los movimientos manuales u oscilación (sónico o ultrasónico).

1.2. INSTRUMENTOS ROTATORIOS DE ACERO

El uso de instrumentos rotatorios dentro del conducto es casi tan antiguo como los instrumentos manuales, se habla del uso de taladros como los auxiliares en la preparación de conductos radiculares. Sin embargo, a pesar de estar disponibles hace más de un siglo, las fresas Gates-Glidden, se limitaron a ser utilizadas en la preparación para retenedores intrarradiculares en prostodoncia. (23)

GROSSMAN (1963) afirmó que los instrumentos rotando dentro del conducto sólo deben usarse en el último caso. En su opinión , el riesgo de fractura de la fresa era mayor que los beneficios traídos por estos instrumentos, además de la dificultad para seguir el trayecto de los conductos. (16)

Con la evolución de la metalurgia y modificaciones en el diseño de la fresa, el uso de ésta era más seguro. El acero inoxidable empleado actualmente en éstas fresas es del tipo ferrítico (contenido de hierro sobre 80%) contribuyendo a su resistencia. (13)

En caso de la fractura de la fresa Gates-Glidden, ésta se sentirá al principio del tallo, facilitando la remoción de la fresa del interior del conducto radicular . Esta característica se debe al menor diámetro del tallo en ésta área. (26)

SCHILDER, en 1974, publicó un trabajo de gran impacto que recomienda el uso Gates-Glidden en la preparación de conductos radiculares . Según éste autor, la forma final del conducto instrumentado, debe presentar como característica principal, una mayor ampliación en el tercio cervical y un afinamiento continuo y asentado en dirección apical. Esta forma acentuadamente cónica exaltada por Schilder contrastó entonces con la filosofía vigente en ese entonces, de un conducto con discreta conicidad. (42)

La idea fue bien aceptada, y varios autores empezaron a emplear Gates-Glidden para la preparación de los conductos radiculares, modificando las técnicas de la instrumentación que buscan obtener el máximo de eficacia posible.

Autores como LEEB (1983), concluyeron que, además de contribuir efectivamente a mejorar la calidad en la preparación de los conductos, los instrumentos rotatorios reducen el tiempo de trabajo y la fatiga del operador y del paciente. (24)

De acuerdo con ESTRELA & FIGUEIREDO (1999), las ventajas del uso de Gates-Glidden son:

1. Una mayor remoción de contaminación cervical , y por consiguiente del conducto.
2. Menor formación de dendritus, desviación apical y fractura del instrumento debido a la disminución de la tensión del instrumento
3. Mayor control sobre la parte activa de la lima.
4. Facilitar la penetración y movimiento del irrigante dentro del conducto.

Aunque investigaciones afirman que el riesgo de perforación es mínimo, el uso de tales instrumentos depende del sentido común del odontólogo. Debe ser especialmente cuidadoso en las paredes dentinales delgadas y en conductos mesio-vestibulares de molares inferiores. (12)

1.3. INSTRUMENTOS MECÁNICOS DE ACERO

Intentando todavía simplificar más la fase de instrumentación de los conductos radiculares, se desarrollaron contra-ángulos que intentaron imitar los movimientos del odontólogo operando las limas. Se desarrollaron varios diseños similares, destacándose especialmente el Giromatic (Micro-Mega S.A. , Suiza), el localizador de conducto (el Societé Endo Technic, Francia), Dynatrak (Caulk Dentsply, EE.UU.) y, más recientemente, M4 (Kerr Corp, EE.UU.) (LEONARDO & LEAL, 1998). (25)

Entre éstos diseños el que recibió mas atención fue el Localizador de Conducto, desarrollado en Francia por G. Levy en 1984. El contraángulo Localizador de conducto presenta dos movimientos básicos. Un movimiento longitudinal, con

amplitud variable de 0.3 a 1 mm, y el movimiento de rotación. Ambos son determinantes para la resistencia encontrada por la lima en el interior del conducto radicular.

La opinión de los autores difiere en cuanto a la efectividad y los beneficios de este sistema de instrumentación. TRONSTAD & NIEMCZYK (1986), comprobaron la eficacia y la seguridad proporcionada por el Sistema Localizador de Conductos en la instrumentación de conductos radiculares, sobre todo en los curvos u obliterados.

Otros autores dicen que el sistema tiende a provocar desviaciones en los conductos curvos (CAMPOS & RÍO, 1990). Según COHEN & BURNS (1998), estos diseños demostraron ser poco útiles en la práctica, sin volverse indispensables para el odontólogo. (5-7)

Este hecho puede explicarse por la base teórica errónea detrás de la filosofía de estos instrumentos, que tratan de imitar el movimiento manual combinado con la rotación. Además las limas de acero inoxidable son mucho más rígidas para ser usadas con movimientos rotatorios, puesto que se pueden provocar desviaciones en el conducto.

1.4. INSTRUMENTOS SÓNICOS Y ULTRASÓNICOS

El funcionamiento de estos instrumentos está basado en el traslado de un movimiento oscilatorio de la lima que, vibrando en determinadas frecuencias, promueve el desgaste de la dentina al interior del conducto radicular.

La diferencia principal entre los sistemas sónicos y ultrasónicos está en la frecuencia del movimiento oscilatorio. El primer sistema trabaja en la onda del sonido audible (20 a 20.000 Hz), mientras el segundo opera por encima de ésta

esta onda. Históricamente, el sistema ultrasónico surgió antes de los sistemas sónicos.

Las investigaciones pioneras sobre la aplicación del ultrasonido en la odontología empezaron aproximadamente en 1950. En 1957, fue introducida la primera unidad profiláctica periodontal ultrasónica (DEUS, 1992). (8)

Durante los primeros años, el uso del ultrasonido en endodoncia fue abandonado, debido a los problemas inherentes de los primeros diseños y las deficiencias en la técnica de instrumentación.

La divulgación de diseños basados en el sistema piezoeléctrico, a partir de 1984, contribuyeron al rescate y perfeccionamiento de la técnica ultrasónica. La vibración más constante y la menor producción de calor y ruidos transformaron pronto este sistema en el modelo en la fabricación de transductores (parte responsable de la transformación de corriente eléctrica en el movimiento oscilatorio).

Actualmente, con el desarrollo de ésta técnica, el ultrasonido, pasó a ser una herramienta importante para el odontólogo, sin embargo el uso de éste debe ser racional.

El deseo de la renovación y la competencia comercial entre las compañías llevaron a la creación de sistemas de instrumentación sónicos, los cuales operan en la onda de sonido audible. A diferencia de los sistemas ultrasónicos, los cuales usan el aire comprimido para la producción del movimiento oscilatorio. Los modelos más famosos son producidos por MicroMega (Francia).

Bastante populares en Europa, estos modelos conquistaron a pocos seguidores en América.

1.5. LIMAS DE NÍQUEL-TITANIO

CIVJAN et al, en 1975, trabajando para el Instituto de Investigación Dental del Ejército de los Estados Unidos de América del Centro Médico del Ejército Walter Reed, fueron los primeros en sugerir que la aleación de NiTi poseía propiedades que se ajustaban bien a instrumentos endodónticos. WALIA, BRANTLEY Y GERSTEIN, refirieron por primera vez el uso de un sistema metalúrgico totalmente nuevo, el alambre de ortodoncia de NiTi, para la fabricación de limas de endodoncia. Los resultados de sus pruebas mecánicas mostraron que las limas de NiTi tenían dos o tres veces la flexibilidad elástica de las limas de acero inoxidable, a la vez que una superior resistencia a la fractura por torsión horaria y antihoraria y una pronunciada memoria elástica. Estos instrumentos estaban dotados con propiedades anti-magnéticas y resistencia contra la corrosión por el agua salada. Recibieron el nombre genérico de nitinol (la sigla de Nickel-Titanium Naval Ordnance Laboratory). Estos resultados sugirieron que las limas endodónticas de NiTi podrían ser especialmente útiles para la preparación de conductos radiculares curvos. (6 - 51 - 10)

Esto es confirmado por EGGERT & cols, que relatan que la flexibilidad del NiTi facilita la instrumentación en conductos curvos particularmente para instrumental rotatorio como el Lightspeed, el ProFile o el Quantec. (10)

El módulo de elasticidad de tales limas está alrededor de $41,4 \times 10^3$ Mpa, mientras las limas comunes tienen valores más elevados, de 150 a 200×10^3 Mpa.

Los dos tipos más comunes de limas de níquel-titanio son **Nitinol-55**, compuesto por 55% de níquel y 45% de titanio y **Nitinol-60**, conteniendo 60% de níquel y 40% de titanio (por peso). Ambas poseen bajo el módulo de elasticidad y propiedades martensíticas, en otros términos, la "memoria". (4)

Nitinol-55 presenta grado alto de memoria mecánica a temperatura ambiente, sin embargo no acepta tratamiento térmico. Nitinol-60 puede tratarse con calor, sin embargo la recuperación a su forma inicial es menor que la alcanzada por Nitinol-55.

El primero en relatar la posibilidad de uso de estas limas en la odontología fue CIVJAN et al. (1975). Este autor, coronel-odontólogo del Instituto de Pesquisa Odontológica de la Armada americana, estudió la conducta mecánica de las limas de Nitinol-55 y Nitinol-60 sugiriendo su uso en varias áreas, como en prostodoncia, cirugía, ortodoncia, endodoncia e implantología. (6)

Con la creación de las limas de níquel-titanio, se desarrollaron nuevos y revolucionarios instrumentos, buscando aprovechar al máximo las propiedades súper elásticas del nitinol.

1.6. INSTRUMENTOS MANUALES DE NITINOL

Pese a que las primeras limas de NiTi se fabricaron a partir de alambres de ortodoncia, la composición y el proceso metalúrgico del NiTi se han adaptado para el uso endodóntico. Las formulas químicas específicas del NiTi y sus técnicas de procesado están registradas, y han sido desarrolladas fundamentalmente mediante pruebas de ensayo y error. El proceso de producción de un lingote de NiTi es complejo, e incluye la utilización del vacío. Hay escasos centros capaces de producir lingotes de NiTi. Quality Dental Products (QDP), en los EE.UU., ha desarrollado varias formulaciones de aleación de NiTi basándose en la combinación de flexibilidad y resistencia a la fractura deseadas. Se utilizan diferentes composiciones para diferentes tamaños de lima,

por ejemplo, formulas mas rígidas para los calibres pequeños, y mas flexibles para los calibres grandes. (14)

El primer instrumento endodontico manual de NiTi fue confeccionado por WALIA et al. en 1988, a partir de un hilo de alambre ortodóntico de sección redonda sometido al proceso de microtorsion. (51)

La fabricación de tales limas por proceso de torsión es imposible por las propiedades súper elásticas del nitinol.

En este experimento, limas tipo K (Fig.1) de tamaño y forma idéntica fueron confeccionadas en nitinol y acero inoxidable, para permitir una comparación en pruebas de estiramiento, torsión horaria y torsión anti-horaria.

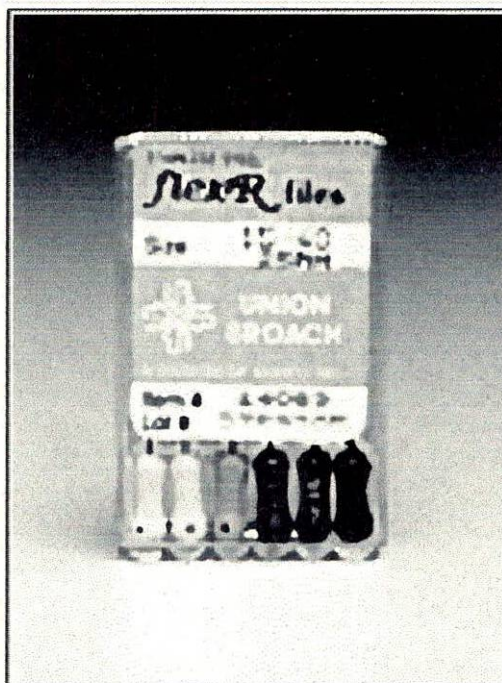


Fig. 1. Limas Flex R. Limas manuales tipo K de sección triangular y punta inactiva.

Estos autores concluyeron que las limas confeccionadas en nitinol eran dos o tres veces más flexibles que las limas de acero inoxidable, también exhibieron una mayor resistencia a la fractura y una pronunciada “memoria elástica”.

La flexibilidad impresionante de estas limas es debida, según los autores, al bajo módulo de elasticidad de las limas de níquel-titanio. Por tanto, se sugiere, con mucha propiedad, el empleo de limas de nitinol para facilitar la instrumentación de conductos curvos.

Al inicio de la década de 90, las compañías industriales fabricantes de instrumentos endodónticos empezaron a producir comercialmente las limas manuales en NiTi, siguiendo diferentes diseños que confieren a éstos instrumentos una cinemática específica (SERENE et al., 1995). (43)

La principal ventaja de las limas de NiTi es su flexibilidad. Esta flexibilidad debería, en teoría, permitir al clínico, abordar, limpiar y modelar los conductos curvos con una menor incidencia de transporte de los conductos, transportes apicales, escalones y perforaciones. En la actualidad están apareciendo numerosos artículos que tienden a apoyar el uso del NiTi en conductos curvos. (14)

Esto es corroborado en el artículo de PETTIETTE & cols, que habla de uno de los avances mas significativos que alivio el problema de enderezamiento de los conductos curvos, refiriéndose al NiTi, que proporciona súper elasticidad.

También concluyeron que en los conductos radiculares curvos instrumentados con limas K de acero inoxidable se produjo un promedio de desviación del

conducto radicular mayor que el que se produjo en los conductos curvos instrumentados con limas de NiTi. (31)

La flexibilidad de las limas de NiTi hace posible el uso de la instrumentación mecánica, que hace esperar un incremento de la eficacia y velocidad.

El NiTi tiene una flexibilidad superior al doblaje y una excelente resistencia a la fractura torsional. Los instrumentos de NiTi pueden ser tan agresivos o mejores que los de acero inoxidable removiendo dentina y son a su vez mucho mas resistentes en su uso, esto lo dice SIQUEIRA & cols, en el JOE de mayo de 1999. (44)

Las propiedades especiales del NiTi hicieron posible el desarrollo de instrumentos rotatorios seguros para la preparación de conductos radiculares curvos. (22)

Debido a las características de súper elasticidad de estas limas, no es aconsejable su uso para la exploración de conductos radiculares o para abrir espacio en dirección apical. Para estos casos, deben ser usadas las limas de acero inoxidable de menor calibre (LEONARDO & LEAL, 1998). (25)

No es necesario realizar el pre-curvamiento de las limas de NiTi, debido a que ellas se acomodan en el conducto radicular, respetando la anatomía de éste. Según CAMPS & PERTOT (1995), la deformación permanente de las limas de NiTi cuando son sometidas a un ángulo de 45° , es nula. En caso de que ellas se sometan a fuerzas de torsión mayores a su límite elástico, éstas sufrirán una flexión permanente en sus espiras, debiendo desecharse puesto que el riesgo de fractura se vuelve inminente. (5)



Se dice que aunque el número de torsiones necesarios para que ocurra la fractura de las limas de acero inoxidable y de nitinol es diferente, la fuerza necesaria para que esto pase es la misma.

