



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

REVISIÓN BIBLIOGRAFICA DE LA
PREPARACIÓN BIOMECÁNICA
EMPLEANDO LIMAS DE NÍQUEL-TITANIO
ROTATORIAS

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A :

HECTOR DANIEL VARA PINEDA

DIRECTOR: C. D. JAIME VERA CUSPINERA
ASESOR: C. D. ENRIQUE SANTOS ESPINOZA.





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
Por haberme hecho miembro de la máxima casa de estudios.

A LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
Por aquellas enseñanzas, que hoy me permiten presentar esta tesina.

AL C. D. JAIME VERA CUSPINERA
A quien agradezco haya compartido sus conocimientos durante la carrera y la paciencia en la elaboración de la tesina.

AL C. D. ENRIQUE SANTOS ESPINOZA
Maestro ejemplar de la universidad, a quien no pude robarle muchos conocimientos.

DEDICATORIAS.

A MI ABUELITA JOSEFINA †
En donde te encuentres, este trabajo es para ti.

A MIS PAPAS: MARGARITA Y HECTOR
A quienes agradezco mi formación profesional y personal.

A MIS HERMANOS: ANABEL, ASENET Y MARCO.
Personas que despiertan en mí, el motivo de vida cada día.

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO I. LIMPIEZA Y CONFORMACION DE LOS CONDUCTOS RADICULARES. 1

- o Limpiar por completo el sistema radicular. 5
- o Crear una forma cónica en el conducto. 9
- o Conservar la constricción apical. 10

CAPITULO II. INSTRUMENTOS EMPLEADOS EN LA PREPARACIÓN BIOMECÁNICA.

- o Evolución de los instrumentos endodonticos. 13
- o Níquel-Titanio en endodoncia. 17

CAPITULO III. SISTEMAS ROTATORIOS EMPLEADOS EN LA PREPARACIÓN BIOMECÁNICA.

- o Quantec Serie 2000. 22
- o Lightspeed. 29
- o ProFile® .04/.06 36

CAPITULO IV. SISTEMA GT™ Rotary Files. 47

CONCLUSIÓN 54

BIBLIOGRAFÍA 59

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los tratamientos a nuestros pacientes han ido evolucionando hacia un enfoque multidisciplinario, en el cual confluyen conceptos de funcionalidad unidos a la estética, con la intención de satisfacer las cada vez más exigentes necesidades de los pacientes. Es por ello, que el profesional de la odontología esta obligado a especializarse y también a mantenerse actualizado.

La Endodoncia es el área dentro de la Odontología, que ha sufrido una mayor transformación tanto en conceptos como en técnicas, buscando en estos y aquellas una situación clínica más fácil y accesible para el práctico general. Los nuevos diseños de instrumental, los nuevos materiales y las nuevas técnicas, nos dan una calidad óptima en la reparación y sellado de conductos.

Durante los dos últimos decenios, ha habido una constante búsqueda para encontrar el más rápido, seguro y eficaz de los métodos de preparación y limpieza del conducto radicular. Hasta nuestros días la búsqueda se ha visto obstaculizada por la multiplicidad de configuraciones del conducto radicular, por la incapacidad de los instrumentos en acero inoxidable de efectuar una preparación uniforme de las paredes del conducto radicular y por la necesidad de intentar hacer penetrar el instrumento inicial hasta el ápice sin considerar las interferencias encontradas a lo largo del trayecto del conducto radicular.

En respuesta a estos problemas, han aparecido diversas técnicas que analizaremos, cuyo concepto principal es la preparación del conducto de la parte coronaria hacia el ápice o inversamente.

La introducción en el mercado de instrumentos en Níquel Titanio con una sección en "U" con sus propiedades ventajosas de resistencia y elasticidad, se presentan como una alternativa de instrumentación rotativa segura y eficaz

C A P I T U L O I

LIMPIEZA Y CONFORMACIÓN DE LOS CONDUCTOS RADICULARES.

LIMPIEZA Y CONFORMACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES

El objetivo de los procedimientos endodóncicos para la limpieza de los conductos consiste en eliminar todo remanente de tejido pulpar, toda sustancia química antigénica e inflamatoria y las bacterias. La falta de realización de estos objetivos acarrea el riesgo del fracaso del tratamiento a corto plazo y también genera inflamación perirradicular, inflamación persistente o ambas.²²

Aunque para algunos autores como Walton²⁴ e Ingle²⁵ el objetivo, es reducir de manera significativa todo aquel irritante que pudiera potencializarse como son: bacterias, productos bacterianos de desecho, tejido necrótico, desechos orgánicos, tejido vital, productos salivales de desecho, hemorragia y otros.

El objetivo de los procedimientos endodóncicos de modelado o conformación consiste en ayudar a limpiar los conductos y —lo que es más importante— a crear una forma de éstos que permita el relleno total y controlado de todo el sistema de conductos radiculares, en todas las dimensiones.

Walton²⁴ nos menciona la definición que hace Schilder de manera general acerca de la preparación de conductos como: "Es preciso limpiar y preparar los conductos radiculares: limpiarlos de residuos orgánicos y prepararlos para recibir una obturación tridimensional hermética de todo el conducto radicular"

Casi todas las dificultades que encuentran los operadores para obturar se relacionan en realidad con malos logros en el modelado. Los conductos simples mal conformados son difíciles o imposibles de obturar en forma

satisfactoria, pero incluso sistemas radiculares extremadamente complejos pueden ser sellados con facilidad cuando se les prepara con habilidad. Existen conceptos, procedimientos e instrumentos que pueden darle al clínico resultados previsibles en limpieza y conformación.²²

OBJETIVOS

La preparación de los conductos radiculares, según Ingle²⁵ debe cubrir con dos objetivos: 1) el desbridamiento completo del sistema de conductos radiculares y 2) la conformación específica de la preparación del conducto radicular para dar cabida a algún tipo específico de obturación. Teniendo como objetivo final el sellado total del espacio diseñado.

Cohen²² sugiere algunos objetivos clínicos que deben ser alcanzados para obtener resultados constantes y predecibles en la limpieza y modelado. Los objetivos de todo procedimiento de limpieza y modelado son:

1. *No dañar.*
2. *Limpiar por completo el sistema de conductos.*
3. *Crear una preparación de conducto radicular que sea de forma cónica o ahusada.*
4. *Conservar el estrechamiento apical pequeño y en su posición original.*

o NO DAÑAR

Lamentablemente, las lesiones iatrogénicas en el sistema de conductos radiculares son bastante frecuentes, por lo general sin que lo advierta el propio causante. Esto se debe sobre todo a la natural complejidad anatómica, la pequeñez y lo recóndito de los conductos radiculares. Los siguientes requerimientos clínicos resultan esenciales para evitar producir daño:

Suponer que todos los conductos tienen curvatura.

Los conductos radiculares pueden tener curvas drásticas, muy marcadas, en casi cualquier posición de la raíz. Puede tener curvaturas múltiples; o incluso leves y marcadas en una misma raíz.

Pero todos los conductos radiculares tienen alguna curvatura. Aún aquellos aparentemente "rectos", por lo general están curvados en cierto grado en el tercio apical.

En consecuencia, es importante recordar que el sistema de conductos radiculares tiene millares de variaciones, muchas de las cuales quedan ocultas en la radiografía.

Evitar la instrumentación agresiva en el ápice.

Las lesiones apicales pueden ser evitadas siempre si el clínico está entrenado para evitar la instrumentación agresiva en apical, que no es algo fácil de conseguir. Nuestro impulso natural nos hace llevar cada instrumento hasta su posición final en el conducto, de modo que continuamente sentimos la tentación de empujarlos cuando no entra de forma pasiva.

Mientras que la zona coronaria de los conductos puede ser conformada en forma segura (con instrumentos y procedimientos correctos) usando técnicas más agresivas, la región apical requiere de mayor delicadeza. Lo que se necesita es fineza, no fuerza.

Precurar las limas con exactitud

Las curvaturas de conductos que permanecen ocultas son comunes, y las limas rectas no ofrecen la posibilidad de diagnosticar y localizar esos obstáculos. Además las limas no precurvadas usadas en conductos curvos no brindan por retroalimentación, información de origen táctil acerca del diámetro y el estado de la anatomía del conducto en apical.

El uso de las limas precurvadas con técnicas pasivas de instrumentación apical permiten al clínico tener la seguridad, de que el extremo de la raíz está libre de detritos, aunque la constricción apical se mantiene pequeña.

Una lima precurvada en forma correcta tiene las siguientes características: está doblada grácilmente, está doblada hasta su extremo y su curva reproduce la del conducto en el nivel donde esa lima debe operar.

Evitar el bloqueo del ápice

Si durante la instrumentación la parte final de los conductos radiculares queda bloqueada se pierde el control en la delicada región apical y aumenta la posibilidad de iatrogenia. Cuando se produce el bloqueo se hace muy difícil evitar que más desechos pulpareos o dentinarios sean compactados donde termina el conducto; en consecuencia, se hace imposible conservar la longitud operatoria.

Evitar el modelado excesivo de los conductos

La filosofía de la limpieza y modelado o conformación ha evolucionado hacia la creación de formas más amplias en los dos tercios coronarios de los conductos radiculares y su obtención debe hacerse de forma segura.

En época reciente los fabricantes introdujeron muchos detalles de seguridad en innovaciones del diseño de limas, entre ellas, una sección transversal en "U" con una nivelación "radial land" y una punta modificada con eliminación del ángulo de transición o punta no activa, destinadas a impedir perforaciones laterales en raíces sumamente curvas y llevar residuos de dentina al periapíce.

Formarse la imagen tridimensional de los conductos, a través de los datos visuales y táctiles.

Todo endodoncista hábil es capaz de formar imágenes mentales precisas del

sistema de conductos radiculares en el que está trabajando. Con el uso de sofisticados conceptos anatómicos, aguda sensibilidad táctil en el uso de los instrumentos y radiografías preoperatorias e intraoperatorias con diferente angulación, el clínico experimentado se construye en forma progresiva un modelo mental tridimensional del sistema de conductos radiculares mientras trata el caso, hasta que finalmente la película posobturación revela la verdadera anatomía de esa raíz en particular.

