

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
DIRECCION DE EDUCACION ODONTOLOGICA.**



**“INSTRUMENTAL UTILIZADO EN EL TRABAJO
BIOMECANICO EN ENDODONCIA. INVESTIGACION
BIBLIOGRAFICA”**

Por:

**MEJIA HENRIQUEZ, LILIANA GISELA
ORDOÑEZ CARPIO, FATIMA EDELMIRA
PEREZ LOPEZ, ALCIRA IVONNE
ROSALES ASCENCIO, KARLA MARGARITA**

**Trabajo para optar al grado de:
DOCTORADO EN CIRUGIA DENTAL**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO 2004.

AUTORIDADES VIGENTES

RECTORA

DRA. MARIA ISABEL RODRIGUEZ

DECANO

DR. OSCAR RUBEN COTO DIMAS

DIRECTOR DE EDUCACION ODONTOLOGICA

DR. BENJAMIN LOPEZ GUILLEN

TRABAJO DE GRADUACION APROBADO POR:

DOCENTE DIRECTOR Y JURADO.

DRA. SONIA ELIZABETH CAÑAS DE HENRIQUEZ

JURADOS.

DR. SAUL RAMIREZ

DR. ROBERTO MORAN

**MEJIA HENRIQUEZ, LILIANA GISELA
ORDOÑEZ CARPIO, FATIMA EDELMIRA
PEREZ LOPEZ, ALCIRA IVONNE
ROSALES ASCENCIO, KARLA MARGARITA**

**“INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN EL TRABAJO
BIOMECANICO EN ENDODONCIA. INVESTIGACION
BIBLIOGRAFICA”.**

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, 2004.

**“INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN EL TRABAJO
BIOMECANICO EN ENDODONCIA.
INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA”.**

**MEJIA HENRIQUEZ, LILIANA GISELA
ORDOÑEZ CARPIO, FATIMA EDELMIRA
PEREZ LOPEZ, ALCIRA IVONNE
ROSALES ASCENCIO, KARLA MARGARITA**

**“INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN EL TRABAJO
BIOMECANICO EN ENDODONCIA. INVESTIGACION
BIBLIOGRAFICA”.**

Tesis presentada a la Facultad de
Odontología de la Universidad de
El Salvador para la obtención del
título de Doctorado en Cirugía
Dental bajo la asesoría de la Dra.
Sonia Cañas.

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR 2004.

A NUESTRA FAMILIA.

AGRADECIMIENTOS.

- Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a la Dra. Sonia Cañas, por haber dedicado su tiempo y esfuerzo a la tarea de asesorar nuestro trabajo de tesis.

- Dr. Roberto Morán por el interés y colaboración en la búsqueda de literatura y revisión de este trabajo.

- A la Familia Rosales Ascencio por el préstamo de la computadora e impresor.

- A nuestra compañera Karla Rosales por la digitalización y elaboración de la presentación del trabajo.

SUMARIO.

1- INTRODUCCION.....	1
2- OBJETIVO GENERAL.....	3
3- PERPECTIVA HISTORICA.....	4.
4- CLASIFICACION DEL INSTRUMENTAL ENDODONTICO.....	7
4.1 Grupo I: Instrumentos de uso manual.....	7
4.2 Grupo II: Instrumentos radiculares accionados con motor: Vástago en dos partes y una porción activa.....	8
4.3 Grupo III: Instrumentos radiculares accionados con motor: Vástago en una parte y una porción activa.....	8
4.4 Grupo IV: puntas radiculares.....	9
5- CLASIFICACIÓN DE GROSSMAN.....	9
5.1 Instrumentos para exploración.....	9
5.2 Instrumentos para debridación.....	10
5.3 Instrumentos para ampliación y conformación.....	10
5.4 Instrumentos para obturación.....	11
6- ESTANDARIZACION DE LOS INSTRUMENTOS ENDODONTICOS.....	12
7- PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS INSTRUMENTOS MANUALES.....	15
7.1 Limas.....	15
7.2 Limas y escariadores tipo K (Kerr).....	15
7.3 Limas tipo Hedstrom (H).....	24
8- NUEVAS LIMAS PARA LA PREPARACION DE CONDUCTOS RADICULARES.....	29

8.1 Limas Flexofile.....	30
8.2 Limas K- Flex.....	31
8.3 Limas Triple Flex.....	32
8.4 Limas Flex- R.....	32
8.5 Limas Unifile.....	34
8.6 Limas Helifile.....	34
8.7 Limas S- File.....	35
8.8 Limas manuales SET.....	36
9- ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LIMAS FLEX- R, ULTRAFLEX, K-FLEX Y FLEX- O EN CANALES CURVOS.....	38
10-SISTEMAS DE INSTRUMENTACION ROTATORIOS.....	43
11-INSTRUMENTOS ROTATORIOS.....	45
11.1 Ensanchador Gates Glidden.....	45
11.2 Ensanchador tipo Pesson.....	47
11.3 Pulidor de raíces.....	47
11.4 Piezas de mano endodónticas con movimientos de vaivén o piezas de mano recíprocas.....	48
11.5 Sistema Lightspeed.....	53
11.6 Sistema ProTaper.....	57
11.7 Sistema de limas K3.....	61
11.8 Sistema Profile.....	66
11.9 Sistema Tri Auto ZX.....	69
11.10Instrumentación Quantec Serie 2000.....	72
12- SISTEMAS DE INSTRUMENTOS SONICOS Y ULTRASONICOS.....	74

13- INSTRUMENTACION SONICA DEL CONDUCTO RADICULAR.....	78
14- SISTEMA DE LIMAS GT.....	83
15- LIMAS MECANICO ROTATORIAS HERO 642.....	86
16- LIMAS ENDOSONIC- DIAMOND.....	91
17- SISTEMA CANAL FINDER.....	94
18- SISTEMA PS (PINEDA SYSTEM).....	97
19- RECOMENDACIÓN BASICA PARA EL USO DE INSTRUMENTOS DE NIQUEL TITANIO.....	98
20- VENTAJAS DE LA TECNICA ULTRASONICA.....	106
21- DESVENTAJAS DE LA TECNICA ULTRASONICA.....	108
22- EL EFECTO DE VELOCIDAD ROTATORIA Y CURVATURA DE CANALES EN LA ROTURA DE INSTRUMENTOS ROTATORIOS DE ENDODONCIA.....	110
23- LA CALIDAD DE PREPARACION APICAL USANDO INSTRUMENTOS MANUALES Y ROTATORIOS BASADO EN UN NUMERO DE LIMA APICAL.....	115
24- OTROS ESTUDIOS SOBRE INSTRUMENTOS MANUALES Y ROTATORIOS.....	119
25- MATERIALES Y METODOS.....	128
26- RESULTADOS.....	130
27- DISCUSION.....	131
28- CONCLUSIONES.....	133
29- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	135
ANEXOS	

INTRODUCCION.

A través de los años, la Endodoncia ha evolucionado tratando de interponer instrumentos mecánicos capaces de reproducir los mismos movimientos del operador al instrumental; en un tiempo menor, o al menos semejante.

Existe un significativo volumen de investigaciones endodóncicas que definen las múltiples dificultades implícitas en la limpieza de estos pequeños y complejos espacios.

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.

El presente trabajo es una revisión de la literatura que ofrece información acerca del estado actual del instrumental manual y rotatorio para la preparación biomecánica de los conductos radiculares, así como innovaciones que puedan ser utilizadas con nuevas técnicas o con las ya existentes, aportando así una fuente

bibliográfica donde se pueda encontrar características del instrumental pudiendo optar a la utilización de cualquiera de los mencionados en el desarrollo del trabajo, con el debido entrenamiento y asesoría en el caso del instrumental rotatorio.

OBJETIVO GENERAL.

Elaborar una Revisión Bibliográfica, sobre las características físicas y mecánicas del instrumental manual y rotatorio utilizado en el Trabajo Biomecánico.

PERSPECTIVA HISTORICA.

En la Universidad de Michigan, Ralph E. Sommer Presidente del Departamento de Endodoncia (1950 – 1960) realizó las primeras Investigaciones sobre diseños de instrumentos endodónticos. (1)

Debido a que la Universidad de Michigan dio comienzo a uno de los programas pioneros en educación avanzada en el campo endodóncico, en una serie de estudiantes graduados llevó a cabo varios programas de investigación interrelacionados con el objetivo de establecer una base científica firme para la técnica clínica altamente exitosa que enseñaban. Fue investigada la constricción apical y sus relaciones con la dimensión de los instrumentos para conductos radiculares; se examinó la relación existente entre conos de plata y conductos preparados por acción de las limas endodóncicas y se hallaron problemas en la adaptación precisa de los conos de plata en los conductos radiculares preparados, formulándose diversas propuestas para superarlos.

El grupo de Michigan también empezó a evaluar la factibilidad del uso de la propia lima endodóntica en vez de un cono de plata,

para obturar el conducto radicular, con lo que se eliminarían así problemas de aparejamiento, para determinar si las limas de acero inoxidable; eran comparables en cuanto a propiedades físicas y de trabajo con el acero al carbono usado en forma corriente en las limas, los investigadores debían establecer sus propiedades. Ello se hizo en 1959, mediante el análisis de las características físicas y estructurales de limas y escariadores estandarizados.

Estas y otras investigaciones anteriores fueron algunas en que los instrumentos endodónticos fueron estudiados como entidades en sí, aparte de su uso en situaciones clínicas.

En esos mismos años Ingle y Levine en la Universidad de Washington propusieron la uniformidad de tamaño de los instrumentos y la estandarización de la conicidad y otros parámetros dimensionales.

Más adelante hubo presiones sobre los fabricantes de instrumentos para conducto, en el sentido de que mantuviesen control de calidad y estandarización de los productos antes de 1959 no existía interrelación entre tamaño, forma de instrumentos y materiales de obturación endodóntica.

(1, 2, 3, 4)

**CLASIFICACIONES DEL INSTRUMENTAL
ENDODONTICO.**

Clasificación del instrumental para Endodoncia según su utilización por la International Standards Organization (Organización Internacional de Estándares. (I.S.O.) y por la Federation Dentaire Internationale (Federación Dental Internacional) (F.D.I.)

GRUPO I: INSTRUMENTOS DE USO MANUAL.

Limas tipo K (Kerr)

Tipo H (Hedstrom)

Ensanchadores tipo K

Raspas tipo R (limas cola de ratón)

Tiranervios

Sondas y aplicadores

Condensadores y espaciadores.

GRUPO II: INSTRUMENTOS INTRARADICULARES, ACCIONADOS CON MOTOR: VÁSTAGO EN DOS PARTES Y UNA PORCIÓN ACTIVA.

Se incluyen instrumentos que tienen tallos o vástagos diseñados para uso en pieza de mano recta, contraángulo o contraángulos

diseñados especialmente para endodoncia. Las partes operativas de los instrumentos intraradicales son idénticas a las de los instrumentos del grupo 1 o son instrumentos para conductos diseñados como los ensanchadores o léntulos.

- Limas, ensanchadores, raspas
- Léntulos
- Ensanchador de 1/4 de vuelta
- Ensanchador B-2

GRUPO III: INSTRUMENTOS RADICULARES, ACCIONADOS CON MOTOR: VÁSTAGO EN UNA PARTE Y UNA PORCIÓN ACTIVA:

- Ensanchador Tipo G (Gates Glidden)
- Tipo P (Peeso reamer)
- Alisador radicular

GRUPO IV: PUNTAS RADICULARES.

- Puntas absorbentes (papel)
- Puntas para obturación: gutapercha

CLASIFICACIÓN SEGÚN GROSSMAN.

De acuerdo con Grossman los instrumentos pueden ser divididos en 4 tipos de acuerdo a su función:

- Instrumentos para exploración
- Instrumentos para debridación
- Instrumentos para ampliación
- Instrumentos para obturación

INSTRUMENTOS PARA EXPLORACIÓN.

Exploración para localizar el orificio de entrada del conducto y para determinar o ayudar a obtener el paso al conducto radicular.

Los instrumentos de este grupo son:

- Explorador
- Espejo
- Sonda periodontal

INSTRUMENTOS PARA DESBRIDACIÓN.

Son los instrumentos para extirpar la pulpa y desalojar otros materiales extraños. Ejemplos de estos instrumentos son:

- Excavador

- Tiranervios
- Limas y ensanchadores
- Fresas especiales
- Fresas comunes

INSTRUMENTOS PARA AMPLIACIÓN O CONFORMACIÓN.

El tercer uso de los instrumentos es el de conformar el conducto ampliándolo lateralmente. Ejemplos de estos instrumentos son:

- Limas
- Ensanchadores
- Fresas especiales

INSTRUMENTOS PARA OBTURACIÓN.

Instrumentos para cementar y empacar la gutapercha y otros materiales de obturación en el conducto radicular.

- Obturadores o condensadores
- Espaciadores

Estandarización de los instrumentos endodónticos.

Durante mucho tiempo los instrumentos radiculares fueron fabricados de acuerdo al fabricante. Existían diferencias significativas en la anchura de instrumentos que tenían el mismo número y que supuestamente eran similares. Ingle y Levine (1962),

utilizando un microcomparador encontraron variaciones tanto en diámetro y conicidad y sugirieron un incremento definido en el diámetro relacionado al tamaño progresivo manteniendo una conicidad constante sin importar el tamaño.

Los requisitos de la estandarización original que proponían fueron:

- a) Los instrumentos serán numerados del 10 al 100, con saltos de cinco unidades hasta el tamaño 60 y saltos de diez unidades hasta el tamaño 100.
- b) Cada número de instrumento será representativo del diámetro del instrumento en centésimas de milímetro en la primera vuelta en la punta. (D1)
- c) Los bordes cortantes empezarán en la punta del instrumento con el denominado diámetro 1 (D1) extendiéndose exactamente 16 milímetros hasta el vástago, terminando en el diámetro 2 (D2). El diámetro de D2 será 32/100 o .32 mm mayor que el de D1. Estas medidas aseguran un aumento constante en la conicidad de 0.02 mm por mm de cada instrumento sin importar el tamaño.

Otras especificaciones fueron añadidas posteriormente: el ángulo de la punta del instrumento debe ser $75^{\circ} \pm 15^{\circ}$, los instrumentos deben aumentar en 0.05 mm en D1, entre los números 10 y 60 y luego deben incrementar en 0.1 mm del número 50 al 160. Los números 6 y 8 han sido añadidos para una mayor versatilidad. El mango del instrumento ha sido codificado con colores para un reconocimiento más sencillo. Los instrumentos se fabrican en longitudes de 21, 25, 28 y 31 mm de largo desde la punta hasta la unión del mango y vástago.

En enero de 1976, el American Standards Institute aprobó la "especificación número 28 de la ADA para limas y ensanchadores endodónticos tipo K". La revisión final a la especificación de la ADA número 28, publicada en marzo de 1981, culminó 28 años de trabajo para lograr la estandarización internacional.

Esto cambió el nombre del sitio original D1 (donde empiezan los filos cortantes) y actualmente se denomina D0, y 16 mm más adelante hacia el vástago se denomina ahora D16. Algunas compañías han empezado a alargar la porción activa del instrumento a 18 mm o más por lo que la designación original D2 ya

no tenía razón de ser. La lima K-Flex y la Triple-Flex de Kerr, por ejemplo, tienen filos cortantes hasta 18.5 mm de la punta.

(4, 5)

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS INSTRUMENTOS MANUALES.

LIMAS.

Son instrumentos destinados especialmente al alisado y ensanchamiento de los conductos radiculares. Las limas más útiles

y, en consecuencia, las más usadas son las de tipo Kerr y las de tipo Hedstroem. (6)

LIMAS Y ESCARIADORES TIPO K (KERR).

Concepto de Escariadores tipo K:

Los escariadores son instrumentos de uso endodóntico que pueden ser definidos como pequeños vástagos metálicos provistos de un mango de plástico, y que se caracterizan porque presentan su parte activa en la forma de una espiral de pasos largos. (6, 7)

Concepto de lima tipo K:

La lima tipo K es un instrumento flexible de acero inoxidable con una parte de trabajo que presenta una torsión apretada, la cual es utilizada para desgastar las paredes dentinarias del canal radicular por medio de movimientos de entrada y salida.

La lima tipo K y los escariadores fueron presentados a principios del siglo (1901) por Kerr Manufacturing Company. Están fabricados con alambre de acero al carbono o acero inoxidable

pasado por una matriz de tres o cuatro lados, ahusada y piramidal. La parte matrizada es entonces retorcida para formar series de espirales en lo que será el extremo operativo del instrumento. Por eso estos instrumentos, en el corte transversal pueden mostrar secciones triangulares o cuadrangulares. Los estudios de Oliet y Soria demostraron que los de sección triangular son más eficaces por el hecho de que el ángulo de corte es más agudo y forma una lámina más afilada. Estas afirmaciones han sido confirmadas también por Holland y colaboradores. (3, 5, 6, 7)

Un alambre retorcido para producir de un cuarto a media espira por milímetro de longitud produce un instrumento con 1.97 a 0.88 estrías cortantes por milímetro del extremo de trabajo, esto se denomina lima. Un alambre retorcido de modo tal que produzca menos de un cuarto a menos de un décimo de espira por milímetro de longitud, según el tamaño, produce un instrumento que tendrá de 0.80 a 0.28 estrías de corte por milímetro del extremo de trabajo, se lo denomina escariador. La diferencia esencial entre las limas tipo k y los escariadores es la cantidad de espiras o estrías cortantes por unidad de longitud.