En cuanto a la eficacia en la instrumentación de los conductos, ESPOSITO & CUNNINGHAM (1995) dicen que las limas de NiTi son más eficientes en el mantenimiento de la forma original del conducto que las limas de acero inoxidable. ZMENER & BALBACHAN (1995), instrumentando conductos de dientes unirradiculares encontraron conductos más centrados en dientes sometidos a instrumentación con las limas de níquel-titanio. PERTOT et al. (1995), afirman que además del NiTi, el Canal Master "U" produce conductos más uniformes y con menor índice de transporte, el índice de fractura es menor cuando lo comparó con la versión en acero de éste instrumento. (11-54-30)

ROYAL & DONNELLY (1995) afirmaron que las limas de níquel-titanio usando la técnica de fuerzas balanceadas, son más eficaces en el mantenimiento de la curvatura original de los conductos. (34)

La opinión de los autores en la eficiencia de corte de las limas de níquel-titanio está dividida. CAMPS & PERTOT (1995), dicen que las limas de níquel-titanio son menos eficaces en el corte que las limas de acero. KAZEMI et al. (1996) relatan que las limas de NiTi son mucho más agresivas en el desgaste de la dentina, tomando mas tiempo para perder el corte. (5 - 21)

1.7. INSTRUMENTOS ROTATORIOS DE NITINOL

Con el advenimiento de las limas de níquel-titanio, surgió la idea de utilizar instrumentos rotatorios en el interior de los conductos radiculares, especialmente los curvos. No fue necesario intentar imitar el movimiento manual, a semejanza de sistemas como Giromatic, porque la flexibilidad del

nitinol permitió la introducción de instrumentos que ejecutan una rotación de 360° en los conductos curvos.

Después de la introducción en el mercado de las limas manuales de nitinol, surgió un primer grupo instrumentos rotatorios fabricados a partir de esta lima, NT Sensor (Compañía de NT, EE.UU.). La base teórica del funcionamiento de esta lima está en el condensador de McSpadden que pasó a ser confeccionado en nitinol para hacer posible su utilización en conductos curvos (LUMLEY, 1999).
(27)

En poco tiempo, gran variedad de instrumentos rotatorios de níquel-titanio invadieron el mercado, como el Sistema Lightspeed (Lightspeed Technology Inc., EUA), ProFile .04 (Maillefer-Dentsply, EUA), Quantec (Tycom Inc., EUA) y Power (Moyco Union Broach, EUA).

1.8. CARACTERÍSTICAS DE LOS INSTRUMENTOS

Hoy en día existen varios tipos de instrumentos rotatorios de NiTi, cada uno con sus propias características. A continuación se presentarán apenas los modelos más usados y disponibles en el mercado, porque otros modelos son sólo variaciones de éstos.

Una característica común de estos instrumentos es la presencia de apoyos radiales extensos, que buscan mantenerlos centrados en el conducto y mejorar la resistencia de estos a la fractura. Las áreas de escape bien dimensionadas evitan la acumulación de restos dentinarios, lo que podría obliterar el conducto.

En cuanto a la enumeración de los instrumentos, no hay concordancia con el modelo ISO, buscando mejorar la actuación del instrumento y evitar los aumentos de diámetro muy bruscos. La conicidad normal ISO, de un aumento de

20 μm en el diámetro por cada milímetro recorrido de la punta activa (representado por 0.02), fue modificado buscando una preparación más racional del conducto. Con ésta conicidad mayor, el área de contacto el conducto y la lima disminuyó, así como la resistencia de la lima durante el movimiento de rotación. La técnica de la preparación más usada por estos sistemas es del tipo crown-down, con un alivio de los tercios cervicales y medio y una posterior preparación del tercio apical.

El tallo de las limas posee una aleta estándar para el contra-ángulo, permitiendo el uso de sistemas diferentes en un mismo motor.

Debido a las dificultades inherentes de la microtorsion del nitinol, el acabado de estas limas es muchas veces brusco, en los filos, diferente del acero inoxidable.

En los casos de fractura, la remoción de éstos instrumentos se vuelve sumamente compleja, porque las limas tienden a roscarse al interior del conducto, adhiriéndose firmemente a las paredes del mismo.

El uso del ultrasonido está contraindicado, puesto que promueve la fragmentación del nitinol tornándose más complicada su remoción.

1.9. TÉCNICAS DE INSTRUMENTACIÓN

Todos los instrumentos rotatorios de níquel-titanio deben usarse en motores de baja rotación y alta torsión, preferencialmente eléctricos (Fig.2), evitando el riesgo de fracturas por una posible variación en la velocidad de rotación. Aunque pueden ser usados en los micro-motores personales accionados con aire y dotados un del contraángulo reductor, los beneficios financieros obtenidos de esta manera no superan los riesgos de fractura del instrumento dentro del

conducto radicular. Este riesgo de fractura se debe a la velocidad irregular de los motores neumáticos, sujetos a una deficiencia en el suministro de aire.

La velocidad de funcionamiento varía de 150 a 2000 rpm, dependiendo del tipo del instrumento. La presión ejercida por el odontólogo al contra-ángulo no debe exceder el equivalente para escribir con un lápiz. En caso de que el instrumento quede atrapado dentro del conducto, el motor debe activarse en sentido anti-horario para promover la expulsión de la lima.

No se debe efectuar mucha presión o forzar los instrumentos rotatorios dentro del conducto, porque éstos sufrirán fractura. En primer lugar, el conducto debe ampliarse hasta una lima 10 o 15, para después entrar actuar los instrumentos rotatorios.

El número de veces que un mismo instrumento puede ser usado es motivo de controversia, sin embargo de 4 a 5 veces parece ser lo ideal. Sin embargo todos los autores, afirman que se debe examinar cuidadosamente cada lima después de su uso. En caso de encontrarse deformaciones en las espiras, el instrumento debe desecharse.



Fig. 2. Motor eléctrico TC 3000, con contra-ángulo reductor.

2. SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN MECÁNICA LIGHTSPEED

El Sistema Lightspeed (Lightspeed Technology Inc., EE.UU.), fue patentado desde 1989 (surgiendo en el mercado en 1993), y sus creadores fueron Steve Senia y William Wildey. Este instrumento es una evolución del NiTi Canal Master "U" (Brasseler USA, Georgia), ideado por Wildey.

El sistema de instrumentación mecánica Lightspeed se basa en la utilización de unos instrumentos con un diseño muy particular. Las limas Lightspeed se asemejan mucho a las fresas Gates-Glidden (*Fig.3-3a*), con un tallo flexible largo y parte activa corta en forma de llama (*Fig.4*), con sección en "U" y apoyos radiales que minimizan la deformación de las paredes del conducto (*Fig.4a*).

El formato en "U" del área de escape favorece la eliminación de los restos, mientras los apoyos radiales anchos mantienen el instrumento centrado dentro del conducto radicular y reducen el tiempo de la preparación.

Las puntas de corte varían desde 0.25 a 1.75 mm de longitud y se encuentran de tres diferentes formas geométricas dependiendo del tamaño del instrumento. Estos diseños y la flexibilidad de la aleación ayudan a minimizar la transportación apical. (10)

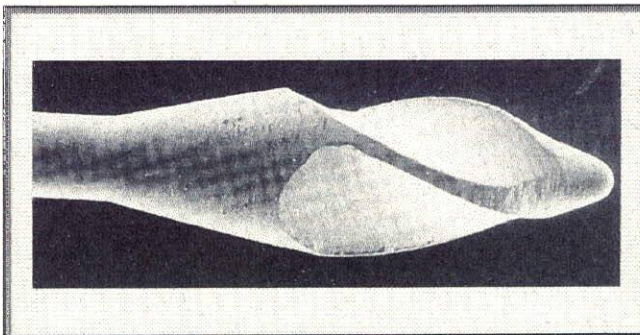


Fig. 3. Punta activa de la lima del Sistema Lightspeed. Note la similitud con las fresas de Gates - Glidden.

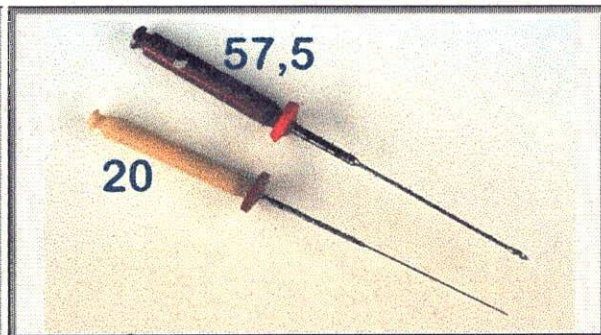


Fig. 3a. Limas del Sistema Lightspeed en los tamaños 20 (patrón ISO) y 57,5 (no-ISO).



Fig. 4. Características generales de Lightspeed

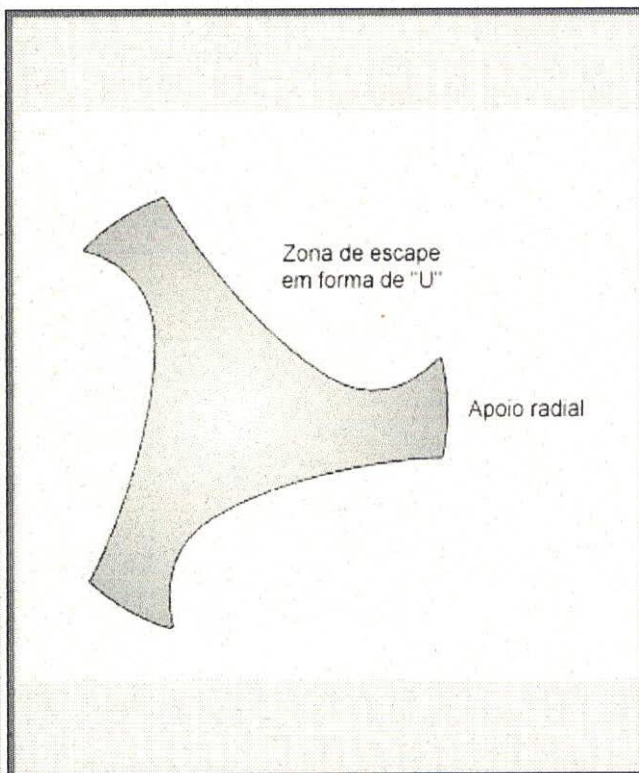


Fig. 4a. Esquema de un corte transversal de la punta activa de una lima Lightspeed

Estos instrumentos, fabricados en NiTi, están diseñados para ser utilizados mediante un contraángulo, por rotación horaria, a una velocidad constante entre 750 y 2000 rpm.

Los instrumentos se suministran de los tamaños 20 a 100, según la numeración ISO, con la salvedad de que utilizan números intermedios, concretamente desde el 22.5 hasta el 65 (las normas ISO pasan directamente del 60 al 70). Son en conclusión instrumentos de diseño idéntico a los Canal Master "U" de NiTi, con la salvedad de su uso en contraángulo.

GLOSSEN et al. (1995), instrumentando conductos mesiales de molares inferiores, mostraron que tanto el Ni-Ti el Canal Master "U" como el Sistema Lightspeed producen conductos más circulares y uniformes que las limas K-Flex (acero inoxidable) y NiTi (nitinol). Estos autores también afirman que la instrumentación con el Sistema Lightspeed es significativamente más veloz que con los instrumentos manuales. (15)

POULSEN et al. (1995) evaluaron cuantitativamente el efecto de la velocidad de rotación en la morfología de los conductos instrumentados con el Sistema Lightspeed que trabaja a 750, 1.300 y 2.000 rpm, sin encontrar diferencias significativas. (32)

THARUNI et al. (1996), utilizando conductos simulados evaluaron la acción de las limas tipo K y del sistema Lightspeed, concluyeron que este último presentó incidencia mínima de formación de escalones y extrusión de dendritas, a diferencia de las limas tipo K. (46)

ROIG-CAYÓN et al. (1997), evaluando seis instrumentos y técnicas de instrumentación diferentes, concluyeron que el Sistema Lightspeed permitía una mayor velocidad en la preparación y mantenimiento de la forma original del conducto. (37)

BUSSLINGER et al. (1998), estudiando la corrosión que sufrían los instrumentos de Sistema Lightspeed como consecuencia de las soluciones de hipoclorito de

sodio al 1 y 5%, encontraron cantidades significativas de níquel desprendido por la lima de nitinol cuando es sumergida en NaOCl al 5% por 30 minutos. Sin embargo, el propio autor afirma, que éste resultado no tiene relevancia clínica, puesto que los instrumentos rotatorios de Ni-Ti permanecen menor tiempo al interior del conducto.

REDDY & HICKS (1998), evaluaron la extrusión apical provocada por dos instrumentos manuales y dos rotatorios, entre ellos el Sistema Lightspeed. Según estos autores, aunque todas las técnicas producen la extrusión apical, esto sucede en un menor grado al utilizar instrumentos rotatorios. (33)

SHADID, NICHOLLS Y STEINER, en un estudio de la comparación de la transportación de conductos curvos con técnicas de fuerza balanceadas contra la técnica Lightspeed, encontraron que coronalmente, el Lightspeed no demostró diferencias significativas entre el ángulo de curvatura radicular y el movimiento del conducto o el ángulo de curvatura radicular y el área de postinstrumentación del conducto. (39)

La técnica de uso, sugerida por ROYG-CAYÓN et al. (1997), consiste en la ampliación del conducto hasta la lima no. 15 y a continuación se usa las limas Lightspeed a la longitud de trabajo, secuencialmente, hasta el calibre deseado. Debe recapitularse siempre entre una lima y otra con la lima principal. (37)

Estos instrumentos no tienen capacidad de corte en la punta, por consiguiente, ejercer presión apical es inútil y peligroso, porque pueden fracturarse. No se deben saltar los instrumentos, porque la resistencia ejercida por las paredes del conducto radicular puede causar la fractura del instrumento.

La preparación del tercio cervical y puede ser complementado con las fresas Gates-Glidden.

La experiencia clínica de los autores muestra que, cuando se usa correctamente, el índice de fractura es bajo. No se deben usar los instrumentos menores (hasta 47.5) más de 8 veces y los mayores más de 16 veces.

A continuación procederemos a la descripción de la técnica de utilización de los mismos, sin entrar en el juicio crítico del sistema.

2.1. TÉCNICA CLINICA SECUENCIAL

1. Realizar la radiografía de diagnóstico, la apertura, localización de conductos y permeabilización de los mismos.
2. Determinar la longitud de trabajo (LT).
3. Introducir una lima tipo K de calibre 15 en el interior del conducto, hasta que encaje ligeramente en el interior del mismo.
4. Limar circunferencialmente con la lima tipo K de calibre 15 a la LT hasta que quede holgada en el interior del conducto.
5. Tomar el instrumento Lightspeed (LS) de calibre 20, hacerlo girar a 2000 rpm, e introducirlo en el interior del conducto. Avanzar el instrumento ligeramente hacia apical (pero sin ejercer presión apical en el mismo). Por lo general el instrumento alcanzara la porción apical sin ninguna resistencia. Repetir la operación con el 22.5, 25, etc. Cuando se sienta que un instrumento se traba en las paredes, hacer un movimiento de pulsión-tracción (avanzar 1 mm y retroceder de 3 a 5 mm). Si se nota mucha resistencia, evitar hacer presión hacia apical y volver al numero anterior. No saltarse números en ningún caso (*Fig.5*).

6. Proseguir la instrumentación hasta alcanzar la lima apical principal (LAP) deseada.
7. Para dar conicidad, a nivel de los tercios medio y coronal, el uso de los LS pueden complementarse con el uso de las fresas Gates-Glidden.
8. Luego de haber preparado la porción apical, se procede a darle forma a las porciones media y coronal mediante la técnica step-back (*Fig.5a*).