Cuando estos conceptos, incorporados en la filosofía de "no dañar", se integran al caudal de procedimientos de un profesional, se desarrolla una sinergia que permite comprender con más exactitud el sistema de conductos de cada raíz, con lo cual se abre un nuevo mundo de la endodoncia clínica.²²

o LIMPIAR POR COMPLETO EL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES.

Pocos odontólogos ponen en duda la importancia de limpiar el sistema de conductos radiculares, pero en cuanto a los pasos específicos y prácticos para lograrlo no hay consenso.²²

Fundamentación biológica de la longitud operatoria.

El uso de procedimientos para determinar con exactitud la ubicación de terminación de cada conducto bajo tratamiento es conceptualmente válida y clínicamente posible. El punto clínicamente más relevante para la longitud operatoria es la constricción apical, a despecho de que sea de dentina o de cemento. Desde una perspectiva biológica no es racional terminar el tratamiento en este punto, porque dentro del conducto mismo hay una irrigación sanguínea relativamente limitada; mientras que del lado periapical de la constricción la irrigación sanguínea es excelente. La limpieza y conformación hasta la constricción apical eliminará más probablemente el

contenido patogénico del conducto en las áreas avasculares situadas dentro de la estructura radicular.

Es deseable el uso de la constricción apical como punto para la longitud operatoria, ya que significa que la terminación de la preparación estará situada en el menor diámetro del conducto, lo que hace óptimo el sellado apical al obturar después del conducto.

El tratamiento de conductos hasta 1 o 2 mm antes de la constricción apical puede dejar 2 a 4mm sin tratar, con lo que aumenta en grado significativo la posibilidad de infección periapical o inflamación persistente o ambas.

Pasaje de limas hasta la terminación del conducto.

Como dejar sin limpiar alguna parte del sistema de conductos radiculares puede llevar al fracaso eventual del tratamiento endodóncico, el objetivo principal de los procedimientos de limpieza y modelado debe ser llegar, cueste lo que costare, hasta la terminación del conducto radicular natural.

Al comienzo los conductos son tan estrechos que se requieren muy pocos detritos para producir un bloqueo inadvertido cerca de la constricción apical. Los lubricantes ayudan a emulsionar los muñones de la pulpa apical y a mantener en suspensión las partículas dentinarias (producidas por el limado); en ese sentido son mucho mejores que los irrigantes acuosos.

Longitud de pasaje.

Aunque es mejor terminar con los procedimientos de modelado en la constricción apical, la longitud hasta la que se debe insertar las limas de pasaje es algo diferente. La importante función de la lima de pasaje consiste en confirmar de forma absoluta que la terminación del conducto radicular

está despejada. Sin embargo, al principio del tratamiento la posición exacta de la constricción apical puede ser difícil de determinar con exactitud.

A pesar de que muchas veces este punto se halla a 0.25-0.5mm más allá de la terminación del conducto, el movimiento de las limas de pasaje delgadas hasta esa longitud garantiza la franqueabilidad apical y produce en el paciente un escaso o nulo dolor postoperatorio.

Métodos prácticos para determinar con exactitud la longitud del conducto.

La determinación de la longitud exige un cuidadoso trabajo de detección. El clínico solo podrá discernir la verdadera terminación de los conductos radiculares cotejando diversas evidencias confirmatorias.

Por sí solos, ni las radiografías, ni las técnicas con localizador electrónico de ápices, percepción táctil o con conos de papel permiten determinar con precisión la longitud que se requiere para tener resultados predecibles en endodoncia. Solo mediante el uso de dos o más de estas técnicas se podrá medir la longitud de los conductos con eficiencia y constancia.

Una vez determinada la longitud de trabajo de un diente, hay que mantener todos los instrumentos dentro de los límites del conducto.²⁶

Conservación de la longitud operatoria.

La determinación exacta de la longitud operatoria es imperativa para el control apical, pero también lo es conservarla durante todo el procedimiento. Esto podrá ocurrir siempre cuando se usen con frecuencia limas de pasaje e

irrigación abundante. También es importante usar puntos de referencia claros y diferenciados para cada conducto.

Irrigantes.

Para Weine²⁶ la terapéutica endodóncica debe acompañarse siempre de un entorno húmedo en los conductos que permita la afluencia de los residuos intraconducto y favorezcan la lubricación durante la limpieza.

El tratamiento endodóncico ideal requiere la ejecución de cuatro procedimientos que los irrigantes pueden llevar a cabo:^{22,25.}

1. Desbridamiento grueso.
2. Eliminación de los microbios.
3. Disolución de los remanentes tisulares.
4. Remoción de la capa de detritos adheridos.

Las investigaciones citadas por Cohen²², acerca de la irrigación demostraron que los factores más importantes para disminuir los restos dentinarios en el conducto son la frecuencia y el volumen del irrigante usado. Asimismo cita que los resultados de la irrigación también se mejoran con el aumento cuidadoso de la profundidad de penetración de la aguja durante la irrigación.

Las investigaciones citadas por Cohen y Burns²² han demostrado con claridad que lo más difícil es irrigar para eliminar detritos del tercio apical. También citan algunos investigadores como Abou-Rass, Cunningham y Hand RE, que coinciden que el NaOCl es un agente antibacteriano de lo más eficaz.

El trabajo referido por Cohen y publicado por Baumgartner y Mader confirmó que el NaOCl en concentraciones del 2.5% hasta 5.25% es extremadamente

efectivo para eliminar tejido pulpar de las paredes dentinarias, incluso las que no fueron tocadas por las limas siempre que se usen en concentraciones adecuadas.²²

La remoción de las capas de detritos adheridos requiere de alguna forma de agente quelante (EDTA, ácido cítrico, ácido fosfórico), aunque algunos estudios elaborados por Ahmad M. y Camerón JA. y citados por Cohen²² muestran que se las puede eliminar con el empleo de concentraciones adecuadas de NaOCl cuando se lo combina con vibración ultrasónica.

Es probable que el punto más importante de los comprobados por la investigación de Baumgartner y Mader sea que *con los instrumentos damos forma a los conductos, pero los limpiamos realmente con los irrigantes.*

o **CREAR UNA FORMA CÓNICA EN EL CONDUCTO RADICULAR.**

Walton²⁴ en su capítulo sobre limpieza y preparación de conductos menciona que Schilder resume los principios de preparación como: *Producir una forma cónica continua desde la porción apical hasta la coronal. La preparación coronal debe ser tan pequeña como sea práctico y quedar en su posición espacial original:* Al mismo tiempo establece que la conicidad lograda debe bastar para permitir la penetración profunda de los espaciadores o instrumentos que se utilicen al obturar con gutapercha.

La preparación debe ensanchar el conducto, manteniendo al mismo la configuración pre-operatoria general, pero desarrollando al mismo tiempo la forma más adecuada para la obturación²⁵, pudiera parecer que la conservación de la configuración original del conducto carece de importancia

pero al analizar el problema, esta incluye la constricción apical, cuya obturación es el objetivo primordial de la terapéutica endodóncica.

Instrumentación seriada

Un acceso en línea recta queda claro que es necesario para un abordaje más adecuado que permita el ensanchamiento de los conductos radiculares. La preparación seriada consiste en el uso de una serie de instrumentos cada vez mayores, que se adaptan cada vez más lejos de la terminación del conducto preparado. En otras palabras en lugar de hacer llegar todos los instrumentos hasta la misma profundidad, el odontólogo usa el instrumento sólo hasta donde puede adaptarlo con seguridad, penetrando hasta la terminación del conducto solamente las limas más pequeñas y usando los instrumentos más grandes sólo en el nivel del orificio de entrada del conducto.

o CONSERVAR PEQUEÑA LA CONSTRICCIÓN APICAL Y EN SU POSICIÓN ORIGINAL.

La calidad de la preparación apical determina en gran parte la eficacia del sellado apical.²²

Esta parte de la preparación de conductos es algo impresionante, ya que el tercio apical de los conductos radiculares por lo general no se ve muy bien en las radiografías. Esta región anatómica aloja más conductos laterales y accesorios, más curvaturas y más posibilidades de daño irreversible que los dos tercios coronarios del sistema de conductos.

Cuanto más grande sea la preparación apical, más riesgo habrá de dañar el ápice. Los instrumentos más grandes son más rígidos y agresivos que las limas más chicas, por lo cual crece la posibilidad de desviar la vía original del

conducto y perforar o incluso fracturar el tercio apical de la raíz, como consecuencia del efecto de cuña sobre esta frágil estructura radicular.

Cohen²² refiere que para Dummer y Green la terminación de los conductos radiculares es originalmente bastante pequeña (0.1- 0.2mm en raíces chicas); no es necesario ensancharla por demás para limpiarla o sellarla con gutapercha.

La violación de la constricción apical por sobreinstrumentar los conductos, origina una serie de complicaciones que van desde: 1) la inflamación aguda del tejido periapical causadas por lesiones de los instrumentos o por la sobreextensión de los residuos hacia los tejidos, 2) inflamación crónica por la presencia de un cuerpo extraño (material de obturación forzado) y 3) incapacidad de condensar el material de obturación por la pérdida de la constricción.²⁵

El segundo objetivo en importancia de las técnicas de preparación apical, es el de no hacer pasar por la constricción ninguna otra lima que las de pasaje; de lo contrario se perdería la forma de resistencia apical. Desde el punto de vista biológico, la constricción apical constituye el punto de transición fisiológica entre la escasa o nula irrigación sanguínea dentro del conducto radicular y la excelente irrigación de los tejidos perirradiculares, a despecho de la ubicación de la unión cemento dentinaria.²²

La preparación del conducto radicular con forma cónica tiene varias ventajas, pero las mayores son las que aporta en el tercio apical. La forma que se va angostando hacia el ápice permite una instrumentación completa, aplicándose en los 2mm más apicales sólo las limas más delgadas y flexibles, lo que da como resultado menos translación iatrogénica del conducto. La forma natural de la terminación del conducto (cónica)

proporciona una resistencia apical ideal, que permite una firme presión de condensación sin sobreextensión del material de obturación.

El simple hecho de que los 2mm apicales permanezcan permeables hasta que haya sido creada toda la forma del conducto aporta un gran beneficio para la percepción táctil, cuando nos acercamos a la frágil terminación apical.²²

CAPITULO II

INSTRUMENTOS EMPLEADOS EN LA PREPARACIÓN BIOMECÁNICA.

EVOLUCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS ENDODONCICOS.

Un importante paso en el tratamiento endodóncico es la instrumentación e irrigación en los conductos radiculares, conocida como preparación biomecánica, cuyo objetivo es preparar la cavidad pulpar para recibir el material obturador.²³

Hasta 1958, poco se hizo para tratar de mejorar la calidad o estandarización de los diversos instrumentos, fue entonces cuando se tomaron en cuenta los datos sobre tamaño inadecuado, escasa resistencia y flexibilidad, baja calidad de materiales empleados para su fabricación y falta de congruencia en el calibre, ya que la mayoría tenía numeración aberrante y confusa, con aumentos bruscos en los diámetros.

Fue durante 1958^{23,25,26}, durante la Segunda Conferencia Internacional de Filadelfia, que Ingle y Levine, presentan un trabajo en donde se establecen lineamientos a seguir en la fabricación de los instrumentos, estos son:

- o *La numeración de los instrumentos es de 8 al 140. Esta numeración corresponde al número de centésimas de milímetro del diámetro menor del instrumento en su parte activa, llamado D1.*
- o *El diámetro mayor de la parte activa del instrumento, llamado D2, tiene siempre 0.3mm (tres décimas de milímetro o 30 centésimas de milímetro), más que el diámetro menor o D1, el cual debe encontrarse según el fabricante a 16mm.*

- o *Cada instrumento tendrá la misma uniformidad en el incremento de su conicidad a lo largo de su parte activa o cortante.*

Estas modificaciones introducidas en los instrumentos, aunadas a la mejor calidad de material empleado en su fabricación, perseguía como finalidad primordial, facilitar la fase de preparación biomecánica.

En ese tiempo se llevó a cabo un estudio en la Universidad de Michigan, el cual fue guiado por un estudiante de postgrado John Bucher y un equipo de trabajo del departamento de endodoncia. En este trabajo se investigaron las características y propiedades con que se fabricaban y expendían al comercio los dos tipos de limas más conocidos en el medio odontológico mundial. Todo ello se deriva por la constante preocupación de la rotura de los instrumentos, por lo que se sugería que todo operador debería estar familiarizado con las características estructurales, dimensionales y físicas de los instrumentos con los cuales trabajaba.^{23,25.}

Un comité formado por la Federación Dental Internacional y la Organización Internacional de Estandarización clasificó los instrumentos para conductos radiculares, según su forma de empleo, en cuatro grupos:

Grupo I. Instrumentos de uso únicamente manual: limas tanto tipo K, como tipo H, ensanchadores tipo K, sondas barbadadas o tiranervios; condensadores y espaciadores.

Grupo II. Propulsión mecánica tipo de seguro: con el mismo diseño del grupo I, pero fabricados para insertarse en una pieza de mano. También se incluyen en este grupo los léntulos.

Grupo III. Propulsión mecánica tipo de seguro: taladro o ensanchadores como los Gates-Gliden, Peeso y el instrumento Kurer para desbastar raíces.

Grupo IV. Puntas para conducto radicular: gutapercha, plata, papel.^{23,25.}

Los fabricantes de productos dentales, sabedores del crecimiento de la demanda de tratamientos de conductos y del creciente número de clínicos preparados para ofrecer servicio endodóncico, han presentado numerosos productos nuevos, que pretenden reducir el tiempo operatorio y la fatiga, y también otros destinados a facilitar medios más eficientes y eficaces. Aunque la mayoría de estos productos pueden considerarse nuevos en la endodoncia, muchos de ellos ya estaban en uso en otros campos de la odontología y de la industria y fueron adaptados para propósitos endodóncicos²²; tal es el caso de los instrumentos fabricados en Níquel Titanio.

Por otra parte, el reciente resurgimiento en la popularidad de los sistemas mecanizados o automatizados de preparación y sellado del sistema de conductos radiculares puede ser interpretados como la preferencia de la profesión por mejorar la rapidez o la eficiencia del tratamiento, así como la precisión o exactitud en los procedimientos endodóncicos.²²

Se han diseñado muchos sistemas mecanizados para ensanchar sistemas de conductos. Se les puede dividir en tres grupos: 1) instrumentos rotatorios para ser utilizados en piezas de mano convencionales, "fresas Gates-Gliden, Pecho" 2) limas, escariadores y tiranervios para ser usados en piezas de mano especiales con movimiento de vaivén, que son utilizados en sistemas neumáticos como MicroOmega. 3) instrumentos usados en aparatos endodóncicos vibratorios o de ultrasonido y 4) instrumentos rotatorios de níquel-titanio que utilizan contra-ángulos de reducción o micromotores eléctricos

En la última década han aparecido, sistemas de instrumentación de conductos que han resultado ser muy útiles y eficaces, pero muchos otros resultan obsoletos y perjudiciales.

Weine²⁶ cita que estos sistemas han experimentado mejoras en tres aspectos:

1. Aumento de la flexibilidad por una modificación del diseño de las limas.
2. Aumento de la flexibilidad por una modificación de los metales usados en la fabricación.
3. Supresión de espirales o modificaciones en la punta de las limas.

Entre 1992 y 1993 aparecen los Lightspeed canal master, un aparato que funciona a una velocidad constante de 750 a 2000 rpm y trabaja con instrumentos de níquel-titanio, más resistentes a la fatiga por estrés y más flexibles que el acero.²³

NIQUEL-TITANIO EN ENDODONCIA.

Se presume que en 1960 fue desarrollada la aleación de níquel-titanio por W.F. Buehler, un metalúrgico que investigaba aleaciones para el laboratorio naval de USA.²⁷

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 procedimientos que se producen en el transcurso de la instrumentación, especialmente en conductos radiculares curvos, se relacionan con la rigidez de estas aleaciones de acero.⁴

Hasta hace muy poco, los metales o aleaciones utilizadas para la fabricación de los instrumentos de endodoncia merecieron escasa atención. El desarrollo del níquel-titanio en los últimos 60 años proporcionó a la profesión dental un nuevo y exclusivo metal con una potencial utilidad para el uso en endodoncia.

Simón Civjan¹⁹ y colaboradores en 1975, trabajando para el Instituto de Investigación Dental del Ejército de los Estados Unidos de América del Centro Médico del Ejército Walter Redd, fueron los primeros en investigar y sugerir que la aleación de níquel-titanio poseía propiedades que se ajustaban bien a los instrumentos endodóncicos, todo esto tras realizar una serie de seis experimentos donde comprueban su resiliencia, elasticidad, deformación y maleabilidad de la aleación. Glickman⁴ y Boonrat⁵ citan que Walia, Brántley y Gerstein en 1988 refirieron por primera vez el uso de un sistema metalúrgico totalmente nuevo, el alambre de ortodoncia de Nitinol, para la fabricación de limas de endodoncia. Los resultados de sus pruebas mecánicas mostraron que las limas de Nitinol 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. Estos resultados sugirieron que las limas endodóncicas de níquel-titanio (Nitinol) podrían ser especialmente útiles para la preparación de conductos radiculares curvos.

Fabricación del Níquel-Titanio

Pese a que las primeras limas de NiTi se fabricaron a partir de alambres de ortodoncia, la composición y el procesado metalúrgico del NiTi se han adaptado para el uso endodóncico. Las fórmulas 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 de vacío²⁷. Hay escasos centros capaces de producir lingotes de NiTi. Quality Dental Products (QDP), en los EE.UU. han desarrollado varias formulaciones de aleación NiTi basándose en la combinación de flexibilidad y resistencia a la fractura deseadas. Se utilizan diferentes composiciones para diferentes tamaños de limas, por ejemplo, fórmulas más rígidas para los calibres pequeños, y más flexibles para los calibres grandes. De cara a mantener las propiedades pseudoelásticas/superelásticas del NiTi, podemos asumir que la composición de las aleaciones se mueve en torno a porcentajes del 55% Ni y 45% Ti en peso, y en algunas aleaciones de NiTi un pequeño porcentaje menor del 2% de níquel es sustituido por Cobalto²⁷. En 1991 se llevó a cabo por QDP un análisis de elementos de una barra de NiTi del calibre 0.40 utilizadas para hacer limas tipo K de NiTi de QDP, de los calibres 50, 55 y 60. el análisis mostró una composición del 58.01% de Ni y 41.9% de Ti en peso.⁴

Uso de los instrumentos de NiTi.

Los instrumentos fabricados con esta aleación, conocidos como limas de

NiTi, poseen la capacidad de recuperar su forma original aunque se doblen exageradamente y se mantengan en esa posición durante mucho tiempo y como apenas oponen resistencia a la presión, casi no modifican la forma del conducto cuando son empleadas de forma manual, por esta misma razón la preparación obtenida resulta ser mínima; a consecuencia de esto, se recomienda utilizarlas con piezas de mano.²⁶

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 conductos, transportes apicales, escalones y perforaciones. La flexibilidad de las limas de NiTi hace posible el uso de instrumentación mecánica, que hace esperar un incremento de la eficacia y velocidad. Las limas para instrumentación mecánica deben diseñarse de modo que prevengan un excesivo enclavamiento de las mismas en las paredes del conducto, y la tendencia a atornillarse en el mismo.

Para lograrlo, se siguen en general dos diseños. Uno es la lima Mac. Se ha referido que esta lima previene el enclavamiento indeseado en las paredes del conducto mediante la presencia en la misma de espirales no paralelos en los ángulos helicoidales diferentes, que giran alrededor del vástago a ángulos diferentes. La acción de dos hojas de corte de angulación diferente mantiene la lima holgada en el conducto. El otro diseño, las limas "U" se fabrican mediante el labrado de tres surcos equidistantes alrededor del vástago. Entre cada surco queda una porción del vástago sin labrar, constituyendo los apoyos radiales. Ambos diseños de limas aplanan las paredes del conducto y dan lugar a un conducto final alisado. Además de los diseños generales antedichos, también se fabrican limas de Lightspeed, de especial diseño. En realidad esta lima es la versión mecánica de las de Canal Master U de NiTi.

Investigaciones.

Las investigaciones realizadas durante (1987-1993) sobre las limas de NiTi se llevaron a cabo por Quality Dental Products y el College of Dental Medicine de la Universidad Médica de Carolina del Sur. Algunos fabricantes con la finalidad de argumentar su producto han dado a conocer investigaciones o ensayos realizados por ellos mismos.