(1, 2, 5)

Se sabe más a cerca de las limas y los escariadores tipo K que de los otros tipos de instrumentos endodóncicos, no sólo por su amplia aceptación, sino también por el ímpetu dado a la investigación de instrumentos por el desarrollo de estándares nacionales e internacionales. (1, 2)

Los escariadores son operados manual o mecánicamente. Se emplean para agrandar los conductos radiculares mediante movimientos de corte circular. Ejercen su acción cuando se les inserta dentro del conducto, se les hace describir un cuarto de vuelta en sentido horario para trabar sus hojas cortantes en la dentina, y se les retira.

Por las características de su parte activa las limas tipo Kerr son eficaces cuando se usan con los siguientes movimientos: de introducción, de rotación de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ vuelta y de tracción con presión lateral contra las paredes del conducto. El corte se hace durante la retracción y el proceso se repite. Al llegar a la longitud de trabajo se utiliza el instrumento del tamaño que sigue y así sucesivamente.

Las limas pueden usarse como escariadores, pero éstos no funcionan bien como limas; sus hojas están demasiado separadas para raspar. (5, 6, 7)

Las limas tipo K se accionan en forma manual, con espirales apretadas, dispuestas de tal manera que el corte ocurre tanto al tirar de ellas como al empujarlas. Se usan para agrandar los conductos radiculares por acción cortante o por acción abrasiva. Las limas tipo K de diámetro pequeño también se utilizan para explorar los conductos, para colocar cemento sellador (girando el instrumento en sentido contrario a las agujas del reloj) y en algunas técnicas de obturación. Su sección transversal es típicamente cuadrado. Los estudios de Holland y col. demostraron que las de sección triangular son más eficaces para cortar la dentina que las de sección cuadrangular.

(5, 6, 7, 4)

En el caso del movimiento de limado, el instrumento se coloca dentro del conducto a la longitud deseada, se ejerce presión contra la pared del conducto y, manteniendo esta presión, el instrumento se gira. El ángulo de las hojas efectúa una acción cortante al ser

retirado el instrumento. No se requiere que la lima esté en contacto con todas las paredes a la vez. (5)

Son instrumentos de gran resistencia y flexibilidad y por eso resultan los más indicados para la preparación de conductos atrésicos y curvos. Las limas y escariadores no se fracturan a menos que tengan un defecto de fabricación o si el instrumento se deforma o se esfuerza más allá de su límite, esto es, que se rote sobre su eje una vez enganchados sus filos en la dentina.

(5, 6, 7)

Los instrumentos para conducto tipo K son más rígidos y más fuertes a igualdad de tamaño que las de otros tipos comparables. Esto se debe principalmente a su modo de fabricación que conserva la estructura granular del alambre matriz y toda la masa metálica de la porción activa del instrumento constituye la hoja con sus bordes cortantes, la ductibilidad del instrumento, ya sea de acero al carbono o acero inoxidable, varía de acuerdo con el endurecimiento mecánico inducido durante su fabricación.

El endurecimiento por el trabajo aplicado al alambre es función de la dimensión, la forma y el paso de torsión para una cantidad de

vueltas dada, un instrumento de mayor tamaño e igual forma que otro tendrá más endurecimiento mecánico porque las tensiones inducidas en su superficie externa y en sus bordes son mayores. En forma similar, un instrumento con sección transversal cuadrada, con más masa en sus extremidades externas tendrá más endurecimiento mecánico que un instrumento con tallo de sección triangular. Cuanto menor sea el paso (separación entre vueltas) mayor será el endurecimiento mecánico inducido. Un escariador tiene aproximadamente la mitad de las vueltas de una lima del mismo tamaño y, por consiguiente, su endurecimiento mecánico será igual a la mitad del de aquélla. Una lima N. 60 es tres veces mas gruesa que una N. 20 tiene alrededor de las tres cuartas partes de sus vueltas y está sometida a unas 2,5 veces el endurecimiento mecánico de está ultima. El acero inoxidable es más dúctil que el acero al carbono, pero esto significa poco en cuanto se refiere a los escariadores; a los defectos clínicos, está propiedad de el acero inoxidable es más significativa en las limas.

La forma del tallo del instrumento puede ser importante en la práctica clínica. Un tallo triangular requiere una rotación de un tercio

del instrumento para lograr un corte completo de la pared del conducto, mientras que un tallo cuadrado requiere un cuarto de vuelta para conseguir el mismo resultado.

Un instrumento con tallo triangular produce un corte más profundo y con virutas o partículas desprendidas del corte más gruesas que un instrumento con tallo cuadrado, porque el ángulo de contacto del tallo triangular con la pared del conducto es menor.

Un instrumento con tallo de sección romboidal combina dos ángulos diedros agudos y dos ángulos diedros obtuso, con lo cuál aumenta la eficiencia del corte de un instrumento con cuatro caras. Cuando la hoja toma la pared del conducto en cualquier instancia se produce alto grado de compresión / distorsión de la dentina, lo que produce cuarteadoras que crecen tangentes a la orbita de movimiento del borde del instrumento. Cuando las cuarteadoras se extienden cierta distancia se desprende una partícula de la superficie dentinaria de 0,005 a 0,01 mm de profundidad por 1 a 4 mm de longitud. Da lo mismo que se use una lima tipo K o un escariador tipo K; el resultado neto es igual si se completa un círculo de corte.

A causa de las diferencias existentes entre limas de sección cuadrada y de sección triangular en cuanto a volumen, ductilidad del instrumento y ángulo de contacto con la pared del conducto radicular, la percepción clínica del instrumento y sus consecuencias pueden ser significativas. Se hace notar que la curva para limas tipo K, cambia la forma abrupta entre los tamaños 25 y 30. Esto se debe a un cambio que aplican algunos fabricantes al pasar de material con sección cuadrada en los instrumentos más delgados a sección triangular. (3)

Una ventaja del diseño de tipo K es que suele resultar obvio cuando una lima se deforma permanentemente debido al estrés.

Cuando esto sucede, las estrías de la parte de trabajo, aparecen compactadas y dañadas o abiertas y más anchas. Este signo es una indicación clara de que la lima se ha deformado y debe desecharse.

El instrumento tipo K y las limas híbridas con el diseño de limas tipo K trenzadas se fracturan durante el movimiento en sentido horario como en sentido antihorario. En el giro antihorario la rotura se produce en la mitad de los giros o menos de los necesarios para que se rompan en el sentido horario. Por tanto, este tipo de

instrumento se debe utilizar con cuidado cuando se fuerza en la dirección antihoraria. (1, 2)

Como podemos observar, las limas tipo Kerr son instrumentos de gran utilidad en la preparación de los conductos radiculares, pues no solo funcionan como escariadores abriendo espacio cuando son impulsadas en sentido apical, con rotación discreta, sino también liman las paredes al ser traccionadas con presión contra ellas. También son útiles para realizar la exploración de los conductos con un movimiento de cateterismo, es decir, de penetración y oscilación.

Las limas tipo Kerr presentan la mayor variedad de diámetros, ya que tenemos: 06, 08 y 10; 15 a 40; 45 a 80 y 90 a 140 con longitudes de 21, 25, 28 y 31 mm. (6. 7) (Ver FIGURA 1)

LIMAS TIPO HEDSTROM (H)

La lima Hedstrom es un instrumento de acero inoxidable con un área de trabajo en forma de espiral apretada que se utiliza para raspar o limar las paredes dentinarias del canal radicular por medio de movimientos de entrada y salida.

Estas limas son hechas con unos surcos cortantes de una manera circular cónica en el metal, muy semejante a un sacacorchos. El instrumento presenta en su parte de trabajo mayor filo, por lo tanto posee mayor eficiencia en el corte que cualquier otra lima. Las limas tipo Hedstrom se fabrican por desgaste mecánico de las estrías de la lima en el vástago metálico del extremo cortante del instrumento para formar una serie de conos superpuestos de tamaño sucesivamente mayor desde la punta hacia el mango. El ángulo helicoidal de los instrumentos habituales tipo H se acerca a 90° o sea aproximadamente perpendicular al eje central del instrumento. Las limas tipo Hedstrom son instrumentos metálicos cónicos y con punta, accionados a mano o mecánicamente con bordes cortantes espiralados dispuestos de manera tal que el corte ocurre principalmente al tirar del instrumento. Se utilizan para agrandar los conductos radiculares, sea por corte o por abrasión.

Las limas Hedstrom cortan en un solo sentido, el de retracción, debido a la inclinación positiva del diseño de sus estrías. Las limas Hedstrom no deben utilizarse con acción de torsión. (5, 6, 7)

Las limas Hedstrom son útiles para la regularización de las paredes de los conductos y la extirpación de residuos. Los estudios de Mizrahi y col. Demostraron que aisladamente este tipo es la que extrae mayor cantidad de residuos de los conductos.

Existe en el mercado una numeración de 15 a 40, de 45 a 80, de 90 a 140 y del número 10 (especial) de 21, 25, 28, y 31 mm de longitud. (6, 7)

Son más agresivas que el tipo K, la lima tipo H se fundamenta en un acero redondo, la tecnología moderna, asistida por computadora ha permitido el desarrollo de instrumentos tipo H con formas muy complejas. Esta técnica hace posible ajustar el ángulo de la estría y el ángulo helicoidal. El filo que mira al mango del instrumento puede hacerse bastante afilado.

La lima tipo H trabaja sobre la pared del canal radicular cuando se tira del instrumento, pero no ejerce un efecto abrasivo cuando se empuja. La agudeza de estos filos permite que la lima se ensarte en las paredes del canal radicular al girar en sentido horario. Combinado con la compresibilidad de la dentina, es fácil que el usuario inexperto se encuentre en una situación en la que la lima

esté tan lejos dentro de la dentina que no sea posible tirar de ella o desencajarla sin fracturarla.

Esto rara vez ocurre con una lima tipo K o un escariador, debido a estas características, una lima tipo H es menos útil para el escariado de un canal radicular, pero es ideal para eliminar la dentina tosca.

En el diseño de una lima tipo H, el ángulo de la zona de raspado y la distancia entre las estrías son importantes para el trabajo de la lima.

El ángulo de la zona de limado puede verse como la dirección del filo de corte si se visualiza como una superficie. Si esta superficie se gira en la misma dirección que cuando se aplica la fuerza, el ángulo de la zona de limado se dice que es negativo. La mayoría de los instrumentos endodónticos tienen un ángulo de la zona de limado ligeramente negativo. Si el ángulo de la citada zona es positivo, el instrumento trabaja como una maquinilla de afeitar sobre la superficie dentinaria. En estas circunstancias, el instrumento puede excavar dentro de la dentina.

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

El área entre las estrías se rellena con dentina cuando la lima se tira sobre la superficie del canal radicular y una vez que la lima está llena, se despegará de la superficie. Por tanto una lima con un ángulo de limado positivo y profundas estrías es la más eficaz para eliminar la dentina, aunque esto produzca una reducción en el grosor del núcleo de la lima; haciendo que el instrumento sea menos duro y más propenso a las fracturas.

El deseo de tener un instrumento agresivo debe ser contrapuesto, con las expectativas de fuerza, factores que deben considerarse al elegir uno nuevo. Contrariamente a los instrumentos tipo K, la lima H es difícil de doblar para conseguir la curvatura deseada, el instrumento puede romperse al desarrollar fisuras, seguidas por pérdida de la ductilidad. Clínicamente, esto sucede sin ningún signo externo de estrés, como los cambios de las estrías que se observan en los instrumentos tipo K.

(1, 2) (Ver FIGURA 2)

NUEVAS LIMAS PARA LA PREPARACION DE CONDUCTOS RADICULARES.

El adelanto técnico de la metalurgia permitió, después de un intervalo de 60 años, la producción de nuevos instrumentos con un acero templado que lo vuelve ultra flexibles con bordes extremadamente cortantes, mucho más resistentes a la fractura. Con mayor longevidad del filo, lo que constituye los llamados instrumentos de la “nueva generación”. Estos instrumentos son fabricados por torsión ó microprocesamiento. (6, 7)

Muchos de los nuevos diseños de limas son sólo modificaciones de las limas tipo K ó tipo H. A estos tipos de limas se les conoce genéricamente como limas flex las características que a continuación se señalan están dadas por los fabricantes de cada instrumento. (5)

LIMAS FLEXOFIILE.

Son instrumentos manuales, con mangos anatómicos que presentan rebordes horizontales que permiten un perfecto dominio de su uso. (6)

Su parte activa es semejante a la de la lima tipo K común, pero ofrece mayor número de espirales por unidad de longitud.

Una de las grandes ventajas que ofrece la lima flexofile es su ultra flexibilidad, que favorece su paso por las porciones curvas del conducto radicular y reduce de modo considerable la posibilidad de trepanaciones y formación de escalones. (6)

Estas limas están indicadas para la exploración, extirpación del contenido del conducto, ensanchamiento y limado, la cinemática del empleo es la misma de las limas tipo K. (6, 7)

Se presenta en tamaños ISO del 6 al 140. (21 mm & 25mm)
Las Flexofile también son fabricadas en medios números para

facilitar la transición entre instrumentos así como el nuevo largo de 31mm. Es adecuada para conductos curvos y angostos. (5)

(Ver FIGURA 3)

LIMAS K- FLEX.

Las limas K-Flex se obtienen por torsión de un vástago de acero inoxidable de sección romboidal o en forma de diamante. Las espirales o estrías son producidas por el mismo procedimiento de torcido empleado para producir el borde cortante de las limas tipo K normales. La forma romboidea atribuye a esta lima estrías altas y bajas que forman espacios mayores para la retención de fragmentos dentinarios. Este nuevo diseño presenta cambios significativos en cuanto a flexibilidad y eficiencia de corte. Los bordes cortantes de las hojas altas están formados por los ángulos agudos del rombo y presentan mayor filo y eficacia cortante. Las hojas bajas alternadas formadas por los ángulos obtusos de los rombos actúan como un barrenador, proporcionando mayor área para la eliminación de mayor cantidad de residuos.

La cinemática del empleo de estas limas es la misma que para las limas tipo Hedstrom. (6, 7, 5) (Ver FIGURA 4)

LIMAS TRIPLE – FLEX.

Son instrumentos manuales con mango anatómico diferenciado y se construyen a partir de un vástago metálico (acero inoxidable) de sección triangular, con guía de penetración de forma cónica, son ultraflexibles y ofrecen alta capacidad de corte. Están indicadas para la exploración, limpieza, ensanchamiento y limado del conducto radicular, con la misma cinemática de empleo de las limas tipo K. (6, 7) (Ver FIGURA 5)

LIMAS FLEX – R.

Se trata de un instrumento tipo K acordonado. Las estrías son más agudas y el ángulo de rascado es más negativo que en una lima tipo K tradicional y enroscada. La punta está bien redondeada. Roane, su diseñador, por el que lleva R, eliminó además el ángulo

de transición lo cual hace que siga más fácilmente el conducto sin producir escalones, vías falsas ni trasposición del conducto.

Son fabricados a partir de un vástago de metal triangular, al contrario de los que se hacen con vástago cuadrangular, esta técnica de fabricación determina que los instrumentos sean más flexibles, con bordes más cortantes.

Gracias a la conformación cónica de su punta, estos instrumentos acompañan la curvatura del conducto radicular hasta el ápice.

Las limas flex – R empleadas con la misma cinemática de las limas tipo K, están indicadas para la exploración, ensanchamiento y limado, principalmente de conductos radiculares atrésicos y acentuadamente curvos. (6, 7, 5)

Las limas Flex - R han modificado las puntas no cortantes que proveen un mejor control del instrumento y una disminución en la incidencia de transportación del canal. (8, 9) (Ver FIGURA 6)

LIMAS UNIFILE.

Son instrumentos muy semejantes a la lima Hedstrom pero que presentan dos bordes cortantes en lugar de uno. Los surcos de la parte activa de este instrumento mantienen la misma profundidad en toda su extensión. Este detalle de fabricación tiene por finalidad atribuir a la lima mayor resistencia a la fractura y mayor flexibilidad en la porción apical, porción que corresponde a la posición curva de muchos conductos radiculares.

La cinemática de empleo al entrar en contacto con las paredes dentinarias se le imprime una rotación de un octavo de vuelta en sentido horario, se retira inmediatamente y posteriormente se le imprime una rotación inversa en sentido antihorario. Se repite este movimiento hasta alcanzar el límite apical. (6, 7, 5)

LIMAS HELIFILE.

Se construyen a partir de un vástago cilíndrico que sometido a micro procesamiento ofrece tres bordes cortantes.

El objetivo fundamental para la fabricación de un instrumento con tres bordes cortantes es el de permitir la centralización de la lima en los conductos radiculares.

