



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



## **FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

SISTEMA MECANIZADO RECIPROCANTE WAVE ONE®.

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N O   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

LUIS ÁNGEL PINEDA DE LA ROSA

TUTOR: C.D. FRANCISCO JAVIER IBARRARÁN DÍAZ

ASESORA: Esp. GRISSEL BERENICE LÓPEZ LÓPEZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

Agradecimientos

A mis padres...

“Por mi raza hablará el espíritu”

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVO	7
CAPÍTULO I	
1. ANTECEDENTES	
1.1 Instrumentación en Endodoncia	8
1.2 Sistemas Rotatorios	11
1.3 Fuerzas Balanceadas	13
CAPÍTULO II	
2. CARACTERÍSTICAS WAVE ONE®	15
2.1 Sección transversal	15
2.2 Conicidad variable	18
2.3 Movimiento recíproco	19
2.4 M-wire (aleación NiTi)	20
2.4.1 Aleaciones con memoria de forma	22
2.4.2 Estructura cristalográfica de las fases microestructurales	24
2.4.2.1 Fase Austenítica	24
2.4.2.2 Fase Martensítica	25
2.4.2.3 Fase R	25
2.4.3 Propiedades mecánicas	26
2.5 Limas preesterilizadas	
2.5.1 Encefalopatías Espongiformes Transmisibles	27
2.5.2 Formas clínicas de las EET	28

2.5.3	Enfermedad de Creutzfeldt-Jakob	28
2.5.3.1	Vías de transmisión	30
2.5.3.2	Enfermedad de Creutzfeld-Jakob en odontología	31
2.5.3.3	Medidas de prevención en Odontología	33
2.5.4	Limas Wave One® uso único	36
CAPÍTULO III		
3.	SISTEMA MECANIZADO RECIPROCANTE WAVE ONE®	38
3.1	E3 Torque Control Motor	40
3.2	Indicaciones de uso Sistema Wave One®	41
3.2.1	Sistema Endoactivator	45
3.2.2	Irrigación Ultrasónica	46
3.3	Obturación Wave One®	47
CAPÍTULO IV		
4.	ESTUDIOS REALIZADOS	
4.1	Fatiga cíclica y torsional	51
4.2	Preservación de la anatomía del conducto radicular	54
4.3	Extrusión y remoción de detritus	56
4.4	Efecto de alteración en el rango de oscilación del movimiento recíprocante	58
4.5	Alteración en la longitud de trabajo	60
CONCLUSIONES		61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		62

## INTRODUCCIÓN

La instrumentación rotatoria de conductos radiculares con limas NiTi ha sido muy exitosa en los últimos 20 años, empezando con Profile (Dentply) en 1994, el tiempo prolongado y la complicada instrumentación manual que había dominado los procedimientos endodóncicos por más de un siglo sería reemplazada con un enfoque totalmente nuevo.

A principios de los 90's hubo debate sobre las ventajas y desventajas de las nuevas limas NiTi y sobre todo acerca del alto índice de fractura que tuvieron al inicio. Sin embargo, el conocimiento acerca del comportamiento de este nuevo material (NiTi), el manejo correcto, el soporte de los motores endodóncicos con mecanismos de control de torque y el entendimiento de la fatiga torsional permitieron abrir camino a esta nueva era. El temor inicial de que los instrumentos rotatorios podrían atornillarse en la dentina radicular profundamente y por consiguiente fracturarse llevaron a los fabricantes a realizar nuevos diseños.

En 2008, Ghassan Yared publicó en su artículo, el uso de una sola lima del sistema ProTaper, la lima F2 (# 25 en la punta y conicidad del 8% en los primeros 3mm) en el motor ATR, el cual permitía programar un movimiento recíprocante de la lima. Esta idea se remonta a Roane, el cual planteó el movimiento horario-antihorario de las limas K e introdujo la técnica de fuerzas balanceadas a principios de los años 80's.

Roane y Sabala concluyeron en un estudio realizado que el daño principal de las limas K ocurría cuando eran usadas en sentido horario, mientras que el movimiento en sentido antihorario causaba menos del 10% de las fracturas y deformaciones. Esta observación se explica por el hecho de que la rotación antihoraria desenrosca el instrumento y decrementa la carga liberando los bordes cortantes. Por el contrario, la rotación horaria enrosca el instrumento en el canal e incrementa la carga hasta que el movimiento cesa.