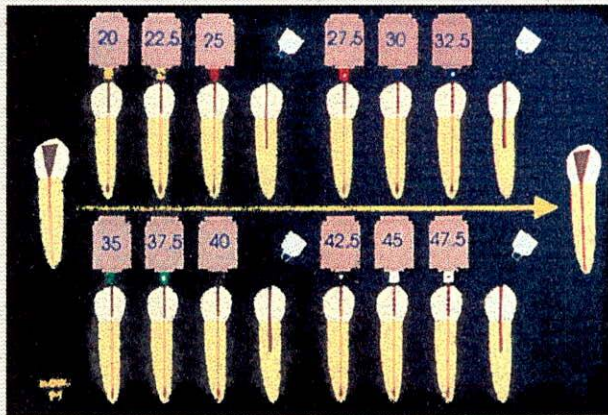


Fig. 5. Ensanchamiento del conducto en la porción apical. El conducto adopta una forma cilíndrica, adecuada para la obturación.

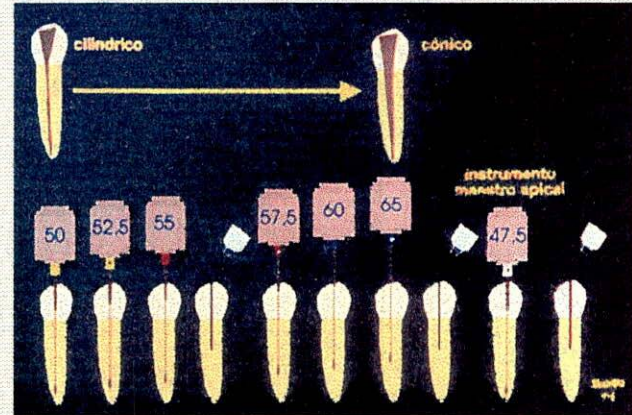


Fig. 5a. Mediante el paso de sucesivos instrumentos de más calibre y más cortos, se da conicidad al conducto.

2.2. CONSIDERACIONES GENERALES

1. Aplicar una presión apical muy ligera.
2. Utilizar una velocidad entre 750 y 2000 rpm.
3. Mantener las rpm seleccionadas constantemente.
4. Entrar en el conducto con el instrumento ya girando.

5. Utilizar un movimiento de empuje-tracción cuando se encuentre resistencia.
6. Utilizar todas las limas secuencialmente.
7. No utilizar mas de 8 veces las limas pequeñas y las grandes no mas de 16 veces.
8. Si al instrumento le cuesta progresar apicalmente y/o sospechamos la existencia de una curvatura importante, se debe instrumentar manualmente el conducto con limas Lightspeed.

La determinación del calibre apical máximo (lima apical principal) dependerá de la filosofía del operador. No obstante, estos instrumentos nos pueden ayudar a determinarlo. Así, iríamos pasando sucesivos tamaños de instrumento, de forma relativamente rápida, hasta alcanzar uno que notásemos que actuase en el último milímetro apical. Seguiríamos entonces aumentando el calibre del instrumento, pero ya con precaución, mediante un movimiento de pulsión-tracción continuado, hasta llegar a un instrumento que trabaje en los tres milímetros más apicales del conducto (lima apical principal). Ello pretende compensar el hecho de que la sección de los conductos es, en gran parte de los casos, oval.

El encaje de la lima en el último milímetro se produciría respecto al eje menor de la sección del conducto (*Fig.6*), por lo que de dejar ahí la instrumentación, quedarían paredes sin limpiar (las situadas en el eje mayor de la sección). Tres milímetros más a coronal, el eje menor es equivalente al eje mayor del ápice, por lo que si la lima encaja bien ahí, también limpiará bien todas las paredes del milímetro apical (*Fig.7*). Acabada la instrumentación con la lima apical principal, procederíamos entonces al step-back.

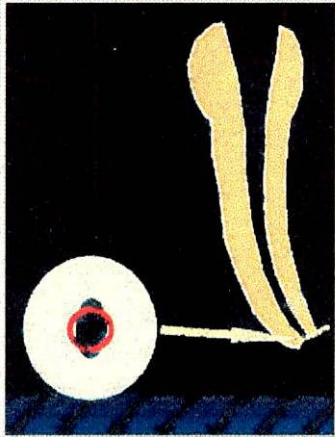


Fig. 6. Instrumento encajado en el milímetro apical del conducto. Si éste es de sección oval, el encaje del instrumento es respecto al eje menor, por lo que no estará trabajando en toda la circunferencia del conducto.

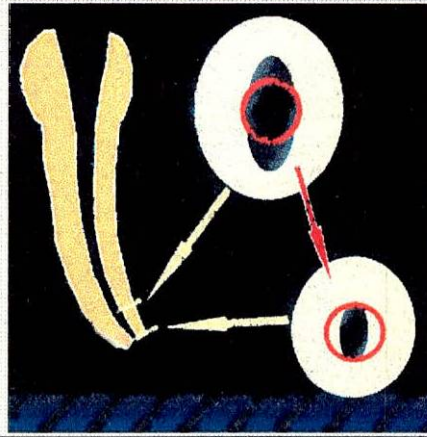


Fig. 7. Instrumento encajado a tres milímetros del extremo apical. El diámetro menor en este punto (en caso de sección oval), se asemejará bastante al diámetro mayor del extremo apical. Si tomamos este instrumento como referencia, estaremos trabajando la totalidad de las paredes del extremo apical.

Las características de diseño de estos instrumentos los hacen extraordinariamente útiles para calibrar los conductos. La ausencia de conicidad nos permitirá en todo momento saber cual es el diámetro menor de la porción apical del conducto, así como determinar la existencia o no de un tope apical claro con determinado calibre de instrumento. Para ello pueden utilizarse los instrumentos manualmente. El uso de los Lightspeed es útil cualquiera que sea la técnica que estemos utilizando.

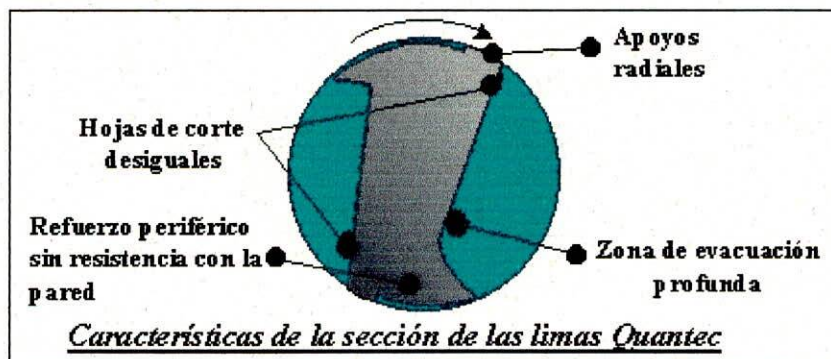
3. SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN MECANICA QUANTEC

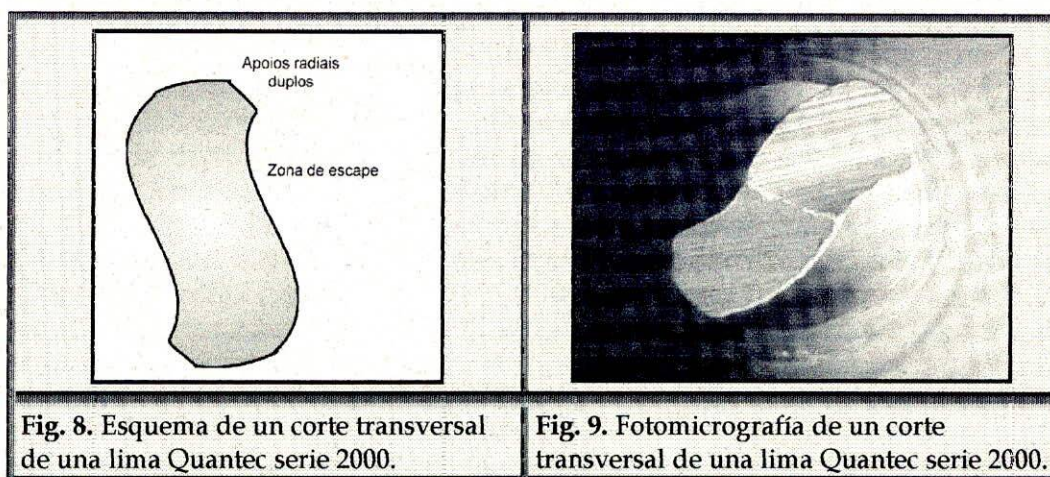
SERIES 2000

Quantec series 2000 es un sistema de instrumentación inducido por John McSpadden (NT Technologies, Chantannooga, Tennessee, EE.UU.). El conjunto de limas NT Sensor /McXim revolucionó el concepto de instrumentación no solo por ser instrumentos de NiTi pioneros, sino también por utilizar conicidades diferentes de la norma ISO. (47)

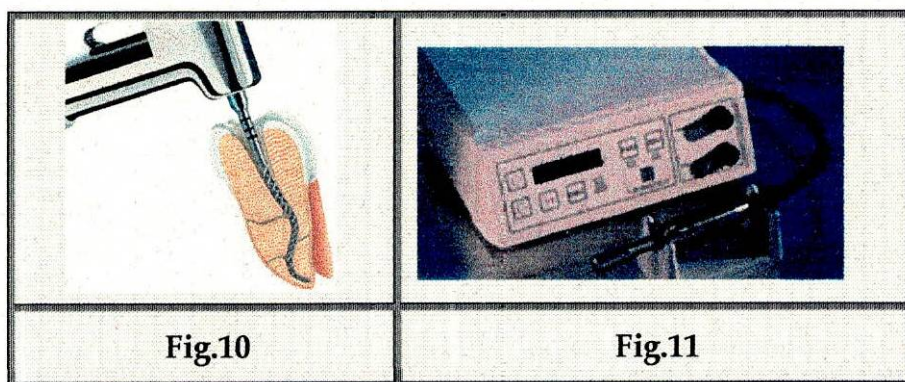
Está pensado para instrumentar mecánicamente los conductos radiculares (mediante un contraángulo), si bien también existe la versión manual del sistema.

Los instrumentos incorporan un nuevo diseño en la sección transversal, este favorece la eliminación de restos de dentina a través de las áreas de escape, además de poseer apoyos radiales dobles para el corte de dentina y evitar el transporte del conducto, disminuye el riesgo de fractura del instrumento (Fig.8-9). El fabricante recomienda el uso del sistema Quantec a una velocidad constante de 300 rpm. (36)





El QEM Electric Motors maneja el Sistema Quantec, proporcionando la percepción lisa y la respuesta táctil esencial al éxito. Se confeccionó para resistir los rigores de uso a largo plazo y se diseña para relevar la tensión al clínico y al instrumento (*Fig.10-11*).



Los instrumentos Quantec Series 2000, sucesores de las limas NT Sensor / McXim, poseen una punta activa de corte agresivo, que pueden ocasionar la formación de escalones y extrusión de restos dentinarios. Este hecho constituyó

un verdadero retroceso, puesto que las limas antecesoras (NT / McXim) poseían una punta roma (Fig.12).

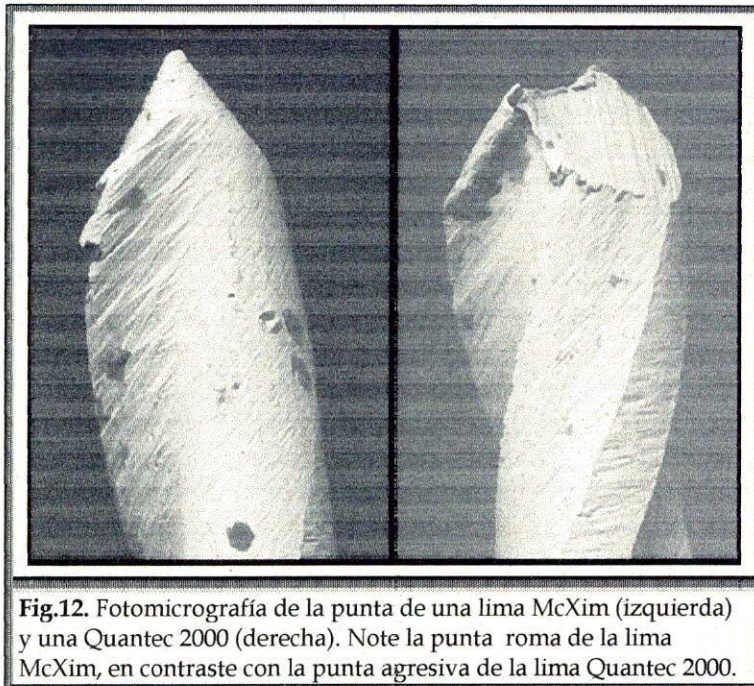


Fig.12. Fotomicrografía de la punta de una lima McXim (izquierda) y una Quantec 2000 (derecha). Note la punta roma de la lima McXim, en contraste con la punta agresiva de la lima Quantec 2000.

En 1998, Tycom introdujo en el mercado las limas Quantec en las versiones SC (punta cortante) y LX (punta no-cortante), buscando corregir éste error. Los primeros poseen una punta activa cortante, con la intención de penetrar en los conductos obliterados y calcificados. Las limas Quantec LX poseen una punta roma, buscando evitar la extrusión de dendritus (Fig.13).



Fig.13. Punta de las limas Quantec SC (izquierda) LX (derecha).

THOMPSON & DUMMER (1998), estudiaron la morfología en conductos simulados instrumentados con limas Quantec Serie 2000, y relataron una mayor velocidad en la preparación de los conductos y una baja extrusión de dendritus producidos durante la instrumentación. Sin embargo, estos autores, alertan que la punta agresiva de estos instrumentos es capaz de provocar escalones y extrusión de restos cuando las limas de mayor calibre son utilizadas. (47)

Autores como LEEB (1983), CANZANI et al. (1984) y MORGAN & MONTGOMERY (1984) concluyeron que, además de contribuir para mejorar la calidad de la preparación del conducto, los instrumentos rotatorios reducen el tiempo de trabajo y la fatiga del operador. (24)

Los instrumentos adoptan, además, diferentes conicidades. El instrumental manual estandarizado presenta una conicidad estándar de 0.02 mm. Esto significa que, por cada milímetro que se avance, desde la punta hacia el mango del instrumento, el calibre se incrementa en 0.02 milímetros.