Estos instrumentos se presentan en las medidas de 21, 25 y 29 mm de longitud y en los números 15 a 60. La cinemática del empleo de esta lima es la misma que la de la Unifile.

LIMAS S – FILE.

Estas limas presentan la parte activa con bordes extremadamente cortantes, con mayor acción de desgaste en el tercio medio y coronario.

La porción final de la lima presenta bordes cortantes, con menor poder de desgaste, asegurando una instrumentación segura en el “modelado” del tercio apical del conducto radicular.

Esta lima presenta una sección transversal en forma de S que combina bordes extremadamente cortantes con flexibilidad y resistencia a la fractura.

La cinemática de empleo de estas limas es la misma de las limas tipo Hedstrom.

LIMAS MANUALES SET.

La sociedad Endo Técnica (SET, Marsella, Francia) ofrece limas manuales con un cabo anatómico que permite mayor control. Su forma impide una rotación superior a los 45 grados, la parte activa de esta lima es semejante a la de la Hedstrom.

El ángulo de corte y la profundidad de las láminas (bordes cortantes) aumentan desde la punta hacia la base de la parte activa.

Como no presenta bordes en su punta (guía de penetración) esta lima evita la formación de escalones o la determinación de una “cremallera”.

Su gran flexibilidad permite la exploración de conductos radiculares. Estos instrumentos se hallan disponibles en las medidas de 21 y 25 mm de longitud. Para los números 08 a 60 y de 31mm para los números de 15 a 60. La cinemática de empleo de estas limas es la misma de la lima de tipo Hedstrom. (6, 7)

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LIMAS FLEX - R, ULTRA FLEX, K FLEX Y FLEX - O EN CANALES CURVOS.

Un estudio de comparación entre las limas flex-R, Ultra flex (construcción de Níquel Titanio) y las limas tipo K fueron comparadas usando una técnica de limado circunferencial en 96 molares maxilares extraídos de humanos.

Fueron usados los canales bucales con una curvatura inicial mínima de 24 grados, la curvatura inicial máxima fue de 52 grados midiéndose la curvatura del canal antes y después del limado y los cambios fueron analizados estadísticamente.

El ángulo de la curvatura se mantuvo mejor con las limas Flex-R y la Ultra flex que las limas tipo K.

El estudio demostró que las limas, son altamente exitosas en la instrumentación de canales curvos. (10, 8, 11)

Otro estudio de comparación de instrumentos, en raíces de canales curvos fueron comparadas las limas Flex - R, Flex - O y

K - Flex usando la técnica de limado circunferencial en 30 molares extraídos, los canales bucales de los maxilares y mesiales de los molares mandibulares fueron utilizados.

La curvatura inicial mínima fue de 18 grados se midió la curvatura del canal antes y después del limado; los análisis demostraron que no importa cual de los instrumentos fue usado, el ángulo de la curvatura fue mantenido con un alto grado de exactitud. (12, 13, 14)

Instrumentar un canal curvo introduce fuerzas que causarán que un instrumento presione más agresivamente hacia la pared exterior del canal y la porción apical disminuyendo su eficiencia de corte a lo largo de la pared interna del canal. (10, 8, 9)

Weine y colaboradores desarrollaron una técnica en la cuál precurvaron las limas y removieron las estrías de la porción exterior de los instrumentos para minimizar la transportación del foramen y de la formación de escalones. (12,13,15)

Abou – Rass y colaboradores posteriormente descubrieron una técnica de anti curvatura del limado que mantiene la integridad de

las paredes de los canales en sus porciones delgadas y reduce la posibilidad de la perforación de la raíz.

(14, 12, 13)

Walton demostró que la técnica telescópica de paso atrás redujo la posibilidad de crear escalón en el canal. (12)

Estudios previos han mostrado que las limas de punta modificada Flex-R fueron muy eficientes en las raíces de los canales curvos con el limado circunferencial, mientras que el uso de limas tipo K resultaron con alteración frecuente del patrón inicial de los canales de la raíz. (10)

El cambio en grados del ángulo de la curvatura fue menos con las Flex-R que con las limas tipo K.

La eficacia de las limas Ultra flex para mantener la curvatura de la raíz es mejor que las limas de tipo K. Eso podría haber explicado la improvisada flexibilidad de los primeros instrumentos debido a la construcción de níquel titanio, sin embargo, fue notable que estas limas de níquel titanio no fueron mas eficientes que las limas Flex - R en la instrumentación de las raíces de los canales curvos con un limado circunferencial.

Es posible que alguna de las dos limas de níquel titanio o las limas Flex-R podrían mantener el ángulo de la curvatura, mejor en los canales que son severamente curvos que aquellos usados en el presente estudio. (10, 8)

Este estudio no consideró el cambio del ángulo de la curvatura en la dirección bucolingual, además las variaciones en las propiedades físicas de los dientes extraídos en la dureza dentinal, podría influir también en el análisis comparativo entre los instrumentos. La lima Flex-R podría haber proveído mejores resultados si se hubiera usado como diseñada para la técnica de fuerza balanceada de instrumentación y no en un movimiento de limado circunferencial como en el presente estudio. (8, 9)

Roane y Powell dicen que la lima Flex-R permanece mas centrada en el canal y remueve el material mas uniformemente de todas las paredes del canal apical, que las limas convencionales tipo K.

El propósito de esta investigación fue comparar las limas Flex-R, Flex-O y las K-Flex para determinar si una desviación significativa

de la curvatura original de la raíz ocurre durante sus usos. El cambio en la curvatura determinó las bases para la comparación. (11)

Muchas de las preparaciones demostraron poco o ninguna diferencia medible entre la curvatura inicial y final de los canales. Los resultados fueron sorprendentes en que los tres instrumentos mantuvieron la curvatura del canal con un alto grado de exactitud a pesar de la presencia de muchos factores difíciles de controlar.

Southard y colaboradores han dicho que otros factores como la magnitud del ángulo de la curvatura podrán ser más importantes en la preparación de los canales. Otro factor que podría jugar un rol es la dureza dentinal.

Patterson reportó que los dientes con dentina mas dura podrían ser más difíciles de instrumentar que los dientes con dentina mas suave, y que podrían tender a confundir los resultados. (9)

SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN ROTATORIOS.

La mayor parte de errores en el procedimiento de la instrumentación de los conductos se dan por la rigidez del acero inoxidable, es por esto que surge la necesidad de un nuevo material. Civjan et al. en 1975 sugirieron que la aleación Níquel-Titanio se ajustaba bien a los instrumentos endodónticos desarrollando en el laboratorio de la Artillería Naval de la Marina Americana ligas metálicas de Níquel-Titanio para la fabricación instrumentos de propiedades antimagnéticas y resistencia a la corrosión por agua salada, recibiendo el nombre genérico de Nitinol.

El auge del Níquel-Titanio se da en la década de los 70 al ser utilizado por la Nasa en la fabricación de antenas de naves y satélites espaciales, siendo este material el que impulsa el desarrollo de los sistemas rotatorios en endodoncia. Walia, Brandtly y Gerstein, en la década de los ochenta refirieron el uso del alambre de ortodoncia de Nitinol para la fabricación de limas endodónticas manuales. Estas limas poseían dos o tres veces mas flexibilidad

elástica que las de acero inoxidable, además de mayor resistencia a la fractura por torsión, siendo posible de desarrollar de manera practica otro tipo de instrumento semejante a las limas que pudiera ser eficaz como instrumento rotatorio en los canales radiculares, especialmente los curvos, ejecutando una rotación de 360°. (16)

Se han diseñado muchos sistemas mecanizados para ensanchar el sistema de conductos. Se los puede dividir en tres grupos:

- 1- Instrumentos rotatorios para ser utilizados en piezas de mano convencional.
- 2- Limas, escariadores y tiranervios para ser utilizados en piezas de mano especiales con movimientos de vaivén.
- 3- Instrumentos usados en aparatos endodónticos vibratorios.

(1, 2)

INSTRUMENTOS ROTATORIOS.

Dos tipos de instrumentos han sido diseñados para usarlos en piezas de mano convencionales de baja velocidad según la clasificación ISO/FDI: los que poseen dos partes, un tallo y una cabeza operativa (grupo 2) y los que tienen el tallo y la cabeza operativa en una sola parte (grupo 3). Las fresas (brocas) Peeso y Gates Glidden son ejemplos de instrumentos rotatorios en una sola parte. Estas fresas se usan principalmente en el tercio coronario del conducto, para ensanchar el orificio, preparar espacio para un perno y como instrumentos auxiliares para darle forma infundibular. (1, 2)

ENSANCHADOR GATES GLIDDEN.

Tiene un extremo cortante corto y en forma de llama, hojas cortantes laterales levemente espiraladas con ángulo muy inclinado respecto de la vertical. Generalmente tiene una pequeña guía no cortante en su extremo para minimizar su potencial de perforación, la cabeza cortante esta conectada al vástago por un fino y largo

cuello. Esta numerado del 1 al 6 mediante marcas en el tallo del instrumento. Se utilizan para la ampliación y conformación de los conductos después del limado, seriado y ensanchamiento con limas en sus tercios cervical y a veces hasta el tercio medio.

Los taladros Gates Glidden forman parte integral de las nuevas técnicas de instrumentación tanto para la apertura inicial de los orificios del conducto como para la penetración mas profunda en conductos ya sea cortos o curvos. Los taladros de Gates Glidden están diseñados con un punto débil en la parte del eje más cercano a la pieza de mano, de forma que el instrumento fracturado pueda ser retirado fácilmente del conducto. (4)

Se fabrican de acero inoxidable y con un largo total de 32 mm (desde la punta hasta el contraángulo miden de 18 a 19 mm), aunque también se fabrican en largos totales de 28 y 38 mm.

(1, 2) (Ver FIGURA 7)

ENSANCHADOR TIPO PESSO.

Tiene una parte cortante larga y ahusada con hojas de corte lateral levemente espiraladas, las hojas tienen gran angulación con respecto a la vertical. El extremo cortante esta unido al vástago por el cuello corto y grueso. (1, 2)

Este ensanchador es el que se emplea con mayor frecuencia en la preparación de la parte coronaria del conducto radicular para el poste y muñón.

Tanto en su material, largo y diámetro, los ensanchadores Pesson siguen las especificaciones de las Gates Glidden. (1, 2)

(Ver FIGURA 8)

EL PULIDOR DE RAICES.

Es un instrumento rotatorio accionado mecánicamente, usado para pulir o alisar la superficie radicular expuesta de un diente sin corona. Tiene un extremo cortante de acción frontal o lateral en cuyo centro hay una proyección en un cono truncado o en punta con superficies lisas, que se introduce en el conducto radicular.

(1, 2)

Los instrumentos del grupo 2 son similares por su diseño a los manuales, a los que se les añadió al tallo una fijación tipo aldaba para usarlos en piezas de mano de baja velocidad. (1, 2)

PIEZAS DE MANO ENDODONTICAS CON MOVIMIENTOS DE VAIVEN O PIEZAS DE MANO RECIPROCAS.

Para superar la falta de flexibilidad hallada en los instrumentos endodónticos manuales (grupo 1) fue desarrollada una pieza de mano **GIROMATIC**, presentada en 1964, opera mediante acción rotacional de vaivén a través de 90 grados de giro ($\frac{1}{4}$ de vuelta). También se encuentran disponibles instrumentos adaptables a contraángulos de baja velocidad que opera con acción rotatoria habitual de 360 grados. (1, 2)

La pieza de mano reciproca empleada con mayor frecuencia es la GIROMATIC. Acepta solo instrumentos de fijación por seguro, en este aparato el movimiento de $\frac{1}{4}$ de vuelta es suministrado por 3.000 rpm. (4)

Morita también ha fabricado contraángulos de acción similar a la de GIROMATIC con la conveniencia de poder introducirles cualquier

marca de limas o ensanchadores. Aunque Winn encontró que la GIROMATIC producía desviaciones apicales más anchas (un efecto que denominó “Zip”) en conductos con pronunciada curvatura apical, noto poca diferencia respecto a la instrumentación manual si las curvas eran graduales. Hartz y Stock no encontraron diferencia entre instrumentos manuales y GIROMATIC en la preparación de cavidades circulares. El grupo del noreste halló que los ensanchadores colocados en una pieza de mano GIROMATIC eran más eficaces que las limas y los instrumentos pequeños que los instrumentos mayores. (4)

Los doctores Senia y Widy del Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Texas, presentaron uno de los conceptos más revolucionarios en la preparación de los conductos:

El canal master system emplea instrumentos de diseño singular accionados manual y mecánicamente, lo que según informaron facilita la instrumentación de conductos curvos. Los instrumentos no son muy diferentes al escariador Gates Glidden que se viene usando como ensanchador de la porción coronaria de los conductos desde hace varias décadas. (1, 2)

De acuerdo con sus diseñadores los instrumentos canal master incorporan tres características principales:

- 1- La punta cortante habitual es restituida por una punta piloto no cortante.
- 2- El segmento cortante del instrumento (cabeza cortante) se reduce desde los 16 mm estándar a 1.0-2.0 mm. A diferencia de los instrumentos estándar, que son capaces de cortar en cualquier nivel de sus 16 mm de superficie cortante, la cabeza activa del instrumento canal master tiene una mínima superficie de corte para obtener máximo control.
- 3- El diámetro del tallo liso y redondo del instrumento permanece constante y es reducido, para mayor flexibilidad.

El propósito de un instrumento diseñado en esta forma consiste en combinar una punta piloto no cortante con una superficie cortante reducida en la cabeza activa, que esta fijada a un tallo flexible de reducido diámetro que puede seguir mejor la curvatura original del conducto y reducir el desplazamiento o transporte.

Se ha interpretado que el transporte ocurre durante la preparación y ensanchamiento del conducto radicular por causa de

un corte de dentina indiscriminado en el extremo y a lo largo de 16 mm de superficie cortante de los instrumentos. Esta situación fue atribuida a diversas modificaciones de diseños, que crearon instrumentos cortantes, más afilados y agresivos. El resultado neto de una tendencia a la desviación desde el espacio original del conducto, conformación de escalones o perforación de raíces curvas, lo cual complica adicionalmente o impide el desbridamiento y en ensanche del segmento apical del conducto. (1, 2)

Los instrumentos canal master operados en forma manual tienen una punta manual no cortante de 0.75 mm y con mango un código de colores correspondientes a los tamaños de los instrumentos estandarizados (20 a 80). La versión para accionamiento mecánico (tamaño 50, 60, 70, 80, 90, y 100) tiene fijación del tipo con aldaba, con código de colores y con una punta no cortante de 2 mm para mayor seguridad. La cabeza activa tiene aproximadamente 1 mm de longitud en la versión manual y 2 mm de longitud en los instrumentos mecanizados. El método recomendado para usar el instrumento manual incluye una rotación con vaivén de 60 grados.

Se afirma que el delgado tallo que tienen ambas versiones del instrumento facilita la remoción de dentritos y la irrigación.

La lima **DYNATRAK** es el primer instrumento diseñado específicamente para emplearse en una pieza de mano recíproca. McSpadden desarrolló esta variante de la Unifile uniendo la lima a un cubo tipo de seguro y redondeando la punta del instrumento para convertirla en una punta piloto no cortante. Además, se supone que las variaciones en el avance angular de la hélice de las hojas impiden que el instrumento se trabe al describir cuartos de vuelta. (4)

Para utilizar correctamente este instrumento, McSpadden recomienda que la porción apical del conducto sea terminada hasta el tamaño 25 o 30 con los instrumentos de mano mas convencionales (tipo K o Unifile tipo H). Se introduce entonces el Dymatrak a 3.000 rpm con acción de bombeo, para terminar la preparación final del conducto. Se emplean instrumentos cada vez mayor junto con lubricante e irrigación frecuente. (4)

SISTEMA LIGHTSPEED.

En 1989, Wildey y Senia introdujeron un nuevo instrumento, el Canal Master, que disponía de punta no cortante, hoja de corte muy reducida y eje flexible de diámetro constante. Se ha publicado que este instrumento produce preparaciones de conducto mas redondeadas, que provoca menos transportación del foramen apical, que permanece más centrado y que muestra menos expulsión apical de restos de dentina. No obstante, estos instrumentos de acero inoxidable están sometidos a fractura y desgaste rápido. La introducción del níquel titanio hizo posible una modificación en el diseño de Canal Master. Esta aleación dio lugar al desarrollo de Lightspeed, con buena flexibilidad. Un estudio reciente demostró que la instrumentación con Lightspeed era más rápida que la instrumentación manual y, así mismo, conseguía mayor calidad de la preparación del conducto radicular. En el estudio de Ramírez-Salomón (1997), seis instrumentos se rompieron durante los tratamientos. En cinco de estos casos, se supero el obstáculo y pudo concluirse el tratamiento. Los ciclos necesarios para que se produzca la fractura se reducen significativamente a medida que el

radio de curvatura disminuye de 5 a 2 mm, y cuando el ángulo de curvatura aumenta más allá de 30°. (17)

Este sistema de instrumentación se basa en la utilización de unos instrumentos con un diseño muy particular, que se asemeja a los escariadores Gates Glidden, incluye una punta piloto no cortante en la mayoría de los tamaños, una cabeza cortante de longitud mínima y un vástago fino flexible redondo y liso de 23 o 24 mm de largo esto reduce la tensión en el instrumento evitando deformaciones del sistema de conductos. Este efecto se ve además favorecido por tener en la parte activa una sección en U que determina la existencia de apoyos radiales que reducen hasta niveles ínfimos la tendencia a la deformación de las paredes. Están fabricados de níquel titanio y diseñados para ser utilizados mediante un contraángulo por rotación horaria, una velocidad constante entre 750 y 2000 rpm; los instrumentos se suministran de los tamaños 20 a 110 según la numeración ISO, con la salvedad de que utilizan números intermedios, concretamente desde el 22.5 hasta el 65. (1, 2)

Para utilizar este Sistema existen normas generales a tener en cuenta:

1. Aplicar una presión apical muy ligera.
2. Utilizar una velocidad entre 750 y 2000 rpm.
3. Mantener la rpm seleccionada constantemente
4. Entrar al conducto con el instrumento ya girando
5. Utilizar un movimiento de avance-retirada cuando se encuentra resistencia
6. Irrigar y mantener el conducto repleto de irrigante cada dos instrumentos.