Roane y cols, publicaron otro artículo describiendo el concepto de fuerzas balanceadas para la instrumentación de canales curvos. Ellos sugerían la combinación de un movimiento horario y antihorario para la instrumentación de conductos radiculares, esto, para prevenir la fractura de las limas tipo K y preservar mucho mejor la curvatura de los conductos radiculares. Con las investigaciones de Roane y cols, surgen los primeros instrumentos con punta inactiva, no cortante, representados por las limas Flex-R.

Hoy en día el concepto de fuerzas balanceadas es conocido en todo el mundo. Cuando los instrumentos NiTi aparecieron a principios de los 90's, la rotación constante de las limas a una velocidad de 250 a 350 rpm aparentó ser el estándar de oro de las próximas décadas.

La idea de Yared desencadenó el diseño de un nuevo motor e instrumento, el cual satisface los requerimientos de una teoría recíprocante, el sistema Wave One® y el sistema Reciproc®.

## OBJETIVO

El objetivo de la investigación documental que se presenta a continuación es describir las características del sistema mecanizado recíprocante Wave One<sup>®</sup>.



# CAPÍTULO I

## 1. ANTECEDENTES

### 1.1 INSTRUMENTACIÓN EN ENDODONCIA

En 1838, Maynard creó el primer instrumento endodóncico idealizado a partir de un muelle de reloj y desarrolló otros para utilizarlos con el objetivo de limpiar y ensanchar el conducto radicular. Este principio técnico preconizado por Maynard persistió durante muchos años, ya que, para ensanchar convenientemente un conducto radicular atrésico y curvo de molar, se necesitaba aproximadamente 1200 movimientos de introducción de esas limas (presión) en dirección al ápice y de tracción lateral de las mismas, hacia las paredes dentinarias.<sup>1</sup>

Hasta la década de los 50's, los instrumentos endodóncicos no tuvieron grandes transformaciones, siendo fabricados en acero carbono, sin ningún criterio científico. Las principales desventajas de este material fueron la fragilidad que conducía a la fractura, y la susceptibilidad al deslustre y corrosión. Ciertos errores cometidos durante la instrumentación de los conductos radiculares, en especial en conductos curvos, están relacionados con la rigidez de este tipo de aleación de acero.<sup>1 2</sup>

Subsecuentemente, el progreso enorme en metalurgia e ingeniería condujo al desarrollo de nuevos materiales como el acero inoxidable, que es el más comúnmente usado. Tiene un gran índice de éxito clínico y todavía se utiliza en la instrumentación biomecánica. Hay ciertas desventajas tales como la menor flexibilidad, por lo cual provoca errores al utilizarse en conductos estrechos y curvos.<sup>2</sup>

A lo largo del tiempo, fue posible verificar que, en razón de la evolución hacia la cual pasó la endodoncia, las mejoras significativas deberían ser realizadas en el sentido de mejorar las cualidades propias de estos instrumentos. Los patrones, deseados y necesarios, fueron idealizados

por Ingle y Levine, por lo que en 1958 dictaron las normas para la estandarización del instrumental endodónico. Describieron tres características de cada instrumento:

- a) Diámetro y anchura
- b) Longitud de la hoja cortante
- c) Conicidad<sup>2</sup>

El instrumento se enumera del 15 al 140, los números avanzan por cinco unidades hasta el tamaño 60 y entonces por 10 unidades hasta el tamaño 140. Su código de colores era:

<b>Blanco</b>	15	45	90
<b>Amarillo</b>	20	50	100
<b>Rojo</b>	25	55	110
<b>Azul</b>	30	60	120
<b>Verde</b>	35	70	130
<b>Negro</b>	40	80	140

Cada número describía el diámetro del instrumento en centésima de milímetro en la punta. La hoja activa (estrías) comienza en la punta designada como D1, y se extiende hasta una longitud de 16mm designado como D2. La conicidad del instrumento de D1 a D2 va en incrementos de 0,02mm de ancho/mm de longitud. Así pues, el diámetro de D2 será 0,32mm mayor que D1.<sup>2</sup>

En 1962, la Asociación Americana de Endodoncia (A.A.E) aceptó la sugerencia de Ingle y Levine, lo que se considera uno de los mayores avances en el perfeccionamiento, simplificación y racionalización de la instrumentación de los conductos radiculares.<sup>1</sup>