Existen referencias de fracturas de instrumentos durante la instrumentación mecánica con limas de NiTi. Hay estudios que indican que la resistencia torsional de las limas de NiTi es comparable al acero inoxidable, y que se producen rotaciones horarias de 479° a 1218° previo a la fractura. La velocidad de rotación es crítica cuando utilizamos los instrumentos mecánicos, recomendándose no superar las 300 rpm cuando utilicemos instrumental de NiTi. Incluso a la baja velocidad de 300 rpm (5 revoluciones por segundo, o 1800° por segundo), probablemente el operador no tendrá tiempo a reaccionar ante un posible enclavamiento de las limas en las paredes del conducto. Ello implica que, posiblemente, las curvaturas severas (45°) y múltiples se instrumentan mejor con las limas de NiTi manuales.

La rotación hasta la fractura (deflexión angular máxima) de las limas de NiTi es más importante cuando hablamos de instrumentación rotatoria mecánica. Glickman⁴ refiere que Walia y cols. describen en su estudio original que una lima de Nitinol de calibre 15 se podía someter a una media de 2.5 revoluciones en sentido horario (900°) antes de la fractura, frente a las 1.75 revoluciones (630°) de las de acero. En la rotación antihoraria, las limas de NiTi calibre 15 se podían retorcer 1.25 revoluciones (450°) mientras que las de acero inoxidable sólo 0.5 a 0.75° (alrededor de 225°). Camps y Pertot quienes son citados por Glickman⁴ compararon la deflexión angular máxima de cuatro tipos de limas de NiTi y las compararon con una lima K de acero inoxidable. Todas las limas superaron los valores mínimos de la

especificación no. 28 para deflexión angular máxima (360° para todos los tamaños). La deflexión angular a la fractura osciló entre 479° y 1218°, con el acero inoxidable fracturándose en general en un rango de valores semejantes al de NiTi.

Sarina y cols.²⁸ después de analizar técnicas de instrumentación manuales y rotatorias, concluyeron que el movimiento rotacional de la lima asociado a la instrumentación mecánica podría extruir menos restos al periápice que otras técnicas. Los instrumentos Lightspeed y ProFile® 0.4 produjeron menor acumulo de restos, pero sin alcanzar significancia estadística.

Una serie de estudios publicados en 1993 a 1996 y citados por Glickman⁴ apoyan la capacidad de las limas de NiTi, manuales o mecánicas, para mantener mejor la curvatura de los conductos, y producir menos transporte durante la instrumentación.

Glickman⁴ hace una revisión a una serie de estudios que indican que la instrumentación in vitro con limas manuales de NiTi es menos eficaz que con la instrumentación con limas K de acero inoxidable. La velocidad con que se puede completar la instrumentación manual ha sido también estudiada y de esto hace una comparación de estudios que refieren una mayor velocidad con las limas manuales de NiTi, mientras otros refieren una menor velocidad de trabajo.

Se han comparado la velocidad de la instrumentación mecánica con NiTi con la instrumentación manual utilizando limas de NiTi y las de acero inoxidable mostrando que la instrumentación mecánica con NiTi fue significativamente más rápida que las otras técnicas utilizadas.

CAPITULO III

SISTEMAS ROTATORIOS EMPLEADOS EN LA PREPARACIÓN BIOMECÁNICA .

QUANTEC SERIES 2000

Este sistema de instrumentación fue introducido por Mc Spadden (NT Technologies, Chatannoga, Tenesse, EE.UU.)

Este sistema está pensado para instrumentar mecánicamente los conductos radiculares o bien también existe la versión manual del sistema. A estos instrumentos en su fabricación se les ha incorporado un nuevo diseño en la sección transversal, presentando una superficie de apoyo radial, y un sistema que dificulta el enclavamiento de los espirales en la dentina, a la vez que hace disminuir el riesgo de fractura del instrumento.

Los instrumentos presentan una diversidad de conicidades. El instrumental manual estandarizado presenta una conicidad estándar de 0.02mm. Actualmente existen sistemas que utilizan instrumentos con conicidades superiores llamadas "conicidades mayores", que permiten una mejor acción sobre la totalidad del conducto, obteniendo un efecto equivalente al obtenido en la técnica Crown-Down.¹⁸



Características de la sección de las limas QuanteC

Imagen obtenida de <http://www.infomed.es/rode/rode97/quanteC.html>.



Diferentes conicidades de los instrumentos Quantec.
imagen obtenida de <http://www.oralhealthjournal.com>.

PRESENTACIÓN

Las limas Quantec 2000 van numeradas del 1 al 10, cabe señalar que no siguen la norma ISO, y que corresponden a la secuencia de uso. Cada lima tiene diferente conicidad y calibre apical. Las limas del 2 al 10 se suministran en dos longitudes a 21 y 25mm., mientras la 1, sólo se fabrica en 17mm. Son limas fabricadas en Ni-Ti, y debe utilizarse en un contra-ángulo que gire en torno a las 300rpm.¹⁸

Para facilitar su identificación, las limas viene codificadas por colores. Los instrumentos de conicidad 0.02 (2,3,4,9 y 10) tienen el código de colores ISO. Los números con conicidad aumentada tienen unos colores especiales, por lo que, para facilitar su identificación, tiene un número diferente de anillos pintados en el mango; un anillo el número 5, dos el 6, tres el 7 y cuatro el 8. El número 1 presenta una conicidad de 0.06 y lo caracteriza el color morado y su longitud.

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 |

Tabla obtenida de <http://www.infomed.es/rode/rode97/quantec.html>.

TÉCNICA DE UTILIZACIÓN

Una vez realizado el acceso, la localización de conductos y su permeabilización, se debe establecer una longitud de trabajo aparente, establecida con la radiografía de diagnóstico, e iniciar la instrumentación de acuerdo a la siguiente secuencia¹⁸.

Etapa 1. Preensanchamiento coronal

La lima nº 1 deberá introducirse hasta donde encuentre resistencia (aproximadamente la mitad del conducto), recordando que la longitud de este instrumento no rebasa los 17mm.

La lima nº 6 (25/04) que presenta una longitud mayor hará una función similar que la anterior con la diferencia de trabajar más apicalmente. El uso de esta lima es opcional, pero favorece la preparación de los 2/3 coronarios.

Etapa 2. Conductometría.

Una vez trabajada la porción coronal, obtendremos la conductometría con una lima convencional y una radiografía, estableciendo la longitud de trabajo definitiva.

Etapas 3. Preparación apical inicial.

Ya establecida la longitud de trabajo, la secuencia a desarrollar será:

Lima n° 2 (15/02) a longitud de trabajo.

Lima n° 3 (20/02) a longitud de trabajo.

Lima n° 4 (25/02) a longitud de trabajo.

Al finalizar esta etapa del tratamiento, se habrá hecho la preparación apical hasta un calibre 25. A continuación debe aumentarse la conicidad del conducto, para favorecer la recepción del material de obturación, y para permitir la preparación de la porción apical con calibres mayores con menor riesgo de deformación.

Etapas 4. Modelado de los dos tercios coronarios.

Para lograr la conicidad que de cabida al material de obturación y concluir con la última etapa, los siguientes pasos son:

Lima n° 5 (25/03) a longitud de trabajo.

Lima n° 6 (25/04) a longitud de trabajo.

Lima n° 7 (25/05) a longitud de trabajo.

Lima n° 8 (25/06) a longitud de trabajo.

En esta etapa se prepara el conducto para darle la conicidad adecuada. Si se desea aumentar tal conicidad pueden emplearse otros sistemas o incluso trabajar con las mismas limas pero a una velocidad de 2000 rpm.

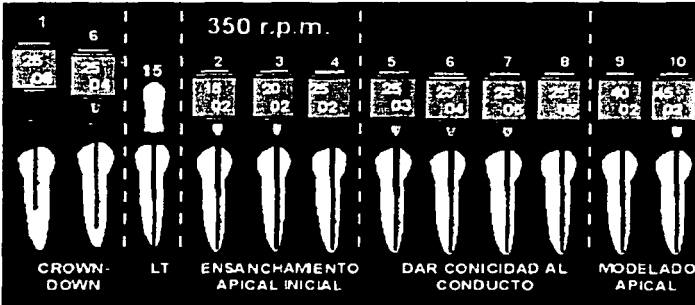
Etapa 5. Modelado apical final.

Si el conducto precisara de ser preparado a un mayor calibre en su porción apical, proseguiremos la preparación:

Lima nº 9 (40/02)

Lima nº 10 (45/02)

No es imprescindible el uso de ambas limas, su utilización dependerá de las características anatómicas del conducto.



Secuencia operacional de los instrumentos Quantec.

imagen tomada de <http://www.infomed.es/rode/rode97/quantec.html>.

CONSIDERACIONES GENERALES.

1. Al igual que en todas las técnicas, manuales o mecánicas, irrigar profusamente en un inicio con hipoclorito de sodio al 2.5%, alternándolo más adelante con EDTA u otros quelantes, que favorezcan la desinfección, lubricación y eliminación de detritos.
2. Instrumentar conductos secos o semisecos, podría acumular mas residuos en el tercio apical
3. Trabajar siempre a la velocidad indicada por el fabricante, el hacer caso omiso, repercute en la posibilidad de fractura de instrumentos o deformaciones en el conducto con daño irreversible

4. Trabajar siempre con un movimiento de avance y retirada del instrumento. Cuando se encuentre una dificultad para avanzar, volver 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.
5. Desechar las limas tras varios usos. Aunque no se ha fijado ninguna norma, la prudencia aconseja no reutilizar los instrumentos mecánicos de NiTi más de 6 veces. Si tratamos dientes con curvaturas muy severas, desechar los instrumentos tras un sólo uso, y plantearse utilizar la versión manual del sistema.
6. No utilizar los instrumentos in vivo hasta haber practicado suficientemente con ellos sobre dientes extraídos¹⁸, esto da al clínico la habilidad para su manejo y la percepción táctil se incrementa.