Es importante evitar:

1. Saltarse números
2. Forzar apicalmente Lightspeed
3. Mover el LS continuamente hacia apical cuando se note resistencia
4. Instrumentar conductos secos o semisecos.

Es necesario pensar el mayor riesgo que entraña el uso del instrumental Lightspeed es el riesgo de fractura del instrumento dentro del conducto, la experiencia clínica es la que permite reducir

hasta niveles muy bajos la incidencia de fractura de instrumentos, para lo cual conviene tener en cuenta:

1. No utilizar mas de ocho veces la limas pequeñas (hasta el 47.5) y dieciséis 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 ha pasado el número anterior, probar con otro instrumento del mismo número
5. Si al instrumento le cuesta progresar apicalmente o sospechamos la existencia de una curvatura importante, instrumentar manualmente el conducto con limas Lightspeed.

(18) (Ver FIGURA 9)

SISTEMA PROTAPER.

Este sistema fue diseñado por los doctores Clifford Ruddle, John Weste y Pierre Machtou, fue presentando en el año 2001 en el

Congreso de la Asociación Americana de Endodoncistas celebrado en Nueva Orleans.

Según el doctor Ruddle son recomendables en conductos muy curvos, finos y calcificados que pueden presentar concavidades y otras dificultades anatómicas; también añaden que están diseñadas para profesionales habituados a emplear instrumentos rotatorios de níquel titanio.

En su diseño se ha necesitado un balance entre los ángulos de las estrías helicoidales y el eje central, consiguiendo una mayor eficacia y facilitando la eliminación de restos; presentan una sección triangular, lo que hace que corten más que las limas en forma de U reduciéndose así la zona de contacto entre la dentina y la lima. Además presentan una conicidad progresiva consiguiendo por ello una preparación del conducto con una conicidad continua y suave que facilita que se llegue fácilmente al ápice empleando menos limas. (19)

Descripción del sistema.

Funciona a 250-300 rpm y está constituido por seis instrumentos: Tres para la configuración o preparación corono-apical del conducto (SX, S1 y S2) y tres para el acabado de la zona apical (F1, F2 y F3). Son confeccionados con una aleación de níquel titanio, de conicidad variable y progresiva, con unas espiras más separadas unas de las otras a medida que nos acercamos al mango. La punta del instrumento es ligeramente activa, su mejor indicación son los conductos estrechos y curvos ya que son muy flexibles y con buena capacidad de corte; el mango tiene una longitud de 13 mm para favorecer el acceso a los dientes posteriores, con un tope de silicona de 1.5 mm.

Las limas S se caracterizan por aumentar de conicidad a partir de D0 en dirección al mango, su objetivo es crear una preparación corono-apical con una conicidad progresiva y continua desde la entrada del conducto en la cámara hasta la porción apical del mismo.

La lima SX tiene una longitud de 19 mm con un segmento cortante de 14 mm, el calibre en D1 es de 0.19 mm y la conicidad del 3.5 %. Esta va aumentando progresivamente hasta D9 donde es

del 19 % con un calibre de 10.9, luego la conicidad se mantiene constante en un 2% hasta D14 donde el calibre es de 1.19 mm.

Las limas S1 y S2 tienen una longitud de 20 ó 25 mm con un segmento cortante de 14 mm , la S1 tiene en D1 una conicidad del 2% y un calibre de 0.17mm, la conicidad y el calibre aumentan progresivamente hacia el mango hasta ser en D14 del 11% y 1.19 mm respectivamente. La lima S2 tiene en D1 una conicidad del 4 % y un calibre de 0.20mm; la conicidad y el calibre aumentan de forma similar a la S1 de modo en que D14 la conicidad es del 11.5 % y el calibre de 1.19 mm.

Las limas F se caracterizan por tener su mayor conicidad en la punta disminuyendo ligeramente en dirección hacia el mango, la F1 tiene en D1 una conicidad del 7% y un calibre de 0.20 mm., la F2 del 8% y 0.25 mm y la F3 del 9% y 0.30 mm. En D14 las conicidades son del 5.5% para F1 y F2 y del 5 % para F3 con un calibre próximo a 1.2 mm. Ello permite preparar los conductos complicados con cuatro o seis limas como máximo en función del calibre apical que deseemos alcanzar.

Una serie de precauciones deben tomarse para conseguir una buena conformación del conducto y disminuir el riesgo de roturas de instrumentos, la mayoría comunes a todos los sistemas de instrumentos rotatorios:

- a) Velocidad lenta y continua entre 250 y 300 rpm.
- b) Irrigar los conductos tras el uso de cada instrumento y lubricar éstos con un gel hidrosoluble.
- c) Pasar con frecuencia la lima de permeabilización apical (08-10) para evitar taponamientos apicales y mantener abierta la luz del conducto.
- d) No forzar nunca las limas, se emplean hasta hallar la mínima resistencia y entonces se retiran sin dejar de girar.
- e) Graduar el torque del motor en valores bajos.
- f) Las limas S las utilizamos una o dos veces pues son las que sufren más al dar conicidad al conducto, las F permiten más usos pero debe vigilarse cualquier deformación de las mismas.

(19) (Ver FIGURA 10)

SISTEMA DE LIMAS K-3.

La preparación de los conductos radiculares mediante conjuntos de limas accionadas de modo rotatorio continuo mediante contraángulos se está imponiendo en la práctica diaria por conseguirse una conformación adecuada del conducto, con una sección circular, centrado en la raíz y con mínimo transporte apical. Por otro lado, representa un menor esfuerzo para el profesional y, al efectuarse con una técnica corono-apical, se consiguen mejores postoperatorios.

El sistema rotatorio K3 es desarrollado por Analytic en un conjunto eléctrico motor y manual, la velocidad del motor varía de 50 a 20.000 rpm. (20)

Descripción del Sistema K3.

Las limas K3 han sido presentadas recientemente por la firma Kerr. Representan una evolución de las limas Quantec ya que en su diseño han participado McSpadden e ingenieros de Kerr. Sus características principales son:

- Tres planos radiales, para mantener centrada la lima en el conducto
- Tres hojas de corte con el ángulo positivo.
- Diámetro variable del alma de la lima, es decir, a medida que se avanza desde la punta de la misma hasta el mango el alma va aumentando de tamaño, lo que confiere una mayor resistencia a la fractura.
- Ángulo helicoidal de las estrías (ángulo de corte del eje de la lima) variable. En el inicio del segmento cortante es de unos 43° mientras que a unos milímetros de la punta es de unos 31° , lo que proporciona mayor resistencia a la fractura.
- Punta de la lima inactiva.
- Mango reducido. Ello significa que el mango penetra en el interior de un contraángulo 4 mm más que otro tipo de lima y 5 mm más si empleamos el contraángulo de Kerr. El resultado es una mejor accesibilidad a los conductos en dientes posteriores. La magnitud de la cabeza de un contraángulo con

una lima de 21 mm es de 37.2 mm, mientras que con el presentado por Kerr con una lima K3 es de 32.3 mm.

- Tres tipos de instrumentos: dos Orífice Opener (0.0.) de calibre 25 y conicidades de 0.10 y 0.08, con una longitud de 17 mm y limas K3 de calibres 15 a 60 en conicidades del 0.06 y 0.04 y longitudes de 21 y 25 mm.
- Dos códigos de colores en el mango: una banda superior que indica la conicidad (0.04 verde, 0.06 naranja) y una inferior con el color del código ISO.
- Angulo positivo de corte.

Se recomienda utilizar un motor eléctrico con posibilidad de giro inverso cuando la lima sufra excesiva resistencia y control de torque ajustado entre los valores 1-3. La velocidad no será mayor de 300 rpm., imprimiendo a la lima una ligera presión apical, limado lineal y manteniéndola girando en el mismo punto del conducto un máximo de 2-3 segundos.

Se recomienda una técnica corono-apical. Tras permeabilizar el conducto con una lima 10-15 se emplea los 0.0 del 10 y 8%. A

continuación, en función de la dificultad del conducto, se eligen limas K3 de conicidad 4% o 6%, siguiendo la secuencia 40, 35, 30, 25 y 20, aumentando el calibre apical del conducto hasta que se considere necesario. (Ver FIGURA 11)

Técnica propuesta en conductos curvos o estrechos.

Creemos conveniente simplificar las técnicas para facilitar el trabajo clínico utilizando un menor número de limas en cada conducto radicular.

La técnica que proponemos no es otra que la adaptación del sistema K3 al concepto general que aplicamos en la preparación de conductos curvos y estrechos.

Se trata de una técnica corono-apical basada en la recapitulación o repetición de la secuencia empleada hasta alcanzar la constricción apical. Trabajamos a una velocidad de 150-300 r.p.m. con un torque de 1. La irrigación frecuente, el uso de geles quelantes hidrosolubles y el uso de la lima de permeabilización

apical son la norma. La secuencia que proponemos, de forma esquemática, es la siguiente:

- Permeabilizar el conducto con una lima 10-15 hasta la mitad del conducto.
- O O 0.10/25 hasta hallar resistencia.
- O O 0.08/25
- K3 0.06/25
- K3 0.04/25
- K3 0.04/20

La secuencia se repite dos o tres veces hasta alcanzar la longitud de trabajo, ésta se determina cuando ya estamos a escasos milímetros de la constricción. En función de la técnica de obturación y del diámetro apical del conducto podemos aumentar la conicidad apical usando una lima K3 0.06/20 o el calibre apical con una K3 0.04/25, 0.04/30. etc. De este modo con 5 ó 6 instrumentos se puede preparar un conducto difícil. (21)

SISTEMA PROFILE.

Una nueva generación de elementos níquel titanio permite dar forma a los conductos estrechos y curvos. Estas preparaciones obtuvieron una puntuación mas elevada que con limas de acero inoxidable con menos zips y escalones hay instrumentos de níquel titanio con mayor conicidad con la esperanza de que el incremento en la inclinación a lo largo del eje crearía automáticamente la inclinación precisa en la forma del conducto. El sistema Profile viene en 10 tamaños y 2 tipos de puntas diferentes. La punta estándar es de una conicidad de 0.04 mm/mm de longitud, y también esta disponible en tamaño de 0.06 mm/mm. Este instrumento no esta clasificado en función de su tamaño según las normas ISO/ANSI, pero el fabricante si establece dicha norma. Dado que su punta es más grande, el instrumento es algo rígido antes de que la preparación apical sea lo bastante ancha, lo cual limita su uso en los conductos radiculares estrechos y curvos. El grupo Profile también cuenta con un perforador de orificio. La velocidad de rotación que se utiliza en el sistema Profile esta en un rango de 150-350 rpm. Este sistema presenta "Patines" en vez de filos, los denominados Radial

Lanas. Durante los movimientos rotacionales el instrumento se desliza sobre estos patines a lo largo de la pared del canal de forma que queda centrado dentro del mismo rebajando circularmente una cantidad uniforme de dentina. (22)

La conicidad de estos (0.04mm/mm), es el doble de los instrumentos convencionales (0.02mm/mm). El aumento de la conicidad cuando se usa en una técnica crown down modificada permite que las limas más pequeñas trabajen con menor tensión y mayor percepción táctil de la longitud de trabajo. Los perfiles se obtienen tallando tres surcos en forma de U equidistantes alrededor del eje de níquel titanio.

El tipo de instrumentación del conducto radicular usado con el sistema Profile varía según la técnica de obturación que se empleará posteriormente. Si los conductos se obturarán con la técnica Thermafil, la instrumentación empieza con un Shaper de calibre Orifice, y se prepara sólo la parte recta. Si la primera lima alcanza esta longitud y rota libremente en el conducto, se introduce un Profile 06 a la misma longitud de trabajo, a continuación se introduce un Profile 04 en el segmento apical del conducto y solo

entonces se introduce el Profile del #2 en toda la longitud de trabajo. El ensanchamiento apical se consigue con instrumentos Profile de los # 3 hasta el 7, no se lleva a cabo mayor ensanchamiento coronal. Los Profiles rotatorios de níquel titanio proporcionan una preparación más centrada con menor transportación apical que las limas manuales; incluso estudiantes sin experiencia endodóncica pueden aprender fácilmente a utilizar Profile con éxito y conseguir una buena geometría del conducto radicular. (17) (Ver FIGURA 12)

SISTEMA TRI Auto ZX.

Al intentar obtener un desbridamiento completo de un sistema de conductos radiculares, podemos empujar hacia el tejido perirradicular restos como virutas de dentina, tejido pulpar necrótico, bacterias o soluciones de irrigación; estos restos pueden dar lugar a dolor y molestias postoperatorios. La instrumentación manual o mecánica con limas de níquel titanio que emplean un sistema de rotación parece reducir significativamente la cantidad de restos acumulados apicalmente, en comparación con la técnica de

impulsión tracción (limado). El número de restos arrastrados es significativamente mayor cuando el limado se realiza hasta el foramen apical, en cuyo caso no es significativa la técnica utilizada. (17)

El sistema Tri Auto Zx es un aparato electrónico manual, inalámbrico, con base cargadora que permite la instrumentación rotatoria acoplada a un localizador apical electrónico. Este aparato reúne varias características ideales para la conformación del sistema de conductos radiculares como monitorear la posición del instrumento en el interior del conducto, opera a bajas velocidades de 50 a 280 rpm. La pieza de mano inicia el movimiento automáticamente cuando se introduce el instrumento en el conducto radicular y se detiene cuando el mismo es removido. El localizador apical se puede utilizar automáticamente durante la instrumentación rotatoria o a través de la localización y adaptación de un instrumento manual. (20)

Las características de seguridad incluyen la inversión apical automática (Auto Apical Reverse, AAR) para evitar la sobreinstrumentación, en un estudio se instrumentaron 60 dientes

extraídos. Como media, la longitud electrónica era 0.54 mm más corta que la longitud real y la longitud instrumentada era más corta que la longitud electrónica. La instrumentación ajustada al nivel 1.0 de AAR se aproximaba, de forma consecuyente y con frecuencia violaba la constricción apical, sin extrusión subsiguiente de la gutapercha condensada verticalmente.

Los instrumentos endodóncicos de níquel titanio se introdujeron para facilitar la instrumentación de los conductos curvos. A pesar de su mayor flexibilidad, la separación sigue siendo motivo de preocupación con los instrumentos de níquel titanio y se ha publicado que sufren fracturas inesperadas. La separación puede producirse sin ningún signo visible de deformación permanente previa, aparentemente por fuerzas dentro del límite elástico del instrumento. En un estudio de Rowan y colaboradores (1996), las limas de níquel titanio con conicidad de 0.02 se fracturaban significativamente antes que las limas de acero comparables sin embargo, Wolcott Himel (1997) demostraron una fuerza de carga más elevada de los instrumentos de níquel titanio con una conicidad de 0.04 que en los instrumentos del mismo material con una conicidad

de 0.02. Al margen de esto, una segunda característica de seguridad del contraángulo de Tri Auto ZX es la inclusión de inversión automática de torque para evitar la fractura de la lima. La instrumentación del conducto con el contraángulo ajustado a 1.0 permitía consecuentemente aproximarse a la constricción apical sin fracturar la lima ni provocar la transportación del conducto. La fractura de las limas de níquel titanio es menos probable si la lima se emplea a la velocidad más baja recomendada. (17) (Ver FIGURA 13)

INSTRUMENTACION QUANTEC SERIE 2000.