Después de 18 años de la propuesta original de Ingle y Levine, en enero de 1976, la Asociación Americana de Estandarización aprobó la especificación 28, la cual presenta normas para la fabricación de limas y

ensanchadores. En marzo de 1981, fueron divulgadas las normas finales de la especificación 28 de la ANSI/ADA, siendo entonces definida la estandarización internacional para esos instrumentos. La industria Kerr Manufacturing Co. fue la primera en construir estos nuevos instrumentos, que fueron conocidos como instrumentos tipo K.<sup>1</sup>

El perfeccionamiento en la conformación de la parte activa de los instrumentos según Ingle y Taintor, hizo que la fábrica Kerr presentara en 1982 un nuevo instrumento con diseño modificado, denominado lima K-flex. Fabricada en acero inoxidable especial, esta lima de sección transversal romboidal posee mayor flexibilidad y mejor actividad de corte.<sup>1</sup>

En 1985, la Union Broach, Long Island – EEUU introdujo los primeros instrumentos con punta inactiva, no cortante, representados por la limas Flex-R, que surgieron en el mercado como resultado de 12 años de investigaciones realizadas por Roane y cols. Estas limas fueron utilizadas en la técnica denominada “Fuerzas Balanceadas”, propuesta por Roane y cols, como una nueva técnica de instrumentación.<sup>1</sup>

El auge del níquel-titanio se da en la década de los 60's, al ser utilizado por la NASA, principalmente en la fabricación de antenas de naves y satélites espaciales. Es este material, el que impulsa el desarrollo de los sistemas rotatorios en endodoncia. Las ligas metálicas de níquel-titanio fueron desarrolladas en el Laboratorio de Artillería Naval de la Marina Americana para la fabricación de instrumentos de propiedades antimagnéticas y resistencia a la corrosión por el agua salada. Recibieron el nombre genérico de Nitinol (Nickel-Titanium Naval Ordnance Laboratory).<sup>1</sup>

Civjan, Huget, De Simon, en 1973, fueron los primeros en sugerir que la aleación NiTi (níquel-titanio) se ajustaba bien a los instrumentos endodóncicos.<sup>1</sup>

Walia, Brantly y Gerstein, en la década de los 80's, refirieron el uso del alambre de ortodoncia de Nitinol para la fabricación de limas endodóncicas manuales. En 1988, fue reportada la primera investigación de níquel-titanio en endodoncia por Walia, Brantley y Gerstein. Las limas hechas de esta aleación demostraron mayor flexibilidad elástica al ser doblada y mostró mayor resistencia a la fractura torsional que el acero inoxidable.<sup>1</sup>

En mayo de 1992, Serene introdujo estas limas nuevas NiTi para los estudiantes de la Escuela de Medicina Dental de la Universidad de Medicina del Sur de California. Más tarde, las limas NiTi se tornaron disponibles para la profesión en general.<sup>2</sup>

## 1.2 SISTEMAS ROTATORIOS

Los sistemas rotatorios de NiTi constituyen la tercera generación en el perfeccionamiento y simplificación de la endodoncia y pueden considerarse como una nueva era en la práctica diaria del endodncista. Una de las grandes ventajas de los sistemas rotatorios es la rapidez en la instrumentación, principalmente en conductos radiculares atrésicos y curvos de molares, siendo para el profesional menos agotador y por lo tanto con menor fatiga. Estos instrumentos presentan alteraciones en el diseño y en la conformación de su parte activa, cuando son comparadas con las estandarizadas, ofrecen también un mayor aumento de la conicidad por milímetro de longitud de su parte activa desde la punta hacia su base, en relación a los instrumentos estandarizados. Este detalle tecnológico permite realizar la preparación del conducto radicular atrésico y curvo y constituye uno de los más revolucionarios avances de la endodoncia actual.<sup>1</sup>

Las nuevas limas de níquel-titanio accionadas con motor, originariamente presentan mayor conicidad en la parte activa, aumentos que van de 0.02 a 0.12 mm por milímetro de longitud. Con esta presentación, las limas al momento que son introducidas y accionadas a motor en el interior del

conducto radicular, girando 360° en sentido horario, con velocidad constante y en sentido corono/ápice (Crown-Down), van a provocar la limpieza, remoción del contenido séptico, restos orgánicos y limallas dentinarias hacia la cámara pulpar, y simultáneamente van a determinar el ensanchamiento de 2/3 coronarios, promoviendo el llamado desgaste anticurvatura y a continuación, el escalonamiento en la preparación apical.<sup>1</sup>