POSIBLES DEFECTOS

En estudio realizado por Boonrat y cols⁵, en donde el objetivo era el análisis de los tipos de defectos que pudieran ser observados en una sola marca de instrumentos rotatorios de níquel-titanio (Quantec 2000) desechados, después de haber sido utilizados por un especialista. Se observó que la mitad de todas las limas que se descartaron (378 limas) mostraban defectos visibles.

Los mayores defectos eran la fractura y el desgaste del instrumento, mientras que la curvatura del conducto y la superficie trabajada eran mínimas. El alto porcentaje de instrumentos fracturados se encontró en la lima n° 2 (37.7%) , mientras que la frecuencia más alta de desgaste era asociada a la lima n° 1 (49.2%).⁵

El punto de fractura de cada lima correspondió al punto de curvatura máxima. Estas características fueron usadas para analizar los tipos de fractura que ocurre clínicamente.

El defecto más frecuente observado era asociado con fuerzas torsionales que ocurrieron en el 39.9% de todas las limas, mientras que la fatiga a la flexión con fractura se observó en el 9.3% de los instrumentos.⁵

SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN MECANICO LIGHTSPEED.

El sistema de instrumentación Lightspeed se basa en la utilización de unos instrumentos con un diseño muy particular. Tienen una parte activa corta, una punta no activa y un vástago fino, lo que reduce la tensión en el instrumento, evitando deformaciones del sistema de conductos. Este efecto se ve además favorecido por tener la parte activa una sección en U (Fig.1a y 1b.), que determina la existencia de apoyos radiales que reducen hasta niveles ínfimos la tendencia a la deformación de las paredes. Estos instrumentos, fabricados en Ni-Ti, están diseñados para ser utilizados en un contra-ángulo, por rotación horaria, a una velocidad constante entre 750 y 2000 rpm. El Ni-Ti tiene, además de la conocida superelasticidad, una resistencia a la fatiga cíclica muy superior a la del acero inoxidable, lo cual es a priori muy favorable a la hora de utilizar instrumentos activados mediante un sistema mecánico. 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).¹⁷

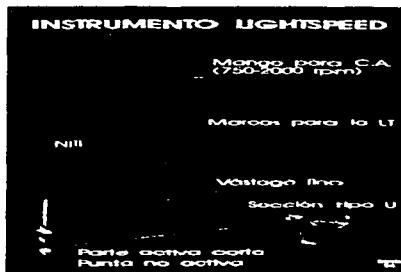
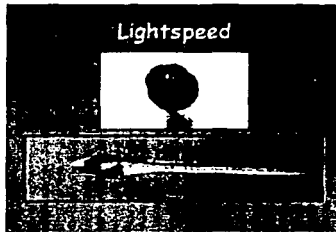


Fig. 1a Características generales de Lightspeed
(foto obtenida de <http://www.infomed.es/rode/rode97/liqtspe.html>.)



características de los instrumentos Lightspeed.
imagen obtenida de [http //www.oralhealthjournal.com](http://www.oralhealthjournal.com)

TÉCNICA CLÍNICA SECUENCIAL:

1. Después de haber establecido el diagnóstico, debemos efectuar el acceso y la localización de los conductos y la permeabilización de los mismos.

2. Determinar la longitud de trabajo (LT), introduciendo una lima tipo K del calibre 15 en el interior del conducto, hasta que ajuste ligeramente en el interior del conducto y tomar una radiografía para confirmar.

3. Limar circunferencialmente con una lima tipo K del 15 a LT hasta que quede holgada en el interior del conducto e irrigar profusamente con hipoclorito de sodio cada dos instrumentos y es recomendable alternarlo con un agente quelante como el EDTA. El conducto deberá estar inundado de líquido durante todo el proceso de instrumentación.

4. Tomar el instrumento Lightspeed (LS) del 20, hacerlo girar entre las 750 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 alcanzará la porción apical sin ninguna resistencia, o, a lo sumo, en el último milímetro. Repetir la operación con el 22.5, 25, etc.. Cuando sienta que un instrumento se traba en las paredes, hacer un movimiento de vaivén (avanzar 1 mm. y retroceder de 3 a 5 mm.). Si se nota mucha resistencia, evitar hacer presión hacia apical, y volver al número anterior. No saltarse números en ningún caso.

5. Proseguir la instrumentación hasta alcanzar el instrumento maestro apical (IMA) deseado que dependerá de varias características entre ellas: el conducto a tratar: anatomía, tamaño inicial, diagnóstico. En general, en la práctica, solemos instrumentar hasta llegar a un instrumento que notemos trabaja en las paredes del tercio apical del conducto (con el uso se llega a adquirir una sensación táctil que permite percibir ese detalle) (Fig.2.)

6. Al obtener el IMA la preparación del conducto será totalmente cilíndrica, pero para poder obturarlo adecuadamente hace falta darle conicidad. Para ello usaremos los instrumentos siguientes a una longitud de -1mm por instrumento, así hasta donde estimásemos oportuno; no olvidando irrigar cada dos instrumentos. En general se recomienda ensanchar por lo menos 25 centésimas de milímetro más que el IMA. Para dar conicidad, a nivel de los tercios medio y coronario, el uso de los LS puede complementarse con el uso de los trépanos de Gates-Glidden (Fig. 3).

7. Pasar de nuevo el IMA a LT, para asegurar que el conducto está permeable en toda su longitud.

8. Nuevamente irrigamos y proseguimos con la obturación.

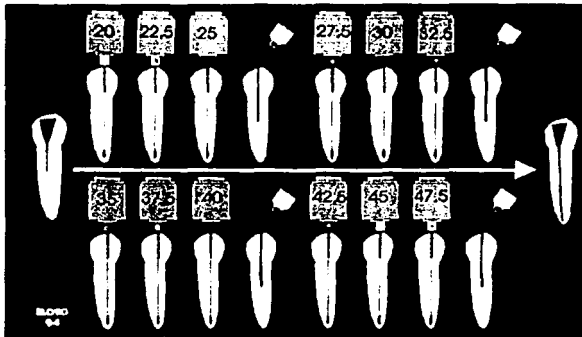


Fig.2 Ensanchamiento del conducto en la porción apical.
(Imagen tomada de <http://www.infomed.es/rode/rode97/lightspe.html>.)

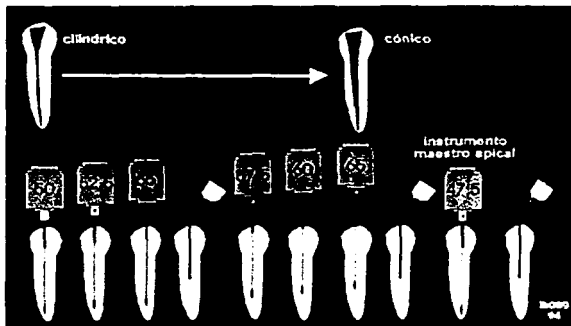


Fig.3 Mediante el paso de sucesivos instrumentos de más calibre y más cortos, se da conicidad al conducto. (Imagen tomada de <http://www.infomed.es/rode/rode97/lightspe.html>)

NORMAS GENERALES A TENER EN CUENTA:

1. Aplicar una presión apical muy ligera.
2. Utilizar una velocidad entre 750 y 2000 rpm, y mantenerla constantemente.
3. Entrar en el conducto con el instrumento ya girando.
4. Realizar movimientos de avance-retirada cuando se encuentre resistencia.
5. Irrigar cada dos instrumentos y mantener el conducto en condiciones de humedad.¹⁷

Es necesario pensar en los Lightspeed como unos ensanchadores, capaces de agrandar un espacio preexistente, en la medida que sean capaces de introducirse ligeramente en él. Si no hay vía de paso, carecen de capacidad para penetrar, y, por tanto, presionar sobre ellos es inútil, y a lo único a que puede llevarnos es a la fractura del instrumento. De ahí la importancia capital, en estos instrumentos, de no ejercer presión apical.

El mayor riesgo que entraña el uso del instrumental Lightspeed es el riesgo de fractura del instrumento en el interior del conducto. Si bien la experiencia clínica permite reducir hasta niveles muy bajos la incidencia de fractura de instrumentos, conviene tener en cuenta una serie de normas para limitar dicho riesgo:

1. No utilizar más de 8 veces las limas pequeñas (hasta el 47,5) y 16 las grandes (del 50 al 100).
2. Evitar ejercer presión apical ante un obstáculo.
3. Volver a la lima anterior si existe alguna dificultad para la progresión apical del instrumento.

4. Si persiste la dificultad para progresar con el instrumento, y ya se a pasado el número anterior, probar con otro instrumento del mismo número (en ocasiones hemos advertido problemas de calibrado del instrumental, pequeños pero relevantes de cara a la instrumentación).
5. Si al instrumento le cuesta progresar apicalmente y/o sospechamos la existencia de una curvatura importante, instrumentar manualmente el conducto (con limas Lightspeed).

La determinación del calibre apical máximo (lima maestra apical) 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 impulsión-tracción continuado, hasta llegar a un instrumento que trabajase en los tres milímetros más apicales del conducto (instrumento o lima maestra apical). Ello pretende compensar el hecho de que la sección de los conductos es, en gran parte de los casos, oval.¹⁷

En un estudio realizado por Deplazes² se mostró el desplazamiento de los conductos en dientes extraídos después de la preparación con Lightspeed y limas tipo-K de níquel-titanio manuales, a los que posteriormente se les tomo radiografías en dos planos (mesiodistal y bucolingual), y después de haber sido instrumentados con ambas técnicas, se realizó cortes transversales a diferentes distancias del ápice para observar el incremento de desplazamiento en el centro de los conductos radiculares.

Los desplazamientos observados a lo largo de las cuatro superficies evaluadas no eran significativamente diferentes para el grupo que empleó las limas de níquel-titanio manuales comparado con el grupo de Lightspeed.²

Sin embargo, en otro estudio elaborado por Sarina²⁸ se comprobó que Lightspeed al igual que las técnicas de fuerza balanceada, ProFile .04; estas producían menos extrusión apical de detritos, comparado con la técnica convencional de step-back.

SISTEMA ProFile®.

Los ProFile® son instrumentos endodóncicos en Níquel-Titanio que permiten la puesta en forma y la limpieza de la totalidad del sistema del conducto radicular.