La *tabla 1* muestra los valores del diámetro D0 y conicidades de las limas expresados en milímetros. POULSEN et al. (1995), evaluaron cuantitativamente estos valores. (32)

Tabla 1. Valores del diametro D0 y las conicidades de las limas expresadaas en milímetros

NUMERO	DIÁMETRO D0 en mm	CONICIDADES
1	0.25	0.6
2	0.15	0.2
3	0.20	0.2
4	0.25	0.2
5	0.25	0.3
6	0.25	0.4
7	0.25	0.5
8	0.25	0.6
9	0.40	0.2
10	0.45	0.2

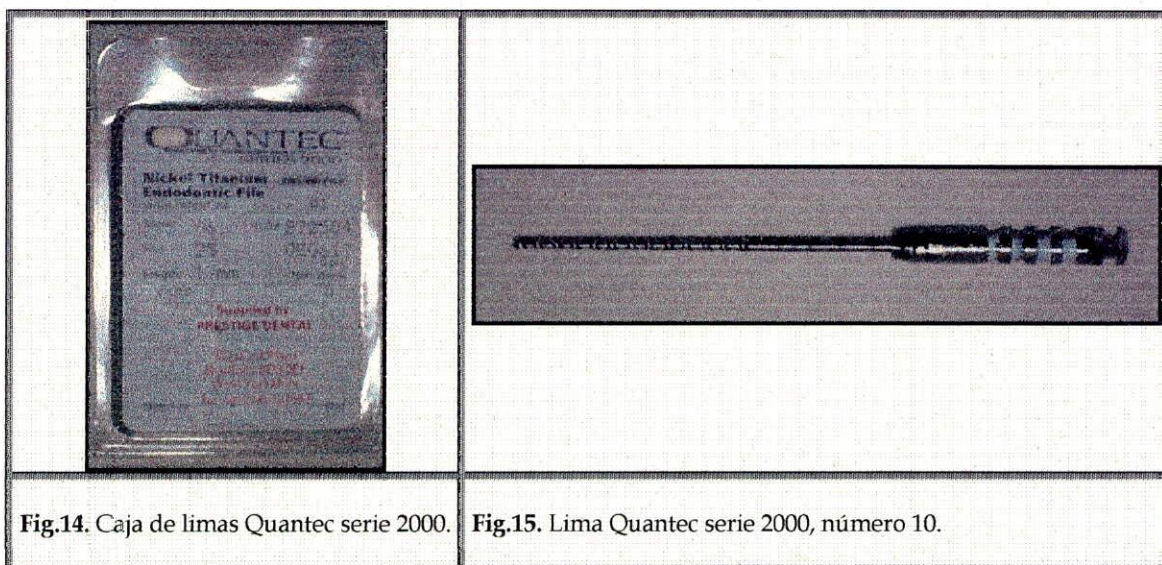
Actualmente existen diversos sistemas que utilizan instrumentos con conicidades superiores a la estandarizada, y que se han llamado "conicidades radicales". Se presentan incrementos de calibre de 0.03, 0.04, 0.05 o 0.06 mm. por milímetro de avance en sentido coronal. La superior conicidad permite, a juicio de sus defensores, una mejor acción sobre la totalidad del conducto, un efecto equivalente al obtenido con las técnicas corono-apicales (reducción de la extrusión de restos al periápice).

Una adecuada combinación del instrumental permite alcanzar calibres apicales mayores, obteniendo una preparación más homogénea y con baja deformación de los conductos radiculares. Además, al ser una técnica mecánica, se reduce considerablemente el tiempo de trabajo respecto a las técnicas convencionales.

Las limas Quantec van numeradas del 1 al 10 (no siguen la norma ISO), y en general la numeración corresponde con la secuencia de uso. Cada lima tiene diferente conicidad, diámetro y calibre apical diferente. Las limas del 2 al 10 se suministran en dos longitudes, 21 y 25 mm., mientras que la 1, sólo se fabrica en 17 mm. Son limas fabricadas en NiTi, y deben utilizarse (la versión mecánica) en un contraángulo que gire en torno a 300 rpm (*tabla 2*), (*Fig.14 y 15*).

Tabla 2 Características de las limas Quantec

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
calibre apical	25	15	20	25	25	25	25	25	40	45
conicidad	0,06	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,02	0,02
longitudes (mm.)	17	21 ó 25	21 ó 25	21 ó 25	21 ó 25	21 ó 25	21 ó 25	21 ó 25	21 ó 25	21 ó 25
color	morado	blanco	amarillo	rojo	rosa	verde	naranja	morado	negro	blanco

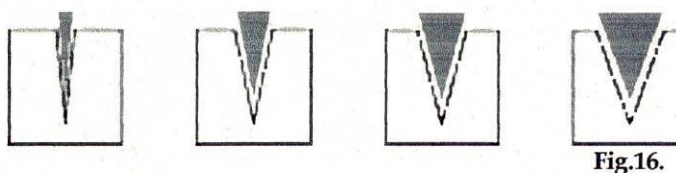


Para facilitar su identificación, las limas vienen codificadas por colores. Los instrumentos de conicidad 0.02 (el 2, el 3, el 4, el 9 y el 10) tienen el código de colores ISO (blanco, amarillo, rojo, negro y blanco, respectivamente). Los números con conicidad aumentada tienen unos colores especiales, por lo que, para facilitar su identificación, tienen un número diferente de anillos pintados en el mango (semejante a las fresas Gates-Glidden), a saber: un anillo el número 5, dos el 6, tres el 7 y cuatro el 8 (al igual que el 1, pues son instrumentos iguales con diferente longitud del vástago).

3.1. ATRIBUTOS DEL SISTEMA QUANTEC

3.1.1. *Graduating tapers*

Las limas de .02 a .06 se incorporan para aumentar al máximo la eficacia de corte y minimizar la tensión del instrumento (*Fig.16*).



3.1.2. Geometría de la punta -Existen dos tipos:

3.1.2.1. *LX non cutting* - La punta piloto LX no cortante mantiene un eje central y se desvía alrededor de las curvaturas severas (Fig.17). Ideal para:

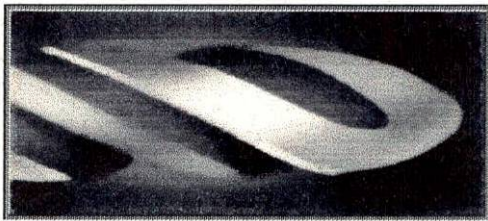


Fig.17.

- Regiones apicales delicadas
- Los casos de rutina
- Curvaturas Severas

3.1.2.2. *SC Safe-Cutting* - El Quantec SC ofrece una punta que corta al mismo tiempo que se mueve apicalmente siguiendo el conducto, y minimizando la tensión (Fig.18). Ideal para:

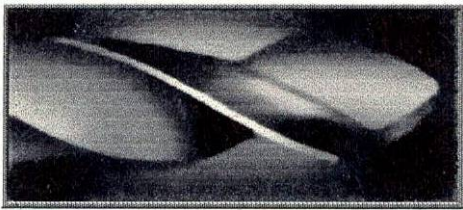


Fig.18.

- Conductos Pequeños, firmes
- Conductos Calcificados
- Conductos Estrechos

3.1.3. Diseño de las estrías

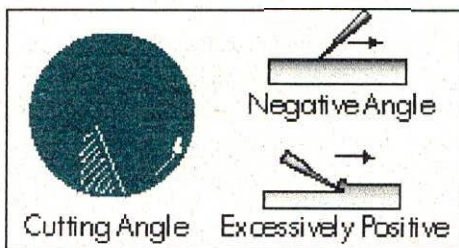


Fig.19.

Cortes de Dentina - El Quantec tiene un ángulo cortante ligeramente positivo que afeita, en lugar de raspar la dentina (Fig.19).

3.1.4. Remoción de dendritos

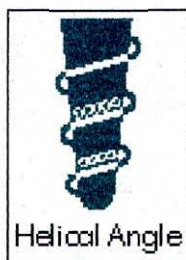


Fig.20.

El ángulo helicoidal de las estrías permite una remoción rápida y eficaz de dendritos fuera del conducto (Fig.20).

3.1.5. Fuerza de las limas

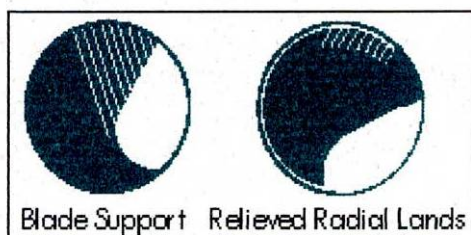


Fig.21.

La porción cortante de la lima es soportada por el aumento de masa el cual disminuye el riesgo de fractura. *Fricción Rotatoria reducida:* retirando las áreas radiales grandes de la hoja, la fricción rotatoria se reduce enormemente (Fig.21).

3.1.6. Quantec Flare Series.

Complementando el Quantec estándar, el flare series, con los afilamientos aumentados de .08, .10 y .12, se diseñó para darle forma a la porción coronal del conducto rápida y seguramente. Reemplazando las Gates-Glidden, el Flare series produce un afilamiento más consistente, suave y predecible. Con una punta ISO de tamaño 25, el Flare series combina perfectamente con los afilamientos del Quantec estándar.

3.1.7. Línea Axxess

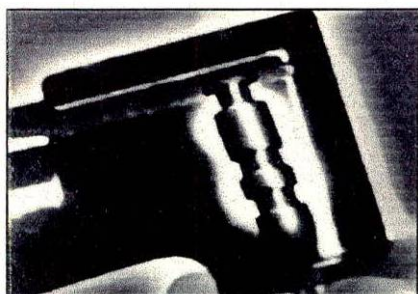


Fig.22.

La Línea de Axxess se diseñó para esos difíciles casos de duro alcance. El nuevo Axxess Contra Ángle, en combinación con la nueva asa de Axxess para Quantec , resulta en una reducción de altura global por encima de 7 milímetros (Fig.22).

3.2. INSTRUCCIONES DE USO

3.2.1. Irrigación

No se exige el agua para refrigerar la pieza de mano. Sin embargo, un rocío fino se recomienda para refrescar las puntas. Las puntas pueden usarse en seco para los períodos cortos de tiempo. Usando las puntas sin el agua en períodos largos se acalorarán.

3.2.2. Fuente de Poder

Las fuentes de poder mas bajas siempre deben seleccionarse para el uso inicial. Usando la unidad con aumentos de poder incrementan el gasto de las puntas y también aumenta la oportunidad de fractura de la punta.

3.3. TÉCNICA DE PREPARACIÓN

Una vez realizada la apertura cameral, localización y permeabilizacion de los conductos se debe establecer una longitud de trabajo tentativa (a partir de la radiografía de diagnóstico) e iniciar la instrumentación, de acuerdo a la siguiente secuencia (Fig.23):

3.3.1. FASE 1: PREENSANCHAMIENTO CORONAL

- Lima n° 1: lima de calibre 25 en la punta, y 0.06 de conicidad (25/06), que introducimos hasta donde encontremos resistencia (aproximadamente la mitad del conducto).
- Lima n° 6: lima 25/04, que utilizamos más apicalmente que la lima anterior. El paso de esta lima es opcional, y no se correspondería con la técnica estricta, pero favorece la mejor preparación de los 2/3 coroneles.
- De este modo se habrían ensanchado los dos tercios coroneles, facilitando así el acceso de los instrumentos al tercio apical con un mínimo de tensión.

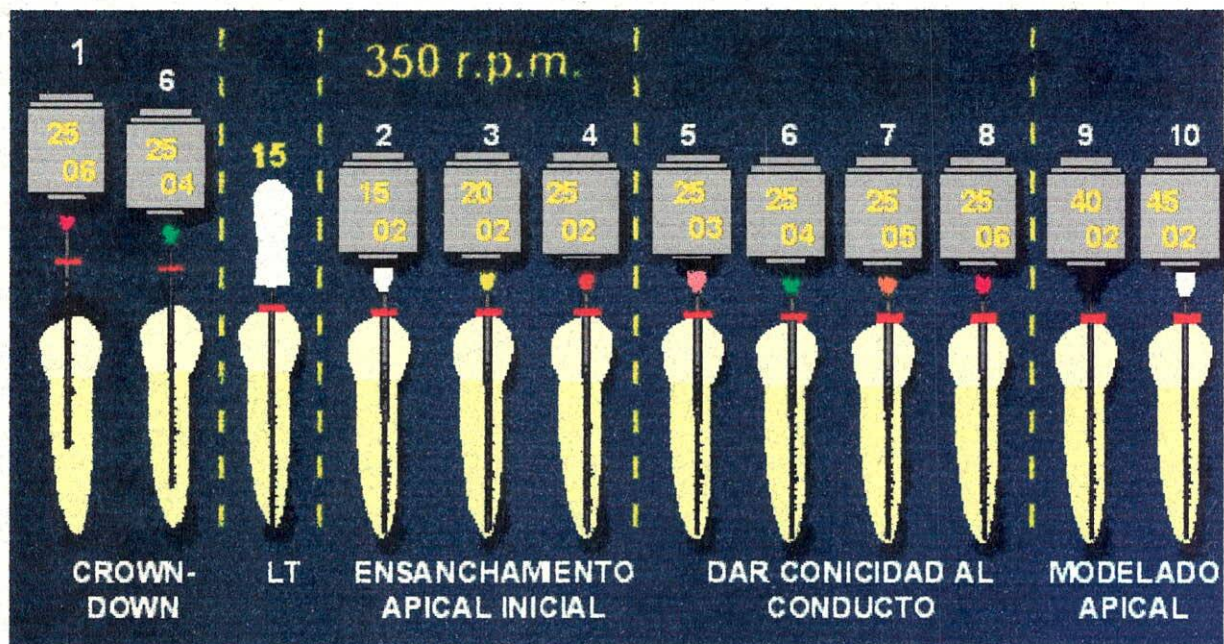


Fig.23. Técnica de preparación con limas Quantec serie 2000.

3.3.2. FASE 2: CONDUCTOMETRÍA

- Realizaremos la conductometría con una lima convencional. Estableceremos la longitud de trabajo definitiva (LT).

3.3.3. FASE 3: PREPARACIÓN APICAL INICIAL

- Lima nº 2 (15/02) a LT
- Lima nº 3 (20/02) a LT
- Lima nº 4 (25/02) a LT
- Al finalizar esta fase del tratamiento, se habrá procedido a la preparación apical hasta un calibre 25. A continuación debe aumentarse la conicidad del conducto, para favorecer la recepción del material de obturación (gutapercha), y para permitir la preparación de la porción apical con calibres mayores con menor riesgo de deformación (las limas accederán a la porción apical con menor tensión).

3.3.4. FASE 4: MODELADO DE LOS DOS TERCIOS CORONALES

- Lima nº 5 (25/03) a LT
- Lima nº 6 (25/04) a LT
- Lima nº 7 (25/05) a LT
- Lima nº 8 (25/06) a LT
- En esta fase se prepara el conducto para darle la conicidad adecuada. Si se desea, puede aumentarse la conicidad con otros sistemas, como los ultrasonidos, o fresas clásicas (Gates-Glidden, Peeso, etc.), o trabajando los dos tercios coronarios con limas Quantec, pero girando a 2000 rpm en vez de las 300 habituales.

3.3.5. FASE 5: MODELADO APICAL FINAL

Si el conducto precisa (a juicio del clínico) ser preparado por encima de un calibre 25 en la porción apical, proseguiremos la preparación:

- Lima n° 9 (40/02)
- Lima n° 10 (45/02)
- No es imprescindible el uso de ambas limas. La utilización de ninguna, una o ambas dependerán de las características anatómicas del conducto tratado.

3.4. CONSIDERACIONES GENERALES

1. Trabajar siempre a la velocidad indicada por el fabricante (250-350 rpm). Instrumentar a más velocidad facilita la fractura del instrumental, y aumenta el riesgo de alteraciones en el conducto.
2. Trabajar siempre con un movimiento de pulsión-tracción del instrumento. Cuando se encuentre una dificultad para avanzar, se necesita retornar al instrumento anterior. Si persiste la dificultad, tomar un instrumento de mayor conicidad, a menor longitud de trabajo, y volver a intentarlo. Repetir estas operaciones cuantas veces hagan falta, sin forzar nunca el instrumento con presión apical.
3. Desechar las limas tras varios usos. Aunque no se ha fijado ninguna norma, no es prudente reutilizar los instrumentos mecánicos de NiTi más de 6 veces.
4. No utilizar los instrumentos in vivo hasta haber practicado suficientemente con ellos sobre dientes extraídos y haber adquirido la experiencia necesaria.

4. SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN MECANICA PROFILE

Se trata de una familia de instrumentos producida por la Dentsply/Maillefer, que incluye los sistemas ProFile ISO .04 y .06, ProFile series 29, ProFile GT y ProFile Orifice Shapers.

Existen en el mercado varias series de instrumentos ProFile. Una es la llamada ProFile ISO. La comercializan Maillefer en Europa, y Tulsa Dental Products en el mercado norteamericano. En el mercado norteamericano se comercializan por Tulsa Dental un segundo tipo de instrumentos ProFile, los ProFile Series 29. Estos instrumentos se caracterizan por tener una numeración distinta, con aumentos de tamaño constantes de un 29% entre instrumento e instrumento, que da lugar a una numeración también específica, que va del nº 2 (equivalente a lo que sería un tamaño 12,9 de la norma ISO) al 100 (que equivaldría a un ISO 100).