La Serie 2000 de Quantec utiliza instrumentos de níquel titanio de conicidades graduales. El instrumento Quantec incorpora muchas configuraciones de diseño innovador que incluyen un ángulo de corte de la hoja más ajustado, estrías diseñadas para ayudar a eliminar los restos de dentina a medida que se forman áreas radiales amplias para evitar la formación de fisuras en el instrumento y para ayudar a desviar el instrumento siguiendo las curvaturas, asimetría de las superficies de corte para ayudar a man-

tener la integridad del eje central del conducto y por último, una punta de corte facetada para ayudar a preparar conductos calcificados, curvos y estrechos. Los instrumentos Quantec preparan el conducto radicular en tres fases: El Quantec n.º 1, un instrumento del calibre 25 de 17 mm de largo con conicidad de 0.06, se usa para abrir orificios. El Quantec n.º 2, un instrumento del calibre 15 con conicidad de 0.02, se emplea para estimar la longitud de trabajo. En la segunda fase, el lecho apical se ensancha hasta el calibre 25. El Quantec n.º 5, un instrumento del calibre 25 con conicidad de 0.03, se usa para unir la preparación coronal y la apical al inicio de la tercera fase. El Quantec n.º 8, un instrumento del calibre 25 con conicidad de 0.06 completa el ensanchamiento del conducto.

Los instrumentos Quantec alcanzaron proporciones de centrado mas elevadas en la zona apical. No hubo diferencias en la dirección de la transportación del conducto. El tiempo de preparación del conducto mas corto fue con Profile, seguido por el Endo Gripper, el sistema Quantec y las limas Shaping Hedstrom en el contraángulo M 4. La exploración de con MEB de la superficie interna del

conducto radicular preparado reveló una superficie interna lisa tras la preparación manual con Flexofile, pero con estrías en la dirección axial; la instrumentación con Quantec creó superficies de corte más lisas y rectas sin estrías axiales. Los instrumentos Quantec resultaron efectivos en la eliminación de cantidades significativas de tejido del conducto radicular, pero esta eliminación fue incompleta. El objetivo del estudio de Uemura y colaboradores (1998) fue establecer la cantidad de material de obturación remanente en las paredes del conducto, restos que se extruyen apicalmente y el tiempo de retratamiento cuando se utilizan Quantec, limas K y limas Hedstrom. El grupo de limas Hedstrom precisó menos tiempo; los aparatos mecánicos no demostraron ser mejores que las técnicas de instrumentación manual. (17) (Ver FIGURA 14)

SISTEMAS DE INSTRUMENTOS SONICOS Y ULTRASONICOS.

En general se desarrollaron dos categorías de instrumentos, basados en la frecuencia de la vibración impartida al instrumento y en la fuente de poder. Los sistemas ultrasónicos que generan

vibración por encima de la gama de percepción audible son activados por medio de corrientes electrónicas que pasan a través de una serie de laminillas metálicas. La alternancia de fuerzas de atracción y de repulsión entre las laminillas afectan el movimiento vibratorio mecánico, que luego es transferido al instrumento. Los sistemas sónicos producen vibraciones dentro de la gama de frecuencia audible mediante aire comprimido que activa en conjunto motor-tallo como fuente de vibración. (1, 2)

Por medio del análisis histológico observaron que la instrumentación ultrasónica fue más efectiva en lo que se refiere a la capacidad de eliminar la capa de predentina y de mayor ensanchamiento, mientras que la instrumentación manual dejó las paredes dentinarias del conducto mas regulares.

La unidad ultrasónica **CAVI ENDO** fue el primer sistema de tipo disponible en el comercio de los Estados Unidos, su desarrollo fue resultado de la amplia investigación llevada a cabo en el Naval Research Center de Bethesda, Maryland, por los doctores Howard Martin y Walter Cunningham. La intención original de estos fue la de introducir ultrasonido en los conductos radiculares, con propósito de

esterilización sónica de las bacterias. En Estados Unidos la Caulk Dentsply presentó el Cavi Endo, este aparato transmite a las limas endosónicas, vibraciones con una frecuencia de 28.570 c/s. Esta equipado con irrigación automática y puede utilizarse cualquier solución. Esta irrigación puede ser continua y si se desea con un volumen de hasta 45 ml/min. Este elevado volumen de irrigación continua aumenta la capacidad de la técnica en disolución y eliminación de restos orgánicos del sistema de conductos radiculares.

La unidad ultrasónica **ENAC**, presentada poco después en Japón por la compañía Osada, posee accesorios separables diseñados para la remoción de prótesis coladas cementadas, y para el ablandamiento y la condensación de gutapercha. El sistema tiene también porta instrumentos intercambiables, que varían el ángulo del instrumento con respecto al mango para facilitar la inserción. Las puntas vibratoras ofrecen adaptadores que fijan las limas endodónticas convencionales. Este aparato proporciona también un sistema de doble irrigación tanto con agua como con hipoclorito.

La frecuencia del ENAC que utiliza un vibrador piezoeléctrico de cuarzo es de aproximadamente 30 khz. Midiendo su frecuencia y tomando en consideración el análisis de Fourier el máximo de vibración observado en alrededor de los 30 khz.

Como accesorio el ENAC ofrece también una carga de limas tipo K (zipperer) específicamente precortadas para los procedimientos ultrasónicos y disponibles del número 15 al 50.

Más recientemente la Osada Electric Co. lanzó al mercado la punta **ENAC ST24** que permite el traspaso del instrumento favoreciendo el ajuste de la longitud de trabajo en la lima. La industria brasileña por medio de la Dabi Atlante presentó el **PROFILAX III**, este aparato consiste en una unidad generadora de corriente oscilatoria del orden de 25.000 Hz que es transformada en vibraciones mecánicas en la misma frecuencia. Ofrece también un depósito para la solución irrigadora en un sistema de agua y aire, una pieza de mano y una punta E-15 para la fijación de la lima endodóntica.

La irrigación automática es comandada por el accionamiento de un pedal con dos pasos. La capacidad volumétrica del depósito de solución irrigadora es de 190 ml con una presión máxima de 20 psi.

La punta E-15 permite el traspaso de la lima posibilitando de este modo su límite de penetración de acuerdo con la conductometría. En este caso el traspaso no deberá exceder los 4 mm.

En Europa el consorcio del grupo “Sanofi” por medio del Satelec en Francia, Alemania y España presentó el **PIEZOTEC FP** aparato generador de corriente oscilatoria del orden de 29.000 Hz que ofrece vibraciones con una frecuencia de 28.750 c/s.

Presenta una cabeza donde se adaptan las limas y otra – condensadores- para realizar la condensación lateral de la gutapercha durante la obturación del conducto radicular.

Este aparato ofrece un doble sistema de irrigación para agua y soluciones medicamentosas con flujo continuo.

Más recientemente fueron lanzadas al mercado nuevos aparatos como el **SUPRASSON**, de origen Francés, **PIEZON MASTER 400** de Suiza y el **NEOSONIC** de procedencia Estadounidense. (20)

INSTRUMENTACION SONICA DEL CONDUCTO RADICULAR.

Los instrumentos sónicos funcionan entre 1.500 y 6.000 ciclos/seg y por lo general emplean el agua como solución irrigadora con algunas adaptaciones permiten la utilización de soluciones medicamentosas. Laurichesse y colaboradores, por ejemplo adoptaron un sistema de irrigación que ofrece un chorro continuo de hipoclorito de sodio a lo largo de la lima sónica. El mecanismo de acción:

Estos aparatos transmiten vibraciones a las limas sónicas cuya mayor amplitud se observa a nivel de la punta del instrumento, que es su parte más flexible. La eficiencia de las vibraciones sónicas está en función directa de su amplitud, que esta determinada por el diámetro y longitud del instrumento. Por otro lado, la potencia transmitida a la lima depende también de la presión de aire que es propia de cada equipo y por lo tanto es necesaria la regulación de la frecuencia para obtener mejores resultados. Este complejo de vibraciones del extremo de la lima denominada por Riitano “cono de

trabajo”, tiene su base coincidiendo con la punta del instrumento cuyo diámetro no debe superar los 2 mm. (20)

Los aparatos **ENDO STAR-5** y **ENDO SONIC 300** son dos piezas de mano endodónticas semejante a raspadores periodontales (sónicos) accionados por aire, que fueron modificados para su uso como elementos vibratorios de instrumentación endodóntica. (1, 2)

ENDO ESTAR-5 aparato sónico que puede ser usado en la turbina de alta velocidad de las unidades odontológicas al ser activado el instrumento endodóntico sufre vibraciones sónicas en un movimiento de giro sobre sí mismo. La irrigación es continua y fluye en toda la extensión de la lima. La longitud de los instrumentos en el interior del conducto radicular puede ser delimitada por medio de un bloqueador de penetración que se ajusta en la punta de la pieza de mano. Las limas Endo Star son del tipo Kerr y se presentan en los números 15 a 35 (sintek). (20)

MICROMEGA 3000/1500 : el MM Endo-Sonic-Air 3000/1500 es un aparato de vibración sónica, para uso endodóntico, que puede ser adaptado a una turbina de alta rotación de la unidad

odontológica. Una característica de éste aparato es su frecuencia vibratoria, puede ser ajustada por la rotación de un aro en la base de la pieza de mano.

Este aparato permite el empleo de cualquier tipo de solución irrigadora que fluirá de la pieza de mano hacia el instrumento y que se encuentra en el conducto radicular. La pieza de mano tiene un tope fijador del instrumento pero, con la amplitud de la vibración de la lima debe ser ajustada, la longitud del instrumento también puede ser ajustada en combinación con el tope.

El sistema MM Endo-Sonic-Air ofrece tres tipos diferentes de limas: Rispi Sonic, Sonic Shaper, Heliosonic.

Las limas Rispi Sonic presentan, en su parte activa, barbas que se desprenden del propio cuerpo del instrumento fabricadas a partir de un acero especial que difícilmente se fractura, ofrecen una gran actividad de corte y son bastante útiles para el ensanchamiento rápido de los dos tercios coronarios, desgastando las interferencias a este nivel para la obtención de un acceso directo al tercio apical del conducto radicular. Como presentan su punta roma, que le da

seguridad total, la gran ventaja de este instrumento es su elevada actividad de corte, aún en instrumentos de número menor.

Las limas denominadas Sonic Shaper se caracterizan porque presentan láminas (barbas) en su parte activa, dispuestas en sentido helicoidal de pasos sucesivos y la punta roma lisa, de 1 mm de extensión. Son bastante flexibles y muy eficaces, aún con la frecuencia de 1500 Hz. Estas limas se presentan en los números 10 a 40 y en longitudes de 21 y 25 mm. Se emplean para la limpieza, preparación y ensanchamiento del conducto radicular y se introducen de 1 a 2 mm antes de la “batiente apical” realizada con anterioridad, por medio de la instrumentación manual.

Las limas Heliosonic están indicadas para la eliminación de residuos del interior del conducto radicular y para el acabado de su tercio apical.

Los instrumentos que se utilizan en éstos sistemas son en su mayoría modificaciones de instrumentos de mano tipo K o tipo R.

(20, 6, 7)

SISTEMA DE LIMAS GT.

La aparición de las limas rotatorias de Níquel Titanio Perfil, de Ben Johnson y posteriormente, las GT de Buchanan, cambiarían la filosofía en el tratamiento de los conductos radiculares. Si recordamos las características de las GT, vemos que se desarrollaron a partir de la Profile de níquel titanio, por Tulsa-Dentsply-Maillefer; están fabricadas en níquel-titanio superflexible y presentan una sección en forma de U y punta modificada no cortante.

La serie estandarizada está compuesta por cuatro limas de 0.06, 0.08, 0.10, y 0.12 mm/mm de conicidad, todas tienen el mismo diámetro en la punta, de 0.20 mm, el mismo diámetro mayor de la parte activa y la misma estructura de las estrías. Gracias a su variable conicidad, el mismo diámetro en la punta y del mismo diámetro de la parte activa, ésta se reduce a medida que aumenta la conicidad o "taper".

Las limas accesorias tienen una conicidad de 0.12 mm/mm y el mismo MDF de 1.5 mm, pero varían en el diámetro de la punta que es de 0.35, 0.50 y 0.70 mm consiguiendo si el conducto tiene un diámetro mayor de 0.30 mm una forma mayor de resistencia y una gran conicidad que favorece la obturación.

Las Limas rotatorias GT de níquel titanio, desarrolladas por Buchanan, no han sufrido grandes cambios, sino que han aumentado en número, pero no para complicarlo, sino para conseguir una mayor racionalidad en la preparación de los conductos radiculares. Gracias a una gama más amplia de instrumentos podemos escogerlos en función de los objetivos, aunque el Dr. Buchanan propone emplear como máximo cuatro limas para preparar un conducto, ya sea tortuoso o tenga un gran diámetro apical.

El mango que se ajusta a la pieza de mano ha cambiado para identificarlas mejor, presenta unos anillos que indican la conicidad o "taper" y una banda de color que se ajusta a la normativa ISO en cuanto a color / tamaño, nos indicará el tamaño del diámetro de la punta de la lima. El color del anillo (amarillo en este caso), nos

indica el diámetro de la punta (amarillo: 20); el doble del número de anillos nos indica la conicidad; por tanto, hay cuatro anillos, y la conicidad será del 0.8; si fueran tres, la conicidad sería del 0.6. Los cambios e éste sistema de limas son las limas 20-0.04, las cuales son para conductos finos en los cuales se han empleado los 20-0.10 y el 20-0.08, pero el 20-0.06 no avanza hasta el largo de trabajo. La lima 20-0.04 puede emplearse como lima final y dejar el conducto en condiciones para obturar.

La Serie 30 está compuesta por limas similares a las anteriores, tanto en conicidad 0.04, 0.06, 0.08, 0.10 como en el diámetro mayor de las estrías de 1 mm, sin embargo, el diámetro de la punta es de 0.3 mm por lo que la parte activa es más corta para conseguir preparar a más anchura la parte apical del conducto. Son ideales para preparar conductos de tamaño medio, el color del anillo es por tanto azul.

La Serie 40 está pensada para aquellos casos en los que queremos conseguir una preparación apical mayor, sin embargo, para Buchanan en aquellos casos en los que el conducto es mayor de 0.3 mm éstos se pueden preparar con las series 0.20 GT hasta

ápice y si es necesario tomaremos la serie 30 GT o una lima accesoria GT para completar la preparación. Son usables en conductos anchos: anteriores maxilares; caninos mandibulares; premolares mandibulares de un solo conducto; palatinos de molares maxilares y distales de molares mandibulares.

Las limas accesorias de conicidad 0.12 y de grosor en ápice de 0.35, 0.50 y 0.70 han variado ligeramente ya que el diámetro mayor que era de 1.50 mm de máximo se ha reducido al 1.25 mm, presentan un mango mas corto, seis anillos en dos grupos de tres, lo que les diferencia de todas las otras GT y al ser las estrías más abiertas y en proporción más anchas y el ángulo más cerrado de las estrías en la punta, ello les da una mayor seguridad en su uso. (23)
(Ver FIGURA 15)

LIMAS MECANICO – ROTATORIAS HERO 642.

A mediados del año 1998, MícroMega con el soporte científico de los Dres.JM Vulcain (Universidad de Rennes, Francia) y P.Callas (Universidad de Toulouse, Francia), desarrollaron un

sistema de instrumentación mecánico-rotatorio con limas de níquel-titanio en tres conicidades distintas, denominado HERO 642 (Haute Elasticité en Rotation).

El diseño de las limas HERO es la evolución de las limas Helifile (Micromega) hacia la mecanización, fruto de su fabricación con una aleación de níquel-titanio.

Descripción del instrumental.

Las limas HERO son instrumentos mecánicos de níquel-titanio de 16 mm, de parte activa y ángulo de transición inactivo, con un mango (metálico o de plástico) para contraángulo. A diferencia de otros fabricantes, no llevan impresas en el vástago, marcas de referencia de la longitud de trabajo. La sección transversal del instrumento es semejante a las limas Helifile o Heliapicales (MicroMega); hélice de tres puntas aunque con un cuerpo central mucho más grueso y con tres ranuras de escape que recorren toda la parte activa y que permiten canalizar los restos dentinarios helicoidalmente hacia coronal.

El sistema HERO 642 se presenta en un kit básico de 9 líneas: 3 del calibre 20 de conicidad del 6%, 3 del calibre 25 de conicidad del 4% y 3 del calibre 30 de conicidad del 2%, dispuestos en una mini caja en la que las limas se agrupan por conicidades y calibres estando conectadas por tres líneas de colores, en función de la dificultad del conducto a tratar (azul: conducto fácil, roja: conducto de dificultad media y amarilla: conducto difícil). Las limas de conicidad 6% se comercializan en dos longitudes (21 y 25 mm), mientras que las de conicidad 4% y 2% están disponibles a 21, 25 y 29mm.

Para configurar mejor la terminación apical de los conductos anchos y rectos o moderadamente curvos existen limas del 2% de conicidad de los calibres 35, 40 y 45. a las longitudes de 21, 25 y 29mm.

Estas limas siguen todos los requisitos exigidos en las limas mecánicas de acción rotatoria: níquel-titanio, punta inactiva, conicidades radicales, ranuras de evacuación de residuos y apoyos radiales, a pesar de que estos últimos no son amplios sino puntiformes. El hecho de carecer apoyos radiales amplios, convierte

a la lima HERO en un instrumento teóricamente menos agresivo que Profile o Quantec, con el riesgo añadido de fracturarse más fácilmente si la lima se enrosca profundamente en la dentina. No obstante, esta hipotética tendencia se subsana con un cuerpo de mayor calibre que otras limas, además el diseño en hélice de tres brazos proporciona un ángulo de ataque ligeramente positivo, por lo que estas limas muestran buena acción de corte.