Estos instrumentos son utilizables sobre contrángulo en rotación continua a una velocidad de 150 a 350 rpm. Y están perfectamente adaptados al concepto de preparación del conducto radicular según la técnica del "Crown-Down". Este sistema dispone de numerosas innovaciones que permiten realizar simple y rápidamente toda la preparación del conducto radicular con un respeto excelente del trayecto, una buena conicidad y un mantenimiento de la posición original del foramen²⁰.

Como una solución al problema de la rotación, se han desarrollado nuevos motores eléctricos de bajo torque, que operan por debajo del límite máximo de estos instrumentos, con la característica de disminuir al mismo tiempo el límite de elasticidad de los mismos.¹

CARACTERÍSTICAS DE LOS INSTRUMENTOS

Todos los instrumentos ProFile® están fabricados en una aleación de níquel-titanio, que se caracteriza por su gran flexibilidad en situaciones extremas (conductos muy curvos)²⁰.

Sometido a una tensión, la fuerza de retroceso del instrumento hacia su posición original es débil e inferior a la dureza de la dentina. Por lo que los instrumentos ProFile® respetan perfectamente el trayecto del conducto radicular, sin causar ningún daño interno; sin embargo, el tiempo de preparación de un conducto rectilíneo o curvo será, prácticamente el mismo.

El níquel-titanio está igualmente caracterizado por su capacidad de regreso sin deformación a su forma original después de haber estado trabajando en un conducto curvo. Por tal razón, están entonces perfectamente adoptados a movimientos de rotación continua en conductos curvos, sin que los instrumentos sufran alguna deformación plástica.

En el transcurso de estos últimos decenios numerosas técnicas han aparecido buscando realizar preparaciones cónicas con instrumentos poco cónicos. La multiplicidad de estas técnicas muestra que en realidad ninguna estaba perfectamente adaptada a los requerimientos actuales.

Los instrumentos ProFile[®] poseen conicidades aumentadas (4% a 8%) más importantes que aquélla de los instrumentos ISO convencionales. Este aumento de la conicidad permite obtener fácilmente un ensanchamiento regular e importante del orificio apical al orificio coronario a fin de favorecer²⁰:

- o El debridamiento del conducto por un buen contacto de la parte activa de los instrumentos con las paredes dentinarias.
- o La irrigación.
- o La obturación.

Los instrumentos ProFile[®] poseen una sección transversal en "U" con una nivelación ("Radial Land") de la zona de contacto entre el instrumento y el conducto.

Esta sección asociada al movimiento de rotación continua procura las siguientes ventajas:

1. **Eficacia.** El espacio libre importante entre el instrumento y el conducto asociado al "Radial Land", permiten un buen ascenso y eliminación de los excedentes dentinarios. Los riesgos de creación de atascos

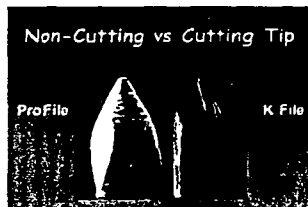
dentenarios o de propulsión de restos en el periápice quedan así suprimidos.

2. **Respeto del trayecto del conducto.** El "Radial Land" asociado a la rotación continua, permite en los canales curvos minimizar la acción del instrumento del costado extremo de la curvatura, conservando un perfecto centrado del instrumento en el conducto.

3. **Seguridad.** Asociado a la rotación continua, el "Radial Land" permite igualmente evitar todo atornillamiento del instrumento en el conducto.

Los riesgos de fractura son así considerablemente disminuidos y además, en caso de stress importante, los instrumentos sufrirán enrollamiento y desenrollamiento antes de ser fracturados. Esto permitirá su eliminación antes de su ruptura.²⁰

Los instrumentos ProFile[®] están dotados de una punta modificada con eliminación del ángulo de transición. La punta del instrumento no estará entonces activa pero servirá de guía para la preparación del conducto. La penetración del instrumento en el conducto será así facilitada, minimizando la necesidad de imprimir una presión apical al instrumento.



Diferencia entre la punta activa de una lima convencional y una lima ProFile[®]
imagen obtenida de <http://www.oralhealthjournal.com>.

Los ProFile[®] pueden ser utilizados entonces hasta la longitud de trabajo manteniendo el foramen en su posición espacial original.

Los ProFile® deben ser utilizados idealmente a una velocidad de rotación estable de 150 a 350 rpm para un resultado óptimo y con el fin de evitar todo riesgo de fractura.²⁰

En un estudio³, realizado en bloques de resina, donde se simulan los conductos radiculares, la velocidad de rotación de los instrumentos ProFile® fue de 350 rpm observándose una eficiencia en la conformación del conducto de casi el doble, y que comparado con las 150 rpm, el riesgo de deformación de los instrumentos deberá ser mayor. Al mismo tiempo que concluyen que los bloques de resina no deben ser una opción para evaluar los sistemas rotatorios.

El empleo de motores eléctricos de bajo torque, facilito la comprobación del sistema ProFile® a pruebas donde se observo la resistencia a la fatiga cíclica que sufrían los instrumentos a través de su constante uso. Al mismo tiempo se consideraron los diámetros de las limas, su conicidad y tamaño, para determinar su tiempo de vida¹; aunque algunos investigadores⁹ consideren que no existe un protocolo científico que determine el número máximo de usos.

PRESENTACIÓN

La gama de los instrumentos ProFile® comprende 3 tipos de instrumentos fácilmente identificables por los anillos de color de su mango.

Los *ProFile Orifice Shapers*, se adaptan perfectamente a los conductos de los dientes temporales. El mango de estos instrumentos esta caracterizado por tener 3 anillos de color.

Los *ProFile .06*: presentan una conicidad de 6%, n° 15 a 40, longitud de 21mm, 25mm y 31mm.

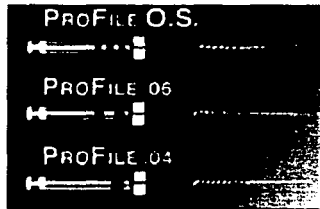
Serán utilizados para la preparación del cuerpo del conducto (incluso su utilización hasta el ápice para los conductos moderadamente curvos).

El mango de los *ProFile .06* presentan dos anillos de color.

Los *ProFile .04*: con conicidad de 4%, n° 15 a 90, longitud de 21mm, 25mm y 31mm.

Utilizados más comúnmente para la preparación de la parte terminal del conducto.

El mango de los *ProFile .04* presentan un anillo de color²⁰.



Instrumentos ProFile® Rotary Sistem.

Imagen obtenida de <http://www.dentsply maillefer.com>

De esta gama de instrumentos o limas, los que más frecuentemente sufre alguna deformación o separación a velocidades de rotación entre las 166.66 rpm a 333.33 rpm son los *ProFile Orifice Shapers* más pequeños y las limas *ProFile .04* n° 15.¹²

TÉCNICA SECUENCIAL

Es importante conocer la configuración anatómica de los conductos con el fin de precisar un buen tratamiento que siga el protocolo que a continuación se enumera.

1. Crown-Down.

Se estimará la longitud de trabajo a partir de una radiografía preoperatoria. Esta fase tendrá como objetivo en un primer plano, poner en forma el conducto hasta la longitud de trabajo mínima estimada, restando 3mm. Así se determinará entonces la longitud de trabajo, luego el Crown-Down será continuado en un segundo plano hasta el ápice.²⁰

Al principio se utilizará un instrumento *ProFile Orifice Shapers # 3*. Gracias a su longitud reducida, serán introducidos en el eje del conducto, sin interferir con los dientes antagonistas, con un movimiento de vaivén durante aproximadamente 5 a 10 segundos. Durante esta fase, se deja uno guiar táctilmente por el instrumento; apenas exista resistencia de este a la penetración, no se le fuerza, se deja de trabajar y se utiliza el siguiente instrumento.

El *Profile Orifice Shapers # 2* será entonces insertado en el conducto, y siendo de más pequeño diámetro, trabaja más apicalmente.

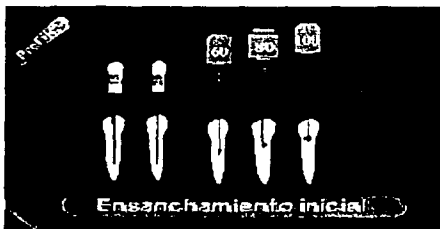


Figura que muestra la técnica Crown-Down (de derecha a izquierda).
Imagen obtenida de <http://www.infomed.es/rode/rode98/MARZO/profile.html>.

El *ProFile .06/25* tiene igualmente un diámetro más pequeño y una flexibilidad aumentada debido a la longitud más importante de su parte activa.

El *ProFile .06/20*, su utilización es idéntica al anterior, pero con una penetración más apical (1 a 2 mm).²⁰

Bajo las condiciones de algunos estudios¹⁴, este tipo de instrumentos (conicidad .06) muestran un mínimo cambio en la longitud de trabajo, manteniendo la patenticidad del conducto, ni deformándolo o fracturándolo.

El *ProFile .04/25* teniendo una conicidad menos importante, podrá igualmente descender más apicalmente y será utilizado como el anterior.

El *ProFile .04/20* trabajara similar al instrumento anterior hasta la longitud de trabajo.²⁰

Bajo las condiciones de las investigaciones realizadas¹⁶, los instrumentos ProFile .04 con clasificación ISO son capaces de hacer la preparación rápidamente y sin crear obstáculos en el interior del conducto, con solo cambios limitados en la longitud, una conicidad y flujo adecuado.



La imagen muestra la utilización de los ProFile® .04 después de haberse utilizado los ProFile® .06. Imagen obtenida de <http://www.infomed.es/rode/rode98/MARZO/profile.html>.

Los instrumentos rotativos pueden sufrir fractura y el riesgo se incrementa si existiera una cavidad de acceso inadecuada¹³.

Rhodes, et.al.⁹ consideran que utilizar la técnica Crown-Down disminuye el riesgo de fractura de estos instrumentos y facilita el agrandamiento de los conductos en etapas posteriores.

En ocasiones resulta apropiado utilizar la técnica de preparación "step-by-step", que emplea fresas Gates-Glidden en la cavidad de acceso y en la preparación del tercio coronario, para facilitar el uso subsecuente de los instrumentos ProFile®¹³.

2. Determinación de la longitud de trabajo.

La longitud de trabajo exacta estará determinada durante la fase de Crown-Down con una lima K convencional.