Recientemente han aparecido en el mercado americano unos instrumentos de la serie Profile que intentan reemplazar a las fresas Gates-Glidden. Denominados *Orifice Shapers*, se trata de instrumentos de parte activa más corta, y una longitud total de 19 milímetros. No se ha tenido experiencia suficiente con los mismos, pero parecen muy indicados para utilizar en las fases iniciales de la instrumentación, y reducir así la resistencia de la parte coronal a los instrumentos posteriores.

CAYON Y PUMAROLA, en 1998, describen al ProFile como un sistema que se basa en la utilización de instrumentos de parte activa de 16 mm, con un extremo no cortante y una sección de tipo "U". Están confeccionadas en NiTi y funcionan movidos por un contraángulo, en rotación horaria de 250 rpm.

4.1. PROFILE ISO 0.04 - 0.06

Los instrumentos rotatorios ProFile tienen una conicidad de 0.04 o 0.06 mm/mm, que es dos o tres veces la estándar de 0.02 mm/mm de los instrumentos convencionales.

Estos instrumentos tienen un diseño seccional en "U" con áreas radiales, que han sido reportadas por cortar equitativamente sobre 360° con una acción planeadora y por ser auto-centradoras. También, los instrumentos ProFile muestran una punta en forma de bala con un ángulo redondeado. (44)

Estos instrumentos, según sus fabricantes, incorporan en su diseño un sistema patentado que permite que se desentorchen sus espiras previo a la fractura, advirtiéndonos así antes de que ésta se produzca. Los instrumentos siguen la numeración ISO, y se suministran en calibres 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 60 y 90. No se comercializan los calibres 50, 55, 70 ni 80.

Según la norma ISO, el diámetro en D16 debería ser 0.32 milímetros mayor que en D0 (la norma ISO fija un aumento constante de 0.02 mm. en el diámetro por cada milímetro que nos alejamos de la punta de los instrumentos). Sin embargo, en los ProFile Taper 0.04, la diferencia es de 0.64 milímetros (o lo que es lo mismo, 0.04 milímetros de diámetro por cada milímetro de longitud, en vez de los 0.02 milímetros de la norma ISO) (*Fig.24*). Ello determina una mayor acción del instrumental sobre los 2/3 coronarios, dando lugar a una preparación más cónica. Hay también instrumentos de mayor conicidad, concretamente de 0.06, los cuales se suministran en los calibres 15, 20, 25, 30, 35 y 40 (*Fig.25*).

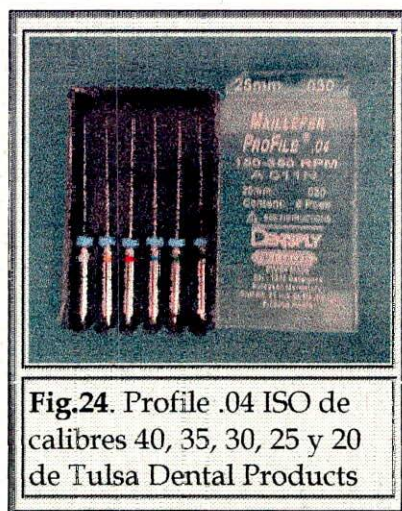


Fig.24. Profile .04 ISO de calibres 40, 35, 30, 25 y 20 de Tulsa Dental Products

Estas limas poseen las guías de penetración en la punta activa, tornando su uso mas seguro. Su diseño en un corte transversal se asemeja a las limas del Sistema Lightspeed (Fig.26). Estas limas deben usarse a una velocidad de 150 a 300 rpm.



Fig.25. Conjunto de limas del Sistema ProFile taper .04.

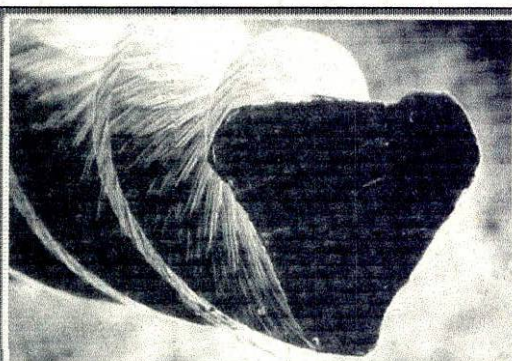


Fig.26. Corte transversal de la punta activa de la lima ProFile.

KAVANAGH & LUMLEY (1998), estudiando las limas ProFile .04 y .06 concluyeron que las limas .06 proporcionan una óptima conicidad al conducto preparado sin causar extrusión de restos dentinarios. LUMLEY (1999), afirma que el uso limas ProFile series 29 taper .06 no produce conductos excesivamente

amplios, desde que no se traspase la lima número 20 ISO en la preparación apical. (20-27)

4.1.1. TÉCNICA CLÍNICA SECUENCIAL

A continuación se presenta la técnica de uso de estos instrumentos tal como la proponen los fabricantes. Al final, se expondrá una serie de consideraciones y propuesta de utilización de las mismas.

1. Seleccionar un diente, realizar la radiografía de diagnóstico, la apertura, localización de conductos y permeabilización de los mismos.
2. Determinar sobre la radiografía la longitud aproximada del conducto (LA).
3. Seleccionar un ProFile .04 (PF) del número 25, y llevarlo al interior del conducto, girando a 250 RPM, introduciéndolo hasta alcanzar $1/2$ ó $2/3$ de la LA. Hacer movimientos apicales ligeros. Si hay obstáculos al avance, retirar el instrumento, y comprobar que no se ha producido deformación de sus espiras. Si es así, cambiar el instrumento. De lo contrario, proseguir.
4. Instrumentar el interior del conducto con un PF del número 30, hasta la longitud alcanzada por el PF 25.
5. Seleccionar un PF del 20, y preparar el conducto hasta $2/3$ o $3/4$ de la LT.
6. Determinar la longitud de trabajo (LT), con una lima 15 tipo K.
7. Seleccionar un PF del 15, y preparar el conducto hasta la LT.
8. Seleccionar un PF del 20, y preparar el conducto hasta la LT.
9. Seleccionar un PF del 25, y preparar el conducto hasta la LT.
10. Seguir hasta alcanzar la lima apical principal.
11. Se puede obtener un ensanchamiento adicional mediante la utilización de fresas Gates-Glidden, instrumentos sónicos o limado circunferencial, si así se desea. También pueden utilizarse los instrumentos ProFile girando a más velocidad (2000 rpm.), si bien limitando la acción al tercio coronario o medio.

Si en algún momento de la instrumentación se observa dificultades para el paso de un instrumento al siguiente, podemos optar por la utilización de limas del 0.06. Se pueden utilizar las limas del 0.06 después de cada lima del 0.04, para facilitar la instrumentación.

Respecto a esta técnica estándar, se han propuesto unas ligeras variaciones, que en ningún caso deben tomarse como una norma estricta aplicable a todos los tratamientos. Esta variante de la técnica original pretenden transmitir la idea de que los instrumentos ProFile son muy versátiles, y que con una adecuada combinación de los mismos, se puede adaptar su uso a casi la totalidad de situaciones clínicas.

4.1.2. CONSIDERACIONES GENERALES

La utilización de la técnica ProFile corono-apical (crown down) sorprende desde el primer momento por su extraordinaria simplicidad. Es una técnica muy estandarizada, que permite trabajar los sistemas de conductos sin necesidad de plantearse las características de los mismos. Además, es una técnica que nos muestra muy bien las limitaciones de la misma, advirtiéndonos de la necesidad de utilizar otros recursos adicionales, o de dejar la finalización del tratamiento en manos más expertas. No obstante, la realidad es que son pocos los tratamientos que un odontólogo general no va a poder afrontar con este sistema de instrumentación.

Al trabajar con el sistema ProFile, uno de los aspectos que más sorprenden es la secuencia de descenso de las limas en el interior de los conductos. Así, en muchos casos se observa cómo los calibres gruesos apenas sí descienden cuando los colocamos para de pronto alcanzar un calibre de lima (no necesariamente muy pequeño) que, literalmente, cae a la longitud de trabajo sin apenas esfuerzo.

Ello nos confirma que la dificultad para que los instrumentos accedan a la porción apical de los conductos radica en los obstáculos que el tercio medio y coronal ofrece a los mismos, y no a que el conducto sea realmente estrecho en el tercio apical. De hecho, el calibre del tercio apical, previo a la instrumentación, es muy superior a lo que normalmente suponemos. Ello quedó ya bien demostrado en los clásicos trabajos de KEREKES & TRÖNSTAD. La determinación de la lima apical principal es relativamente fácil con esta técnica, pues pronto veremos cual es la primera lima que trabaja en la porción apical (suele ser la lima siguiente a la primera que alcanza la longitud de trabajo).

La utilización de estos instrumentos hace extraordinariamente fácil la obturación, cualquiera que sea la técnica elegida. Si se utiliza la condensación lateral, se observa que el cono principal siempre alcanza fácilmente la longitud de trabajo, a diferencia de las técnicas manuales convencionales. Además, la conicidad que proporcionan las limas al conducto son las adecuadas para la realización de técnicas de condensación vertical, como es el caso del novedoso System B (gutapercha termoplastificada).

Una velocidad excesiva (por encima de las 300 rpm) comprometerá doblemente el éxito, al aumentar el riesgo de fractura de instrumento, así como el riesgo de transportar el conducto radicular. Aunque la casa comercial propone como velocidad ideal 250 rpm, cada vez son más los autores que prefieren velocidades más reducidas, en torno a 150 rpm. Es necesario contar con contraángulos reductores que nos permitan trabajar a esas velocidades, de forma constante. Para lograrlo es importante conocer la velocidad de salida del micromotor que estemos utilizando (habitualmente de 20000 a 30000 rpm, según marca y modelo), velocidad que deberemos dividir por la capacidad de reducción del contraángulo, para obtener la velocidad de giro de la lima. La velocidad de salida del micromotor puede generalmente reducirse, para así poder utilizar un

contraángulo de menos capacidad reductora. Ello es posible hacerlo sólo en el caso de disponer de micromotores eléctricos potentes. En el caso de micromotores neumáticos, es preferible no reducir la velocidad del micromotor (trabajando siempre al máximo), y utilizar un contraángulo más reductor, pues de otro modo se pierde mucho torque, parándose constantemente la lima. Hay autores que prefieren los micromotores neumáticos, pues, al tener menos torque, se paran antes de que se pueda fracturar la lima.

Sin embargo, la velocidad de giro no es tan constante, y, además, las limas quedan trabadas con bastante frecuencia. Por el contrario, los micromotores eléctricos dan mayor torque, con lo que se traban menos, a la vez que proporcionan una velocidad de giro más constante. De poder elegir, quizás sea preferible el uso de micromotores eléctricos (Fig.27).



Fig.27. TriAuto ZX de Morita. Este contraángulo dispone de tres automatismos: Inicia el giro al tocar las paredes del conducto (al introducirlo en el mismo); cambia el sentido de giro (expulsando la lima del conducto) ante un aumento de resistencia de la lima (reduciendo el riesgo de fractura); y nos indica cuando alcanzamos la constricción apical (localizador electrónico de ápices).

La causa de mayor rechazo a este tipo de instrumento es el predeterminado riesgo de fractura del mismo. La incidencia de fracturas, es extraordinariamente baja, siempre que se trabaje con la técnica descrita, y siguiendo una serie de normas:

- Trabajar a velocidades adecuadas (por debajo de 250 rpm).
- Hay que limitar el uso del instrumento. Mientras no se establezca una norma bien definida, puede ser aconsejable utilizar los números pequeños (15 al 30) un máximo de 4 veces (5 dientes), los medianos (35 a 45) un máximo de 8 veces, y los grandes (60 y 90) un máximo de 12 veces. No utilizar las limas que muestren algún signo de mal estado (espiras desentorchadas, puntas dobladas,...).
- No ejercer excesiva presión apical sobre las limas. El ejercer una presión apical inadecuada es la principal causa de fractura de este instrumento. Si este no desciende, se debe tomar uno de menor diametro.

4.2. PROFILE SERIES 29

Esta serie de instrumentos rotatorios, rompe definitivamente con el patrón ISO, sujeto a aumentos abruptos de diámetro.

Las limas del sistema ProFile series 29 presentan una conicidad del 4% (0.04) o 6% (0.06) y una enumeración que va del 2 al 10, con un aumento constante de 29% en D0, ofreciendo una regular y progresiva preparación del conducto radicular.

La [tabla 3](#) muestra los valores del diámetro D0 de las limas del sistema ProFile.

Tabla 3. Valores de diametro D0 de las limas ProFile

NUMERO	DIÁMETRO D0 en mm
1	0.10
2	0.13
3	0.17
4	0.22
5	0.28
6	0.36
7	0.47
8	0.60
9	0.77
10	1.00

THOMPSON & DUMMER (1997), estudiaron el Sistema ProFile series 29 Taper .04 en conductos simulados, y observaron una mayor velocidad en la preparación del conducto con estos instrumentos, sin embargo observaron una alta incidencia de deformación de éstas limas. Estos autores afirman que la pérdida de longitud de trabajo es mínima, debida a la acción expulsiva de restos de éste instrumento. (47)

Los mismos autores relatan la creación de un escalón en la porción externa de la curvatura del conducto, factor íntimamente ligado al grado de curvatura del mismo. Ocurre una transportación del conducto en el tercio apical en un 95% de los casos, además de un mayor desgaste en la porción externa de la curvatura en comparación con la porción interna.

HINRICHS et al. (1998), estudiaron la extrusión apical de restos utilizando instrumentos rotatorios en NiTi (Lightspeed, ProFile series 29 y NT McXim) y las limas manuales (Flex-R, técnica de fuerzas balanceadas). No se encontraron diferencias estadísticamente significantes entre los instrumentos en lo que respecta a la cantidad de restos. Los autores afirman que la cantidad de material extruído hacia el ápice está directamente relacionada con la cantidad de solución irrigante empleada. (19)

REDDY & HICKS (1998), también evaluaron la cantidad de restos extruídos hacia el foramen apical en dientes instrumentados con 2 sistemas rotatorios (Lightspeed y ProFile series 29) y 2 limas manuales (Flex-R y tipo K). La técnica step-back con las limas Tipo K produjo más restos que los otros instrumentos. (33)

Mientras los tamaños de ISO tradicionales varían de 8% a 50%, la Serie 29 emplea un incremento constante del 29% entre los diámetros de la punta de cada instrumento. Esto permite mantener su sentido de tacto al progresar consecutivamente de un tamaño al siguiente.

Entre sus ventajas esta el hecho de ser instrumentos de níquel titanio que proporciona una extrema flexibilidad y “Memoria Elástica” que les permite regresar a su forma original una vez han sido retirados de conductos curvos.

Los instrumentos rotatorios de la serie 29 .04 y .06 permiten usar la técnica crown-down para la preparación del conducto, que es mas eficaz que la técnica tradicional de step-back.

4.2.1. Preparación Optima del Conducto.

La acción rotatoria de Series 29 permiten empezar la formación del conducto desde el área coronal, mientras se trabaja en el área apical. Mientras se progresa apicalmente, se usan tamaños de taper descendentes que permiten crear una conicidad continua desde la apertura hacia el ápice, forma óptima para la obturación (*Figs. 28,29,30*).

Fig.28.