Este sistema presenta, actualmente, pequeños inconvenientes que dificultan la comodidad de trabajo:

1. Ausencia de marcas de longitud de trabajo en el vástago: La ausencia de marcas no permite que se puedan trabajar conductos de diferentes longitudes de trabajo al mismo tiempo, lo que prolonga injustificadamente el tiempo de trabajo.
2. Falta de calibres superiores: La falta de calibres superiores al 45 hace francamente difícil instrumentar incisivos centrales superiores de personas jóvenes o bien motares con un único conducto. En estos casos servirá de ayuda realizar la

preparación con Hero642 y terminar la instrumentación apical con limas de acción apical de calibre superior al 45.

El sistema HERO 642 tiene una acción similar a las limas Quantec y Profile 0.04/0.06, cuanto menos en el concepto. Los sistemas de instrumentación mecánica, específicamente cuando utilizan limas de níquel-titanio, deberían fundamentarse en técnicas coronario-apicales; de este modo las limas progresan mejor en el interior del conducto y se disminuye el riesgo de fractura.

Su principal cualidad es que basa su técnica en la utilización de 3 conicidades de limas (6%, 4%, 2%), lo que permite preparar el conducto coronario-apicalmente. (Ver FIGURA 16)

LIMAS ENDOSONIC DIAMOND.

Fueron diseñadas específicamente para ser usadas como instrumento vibratorio energizado y representa un apartamiento considerable respecto de los anteriores tipos de instrumentos. Los bordes cortantes para la remoción de dentina están formados por partículas de diamante ligadas a un tallo metálico. El corte de dentina se produce por abrasión mediante el contacto del instrumento con la pared dentinaria a través del movimiento vibratorio que imparte el aparato mecánico y además por el movimiento manual del limado. No obstante, el uso de la lima Endosonic Diamond se limita al ensanche de la porción coronaria dentro de un conducto recto, ya que es relativamente inflexible si la comparamos con otro tipo de instrumentos. Por medio de la combinación de efectos de la irrigación y de la instrumentación, las partículas dentinarias y los dentritos son eliminados en forma simultánea con procedimientos de corte. Antes (con otros sistemas), la instrumentación, la irrigación y la eliminación de restos del conducto y de la superficie de los instrumentos debían ser ejecutadas necesariamente como procedimientos separados.

La lima de diamante no clasificada, Martin ha perfeccionado una lima de diamante inflexible para el uso en la pieza de mano ultrasónica que él también inventó. Debido a que la lima no se dobla, solo deberá emplearse en la porción coronaria recta del conducto. En un estudio comparativo entre instrumentos de mano (lima tipo K) y la lima de diamante montada en la pieza de mano ultrasónica, la segunda eliminó una cantidad casi cinco veces mayor de estructura dentaria en el mismo tiempo. (4)

Los instrumentos vibratorios pertenecientes a la categoría “tipo R” (cola de ratón) están tipificados por las marcas Rispi y –con ciertas modificaciones- por las limas Shaper. Como ocurre con las limas barbadas o las escofinas para uso manual, los bordes cortantes de éstos instrumentos son creados a lo largo del tallo por medio de series de incisiones que luego se elevan durante el proceso de fabricación, para llegar a formar una superficie áspera. El mecanismo de corte es al igual que con la lima de diamante, por abrasión más que por verdadero corte. La lima de diamante para ultrasonido y el instrumento sónico tipo R exhiben mayor eficiencia de corte que los del tipo K, cuando se los emplea en estos sistemas

y cuando se les compara con la instrumentación manual. Estos tres instrumentos se caracterizan además por poseer puntas que no son cortantes.

La energía vibratoria absorbida por el instrumento puede inducir fracturas en puntos de alta concentración de estrés tales como:

- 1- Áreas de erosión superficial.
- 2- Indentaciones agudas e irregularidades en el diseño.
- 3- Defectos internos en el metal (vacíos o impurezas).
- 4- Puntos de flexión donde el instrumento sufre endurecimiento mecánico por los movimientos de inflexión que se hallan en este tipo de sistemas.

SISTEMA CANAL FINDER.

Desarrollado en Francia por el doctor Guy Levy en 1984 y presentado por la Societe Endo Technic de Marsella, es totalmente automático y funciona con una cantidad variable de vibraciones ultrasónicas longitudinales y un movimiento de rotación libre dirigido por la disposición de la barbas de la lima. Estas vibraciones de 0.4 a 0.8 mm, disminuyen a medida que aumenta la resistencia a la lima. (17, 20)

El contraángulo – canal finder- y sus instrumentos especialmente diseñados hacen que el tratamiento del conducto radicular sea más rápido, más fácil, y sin violar los principios fundamentales para el éxito endodóntico. (20)

En 1985 Lavangnoli y Gennari compararon in vitro tres técnicas de instrumentación en conductos radiculares mesiales de molares inferiores extraídos. En las evaluaciones realizadas, concluyeron que el sistema Canal Finder ofrecía mejores resultados en cuanto al mantenimiento de la forma original del conducto radicular en relación con la instrumentación manual de Schilder y la ultrasónica.

Tronstad y Niemczyk en 1986, comprobaron la eficacia y la seguridad ofrecida por las fuentes automatizadas mecánicamente y

empleadas en la instrumentación de conductos radiculares, utilizando modelos plásticos que simulaban estos conductos.

Goldman y colaboradores, en 1988 compararon la eficacia de tres métodos utilizados en la preparación del conducto de 45 dientes unirradiculares, que fueron divididos en tres grupos: grupo 1 – canal finder system-, grupo 2 – micromega 3000 – y grupo 3 – manual con limas tipo Kerr-. (20)

Después de la preparación 6 observadores estudiaron los dientes mediante microscopia de disección, y se llegó a la conclusión de que no existía diferencia suficiente entre las técnicas en relación con la preparación apical y la eliminación de irregularidades de los conductos radiculares. Sin embargo, con respecto al alisado de las paredes dentinarias, escurrimiento y conicidad, los grupos 1 y 3 ofrecieron mejores resultados que el grupo 2.

Componen el sistema el contraángulo canal finder, adaptable a la pieza de mano de baja velocidad (micromotores de aire comprimido o eléctricos), pieza para ajuste de limas y juegos con

los instrumentos endodónticos. Estos instrumentos son codificados en colores de acuerdo con la ISO.

Las limas exploradoras, Pathfinding File, especialmente diseñadas para la exploración de conductos radiculares, aún los curvos y atrésicos, se ofrecen en los números 08, 10, 15 y de 19, 21 y 25 mm de longitud.

El sistema ofrece también los instrumentos denominados Set Files. Estas limas se usan tanto para explorar como para ensanchar y alisar el conducto radicular sin la formación de escalones o Zip. El ángulo de corte aumenta a lo largo del cuerpo de éste instrumento para ofrecer un máximo de eficacia.

Las limas manuales, presentadas también por la Endo Technic Corporation, se denominan Set Files y son distribuidas en colores y con estandarizaciones de acuerdo con la ISO. Este sistema permite la irrigación automática por medio de un emisor de flujo de solución irrigadora. (Ver FIGURA 17)

SISTEMA PS (PINEDA SYSTEM).

Consta de dos abridores de orificio correspondiente a los instrumentos 25 (rojo) y 45 (plata), el primero con conicidad de 0.06 al igual que el segundo y con una longitud de 18 mm, cuatro instrumentos: Radip body shapers (RBS) en dos longitudes 21 y 25 mm. Sin conicidad estos son instrumentos cilíndricos con diámetros progresivos: RBS 1=0.61 mm, RBS 2=0.66 mm, RBS 3=0.76 mm, RBS 4=0.86 mm y 6 instrumentos Pow-R con una conicidad de 0.02 que van en número del 20 al 55 en longitudes de 21 o 25 mm.

Para los abridores y limas Pow-R se recomienda una velocidad de 150 rpm y para los RBS una de 300 rpm.

Todos estos instrumentos son fabricados con NITi, tienen la punta modificada de Roane, son de forma triangular y se dice que conforman el conducto sin transportación del foramen y con seguridad ante la fractura de instrumentos. (Ver FIGURA 18)

RECOMENDACIONES BASICAS PARA EL USO DE INSTRUMENTOS DE NIQUEL TITANIO.

Como la endodoncia vive uno de los mayores avances técnico-científicos de su historia, al utilizar sistemas rotatorios de níquel

titanio en el sistema de conductos radiculares, debe ser estrictamente necesario conocer las reglas básicas o mínimas, para poder llegar a optimizar al máximo este tipo de instrumentos y lograr así un óptimo rendimiento de estos en el trabajo cotidiano.

REFERENTE AL MOTOR:

1. No utilizar motores comunes a aire, pues estos no poseen mecanismo propio para controlar la velocidad y el torque, lo cuál puede determinar alteraciones abruptas de velocidad, causando estrés a los instrumentos y la consecuente fractura por fatiga cíclica.
2. Se debe utilizar motores adecuados (eléctricos), independientes a la unidad dental que nos permitan obtener velocidades constantes de 150 a 300 rpm aproximadamente, independiente a la fuerza que se le aplique al reóstato, ya que esto se puede controlar por el torque.
3. El torque es un factor que no se debe obviar, pues éste se debe controlar para cada instrumento, dependiendo de su

grosor, conicidad y región del sistema de conductos radiculares en el que sea utilizado.

4. Motores que posean función de auto-reversa, cuando el torque seleccionado a sido superado debido a un estancamiento dentro del conducto, permiten que la lima gire en sentido contrario a las manecillas del reloj para sacarla del conducto y así evitar la fractura del mismo.

REFERENTE A LA ANATOMIA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS:

- 1- Se debe conocer la anatomía del sistema de conductos radiculares del diente a tratar, mediante lo cuál se utilizarán radiografías preliminares tomadas desde diferentes ángulaciones, para así obtener características detalladas como dirección, longitud, anchura y curvatura del conducto.
- 2- La utilización de limas pre-serie, como la lima de patencia nos aportara información en relación si el conducto es permeable y poder lograr percibir variaciones e interferencias del sistema de conductos radiculares.

- 3- Obtener un acceso directo, previo a la introducción de cualquier tipo de instrumento. Se debe ganar un acceso libre de interferencias, así como una forma de conveniencia a la entrada de los orificios para que los instrumentos accedan de una manera libre a los conductos en su porción apical.
- 4- En los sistemas de conductos radiculares extremadamente curvos la capacidad de un instrumento de resistir a la fatiga cíclica, varía inversamente con el cuadrado de su diámetro. En otras palabras la fatiga de un instrumento aumenta con el grado de curvatura que presente el conducto.

REFERENTE A LA TECNICA DEL OPERADOR:

- 1- Los instrumentos deben utilizarse de mayor a menor grosor, ya sea de mayor a menor conicidad o de mayor a menor diámetro; siempre realizando la técnica de preparación corono-apical (crown-down), permitiendo que la misma lima

sea la que trabaje pasivamente con detenimiento hacia el ápice.

- 2- Utilizar soluciones quelantes o lubricantes, para así evitar calor por fricción del instrumento y el posible atoramiento y deformación del mismo, dentro del sistema de conductos radiculares.
- 3- La cinemática de movimiento que debe aplicarse a los instrumentos de níquel titanio se conoce como “picoteo” (progresión y alivio), o sea, nunca debe quedarse presionado el instrumento en sentido apical para que este avance unos pocos milímetros. Se debe dejar que el instrumento encuentre su propia trayectoria. (Importante retirarlo después que el instrumento encuentre alguna interferencia).
- 4- Nunca debe permanecer el instrumento girando en la misma posición (5 – 10 seg.), pues eso conduce al instrumento al estrés o fatiga cíclica del mismo y la consecuente fractura del mismo. El instrumento siempre debe salir girando. Dentro de estos intervalos se debe aprovechar limpiar las estrías del

instrumento, irrigar el conducto y comprobar la permeabilidad del conducto con la lima de patencia.

- 5- Por ningún motivo se debe forzar ni presionar en dirección apical los instrumentos rotatorios ante una resistencia. La fuerza (presión) que debe ejercerse sobre el instrumento en dirección apical no debe ser mayor que la utilizada en el caso de romper el grafito de un lápiz. Si se sospecha de alguna resistencia, es mejor sacarlo de inmediato y no ejercer presión y devolverse inmediatamente al instrumento de menor calibre. Irrigarlo correcta e inescrupulosamente, verificar con una lima de patencia ninguna resistencia; lubricar nuevamente la lima, y repetir el procedimiento hasta lograr la longitud deseada.
- 6- Si el sistema de conductos radiculares en su tercio apical ofrece demasiada resistencia y si llegara a ofrecer una curvatura demasiado atresica, se debe continuar la instrumentación del mismo, con instrumentos manuales.
- 7- Nunca utilizar instrumentos rotatorios en conductos radiculares secos.

- 8- Mantener la permeabilidad apical (lima de patencia), para evitar que los detritus dentinales queden empacados en el tercio apical y así se logre bloquear el ápice, reduciéndonos la longitud del conducto radicular.
- 9- Previo a la utilización de estos sistemas en pacientes, se recomienda la práctica de estos sistemas rotatorios en dientes extraídos o en cubos de metacrilato, para familiarizarse con los sistemas y sus respectivas secuencias.

REFERENTE AL INSTRUMENTO:

- 1- Se debe limpiar después de cada uso, para permitir que las estrías estén libres de residuos. Para este caso se utilizara una gasa humedecida con alcohol o hipoclorito de sodio.
- 2- Al ser reutilizado un instrumento rotatorio de níquel titanio, debe ser cuidadosamente examinado (de preferencia una lupa o lente de aumento) con el objetivo de descartar posibles

distorsiones, elongamiento de las espirales del instrumento u otro tipo de deformaciones.

- 3- Si el instrumento no llegase a presentar alguna deformación visible, conviene destacar que una posible fractura podrá ocurrir, lo cuál la inspección visual no es un método seguro para evaluar las condiciones de este. Los instrumentos de níquel titanio suelen romperse sin previo aviso, por lo que ante la más mínima duda que este presente alguna anomalía lo mejor será desecharlo y utilizar uno nuevo.
- 4- El problema más importante referente a los instrumentos es cuando debe ser reemplazado por uno nuevo. Según los fabricantes de cada sistema de limas rotatorias lo sugerido cambiarlas después de un uso, lo cuál sería lo ideal pero no es aplicable en la realidad económica. El adecuado uso de los instrumentos rotatorios de níquel titanio no debe sobrepasar 4 – 6 veces de uso.
- 5- Es de importancia llevar un estricto control del número de usos por instrumento utilizado; teniendo en cuenta que las limas de

menor diámetro son menos resistentes que las de un calibre más grueso.

6- La esterilización por métodos químicos debe evitarse, pues los productos químicos utilizados pueden alterar la aleación níquel titanio.

7- Recordar que el instrumento de níquel titanio lamentablemente no avisa antes de fracturarse.

(24, 25, 26)

VENTAJAS DE LA TECNICA ULTRASONICA.

1- Permite una mejor limpieza de los conductos radiculares, ya que aumenta la capacidad de limpieza de los conductos radiculares eliminando la capa de predentina y detritus que pudieran haber quedado retenidos en las paredes durante la instrumentación.

- 2- Reducción del tiempo de preparación biomecánica de los conductos radiculares, después del período de adaptación a la técnica ultrasónica y el dominio del aparato, se consigue una reducción hasta un 40% del tiempo total de preparación biomecánica convencional.
- 3- Mayor desgaste de las paredes dentinarias de los conductos radiculares, esta situación es más evidente en conductos atrésicos y permite, en consecuencia una obturación más fácil en estos casos.
- 4- Mejor obturación de los conductos radiculares, con las fresas de diamante sobre todo en los tercios medio y cervical, facilitan de esta forma el deslizamiento del material obturador.
- 5- Reducción de fatiga del operador.
- 6- Irrigación continua y abundante, por su facilidad con un simple toque del pedal, se irriga mas los conductos con esta técnica que con los métodos convencionales.
- 7- Instrumentos menores cumplen la función de instrumentos mayores, podemos ver que con el uso de limas ultrasónicas número 15, 20 y 25 actuando cada una de ellas un minuto, se

consigue ensanchar un conducto atrésico más que con una lima número 40 en la instrumentación manual. Otros autores afirman que es necesario un tiempo de acción de 3 minutos para cada lima.

- 8- Extracción de pernos intrarradiculares; las limas activadas con ultrasonido cuando se les hace actuar entre un perno metálico y la pared dentinaria. A pesar que no es el método más rápido es el más seguro y está indicado para casos en que corremos el riesgo de fracturas radiculares o perforaciones, en caso de pernos voluminosos y paredes de dentina delgadas.
- 9- Extracción de conos de plata e instrumentos fracturados, fresas, etc., solo se consigue su extracción en casos en que se encontraba relativamente sueltos en los conductos. Cuando se trato de instrumentos fracturados en áreas retentivas (curvaturas) no fue posible su extracción. (20)

En la literatura encontramos otras citas en cuanto a las ventajas de aparatos ultrasónicos, encontramos:

- 1- Aumento del efecto antimicrobiano del hipoclorito de sodio.
- 2- Aumento de la permeabilidad de las paredes dentinarias.