Esta lima K estando totalmente libre sobre la casi totalidad del conducto, su simple función será en realidad de un calibrador de medición, penetrando sin dificultad hasta el ápice permitiendo la determinación exacta de la longitud de trabajo con la ayuda de una radiografía.



Determinación de la longitud de trabajo.

imagen obtenida de <http://www.infomed.es/rode/rode98/MARZO/profile.html>.

El Crown-Down será luego continuado hasta la longitud de trabajo exacta determinada.²⁰

3. Preparación apical a la longitud de trabajo exacta.

Cuando la fase de Crown-Down haya sido determinada hasta la longitud de trabajo, se utilizara enseguida los instrumentos *ProFile .04* hasta esta longitud. En esta fase se trabajará del pequeño al más grande *ProFile*® de conicidad 4%, o sea *ProFile .04/20* y después el *ProFile .04/25*.²⁰



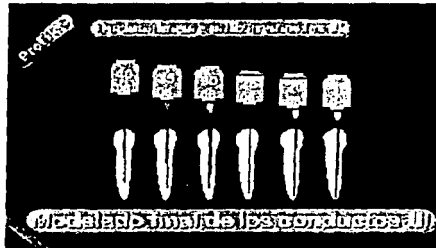
Preparación apical a la longitud de trabajo (de derecha a izquierda)

Imagen obtenida de <http://www.infomed.es/rode/rode98/MARZO/profile.html>.

4. **Ensanchamiento final.**

A fin de facilitar la obturación, se podrá proceder a un ensanchamiento final con la ayuda de los **ProFile .06**.

Estos instrumentos serán introducidos sin presión en el conducto, con un ligero movimiento de vaivén.²⁰



Ensanchamiento final (de derecha a izquierda).

Imagen obtenida de <http://www.infomed.es/rode/rode98/MARZO/profile.html>.

En esta secuencia, los ProFile[®] son entonces utilizados en una fase descendente y en una fase ascendente.

REGLAS DE ORO

No debemos olvidar que la presión ejercida sobre los instrumentos debe ser mínima, que comparada, debe ser no mayor a la ejercida al escribir con un lápiz²⁰; ignorar esta sencilla regla básica puede incrementar innecesariamente el riesgo de fractura de los instrumentos.¹³

A fin de repartir la fatiga a lo largo de todo el instrumento, se realizará un ligero movimiento de entrada-salida de una amplitud de 2 a 3mm durante

toda la instrumentación. El tiempo de utilización de cada instrumento dentro del conducto será de aproximadamente 5 a 10 segundos.²⁰

Es importante proceder a una irrigación de Hipoclorito de Sodio al 2.5% con una frecuencia y cantidad constante, ayudada de una jeringa convencional. En los conductos difíciles un lubricador podrá ser utilizado al inicio de la preparación.

La utilización del Hipoclorito de Sodio podrá ser alternada con el empleo de agentes quelantes (EDTA), durante las fases de preparación apical y ensanchamiento final.²⁰

CAPITULO IV

SISTEMA GTTM Rotary Files.

SISTEMA GT™ Rotary Files.

Las nuevas generaciones de instrumentos rotatorios como los ProFile® y ahora GT™ han venido a revolucionar las técnicas de limpieza y conformación de conductos de una forma más cómoda y rápida.

Al igual que los ProFile®, los GT™ se utilizan en un contra-ángulo con una velocidad de rotación constante entre 150 rpm y 350 rpm y un alto torque; que unido a un movimiento de vaivén facilitará una preparación rápida, perfectamente centrada y con una buena conicidad; además previniendo el riesgo de fracturas, todo ello manteniendo una buena sensibilidad táctil.²¹

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA GT™.

Los instrumentos GT™ están fabricados en una aleación de níquel-titanio de gran flexibilidad que permite realizar una instrumentación aún en conductos curvos, respetando la anatomía original de los mismos; todo esto gracias a que en su fabricación poseen conicidades variables que dan como resultado la configuración cónica del conducto desde la apertura hasta el ápice.

Dentro de las características más notables del sistema, es que los instrumentos tienen una sección en "U" con una superficie o apoyo radial (Radial Land). Este diseño evita el enroscamiento del instrumento cuando es introducido en el conducto. Asimismo la superficie o apoyo radial mantienen el instrumento constantemente centrado en el interior del conducto, evitando el riesgo de sobreinstrumentación.^{8,21}

En ocasiones sería conveniente usar un micromotor eléctrico independiente. Este micromotor permitirá regular la velocidad de manera precisa, ofreciendo un buen torque y un trabajo confortable sin vibraciones con un nivel sonoro muy fiable.

Los instrumentos GT™ pueden ser utilizados igualmente con piezas de mano de baja velocidad, usando para ello un contra-ángulo de alta reducción. Para los equipos eléctricos (40000 rpm) se utilizará un contra-ángulo reductor de 120:1 a 150:1 para obtener una velocidad entorno a las 300 rpm para los equipos neumáticos (20000 rpm) se utiliza un contra-ángulo reductor de 60:1 a 7:1.⁸

Gracias a la punta en forma cónica e inactiva de los GT™, el instrumento respeta la trayectoria del conducto, sin riesgo de creación de transportaciones o falsas vías.²¹

PRESENTACIÓN.

Con el fin de facilitar su identificación, los instrumentos GT™ están provistos de un mandril dorado.

Este sistema comprende tres tipos de instrumentos, fácilmente identificables, gracias a los anillos de color del mandril.

- o **GT™ Rotary Files.** Estos tienen una conicidad del 6% al 12% y una longitud de 21 a 25 mm.

Los cuatro GT™, tiene todos el mismo diámetro en la punta (0.20mm) y un mismo diámetro en la parte final de su parte activa (1.00mm). En cambio, cada uno de los cuatro tiene una conicidad diferente, a saber: 6% (.06), 8% (.08), 10% (.10) y 12% (.12).^{8,15,21}

Estos serán utilizados desde el instrumento de más grande conicidad al instrumento de menor conicidad, para la realización de la fase Crwon-Down.

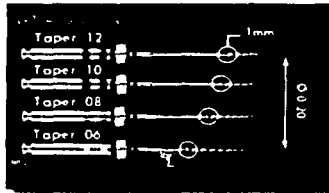


Imagen obtenida de <http://www.dentsplymaillefer.com>.

- **GT™ Rotary Files .04** Con conicidad del 4%, números 20 a 35, longitud 21,25 y 31mm.²¹
Serán empleados en la parte final de la preparación de los conductos.

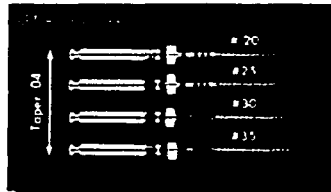


Imagen obtenida de <http://www.dentsplymaillefer.com>.

- **GT™ Accessory Files.** La conicidad de estos instrumentos es del 12%, con un diámetro de 35, 50 y 70; longitud 21 y 25mm.^{8,15,21}
Deben ser usados en la parte final de la preparación, con el fin de dar un mayor ensanchamiento coronal, para facilitar la obturación.

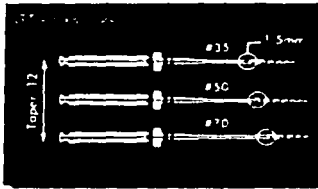


Imagen obtenida de <http://www.dentsply maillefer.com>.

Los parámetros que determinan la forma final creada para cada tamaño de instrumento son tres:⁸

1. El diámetro en la punta del instrumento.
2. La conicidad de la lima.
3. El máximo diámetro de estrías en el instrumento.

Como se mencionó, los instrumentos deben mantenerse a una velocidad constante no mayor a las 300 rpm, ya que estarían sujetas a sufrir fractura, y en el menor de los casos, fatiga cíclica; por lo que se recomienda que se eliminen después de la preparación de cinco conductos.^{8,21}

SECUENCIA OPERACIONAL.

La configuración de los conductos radiculares es muy variable y puede exigir modificaciones en la secuencia base; por ello, un buen diagnóstico clínico es esencial antes de determinar el tratamiento a aplicar.

La secuencia operatoria comprende cuatro fases:

1° Fase : Crown-Down.

La técnica de Crown-Down empieza con la utilización del *GT™ Rotary Files .12/20* (conicidad 12%, diámetro 20, 2 anillos azules). Penetrar en el conducto y realizar un movimiento de entrada-salida. Tan pronto la progresión sea

difícil, no incrementar la presión y retirar el instrumento observando las virutillas en el mismo.²¹

Seguidamente se usa el *GT™ Rotary Files .10/20* (conicidad 10%, diámetro 20, 2 anillos rojos). Siguiendo el mismo procedimiento descrito anteriormente. El instrumento descenderá hasta el tercio medio del conducto o ligeramente más apical.

En este punto procedemos a usar el *GT™ Rotary Files .08/20* (conicidad 8%, diámetro 20, 2 anillos amarillos). Ejerciendo una ligera presión procedemos como anteriormente, al notar resistencia retirar el instrumento y pasar al siguiente.^{7,10,11,21}

El *GT™ Rotary Files .06/20* (conicidad 6%, diámetro 20, 2 anillos blancos). Penetra lentamente hasta 1 ó 2mm del ápice, en un conducto fino y curvo.^{7,10,11,21}

2° Fase: Determinación de la longitud de trabajo.

Usar una lima K convencional con un control radiográfico o un localizador de ápices.²¹

3° Fase: Preparación apical.

Utilizar un *GT™ Rotary Files .04/20* (conicidad 4%, diámetro 20, un anillo amarillo) y avanzar con una ligera presión. El instrumento llegará a 1/4mm aproximadamente de la longitud de trabajo estimada.

Cambiamos entonces a un *GT™ Rotary Files .04/25* (conicidad 4%, diámetro 25, un anillo rojo) y avanzamos hasta aproximadamente 1/2mm del ápice.

Usando el *GT™ Rotary Files .04/30* (conicidad 4%, diámetro 30, un anillo azul) llegamos hasta 3/4mm del ápice.

Si es necesario; usaremos el **GT™ Rotary Files .04/35** (conicidad 4%, diámetro 35, un anillo verde) hasta 1mm de la longitud de trabajo.²¹

De esta forma quedará terminada la preparación apical.

4° Fase: Ensanchamiento final.