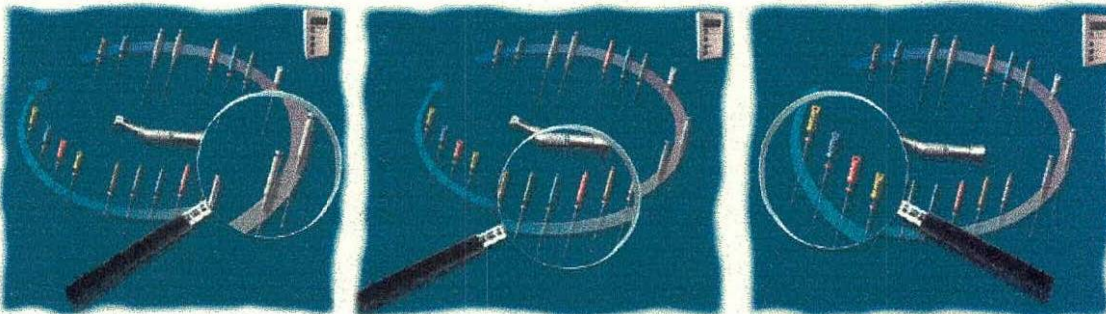


Localización y ampliación de conductos con instrumentos ISO: #08-#30 y Gates Glidden: #1 and #2.

Ensanchamiento preliminar: #4, #5 y #6.

Establecer longitud de trabajo: #15 file.

Fig.29.

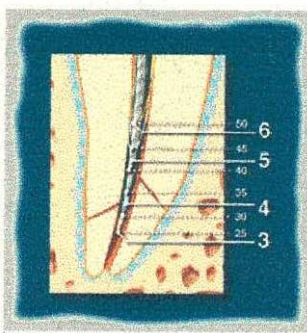


Gates glidden : #2 y #3.

Recapitulación: #2, #3, #4, #5, #6 and #7.

Modelado Apical: #20, #25, #30 y #20.

Fig.30.



Recapitulación: una aplicación pasiva controlada de los instrumentos en una secuencia lineal repetitiva con incrementos para remover obstáculos y darle forma al conducto.

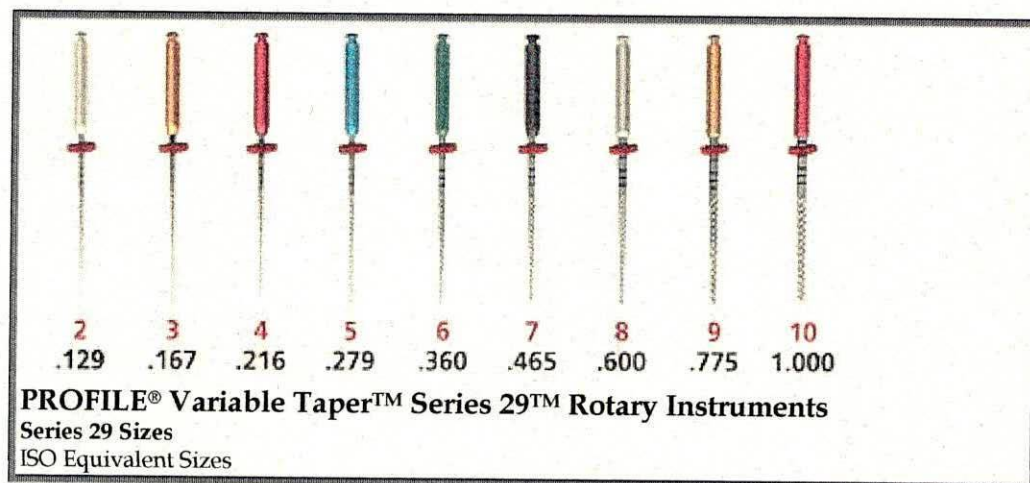
4.2.2. Manejo de Precision

Con la pieza de mano apropiada, la preparación óptima del conducto puede lograrse rápidamente en menos de 1/3 del tiempo requerido para los métodos tradicionales.

Las series 29 .04 y .06 se usan en una pieza de mano controlada, de baja-velocidad y alto-torque con un rango de velocidad de 150 a 350 rpm. Varios motores y contra-ángulos proporcionan este rango.

4.2.3. Rasgos de Seguridad

El diseño especial de la punta tiene un mínimo ángulo de transición para prevenir escalones y transportación.



4.3. PROFILE GT

GT™ Rotary Files son una nueva generación de instrumentos endodónticos de NiTi, convenientes para la preparación del conducto radicular mediante la técnica de crown-down.

Este grupo de limas fue basado en los instrumentos manuales GT de Steve Buchanan. La denominación GT significa Mayor Conicidad (Greater Taper). Este conjunto de limas posee conicidades que varían de 0.06 a 0.12 y sirve para la preparación de los tercios cervicales y medio, y el tercio apical debe ser preparado con las limas ProFile 0.04 o ProFile series 29.

Al ser de níquel-titanio poseen una excelente flexibilidad, permitiendo incluso preparar más fácilmente los conductos curvos con un pequeño o ningún riesgo de transportación apical, escalonamientos o perforaciones.

Los instrumentos ProFile GT llevan coronalmente los dendritus y ayudan a centrar el conducto, reduciendo la transportación.

Con ProFile GT con afilamientos predefinidos permiten crear una consistente y continua preparación, usando un juego de instrumentos, evitando al operador y a los pacientes innumerables horas de tiempo operatorio.

CARACTERISTICAS	BENEFICIOS
1. Aleación de Níquel-Titanio	1. Resistencia y flexibilidad en conductos curvos
2. Estrías Radiales	2. Lleva dendritus coronalmente y mantiene las limas centradas reduciendo la transportación
3. Punta no cortante (Fig.31)	3. Evita escalonamientos y perforaciones
4. Punta pequeña de tamaño estándar	4. Mantiene la preparación apical pequeña
5. Diámetro máximo de las estrías	5. Asegura un limite en la preparación coronal

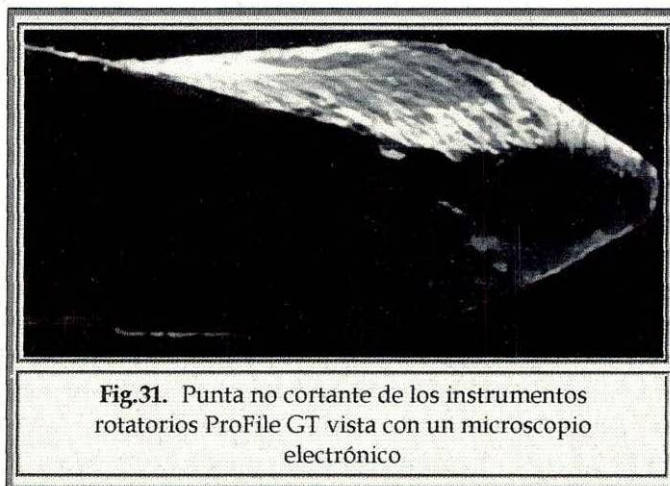
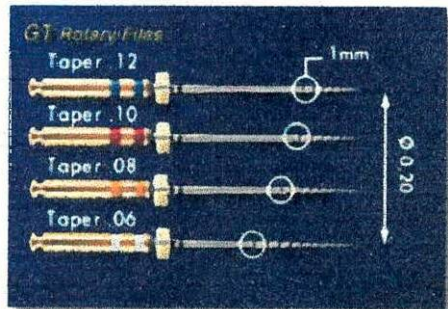
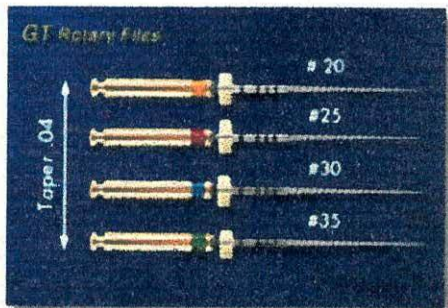


Fig.31. Punta no cortante de los instrumentos rotatorios ProFile GT vista con un microscopio electrónico

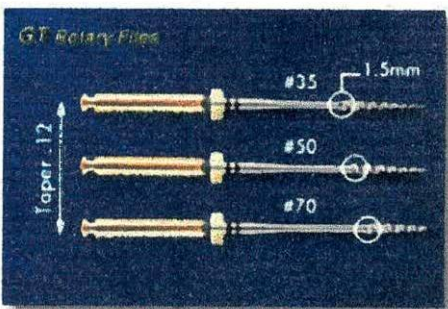
4.3.1. RANGO DE LOS INSTRUMENTOS



I. GT™ Rotary Files: de afilamiento de 6 a 12%, longitud de 21 a 25mm. Las cuatro GT™ Rotary Files tienen el mismo diámetro de 0.20 en la punta y el máximo diámetro al inicio de la parte activa de 1 mm. Cada uno de los cuatro instrumentos tiene diferente afilamiento por ejemplo: 6% (.06), 8% (.08), 10% (.10), y 12% (.12). Cuando se utiliza GT™ Rotary Files, el instrumento con mayor afilamiento es usado primero. La fase de Crown - Down se lleva a cabo con el instrumento de menor afilamiento.



II. GT™ Rotary Files .04: de 4% de afilamiento, números de 20 a 35, longitud de 20, 25 y 31 mm. Estas limas son usadas para la preparación terminal o apical del conducto.



III. GT™ Accessory Files: afilamiento 12%, diámetro 35, 50 y 70; longitud 21 y 25 mm. Estas limas pueden ser usadas en la fase final de la preparación para obtener una mayor conicidad en la porción coronal, si fuera necesario, para facilitar la obturación. Dependiendo de la anatomía del conducto radicular, solamente uno de los tres instrumentos será requerido para la preparación final.

4.3.2. PROFILE GT - TÉCNICA DE INSTRUMENTACIÓN:

- Usar la técnica de crown-down: ampliar la porción coronal, después el tercio medio y finalmente el tercio apical, esta es la secuencia sugerida para la mayoría de los conductos.
- Usar una pieza de mano de baja-velocidad. Se recomienda operar de 150 a 350 rpm, mientras frecuentemente se lubrica el conducto a lo largo del procedimiento.
- Acceso al diente y localización de todos los conductos. Estime la longitud de trabajo y el tamaño del conducto.

Los instrumentos se deben utilizar de la siguiente manera:

El ProFile GT 20 / .10 a la resistencia

El ProFile GT 20 / .08 a la resistencia

El ProFile GT 20 / .06 a la resistencia (**Ilustración a.**)

- Después de instrumentar con las limas GT, se debe estar a 1-2mm de la longitud de trabajo o del ápice. Use el ProFile .04 con puntas de tamaño 20, 25, 30 y 35 para la formación apical (**Ilustración b.**).
- Si, después de instrumentar con las limas GT, se encuentra a mas de 2mm de la longitud de trabajo o del ápice hay dos opciones:
Recapitular usando las limas GT .08 y .06 hasta alcanzar la longitud de trabajo, o usar el ProFile .04 con técnica crown-down hasta conseguir a la longitud de trabajo (.35, .30, .25 y .20) (**Ilustración c.**).
- Se puede terminar con el ProFile .04 o una lima GT para la forma apical deseada para la obturación. Si se planea obturar con Thermafil Plus se puede necesitar mayor amplitud en la parte coronal, que puede lograrse con el ProFile GT.

Ilustración a.

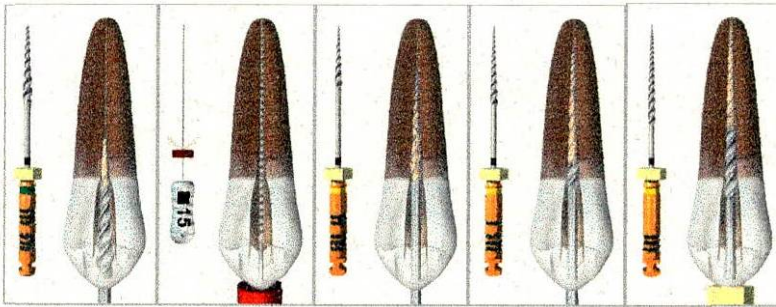


Ilustración b.

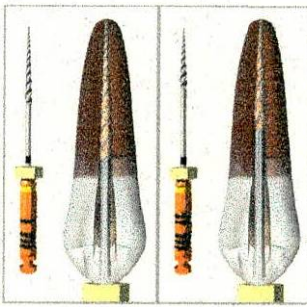
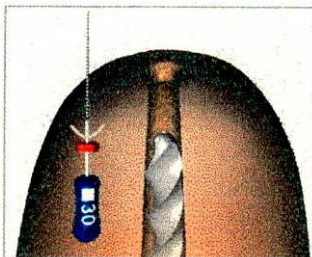


Ilustración c.



4.3.3. Información general

- Retire la lima y examine si remueve restos luego de cada uso.
 - Nunca debe dejarse la lima en el conducto por mas de siete a diez segundos.
- Se debe ejercer mínima presión apical. NO EMPUJE HACIA APICAL para lograr la longitud de trabajo.

4.4. PROFILE ORIFICE SHAPERS

El ProFile O.S. Orifice es un instrumento excelente para la preparación coronal del conducto, con el cual se obtiene una amplitud óptima de la porción coronal del conducto con sólo dos o tres tamaños (*Fig.32*).

4.4.1. Diseño

El ProFile O.S. usa una forma afilada variable para crear una preparación óptima del conducto. La forma en U y los apoyos radiales mantiene el instrumento centrado en interior el conducto y minimiza el riesgo de fractura, escalones, transportaciones y perforaciones.

La longitud activa más corta también los hace fácil de manipular en la porción posterior de la boca.

Este grupo de 6 instrumentos fue desarrollado para sustituir las fresas Gates-Glidden en la preparación coronal del conducto, reduciendo la tensión de los instrumentos subsecuentes (*Fig.33-34*). El fabricante afirma que la preparación con las fresas de Gates produce paredes paralelas, sin conicidad, lo que no ocurre con el Orifice Shapers. Además, estos instrumentos pueden usarse en curvaturas muy acentuadas y favorecen la eliminación de los restos.

El resultado es una preparación cónica continua que va a proporcionar un acceso en línea recta mejorando la preparación de la porción apical, usando menos instrumentos.