3- Auxiliar en el tratamiento para extraer la obturación, aunque estas no son evaluadas ampliamente. (20)

DESVENTAJAS DE LA TECNICA ULTRASONICA.

- 1- Necesidad de un período prolongado de entrenamiento previo en dientes extraídos y modelos.
- 2- Posibilidad de empujar los detritus hacia el ápice y periápice.
- 3- Escaso flujo en conductos curvos, las soluciones irrigadoras no penetran en toda la extensión de ellas.
- 4- No abre espacio en profundidad, solo en lateralidad.
- 5- Fractura de instrumentos, cuando las limas ultrasónicas penetran en conductos muy estrechos, sin preparación previa manual. Entre las marcas comerciales las limas adaptadas para su uso ultrasónico, nos aparece que las limas K-flex (Kerr) fueron las más resistentes a la fractura.
- 6- Costo relativamente alto y mantenimiento especializado.

(20)

EL EFECTO DE VELOCIDAD ROTATORIA Y CURVATURA DE CANALES EN LA ROTURA DE INSTRUMENTOS ROTATORIOS DE ENDODONCIA.

Una de las preocupaciones más grandes cuando se trabaja con instrumentos rotatorios de endodoncia, es que el instrumento pueda quebrarse dentro del canal de la raíz, y dañar el tratamiento.

Este estudio evalúa el efecto de velocidad rotatoria y curvatura de canales de raíces en el avance y perfil de instrumentos rotatorios, para determinar si hay algún aumento en la fractura de instrumentos.

Ciento veinte molares con tratamiento endodóntico fueron extraídos para este estudio los cuales fueron divididos en dos grupos de acuerdo a la curvatura del canal si era más grande o menos grande de 30 grados. Tres diferentes velocidades de rotación

(150, 250 y 350 rpm) fueron usadas en la preparación de los canales. El factor más importante que aumenta el riesgo de la fractura de instrumentos fue la curvatura de los canales.

(27, 28)

Instrumentos rotatorios de níquel titanio son de uso común. Aunque no podemos negar que tienen muy buenas cualidades, hay un riesgo grande que se rompan dentro de los canales. La fractura de instrumentos ocurre principalmente en el principio de la tercera parte del canal y esto hace muy difícil la extracción de del instrumento, o para rellenar los orificios del canal especialmente cuando el canal es angosto. Los fabricantes de instrumentos rotatorios recomiendan que los instrumentos sean periódicamente inspeccionados por daños, que puedan prevenirlos de una posible fractura. (29, 30)

De acuerdo a los fabricantes de los instrumentos Profile (Dentsply/Maillefer) ellos han incorporado un método patentizado donde el cuello se desgarran antes de quebrarse, avisando así al usuario antes que se fracture.

Aún existe la preocupación que los instrumentos rotatorios de níquel titanio puedan fracturarse sin antes tener un aviso visual o de deformación. Aún las más pequeñas señales de desgaste de metal son difíciles de notar en los instrumentos de níquel titanio, no como otros instrumentos hechos de acero inoxidable. Además inspecciones visibles no son buenos métodos para determinar y prevenir el rompimiento de instrumentos de níquel titanio. (31, 32)

Se cree que los instrumentos endodónticos rotatorios se fracturan de dos maneras: debido a la torsión o al desgaste de doblarse. La fractura de torsión ocurre cuando la punta o cualquier parte del instrumento se atora contra la pared del canal, mientras la parte baja del taladro sigue girando hasta que el instrumento alcance el límite de la capacidad elástica del metal, hasta producir una fractura.

Este tipo de quebradura ha sido asociada con la aplicación de fuerza excesiva durante la instrumentación, las quebraduras ocurren cuando el metal se debilita, en este caso el instrumento no se atasca en el canal, gira libremente hasta que se quiebra de donde ha sido doblado más veces.

Se cree que esta clase de daño es un factor importante en el rompimiento de instrumentos rotatorios de níquel titanio, en uso clínico y pueden ser causados por el uso en canales curvos.

El propósito de este estudio fue para evaluar el efecto de la velocidad de rotación y la curvatura de los canales de la raíz en la rotura de instrumentos rotatorios de níquel titanio y para beneficiarnos si verdaderamente son factores que aumentan el riesgo de quebrarse. (33, 34)

El 12.5% de quebraduras de lima ocurren en tratamientos de canales. Todas las quebraduras ocurrieron a un nivel de milímetros de la punta de la lima y en la parte apical del canal.

Las limas que se usaron con una velocidad rotatoria de 250 y 350 rpm se quebraron mas frecuente que las que se usaron a 150 rpm. Las limas que se quebraron eran #25 y #30 (con conicidad de 0.04) y las menos frecuentes la #20, #25 y #30 (con conicidad de 0.06), observando la relación entre un número de quebraduras sucedidas en uso clínico, se observó que la mayoría de quebraduras sucedió durante la primera y sexta vez que se usaba la lima.

Todas las limas que se quebraron no presentaban señales visuales de deformación o defectos que avisara de alguna fractura. Tampoco se encontraron ningunas señales de deformación de las partes quebradas cuando se observaron a través del microscopio.

Además, cuando se trabajo en el canal, en ningún momento los instrumentos se atoraron. Como consecuencia de esta observación, nosotros creemos que la razón de fracturas se debió a causa de la cantidad de dobladuras y no por desgaste de torsión.

Un análisis estadístico de resultados revela que el riesgo de que los instrumentos se quiebran en los canales, cuando la curvatura es mayor de 30 grados y cuando el radio de curvatura es menor y más grande en canales en los cuales la curvatura no era muy pronunciada o cuando el canal es relativamente recto.

Se puede decir además que la velocidad de rotación no es un factor independiente pero está relacionado a la curvatura. Una raíz curva aguda de otra manera es un factor que, independiente de otro criterio impone un riesgo mayor en la quebradura de instrumentos.

Basados en los resultados es obvio que la resistencia de las limas dependen de si el canal esta relativamente recto o medio

curvo o si al contrario la curvatura de los canales es muy pronunciada y aguda. (35, 27)

LA CALIDAD DE PREPARACION APICAL USANDO INSTRUMENTOS MANUALES Y ROTATORIOS BASADO EN UN NUMERO DE LIMA APICAL INICIAL.

El objetivo de este estudio era comparar la calidad de ampliación apical de canales mesiobucales de molares mandibulares usando limas manuales de acero inoxidable (limas K) e instrumento rotatorios de níquel titanio (Lightspeed). Treinta molares mandibulares extraídos fueron asignados al azar en tres grupos iguales. Los canales mesiobucales fueron instrumentados con limas K usando la técnica del paso atrás sin ensanchamiento coronario (grupo 1), usando las limas K con la técnica paso atrás después del ensanchamiento coronal (grupo 2), y la instrumentación con Lightspeed (grupo 3). El criterio específico para la ampliación apical fue usado basado en la medida inicial apical.

Para la técnica del paso atrás los números de lima master apical fueron basados en el criterio de Grossman de tres números más grandes que la primera lima que limitó la longitud de trabajo sin

ensanchamiento coronal (grupo 1), y con ensanchamiento (grupo 2), para el grupo de Lightspeed los números de las limas rotatorias master apical fueron basados en la recomendación del fabricante.

Se prepararon canales a tamaños significativamente más grandes usando la instrumentación con Lightspeed que con cualquier técnica de instrumentación manual y con canales significativamente más limpios, menos transportación apical, y mejor forma del canal que ambos grupos con instrumentación manual. Fue concluido que la más grande ampliación apical usando los instrumentos rotatorios es beneficioso como un intento para debridar posteriormente la región del tercio apical en canales mesiobucales de molares mandibulares. (36, 37, 38)

Si seguimos el criterio de Grossman de ampliar un canal de la raíz por los menos tres tamaños más allá de la primera lima que lleva a una longitud de trabajo, entonces la ampliación apical más grande podría ser necesaria asegurando que la región del tercio apical esta adecuadamente debridada antes de la obturación.

Haga en 1968 demostró la debridación incompleta de canales mesiales de molares mandibulares ampliados con un número ISO

#35 o #40 y estimó que una adecuada preparación requeriría un #50. Sin embargo poco es conocido con respecto a la calidad de preparación apical del canal con números de limas manuales de acero inoxidable más grandes. (39, 40, 41)

En 1990 Sjogren y colaboradores declaró que el ápice del canal podría mantener una cantidad crítica de microorganismos y una inflamación perirradicular.

En 1994 Simón consideró que a tres milímetros del tercio apical del sistema de canales es una zona crítica en la dirección de canales infectados.

Se ha sugerido que la instrumentación debe extenderse al ápice radiográfico (superficie de la raíz) con limas #8, #10, #15, #20 y #25 facilitando la limpieza de la región del foramen con un alto apical creado con una lima #30, #35 o #40 tan cerca del foramen apical como sea posible.

Ningún estudio ha comparado la habilidad de las diferentes técnicas de instrumentación para ampliar la región apical de los canales estrechos, particularmente para considerar la calidad de la preparación apical del canal, a pesar de la disponibilidad de los

instrumentos manuales y rotatorios flexibles de níquel titanio en los últimos diez años que todavía son usadas por muchos clínicos y escuelas convencionales pues todavía se enseñan ampliamente en muchas escuelas dentales. (42, 43, 44)

OTROS ESTUDIOS SOBRE INSTRUMENTOS MANUALES Y ROTATORIOS.

Se estudió la habilidad de los sistemas rotatorios en el centro del canal (Profile serie 29 con diámetro de 0.06), y se concluyó que en la limpieza y conformación del canal es importante mantener la forma original de éste (pudiendo ser un obstáculo en canales pequeños y curvos), siendo los instrumentos rotatorios antes mencionados los que logran mantener la vía original del canal con mínimas diferencias. (47)

Esposito y Cunnigham no encontraron diferencia estadística entre limas de níquel titanio (manuales y rotatorias) con las de acero inoxidable arriba de un número 30, aunque fueron más efectivas las de níquel titanio en mantener la vía original del canal.

Debido a las propiedades céntricas de las limas de níquel titanio es indispensable una debridación tanto química como mecánica ya que hay áreas que quedan sin ser limpiadas totalmente y más aún cuando hay otras ramificaciones dentro del canal. (48)

La técnica manual (limas K) fue más eficiente en la limpieza de las raíces de los canales mesiodistales que en las técnicas rotatorias usando Profile 0.04. (49)

La instrumentación rotatoria tiene un área limitada debido a la superelasticidad (2 a 3 veces mas elásticas en torsión y doblaje que las de acero inoxidable), ya que no pueden ser presionadas contra las paredes del canal porque se corre el riesgo de crear una perforación lateral. (27)

Estudios sobre la falla de rotación como una consecuencia del ciclo de desgaste de las limas del níquel titanio muestran gran variabilidad de número a numero y dentro del mismo número. El consenso fue que 600 rotaciones o ciclos son para la numeración de limas mas pequeñas (20 a 35) y menos rotaciones para las limas mas largas o mayores del número 40. (50)

También se expusieron a ciclo de desgaste, irritantes y esterilización no afectando consistentemente el momento torsional o la deflexión angular. El momento torsional aumentó significativamente con un incremento en el número de lima

prescindiendo de la condición (esterilizadas y no esterilizadas) o la solución (salina o hipoclorito de sodio).

Nuestros resultados fueron similares a otros estudios en no conseguir resultados consistentes: para las número 25 y 30 el momento torsional fue aumentado a pesar del desgaste cíclico, mientras disminuye para la número 35, entre los números expuestos a condiciones y soluciones hubo resultados similares, la número 30 expuesta a hipoclorito de sodio y esterilización tuvo un momento torsional significativamente más alto comparada con la no esterilizada; sin embargo lo opuesto fue cierto para la número 35.

Siendo el hipoclorito de sodio el irrigante más comúnmente utilizado en el trabajo biomecánico debe considerarse que la aleación de níquel titanio muestra una baja tendencia a la corrosión (que puede causar pérdida de volumen del material favoreciendo la fractura del instrumento), y excelente biocompatibilidad por algunas características especiales: el efecto de memoria de la forma y la superelasticidad que al mismo tiempo se asocian con la aplicación de fuerzas. (51)

Sin embargo a pesar de las ventajas evidentes, los instrumentos de níquel titanio pueden sufrir fracaso a través del desgaste cuando fueron usados en canales curvos debido a los ciclos de tensión-compresión a que están sujetos cuando se flexionan en la región de máxima curvatura del canal, por ello podrían ser descartados después de un solo uso. El fracaso de desgaste ocurre inesperadamente sin cualquier señal de deformación permanentemente previa o de inspección visual.

También el procedimiento de esterilización a calor seco puede afectarlos por una exposición repetida a ciclos de calor-enfriamiento, resultados del estudio demuestra que no hubo fallos por el número de ciclos para los instrumentos esterilizados por una vez, sin embargo los que se sometieron a 5 esterilizaciones (Profile #5 Quantec #6 y #8) mostraron un aumento de aproximadamente 70% (debido al aumento de dureza), pero al analizar los instrumentos fracturados se muestran que se debe más que todo a una sobrecarga torsional y desgaste así como un incremento en el tamaño de los instrumentos.

En otro estudio hecho por Serene y colaboradores, y examinado mas detalladamente por Silvaggio y Hicks sobre el efecto de la esterilización en las limas rotatorias, Serene dijo que 10 ciclos de esterilización en calor seco aumentaba la falla de la rotación, Silvaggio y Hicks expusieron varios números de estos instrumentos a 3 diferentes métodos de esterilización y a 0, 1, 5 o 10 ciclos y ningún método o numero de ciclos aumento el momento torsional y la deflexión angular de las limas.

En el estudio que se usaron limas Profile ISO #20 de 0.04 de diámetro en canales curvos y las revoluciones por minutos usadas fueron cambiadas, Gabel y colaboradores descubrieron que las limas rotatorias se deformaban mas cuando se usaban unas revoluciones por minutos mas altas, pero cuando se disminuían no se mostraba visiblemente un deterioro si no hasta que habían sido usadas un numero de veces mas de lo que podrían ser consideradas. El típico desgaste del instrumento se observa en forma de salpicadura o desprendimiento del material. (52)

En otro estudio se observó el desgaste y en los tratamientos endodónticos el riesgo con las limas tradicionales (acero inoxidable) es una deformación o fractura, y con los instrumentos de níquel titanio se limita el riesgo de falla; ya que la deformación cíclica durante el tratamiento cambia la conducta mecánica de las aleaciones del níquel titanio y finalmente las lleva a una falla de desgaste. Las propiedades mecánicas y las varias fases de transformación de temperatura de la aleación en la forma de memoria de los instrumentos de níquel titanio son conocidas por ser muy dependientes en el proceso termomecánico.

Los fabricantes aconsejan no usar cada lima en mas de 10 a 12 canales de las raíces, la diferencia de las limas que han sido presionadas en canales curvos comparadas con las de canales rectos puede ser visto en términos de diferentes densidades de defecto, en los canales curvos la presión será alta. En condiciones clínicas las curvaturas de los canales deforman los instrumentos, el ciclo de fatiga es causado por repetidas presiones compresivas-tensibles, el máximo de la presión esta en la superficie de la curva.

Al preguntarse de cuántas veces podrían usarse los instrumentos rotatorios de níquel titanio antes de ser descartados, no encontraríamos una respuesta definitiva ya que existen diversos factores que deben considerarse tales como la curvatura y la complejidad del canal, el número del instrumento y la acción o método de instrumentación; dando una variabilidad entre casos clínicos, las fracturas impredecibles y las consecuencias de fractura.

(55)

Trescientos setenta y ocho limas Quantec serie 2000 que fueron descartadas después de un uso normal por especialistas en endodoncia con una práctica sobre seis meses mostraron un 50% de defectos visibles, el 21% se fracturó y el 28% tuvo otros defectos sin fractura. Las limas fracturadas se dividieron en dos grupos de acuerdo a sus características de defectos observados: la fractura torsional que ocurrió en un 55.7% y por desgaste flexural en un 44.3%, siendo este descubrimiento algo inesperado y que podría ser limitado a la marca en particular y la técnica recomendada por el fabricante para su uso. (53)

Los resultados indicaron que la falla torsional podría ser causada por el uso y también por la excesiva fuerza apical durante la instrumentación, ocurriendo más frecuentemente que el desgaste flexural el cual resultaría del uso en canales curvos.

Las fallas ocurrieron con las limas de número más pequeño que no fueron altamente resistentes a la fractura por fuerzas torsionales. Las limas con números más grandes no se fracturaron debido a que su grosor y conicidad es mas grande.