Si deseamos un mayor ensanchamiento coronal, usaremos un **GT™ Accesory Files**, que seleccionado dependiendo de la preparación final que se desee obtener para la obturación.^{10,11,21.}

REGLAS DE ORO.

Cuando se utiliza por primera vez el sistema de instrumentos rotatorios **GT™ Rotary Files**, recomendamos seguir las directrices que aquí indicamos.

Un acceso directo sin interferencias, es una condición indispensable para el correcto tratamiento endodóntico.

Utilizar la técnica **Crown-Down**, que facilita el acceso al conducto, mejora la irrigación y no deposita el lodo dentinario en el ápice.

Los instrumentos deben ser utilizados sin ejercer presión excesiva en el conducto.

Limpiar los instrumentos después de cada uso; las virutillas acumuladas en las estrías impiden trabajar correctamente.

La fatiga de los instrumentos esta directamente relacionada con el grado de curvatura de los conductos. Cuanto más importante sea la curvatura, más importante será la fatiga en la parte de máxima curvatura. Para cada instrumento el tiempo de utilización en el interior del conducto será únicamente de 5 a 10 segundos. En todos los casos debemos vigilar y controlar los instrumentos, para observar cualquier tipo de fatiga, deformación y stress. En cuyos casos debemos de desechar inmediatamente el instrumento.

Una buena instrumentación implica siempre irrigaciones y lubricaciones frecuentes.²¹

Es importante conocer las diversas formas en las que pueden ser empleados estos instrumentos, para el Dr. Stephen L. Buchanan⁶, en los diámetros terminales pequeños es más fácil crear una conicidad apical continua con instrumentos convencionales, mientras que con los diámetros amplios, será necesaria la utilización del sistema GT™ para poder establecer esta conicidad con la ventaja de utilizar menos instrumentos, una secuencia de trabajo más reducida, evitar errores en la determinación de la longitud y manteniendo una forma continua en el conducto que facilite la obturación.

CONCLUSIONES

La revisión del tema nos hizo partícipes de buscar una definición que se adaptará a los conceptos ya establecidos sobre la preparación biomecánica, teniendo como base la eliminación tejidos pulpares, la desinfección del conducto y el sellado de este como un fin. La recopilación de todo esto la conceptualizamos como: " la remoción de toda materia orgánica e irritantes que pudieran potencializarse, ayudada de medios de irrigación que permitan el desalojo y favorezcan a una desinfección; así como, la creación de una forma que permita el sellado tridimensional del conducto".

Pero para poder llevar a cabo la preparación, ha sido necesaria la creación de instrumentos que permitan la limpieza del conducto, por lo que ha tomado varias décadas el tratar de desarrollar un instrumento ideal, que resulte eficaz y proporcione seguridad y rapidez. Los materiales empleados en la fabricación de estos instrumentos han pasado por una serie de estudios que comprueben los requisitos de flexibilidad, resistencia, uniformidad.

Ahora se conoce una aleación, que fue descubierta en 1960 por W.F.Buehler investigador metalúrgico del laboratorio naval de USA, llamada NITINOL por los componentes que la integran; 55% níquel y 45% titanio, en un principio solo utilizado en la fabricación de alambres para ortodoncia y viendo que cubría los requisitos de las pruebas, fueron empleados para endodoncia.

Fue entonces cuando aparecieron en el mercado en sus dos presentaciones: las limas manuales y las limas rotatorias para ser utilizadas en micromotores eléctricos o contra-ángulos de reducción de velocidad.

Algunos de los instrumentos rotatorios que emplearon esta aleación en su fabricación son: Quantec, Lightspeed, ProFile[®], y recientemente GT[™]. Casi todos con las mismas características.

Por citar algunas características, todos trabajan a una velocidad constante de 150 a 300 rpm, a excepción de Lightspeed cuya velocidad es de 750 a 2000 rpm, además tenemos el diseño en su sección transversal que consiste en una superficie activa en forma de "U" que da pie a la presencia de apoyos radiales, que dificulta el enclavamiento de los espirales en las paredes y una punta modificada o no activa. Una de las características más sobresalientes es que todos desarrollan una técnica inicial de Crown-Down, que facilita la penetración de instrumentos hacia la parte apical.

El sistema rotatorio GT[™], nos ofrece instrumentos con conicidades mayores o radicales que superan a los instrumentos convencionales, que a su vez favorecen la preparación corona-apical, dando margen a una mayor conicidad en el conducto que beneficie la obturación tridimensional.

BIBLIOGRAFÍA

1. GIANIUCA Gambarini, MD, DDS. Cyclic Fatigue of Nickel-Titanium Rotary Instruments after Clinical Use with Low- and High Torque Endodontic Motors. *Journal of Endodontics* 2001; 27 (12): 772-774.
2. PIA Deplazes, DMD, Ove Peters, DMD; and Fred Barbakow, BDS, HDD, MSc. Comparing Apical Preparations of Root Canals Shaped by Nickel-Titanium rotary Instruments and Nickel-Titanium Hand Instruments. *Journal of Endodontics* 2001; 27(3): 196-202.
3. DARRELL W. Daugherty, DDS, Tom G. Gound, DDS,MS, and Toby L. Comer. Comparison of Fracture Rate, Deformation Rate, and Efficiency Between Rotary Endodontic Instruments Driven at 150 rpm and 350 rpm. *Journal of Endodontics* 2001; 27(2): 93- 95.
4. GLICKMAN N. Gerald, DDS, MD. Níquel-Tinaio en Endodoncia. *British Dental Journal* 2000; 188 (5).
5. BOONRAT Sattapan, DDS, MDSc; Garry J. Nervo, BDS, MDSc, Joseph E. A. Palamara, PhD, and H. Messer, MDSc, PhD. Defects in Rotary Nickel-Titanium Files after Clinical Use. *Journal of Endodontics* 2000; 26 (3): 161- 165.
6. BUCHANAN L. Stephen, DDS. The Standardized-taper root canal preparation –Part 4. GT file technique in Large Root canals with large apical diameters. *International Endodontic Journal* 2001; 34: 157-164.

7. BUCHANAN L. Stephen, DDS. The Standardized-taper root canal preparation -Part 3. GT file technique in Large Root canals with small apical diameters. *International Endodontic Journal* 2001; 34: 149-156.
8. BUCHANAN L. Stephen, DDS. The Standardized-taper root canal preparation -Part 2. GT file selection and safe handpiece-driven file use. *International Endodontic Journal* 2001; 34: 63-71.
9. J. S. Rhodes, T. R. Pitt Ford, J. A. Lynch, P.J. Liepins & R.V. Curtis. A comparison of two nickel-titanium instrumentation technique in teeth using microcomputed tomography. *International Endodontic Journal* 2000; 33: 279-285.
10. BUCHANAN L. Stephen, Shaping Root Canals, Part VI: GT file technique in Abruptly Curved Canals. *Dentistry Today*. February 2000; 66-71,166.
11. BUCHANAN L. Stephen, Shaping Root Canals, Part V: GT file technique in Small-Root Canals. *Dentistry Today*. January 2000; 54-57.
12. WILLIS P. Gabel, DDS, Michael Hoen, DDS, H. Robert Steiman, PhD, DDS, MSD, Frank E. Pink, DDS, MS, and Rod Dietz, BS. Effect of Rotational Speed on Nickel-Titanium File Distortion. *Journal of Endodontics* 1999; 25 (11): 752-754.
13. C. Schrader, M. Ackermann & F. Barbakow. Step-by-step description of rotary root canal preparation technique. *International Endodontic Journal* 1999; 32: 312-320.
14. S. T. Bryant, P. M. H. Dummer, C. Pitoni, M. Bourba & S. Moghal. Shaping ability of .04 and .06 taper ProFile rotary nickel-titanium

instruments in simulated root canals. *International Endodontic Journal* 1999; 32: 155-164.

15. BUCHANAN L. Stephen, The Standardized-taper Root Canal Preparation, Part I: Concepts for Variably Tapered Shaping Instruments. *Dentistry Today*. February 1999; 78-86.
16. S. T. Bryant, S. A. Thompson, M. A. O. Al-Omart & P. M. H. Dummer. Shaping ability of ProFile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 1. *International Endodontic Journal* 1998; 31: 275-281.
17. ROIG Cayón Miguel, Canalda Sahli Carlos, Brau Aguadé Esteban. Sistema de Instrumentación Mecánica Lightspeed. *Oper Dent Endod*. 1997; 1(3): 21-25. <http://www.infomed.es/rode/rode97/lightspe.html>.
18. ROIG Cayón Miguel, Pumarola S. José, Brau Aguadé E., Canalda S. Carlos. Instrumentación con Quantec 2000. *Oper Dent Endod*. 1997; 1(1): 06-09. <http://www.infomed.es/rode/rode97/quantec.html>.
19. CIVJAN Simón, Huget EF, DeSimon LB. Potential applications of certain nickel-titanium (Nitinol) Alloys. *J. Dent Res*. 1975; 54(1): 89-96.
20. Dentsply Maillefer, Manual Maillefer PROFILE.
21. Dentsply Maillefer, Manual Instrumentos Suizos de Presición: GT Rotary Files.

22. COHEN Stephen, Burns C. Richard. Endodoncia . Los caminos de la pulpa. 5° edición. Ed. Medica-Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 1995. pp.219-255.
23. MONDRAGÓN Espinoza Jaime. Endodoncia. Ed. Interamericana-McGraw-Hill. México 1995. pp. 123-140.
24. WALTON E. RICHARD Endodoncia. Principios y Práctica Clínica. 1 edición Ed. Interamericana McGraw-Hill. México 1991. pp.210-214.
25. INGLE I. JHON. Endodoncia. 4° edición. Ed. McGraw-Hill Interamericana México 1996. pp.160-230.
26. WEINE S. FRANKLIN. Tratamiento Endodontico. 5° edición. Ed Harcourt Brace. Madrid, España 1997. pp.314-354.
27. THOMPSON S. A. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. International Endodontic Journal 2000; 33, 297-310.
28. SARINA A. Reddy, DDS, M. Lamar Hicks, DDS, MS. Apical Extrusión of Debris Using Two Hand and Two Rotary Instrumentation Techniques. Journal of Endodontic 1998. 24(3): 180-183.