Tamaños de ProFile Orifice Shapers comparados con Gates Glidden

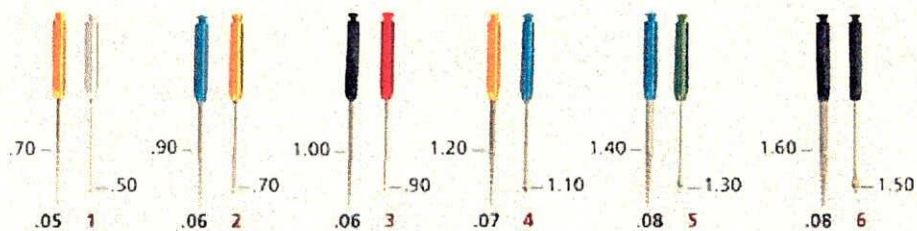
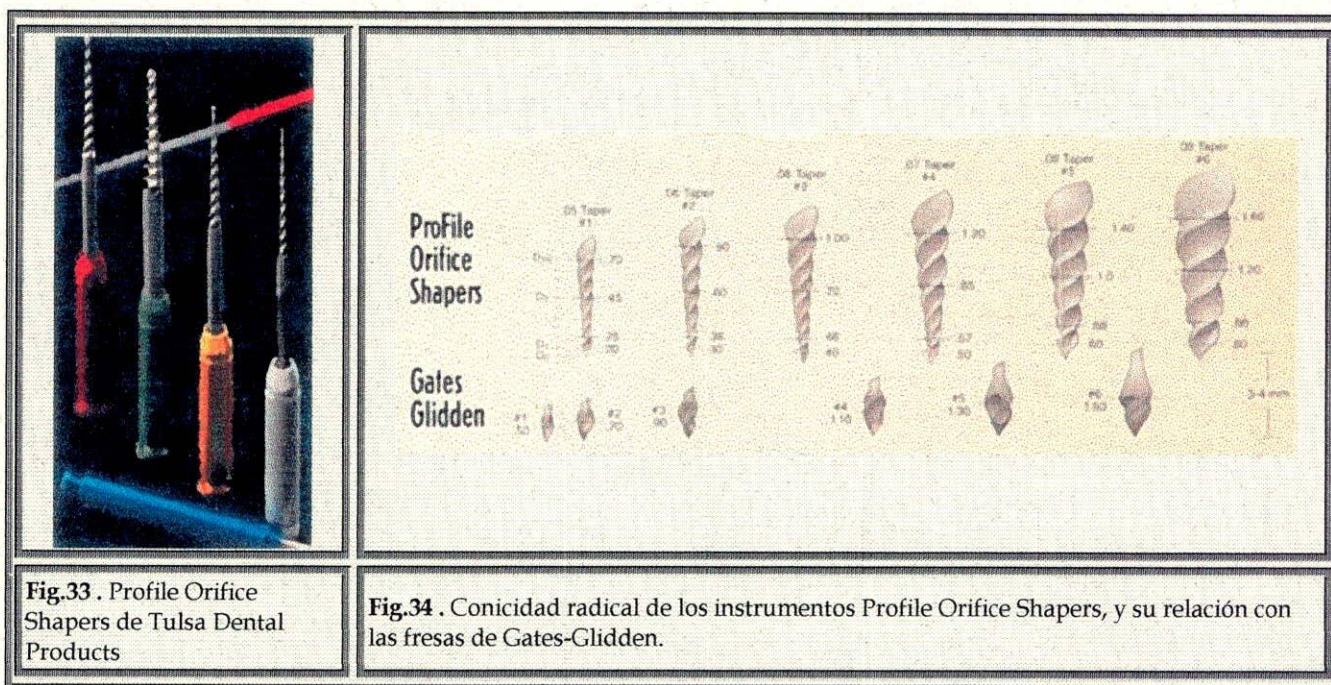


Fig.32.



5. PATRÓN DE DESGASTE

Los instrumentos rotatorios de NiTi presentan un patrón de desgaste dentinario diferente a los instrumentos de acero, debido a su cinemática de utilización y la naturaleza súper elástica del nitinol. El hecho de que las limas de NiTi no necesiten precurvarse, determina un desgaste irregular en los conductos curvos, con casi cualquier acción en el lado interno de la curva y un desgaste excesivo en el lado externo.

SCHÄFER et al. (1995), comparando ensanchadores, limas tipo K y Flexo file en acero inoxidable y limas tipo K en NiTi concluyó que ninguno de los instrumentos era capaz de limpiar completamente la porción interna de la curva, creando deformaciones en mayor o menor grado en el trayecto original del conducto. (40)

BRYANT et al. (1998), analizando las limas del sistema ProFile taper 0.04 patrón ISO, reporta un mayor desgaste en la porción externa de los conductos con curvatura de 40°. Este autor afirma que de una manera general el transporte se da hacia el lado externo a partir de la curvatura, mientras que en la porción recta del conducto el desgaste es simétrico. (3)

THOMPSON & DUMMER (1998), usando el sistema Quantec Series 2000 relata resultados semejantes a los encontrados por BRYANT et al. (49-3)

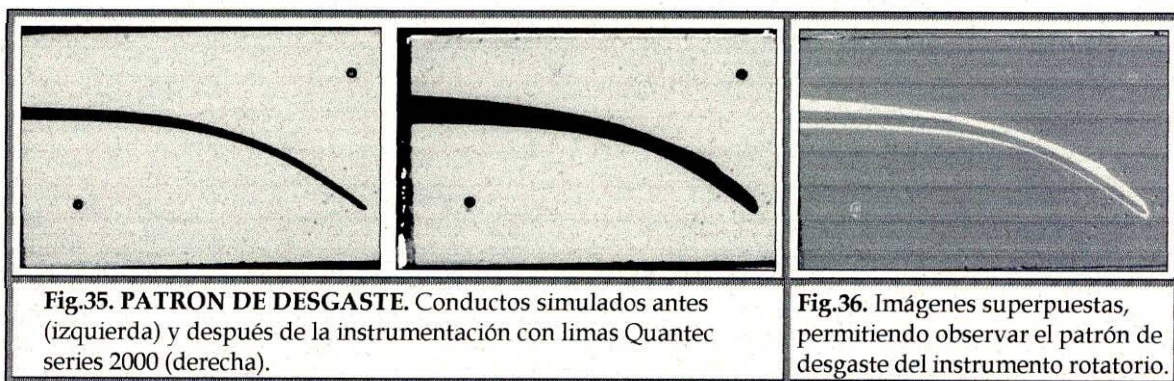
Una de las maneras de evaluar el modelo de desgaste que estos instrumentos producen al conducto es a través de conductos simulados en resina. Estos conductos permiten la comparación de la forma inicial y final, la sobreposición de imágenes y cuantificación del desgaste promovido por el instrumento. Es un

método usado por varios autores, con gran éxito (SPENST & KAHN, 1975; THOMPSON & DUMMER, 1997). (45-48)

Se realizó un experimento para verificar el modelo de desgaste de los instrumentos rotatorios de NiTi dotados de una punta activa cortante (Quantec series 2000) y punta roma (NT Sensor/McXim). Se construyeron los bloques en resina conforme con el método descrito por DUMMER et al. (1991). En primer lugar, en una forma profunda y extensamente amoldada, con un espesor de 20 mm de agar-agar y se esperó el tiempo necesario para que se solidificara. Enseguida, conos de plata número 20, precurvados en 30°, se colocaron perpendicularmente en la capa de agar, con el lado más fino hacia arriba.

Hecho esto, resina Epoxy (Stycast 1266, Hitek Electronic Materials Ltd., Reino Unido) se colocó en los tubos, envolviendo totalmente el cono de plata contenido en su interior. Después de 24 horas, los conos de plata fueron retirados del interior de la resina solidificada y éstas se sacaron del molde.

Los conductos simulados fueron llenados con tinta india y fotografiados con una cámara digital acoplada a una computadora. Después de la instrumentación, los bloques fueron posicionados de nuevo y fotografiados. Las imágenes se superpusieron entonces para la observación del modelo del desgaste. (9)



La Ilustración (Fig.35) muestra los conductos simulados antes y después de la instrumentación. La Ilustración (Fig.36) muestra las imágenes superpuestas.

Fueron utilizados veinte conductos simulados separados aleatoriamente en dos grupos. El primero fue instrumentado con limas Quantec series 2000 y el segundo con el Sistema NT/McXim, conforme con las recomendaciones del fabricante.

Con la ayuda de software Image Tools (UTHSCSA ImageTool, versión 1.27, desarrollado por University of Texas Health Science Center at San Antonio), se realizaron medidas de las regiones del ápice, constricción apical y punto máximo de la curvatura.

THOMPSON & DUMMER (1997) definen el zip apical como un área agrandada irregularmente por la lima de memoria en el tercio apical de la preparación, con levantamiento excesivo de material en el lado externo de la curva. (47)

El punto máximo de la curvatura es el "área de peligro", donde debe evitarse el desgaste excesivo bajo el riesgo de perforación de la furca (Fig.37).

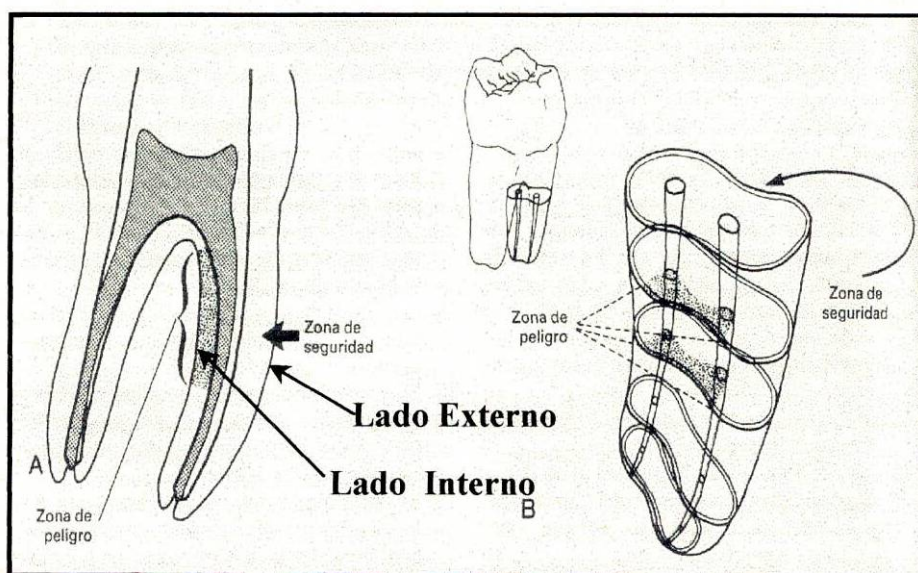


Fig.37.

Las medidas se realizaron en el lado interno y externo de la curvatura, además del desgaste total.

La prueba de adhesión a la curva normal, aplicado a los datos experimentales, mostró una naturaleza paramétrica de la muestra. El análisis de la variación fue aplicado a cada una de las medidas, obteniendo los siguientes resultados:

El ápice

La cantidad total de resina removida por las limas Quantec y McXim fue estadísticamente similar en el ápice del conducto simulado. Sin embargo, el desgaste en la porción externa de la curva fue mayor que en la porción interna ($p < 0,05$), tanto para las limas Quantec como las McXim.

Zip Apical

Las limas Quantec remueven una mayor cantidad de resina en comparación a las limas McXim en el área dónde se formó el zip apical. Hay mayor tendencia al desgaste en el lado externo de la curva, que en el lado interno.

Las limas McXim mostraron un desgaste uniforme del conducto, tanto en la parte interna de la curvatura como en el externo.

El punto máximo de la curvatura

En esta área, se encontró una alteración en el modelo de acción, porque las limas Quantec desgastaron una cantidad menor de dentina que las limas McXim. Mientras el primer sistema continuó mostrando una mayor acción en el lado externo de la curva, las limas McXim actuaron en el lado interno con mayor intensidad.

Los resultados mostraron que las limas Quantec promueven un desgaste acentuado en la porción externa de la curva, con poca o nula acción en el lado interno a diferencia de las limas McXim.

Las limas NT/McXim, al poseer una punta roma , se centran mejor dentro del conducto. Así, el riesgo de desviaciones es mucho menor, sin embargo se observa un desgaste mayor en el área de punto máximo de la curvatura. Una posible explicación para este hecho sería el esfuerzo de la lima por retornar a su posición original (efecto de memoria), sin embargo a costa de la parte central de la lima y no de la punta (que es roma y, por consiguiente, sin la capacidad de crear un nuevo camino para acomodarse). Los resultados obtenidos en este experimento están de acuerdo y complementan los descubrimientos de THOMPSON & DUMMER. (47)

En el esfuerzo de simplificar la técnica de utilización de los instrumentos rotatorios de una manera creciente de las limas puede ser contraproducente, debido a que esto llevaría a la instrumentación de todos los conductos de la misma manera, sin evaluar su curvatura, amplitud y longitud. La filosofía de intentar adecuar el conducto a la lima es errónea y debe ser desechada por la industria, dejando la responsabilidad de la preparación biomecánica al odontólogo y no a merced del instrumento.

6. DISCUSIÓN

El surgimiento de las limas de níquel-titanio y su aplicación en Endodoncia provocó cambios profundos en los conceptos biomecánicos de la preparación del conducto radicular. Las características de súper elasticidad y memoria de del nitinol, a diferencia del acero inoxidable, fueron aprovechadas en el diseño de estos nuevos instrumentos para obtener el máximo de flexibilidad con el mínimo de transporte del conducto.

Los instrumentos rotatorios de acero, antes coayudantes en la preparación de los conductos, sufrieron una transformación con el advenimiento del nitinol. Las características mecánicas de esta liga hicieron posible la rotación de la lima dentro de conductos curvos logrando la longitud de trabajo, preparando el conducto para la obturación.

El conocimiento de física, ingeniería y metalurgia agregadas constantemente, están siendo aplicadas en la creación de nuevos instrumentos, con mayor capacidad cortante y menor producción de alteraciones en la forma del conducto.

Toda la nueva tecnología, sin embargo, tiene que pasar por un proceso de adaptación y racionalización de su uso. En la década de 80, el ultrasonido fue usado exhaustivamente en diversas aplicaciones, muchas veces de una manera incorrecta. Después de muchos fracasos y accidentes se racionalizo su uso y, actualmente, se presenta como un poderoso auxiliar del odontólogo, sin embargo su uso es limitado y con indicaciones específicas.

La literatura consultada muestra que los instrumentos rotatorios de níquel-titanio están pasando por un proceso similar dónde es necesario lograr investigaciones precisas para elucidar la mejor manera usarlos.

Los casos dónde van a ser usados los instrumentos rotatorios deben ser evaluados cuidadosamente, para evitar una indicación incorrecta. En conductos excesivamente amplios (como en los dientes incisivos centrales, laterales y caninos jóvenes) no deben ser candidatos para una instrumentación limas rotatorias, porque éstos serán inefectivos y producirán una mayor conicidad.

Hoy en día, los fabricantes indican los instrumentos rotatorios de NiTi para todas las fases de la preparación del conducto. Estos instrumentos no fueron diseñados para explorar el conducto sino para ampliarlo y darle forma. También se observó la necesidad de ampliación del área cervical, eliminando la constricción en esta área para minimizar la tensión sufrida por las limas.

La investigación realizada con conductos simulados, mostró que las limas de punta roma del NT Sensor/McXim se centran mejor dentro del conducto simulado, desgastando las paredes de una manera más uniforme, mientras que las limas con la punta cortante (Quantec series 2000) desgastan más la pared externa de la curvatura. Este método de evaluación del patrón de desgaste de los instrumentos es de extremo valor, porque permite una superposición de imágenes inicial y final de los conductos y la comparación cuantitativa de la alteración producida por la acción de éstas limas.

Los instrumentos con la punta roma son indispensables para el mantenimiento de la manera original del conducto, la utilización de limas con punta activa cortante (por ejemplo Quantec series 2000 y Quantec SC) es un error puesto que puede llevar a desviaciones, transporte y perforaciones radiculares.

Las investigaciones realizadas por THOMPSON & DUMMER (1997; 1998) están de acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio.

La ruptura con el patrón ISO generó diseños de limas más racionales y eficaces, apropiado para el movimiento de rotación en 360° que los nuevos sistemas ejecutan. Este mayor aumento en el diámetro de la lima permite que una pequeña parte del instrumento trabaje en contacto con la dentina, reduciendo el roce e impidiendo que se trabe el instrumento. El temor del uso de instrumentos con conicidad mayor que el patrón ISO es infundado, porque los conductos instrumentados con las limas Taper 0.04 presentan un patrón de desgaste bastante conservador.

Las limas ProFile presentan una enumeración simple, existiendo la posibilidad de escoger entre diferentes conicidades. Todavía hay opción de la enumeración que no sigue el patrón ISO, en el caso de las series 29, ProFile GT y Orifice Shapers. De esta manera, el profesional es capaz de dar la forma deseada al conducto, sin depender de la filosofía exaltada por el fabricante. Lógicamente el odontólogo no necesita de todos los instrumentos de la familia ProFile, pudiendo optar por apenas uno.