(55)

En un estudio histológico sobre los diferentes métodos para el ensanchamiento del canal, fue comparado la relativa eficacia de el limado, ensanchado y con la técnica paso atrás, también fueron examinadas las diferencias en la preparación de canales rectos y curvos, así como paredes lisas y los residuos de dentina limpia indicaron que todas las paredes fueron alisadas, los canales fueron preparados por métodos convencionales en los pacientes. Secciones histológicas mostraron que la técnica de paso atrás fue significativamente el método más efectivo en la remoción y

debridación de una capa de la dentina de pared pulpar, las paredes fueron alisadas a fondo en canales rectos más que en canales curvos, los residuos blancos no indicaron que la dentina fue removida desde todas las superficies del canal. (54)

MATERIALES Y METODOS.

La investigación se enmarca en un diseño de tipo documental, iniciándose con la ubicación de libros especializados en instrumental de endodoncia, Journals y artículos en Internet. Concluida la recopilación de la información se procedió a seleccionarla en base al grado de actualización, lo que en su mayoría requirió de traducción del idioma inglés al español, luego se analizó toda la información y se procedió a la estructuración del trabajo final considerando un orden lógico y apegado al objetivo propuesto, y redactando adecuadamente la información por temas según la clasificación del instrumental.

Al finalizar la redacción del tema en investigación se elaboraron las conclusiones y se ordenó las referencias bibliográficas de acuerdo al Sistema Vancouver.

También se encontraron aspectos limitantes en ésta investigación debido a la ausencia de ejemplares de Journals en la mayoría de facultades de odontología de las diferentes universidades del país, por falta de continuidad de suscripciones y no contar con acceso a texto completo vía Internet de las principales

bases bibliográficas sobre instrumental utilizado en el trabajo biomecánico en endodoncia.

RESULTADOS.

Treinta y nueve Journals de endodoncia, nueve artículos de Internet y siete capítulos de libros referentes a instrumental para trabajo biomecánico, fueron consultados, analizados y considerados para elaborar la investigación.

DISCUSION.

Para el éxito de un tratamiento endodóntico se debe tomar en cuenta aspectos físicos y mecánicos del instrumento, así como los aspectos anatómicos del sistema de canales.

Con la introducción del níquel titanio en la endodoncia se ha mejorado y facilitado el proceso de limpieza y conformación del canal radicular, lo que produce un sellado más uniforme. Estudios realizados nos muestran el instrumental para el corte de dentina y el alisado de las paredes del conducto, teniendo en cuenta que siempre quedan sitios sin alisar adecuadamente debiendo auxiliarse de agentes químicos para la eliminación completa de los residuos, así como de una técnica específica o la combinación de varias.

La instrumentación rotatoria se muestra como un medio coadyuvante y no como un sustituto de la instrumentación manual facilitando el trabajo del operador, el cual debe estar entrenado y adaptado al instrumento, tomando en cuenta las especificaciones técnicas del fabricante, la vida media útil y los factores que pueden alterar las propiedades del instrumento, evitando las posibles

complicaciones o fracasos en los tratamientos de conductos radiculares.

CONCLUSIONES.

- Para la selección del instrumental a utilizar en la fase de trabajo biomecánico se debe tomar en cuenta los aspectos anatómicos del sistema de canales radiculares.
- El instrumental fabricado de níquel titanio favorece la conformación del canal porque mantiene su anatomía y debido a su flexibilidad se obtienen resultados óptimos aún en canales curvos.
- Los agentes irritantes desempeñan un papel importante durante el proceso de instrumentación y limpieza del conducto ya que facilita el funcionamiento del instrumental y llega a los sitios inaccesibles.
- La instrumentación rotatoria no es un sustituto de la instrumentación manual sino un coadyuvante de ésta.
- El operador debe entrenarse y conocer las especificaciones del fabricante acerca del instrumental, así como saber seleccionarlo de acuerdo al caso que se le presente.
- El hipoclorito de sodio es uno de los agentes irritantes que producen más corrosión sobre el instrumental, principalmente

en instrumentos de acero inoxidable ya que los de níquel titanio muestran una baja tendencia a la corrosión.

- Los procedimientos repetidos de esterilización a calor seco pueden afectar las propiedades físicas del instrumental de níquel titanio.
- Los instrumentos de níquel titanio que se fracturan se debe mas que todo a la sobrecarga torsional y desgaste por uso.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1- Sistema de limpieza y conformación de los canales radiculares. En Cohen, S., Burns, R. Vías de la Pulpa. 7. ed. España: Harcourt; 1999. p. 203-252.
- 2- Instrumentos, Materiales y Aparataje. En Cohen, S., Burns, R. Vías de la Pulpa. 7. ed. España: Harcourt; 1999. p. 452-499.
- 3- Aver Bach, Robert, Kleier, Donald J. Instrumental y esterilización. En: Cohen, S., Burns, R. Los Caminos de la Pulpa. 5. ed. México: Panamericana, 1995. p. 137-217.
- 4- Ingle, J., Mullaney, T., Grantich, R., Taintor, J., Sahit A. Preparación de la Cavidad Endodóntica. En: Ingle, J., Taintor, J. Endodoncia. 3. ed. México: Interamericana; 1987. p. 106-229.

- 5- Rivas, Ricardo. Instrumental Especializado empleado en Endodoncia. Disponible en: rivasmr@servidor.unam.mx.
- 6- Material e Instrumental Endodóntico. En: Leonardo, M., Leal, J. Tratamiento de los Conductos Radiculares. 2. ed. Argentina: Panamericana; 1994.
- 7- Valdrighi, L., Biral, R., Pupo, J., Souza, F. Técnicas de instrumentación que incluyen instrumentos rotatorios en la preparación biomecánica de los conductos radiculares. En: Leonardo, M., Leal, J. Tratamiento de los Conductos Radiculares. 2. ed. Argentina: Panamericana; 1994. p. 321-356.
- 8- Hudson VA, Remeikis NA, Van Cura JE. Instrumentation of curved root canals: a comparison study. J. Endodon 1992; 18: 448-450.

- 9- Zmener O, Marrero G. Effectiveness of different endodontic files for preparing root canals: a scanning electron microscopic study. *Endo Dent Traumatol* 1992; 99-103.
- 10- Swindle RB, Neavereth EJ., Pantera EA. Effect of coronal-radicular flaring on apical transportation. *J. Endodon* 1991; 17: 147-149.
- 11- Sydney GB., Batista A., de Mello LL. The radiographic platform: a new method to evaluate root canal preparation in vitro. *J. Endodon* 1991; 17: 570-572.
- 12- Sabala Cl., Roane JB., Southard LZ. Instrumentation of curved canals using a modified tiipped instrument: a comparison study. *J. Endodon* 1988; 14: 59-64.
- 13- Powell SE., Simon JHS., Maze BB. A comparison of the effect of modified and non-modified instrument tips on apical canal configuration. *J. Endodon* 1986; 12: 293-300.

- 14- Southard DW., Oswald RJ., Natkin E. Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique. J. Endodon 1987; 13: 479-489.
- 15- Roane JB., Powell SE. The optimal instrument desing for canal preparation. Dental Products Report November 1986. p. 33.
- 16- Barzuna, Mariela. Instrumentación con sistemas rotatorios vs. Instrumentación convencional en endodoncia. 2000.
- 17- Beer, R., Baumann, M., Kim, S. Atlas de Endodoncia. 2000. Barcelona: Masson.
- 18- Roig, M., Canalda, C., Brau, E. Sistema de instrumentación Lightspeed. España.
Disponible en: www.mroig@bellvitge.bvg.ub.es.

19- Ruddle, C., West, J., Machtou, P. Nuevas limas rotatorias de Níquel Titanio. Pro Taper. Estados Unidos.

20- Leonardo, M. R., De Toledo, R. Sistemas Rotatorios en Endodoncia: Instrumentos de níquel titanio. Ed. Artes Médicas, Vol. 4, Brasil, 2002.

21- www.K3endo.com

22- Canalda, C., Brau A. Endoncia. Técnicas clínicas y bases científicas. Barcelona: Masson; 2001.

23- Buchanan, S. Las nuevas limas GT. Estados Unidos, 2001.

24- Yun, H., Kim, S. A comparison of the shaping habiliteís of 4 Nickel-Titanium rotary instruments in simulated root canals. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2003; 95: 228-233.

- 25- Schafer, E., florek, H. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. International Endodontic Journal, 36: 199-207. 2003.
- 26- Peters, O., Peters, C., Schonenberger, K., Barbakow, F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. International Endodontic Journal, 36, 86-92. 2003.
- 27- Walia, H., Brantley WA., Gerstein, H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. J. Endodon 1988; 14: 346-351.
- 28- Glosson, CR., Haller, RH., Dove, SB., del Rio CE. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine driven, and K-flex endodontic instruments. J. Endodon 1995; 21: 146-151.

- 29- Gabel, WP., Hoen, M., Steiman, HR., Pink, FE., Dietz R.
Effect of rotational speed on nickel-titanium file distortion. J.
Endodon 1999; 25: 752-754.
- 30- Pruett JP., Clement DJ., Carnes DL. Cyclic fatigue testing of
nickel-titanium endodontic instruments. J. Endodon 1997; 23:
77-85.
- 31- Mize SB., Clement DJ., Pruett JP., Carnes DL. Effect of
sterilization on cyclic fatigue of rotary nickel-titanium
endodontic instruments. J. Endodon 1998; 24: 843-847.
- 32- Haikel Y., Serfaty R., Bateman G., Senger B., Allemann C.
Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel-
titanium endodontic instruments. J. Endodon 1999; 25: 434-
440.

- 33- Sattapan B., Palamara JEA., Messer HH. Torque during canal instrumentation using rotary nickel-titanium files. J. Endodon 2000; 26: 156-160.
- 34- Svec TA., Powers JM. Effects of simulated clinical conditions on nickel-titanium rotary files. J. Endodon 1999; 25: 759-760.
- 35- Yared GM., Bou Dagher FE., Machtou P. Cyclic fatigue of Profile rotary instruments after simulated clinical used. Int. Endod. J. 1999; 32: 115-119.
- 36- Contreras MAL., Zinman EH., Kaplan SK. Comparison of the first file that fits at the apex, before and after early flaring. J. Endodon 2000; 27: 113-116.
- 37- Grossman LI., Oliet S., del Rio CE. Preparation of the root canal: equipment and technique for clearing, shaping and irrigation. In: Endodontic practise. 11th ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1988; 179-227.

- 38- Walton RE., Rivera EM. Cleaning and shaping. In: Walton RE., Torabinejad M., eds. Principles and practice of endodontics. 2nd. Ed. Philadelphia: W. B. Saunders, 1996: 201-233.
- 39- Haga CS. Microscopic measurements of root canal preparations following instrumentation. J. Br. Endod Soc. 1968; 2: 41-46.
- 40- Cailleteau JG., Mullaney TP. Prevalence of teaching apical patency and various instrumentation and obturation techniques in United States Dental schools. J. Endodon 1997; 23: 394-396.
- 41- Portenier I., Lutz F., Barbakow F. Preparation of the apical part of the root canal by the Lightspeed and step-back techniques. Int. Endod J. 1998; 31: 102-11.

- 42- Sjogren U., Hagglund B., Sundavist G., Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. J. Endodon 1990; 16: 498-504.
- 43- Simon JH. The apex: how critical is it? Gen Dent. 1994; 42: 330-334.
- 44- Andreasen JO. Experimental dental traumatology: development of a model for external root resorption. Endod Dent Traumatol. 1987; 3: 269-287.
- 45- Deplazes P., Peters O., Barbakow F. Comparing apical preparations of root canals shaped by nickel-titanium rotary instruments and nickel-titanium hand instruments. J. Endodon 2001; 27: 196-202.
- 46- www.lightspeedusa.com

- 47- Ponti M., McDonald N.J., Kuttler S., Strassler H., Dumsha C.
Canal-Centering ability of two rotary file systems. J. Endod
Vol. 28, #4 April 2002: 283-286.
- 48- Esposito P.T., Cunningham C.J. A comparison of canal
preparation with nickel-titanium and stainless steel
instruments. J. Endodon 1995; 21: 173-176.
- 49- Baroni J., Fariniuk L., Marchesan M., Pecora J., Sousa-Neto
M. Effectiveness of manual and rotary instrumentation.
Techniques for cleaning flattened root canals. J. Endodon Vol.
28, #5, May, 2002: 365-366.
- 50- Craveiro M., Azevedo M., Lopes V. Fatigue resistance of
engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. J.
Endodon. Vol. 28, #11, November 2002: 765-769.
- 51- Svec T., Powers J. A method to assess rotary nickel-titanium
files. J. Endodon. Vol. 26, #9, September 2000: 517-518.

- 52- Serene TP., Adams JD., Saxena A. Nickel-titanium instruments: applications in endodontics. St. Louis: Ishlyaku Euroamerica, 1995; 54: 63.
- 53- Svec T., Powers J. The deteriorations of rotary nickel-titanium files under controlled conditions. J. Endodon. Vol. 28, #2, february 2000: 105-107.
- 54- Kuhn G., Jordan L. Fatigue and mechanical properties of nickel-titanium endodontic instruments. J. Endodon. Vol. 28, #10, october 2002: 716-720.
- 55- Sattapan B., Nervo G., Palamara J., Messer H. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. J. Endodon. Vol. 26, #3, march 2000: 161-165.

ANEXOS.

FIGURA 1.

Limas tipo K.

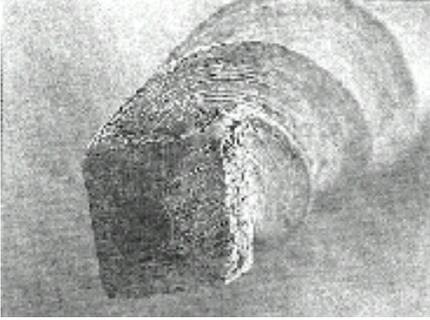
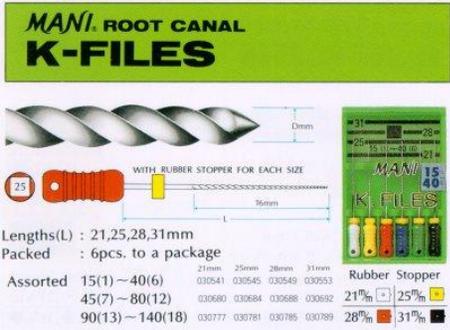


FIGURA 2.

Limas tipo Hedstrom.

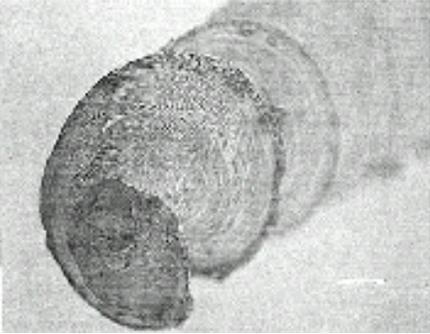


FIGURA 3.
Limas Flexofile.



FIGURA 4.
Limas K – Flex.

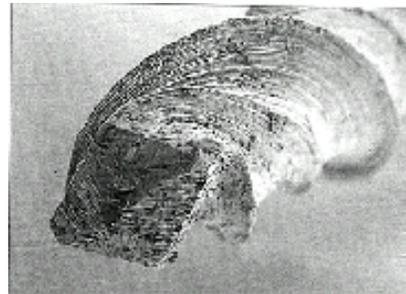


FIGURA 5.
Triple Flex.

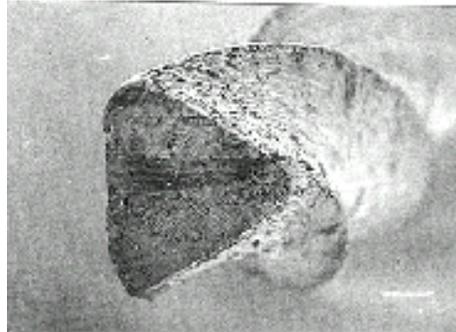


FIGURA 6.
Flex-R.



FIGURA 7.
Ensanchador Gates Glidden.



FIGURA 8.
Fresas Peeso.

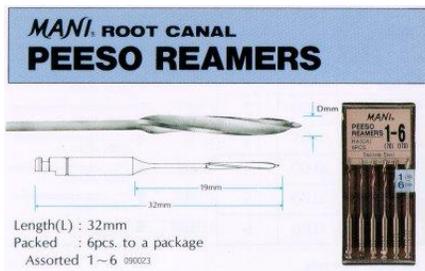


FIGURA 9.
Sistema Lightspeed.



FIGURA 10.
Sistema ProTaper.



FIGURA 11.
Sistema K3.



FIGURA 12.
Sistema Profile.

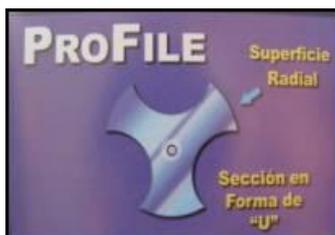


FIGURA 13.
Sistema Tri Auto ZX.



FIGURA 14.
Sistema Quantec.



FIGURA 15.
Sistema de limas GT.

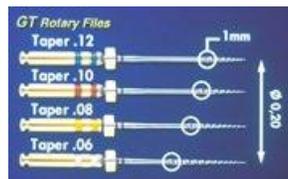


FIGURA 16.
Sistema Hero 642.



FIGURA 17.
Sistema CanalFinder.



FIGURA 18.
Limas RBS.