El diseño de las limas Quantec es muy eficaz, con los apoyos radiales extensos y áreas de escape buenas para restos. Con la creación de las limas LX, de punta roma, uno de sus grandes defectos, la punta activa cortante, fue eliminado. Sin embargo, el proyecto peca para la tentativa de simplificar mas la preparación del conducto, asumiendo que todos los conductos pueden ser instrumentados de la misma forma, con la secuencia exaltada por el fabricante. El odontólogo debe determinar cual será la forma final del , sin transferir esta responsabilidad al instrumento.

Los instrumentos rotatorios presentan poca extrusión apical de dendritus en comparación con las técnicas manuales. Esto se debe a la acción rotatoria del instrumento, que lleva los restos dentinarios a la porción cervical de la raíz, facilitando su remoción con la irrigación. HINRICHS et al. (1998) y REDDY & HICKS (1998), afirman que éste hecho ayuda a la recuperación de los tejidos periapicales, además de reducir el dolor postoperatorio.

Un fenómeno relatado por varios odontólogos que usan estos sistemas es la no concordancia entre el instrumento de memoria y el cono de gutta-percha, en otros términos, el cono siempre se trava antes de lograr la longitud de trabajo. Una de las posibles explicaciones es la elasticidad inherente de la dentina, que acomoda el instrumento rotatorio, sin embargo él no se distiende al recibir el cono de gutta-percha. Por esta razón, si no se consigue ajustar un cono del mismo diámetro que la lima maestra a la longitud de trabajo, se debe seleccionar un cono de menor calibre con la punta cortada en 0.5 milímetros. Existen actualmente en el mercado conos especiales de conicidad compatible con las limas 0.04 y 0.06, facilitando la obturación. Los nuevos diseños, como el System B, se proyectaron para la obturación de conductos instrumentados con sistemas rotatorios (aunque puede usarse en conductos instrumentados manualmente).

Los autores como GLOSSON (1995), GAMBILL et al. (1996) y BRYANT et al. (1998), afirman que la preparación de conductos radiculares con instrumentos rotatorios es más rápido que con los instrumentos manuales.

Ante lo expuesto, se puede constatar que los instrumentos rotatorios son eficaces en la preparación de los conductos radiculares, aunque se deben realizar más investigaciones con el objetivo de indicar cuál es la mejor técnica del uso y las indicaciones de estos instrumentos.



7. CONCLUSIÓN

Las innovaciones tecnológicas están migrando rápidamente de los laboratorios para los consultorios odontológicos, y el odontólogo debe tener suficientes conocimientos teóricos y prácticos para evaluar el potencial y la indicación de los nuevos diseños que aparecen en el mercado. El especialista tiene la obligación de mantenerse actualizado en los nuevos materiales en su especialidad, adquiriendo los conocimientos necesarios para su utilización.

Los instrumentos rotatorios de NiTi aparecen como una opción más para los Endodoncistas, sin sustituir la instrumentación manual pero sí complementándola. Los problemas inherentes de toda nueva tecnología se resolverán con el tiempo, volviéndose rutinario el uso de tales instrumentos.

El advenimiento de las limas de NiTi trajo una serie de innovaciones a la Endodoncia. Entre ellas, se destacan los instrumentos rotatorios confeccionados a partir del nitinol, material dotado de súper elasticidad y efecto de memoria superiores a las del acero inoxidable, estas características aseguran que la forma original de los conductos radiculares no será alterada durante el tratamiento endodóntico, así mismo, la no alteración de la anatomía de los conductos garantizará una óptima obturación y el éxito del tratamiento.

En esta monografía, se estudió el mecanismo de funcionamiento de las limas de NiTi, así como su acción en los conductos simulados. Se observó que, a pesar de la tendencia a un mayor desgaste en el lado opuesto a la curvatura del conducto radicular, estos instrumentos son eficaces en el mantenimiento de la forma de éste, son seguros y capaces de proporcionar al odontólogo una mayor velocidad en la preparación del conducto, menor tiempo operatorio y mayor confort.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALLISON, D.A.; WEBER, C.R.; WALTON R.E. The Influence of the Method of Canal Preparation on the Quality of Apical and Coronal Obturation. JOE. 5:298, 1979.
2. BEESON T.J., DDS; HARTWELL G.R., DDS, MS; THORNTONJ.D., DDS; and GUNSOLLEY J.C., DDS, MS. A Comparison of Debris Extruded Apically in Straight Canals: Conventional Filling Versus ProFile .04 Taper Series 29. JOE. 24(1): 18-22, 1998.
3. BRYANT, S.T.; THOMPSON, S.A.; AL OMARI, M.A.; DUMMER, P.M. Shaping ability of ProFile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals. Part 1. Int. Endod. J. v. 31, n. 4, p. 282-9, 1998a. Part 2. Int. Endod. J. v. 31, n. 4, p. 275-81, 1998b.
4. BUEHLER W.J.; CROSS, W.B. 55-Nitinol unique wire alloy with a memory. Wire J. v. 2, p. 41-9, 1969.
5. CAMPS, J.J.; PERTOT, W.J. Torsional and stiffness properties of nickel-titanium K files. Int. Endod. J. v. 28, n. 5, p. 239-43, 1995b.
6. CIVJAN, S.; HUGET, E.F.; DeSIMON, L.B. Potential applications of certain nickel-titanium (nitinol) alloys. J. Dent. Res. v. 54, n. 1, p. 89-96, 1975.
7. COHEN, S; BURNS, R.C. Pathways of the pulp. 7 ed. St. Louis, Mosby Inc, 1998.

8. De DEUS, Q.D. Endodontia. 5ª ed. Rio de Janeiro, Medsi LTDA, 1992.
9. DUMMER, P.M.H.; ALODEH, M.H.A.; AL-OMARI, M.A.O. A method for the construction of simulated root canals in clear resin blocks. *Int. Endod. J.* v. 24, n. 2, p. 63-6, 1991.
10. EGGERT C., DMD; PETERS O., DMD; and BARBAKOW F., BDS, HDD, MSc. Wear of Nickel-Titanium Lightspeed Instruments Evaluated by Scanning Electron Microscopy. *JOE*. 25(7): 494-497, 1999.
11. ESPOSITO, P.T.; CUNNINGHAM, C.J. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J. Endod.* v. 21, n. 4, p. 173-6, 1995.
12. ESTRELA, C.; FIGUEIREDO, J.A.P. Endodontia - Princípios biológicos e mecânicos. 1 ed. São Paulo, Artes Médicas, 1999.
13. ESTRELA, C.; SANTOS, M.; BOMBANA, A.C.; PESCE, H.F. Análise da composição química de aços inoxidáveis de brocas de Gates-Glidden de diferentes procedências. *Rev. Odontol. USP*. v. 7, p. 251-5, 1993.
14. GLICKMAN G., DDS, MD. Niquel-Titanio en Endodoncia. *Oper. Dent. & Endod.* 1(1): 3, 1997.
15. GLOSSEN, C.R.; HALLER, R.H.; DOVE, S.B.; del RIO, C.E. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *J. Endod.* v. 21, n. 3, p. 146-51, 1995.

16. GROSSMAN, L.I. Endodontia prática. 3ª ed. Rio de Janeiro, Atheneu, 1963.
17. GUTIERREZ, J.H., GARCIA, J. Microscopic and Macroscopic Investigation on Results of mechanical Preparation of Root Canal. O.S., O.M. & O.P. 25:108, 1968.
18. HAÏKEL, Y.; SERFATY, R.; WILSON, P.; SPEISSER, J.M.; ALLEMANN, C. Mechanical properties of nickel-titanium endodontic instruments and the effect of sodium hypochlorite treatment. J. Endod. v. 24, n. 11, p. 731-5, 1998.
19. HINRICHS, R.E.; WALKER, W.A.; SCHINDLER, W.G. A comparison of apically extruded debris using handpiece-driven nickel-titanium instrument systems. J. Endod. v. 24, n. 2, p. 102-5, 1998.
20. KAVANAGH, D.; LUMLEY, P.J. An in vitro evaluation of canal preparation using Profile .04 and .06 taper instruments. Endod. Dent. Traumatol. v. 14, n. 1, p. 16-20, 1998.
21. KAZEMI, R.B.; STENMAN, E.; SPÄNGBERG, L.S. Machining efficiency and wear resistance of nickel-titanium endodontic files. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. V. 81, n. 5, p. 596-602, 1996.
22. KI-YON-KUM, DDS, PhD; SPÄNBERG L., DDS, PhD; CHA B.Y., DMD; JUNG II-JUNG, DDS, MSD; SEUNG-JONG L., DDS, PhD; and CHON-YOUNG L., DDS, PhD. Shaping Ability of Three ProFile Rotatory Instrumentation Techniques in Simulated Resin Root Canals. JOE. 26(12): 719-723, 2000.

23. LASFARGUES, J.J.; LOUIS, J.J.; LEVY, G. Les reprises de traitement canalaire. Inf. Dent. v. 24, n. 68, p. 1538-54. apud LEONARDO, M.R. & LEAL, J.M. Endodontia - tratamento de canais radiculares. 3 ed. São Paulo, Panamericana, 1998.
24. LEEB, J. Canal orifice enlargement as related to biomechanical preparation. J. Endodon. v. 9, n. 11, p. 463-70, 1983.
25. LEONARDO, M.R.; LEAL, J.M. Endodontia - tratamento de canais radiculares. 3 ed. São Paulo, Panamericana, 1998.
26. LOPES, H.P.; ELIAS, C.N.; ESTRELA, C.; COSTA FILHO, A.S. Influence of diameter variation of Gates-Glidden drills on torsion resistance. Braz. Dent. J. v. 5, n. 2, p. 141-4, 1994.
27. LUMLEY, P.J. Comunicação pessoal, 1999.
28. MULLANEY, T.P. Instrumentation of Finelly Curved Canals. 23:575, 1979.
29. PETERS U.A., DMD; and BARBAKOW F., BDS, HDD, MSc. Effects of Irrigation on Debris and Smear Layer on Canal Walls Prepared by two Rotatory Techniques: A Scanning Electron Microscopic Study. JOE. 26(1): 6-10, 2000.
30. PERTOT, W.J.; CAMPS, J.; DAMIANI, M.G. Transportation of curved canals prepared with canal master U, canal master U niti, and stainless steel K-type files. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. v. 79, n. 4, p. 504-9, 1995.

31. PETTIETTE M.J., DDS; METZGER Z., DMD; PHILLIPS C., PhD, MPH; and TROPE M., DMD. Endodontic Complications of Root Canal Therapy Performed by Dental Students with Stainless-Steel K-Files and Nickel-Titanium Hand Files. JOE. 25(4): 230-234, 1999.
32. POULSEN, W.B.; DOVE, S.B.; del RIO, C.E. Effect of nickel-titanium engine-driven instrument rotational speed on root canal morphology. J. Endod. v. 21, n. 12, p. 609-12, 1995.
33. REDDY, S.A.; HICKS, M.L. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. J. Endod. v. 24, n. 3, p. 180-3, 1998.
34. ROYAL, J.R.; DONNELLY, J.C. A comparison of maintenance of canal curvature using balanced-force instrumentation with three different file types. J. Endod. v. 21, n. 6, p. 300-4, 1995.
35. ROYG-CAYÓN, M.; CANALDA-SAHLI, C.; BRAU-AGUADÉ, E. Sistema de instrumentación mecánico Lightspeed. Oper. Dent. Endod. v. 1, n. 3, p. 21-5, 1997a.
36. ROYG-CAYÓN, M.; PUMAROLA-SUÑÉ, J.; BRAU-AGUADÉ, E.; CANALDA-SAHLI, C. Instrumentación con Quantec series 2000. Oper. Dent. Endod. v. 1, n. 1, p. 6-9, 1997.
37. ROIG CAYÓN M.. Sistema ProFile ISO .04 - .06. Descripción de la Técnica de Uso. Oper. Dent. & Endod. 2(1): 6, 1998.

38. SAQUY, P.C.; PÉCORA, J.D. Orientação profissional em odontologia. 1^a ed. São Paulo, Livraria Santos Editora LTDA, 1996.
39. SHADID D.B., DDS, MSD; NICHOLLS J.L., PhD; and STEINER J.C., DDS, MSD. A Comparison of Curved Canal Transportation with Balanced Force Versus Lightspeed. JOE. 24(10): 651-654, 1998.
40. SCHÄFER, E.; TEPEL, J.; HOPPE, W. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 2: Instrumentation of curved canals. J. Endodon. v. 21, n. 10, p. 493-7, 1995.
41. SCHÄFER E., Priv. Doz. DMD; and LAU R., Cand. Med. Dent. Comparison of Cutting Efficiency and Instrumentation of Curved Canals with Nickel-Titanium and Stainless-Steel Instruments. JOE. 25(6): 427-430, 1999.
42. SCHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. D. Clin. N. Amer. v. 18, n. 2, p. 269-96, 1974.
43. SERENE, T.P.; ADAMS, J.D.; SAXENA, A. Nickel-titanium instruments - applications in endodontics. 1^a ed. St Louis, Ishiyaku Euroamerican Inc. 1995.
44. SIQUIERA Jr. J.F., DDS, MSc, PhD; LIMA K.C., DDS, MSc; MAGALHÃES F.A.C.; LOPES H.P., DDS, LD; and DE UZEDA M., DDS, MSc, PhD. Mechanical Reduction of Bacterial Population in the Root Canal by Three Instrumentation Techniques. JOE. 25(5): 332-335, 1999.

45. SPENST, A; KAHN, H. The use of a plastic block for teaching root canal instrumentation and obturation. *J. Endod.* v. 5, p. 282-4, 1975.
46. THARUNI, S.L.; PARAMESWARAN, A.; SUKUMARAN, V.G. A comparison of canal preparation using the K-file and Lightspeed in resin blocks. *J. Endodon.* v. 22, n. 9, p. 474-6, 1996.
47. THOMPSON, S.A.; DUMMER, P.M. Shaping ability of NT engine and McXim rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 1. *Int. Endod. J.* v. 30, n. 4, p. 262-269, 1997.
48. THOMPSON, S.A.; DUMMER, P.M. Shaping ability of ProFile .04 taper series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 1. *Int. Endod. J.* v. 30, n. 1, p. 1-7, 1997c. 2. *Int. Endod. J.* v. 30, n. 1, p. 8-15, 1997.
49. THOMPSON, S.A.; DUMMER, P.M. Shaping ability of Quantec Series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 1. *Int. Endod. J.* v. 31, n. 4, p. 259-67, 1998a. Part 2. *Int. Endod. J.* v. 31, n. 4, p. 268-74, 1998.
50. TRONSTAD, L.; NIEMCZYK, S.P. Efficacy and safety tests of six automated devices for root canal instrumentation. *Endod. Dent. Traumatol.* v. 2, n. 6, p. 270-6, 1986.
51. WALIA, H; BRANTLEY, W.A.; GERSTEIN, H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *J. Endod.* v. 14, n. 7, p. 346-51, 1988.

52. WALTON, R.E., DMD, MS; TORABINEJAD, M., DMD, MSD, PhD.
Endodoncia Principios y Practica. 2da Edición, Capitulo 13, pagina 215,
1996.
53. WEINE, F.S.; KELLY, R.F.; LIO, P.S. The effect of preparation procedures
on original canal shape and apical foramen shape. J. Endod. v.2, n. 10, p.
298-303, 1976.
54. ZMENER, O.; BALBACHAN, L. Effectiveness of nickel-titanium files for
preparing curved root canals. Endod. Dent. Traumatol. v. 11, n. 3, p. 121-3,
1995.
55. Homepage Dentsply/Tulsa: www.tulsadental.com
56. Homepage Infomed:
www.infomed.es/dental/oconnet/revistas/lightspeed/
57. Homepage Tycom: www.tycomendo.com