El principio de la preparación en sentido corona/ápice, con poca presión, es inherente a los sistemas rotatorios, proporcionando así, un menor riesgo de agudizaciones periapicales (Flare-up). Otro principio, que también rige la aplicación de las limas de níquel-titanio, jamás presione la lima en sentido apical.<sup>1</sup>

En los instrumentos rotatorios, el principio básico fue fabricar los instrumentos con conicidades diferentes a los estandarizados (0.02mm) lo que revolucionó la técnica endodóncica. La mayoría de los instrumentos rotatorios presentan conicidades constantes, esto es, que si la conicidad del instrumento es de 0.04mm por milímetro de longitud de la parte activa tendrá en D2, 0.89mm mientras una lima con 0.06mm de conicidad tendrá en D2, 1.21mm de diámetro (actualmente la nomenclatura es de D1 a D16 aumentando la distancia por milímetro de longitud).<sup>1</sup>

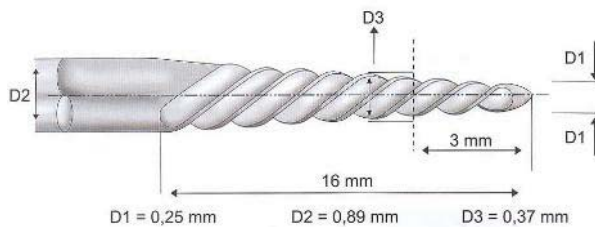


Fig. 1. Dimensiones de la lima níquel/titanio con .04mm de aumento de conicidad de la parte activa y .25mm en D1. (1)

El sistema ProTaper presenta un factor de diseño único, la conicidad variable (conicidad progresiva) a lo largo del eje longitudinal del instrumento. Las tres limas de conformación tienen conicidades que aumentan en sentido coronal y en las tres limas de acabado se observa el patrón inverso. El diseño de la conicidad variable mejora la flexibilidad y la instrumentación en los conductos curvos y restrictivos.<sup>2 3</sup>



Fig. 2. Conicidad progresiva en las limas de acabado del sistema ProTaper. <http://www.infomed.es/rode/>

### 1.3 FUERZAS BALANCEADAS

En 1985, Roane y cols, propusieron la técnica de fuerzas balanceadas, en la que vuelve a introducir los movimientos de rotación de las limas para la preparación de conductos, al modificar la punta de éstas, haciéndolas inactivas. Era un nuevo método para la preparación de conductos radiculares curvos, en el que se instrumenta empleando una forma de movimiento rotatorio modificado.<sup>4</sup>

El procedimiento requiere el uso de instrumentos para conductos radiculares con punta inactiva. Investigaciones iniciales habían indicado que el redondeado de la punta cortante de una lima K reduce considerablemente el riesgo de formación de escalones y perforación. La lima Flex-R fue la primera lima que presentó esta geometría del instrumento. La punta del instrumento no es cortante y describe un ángulo de  $75^{\circ} \pm 15^{\circ}$ .<sup>4</sup>

La misión de este diseño especial de la punta es dirigir el instrumento a través del conducto curvo, con lo cual el curso original del conducto apenas tiene que sufrir modificaciones. Las modificaciones del conducto son consecuencia de una fuerza no equilibrada. En esta técnica de fuerzas balanceadas, la lima K se introduce en el conducto radicular sin

ejercer presión. Simultáneamente se realizará el movimiento en sentido horario (clockwise) con un cuarto de vuelta, este movimiento coloca el corte del instrumento contra la pared de la dentina. A continuación, se rota la lima tres cuartos de vuelta en sentido antihorario (counterclockwise). Al hacerlo, el instrumento debe fijarse en el conducto mediante una ligera presión apical para evitar el movimiento de salida. Durante este movimiento rotatorio, se elimina dentina sin aumentar el riesgo de deformación del conducto radicular, se recogen las virutas de dentina mediante media vuelta del instrumento en sentido horario y se extraen del conducto.<sup>4</sup>

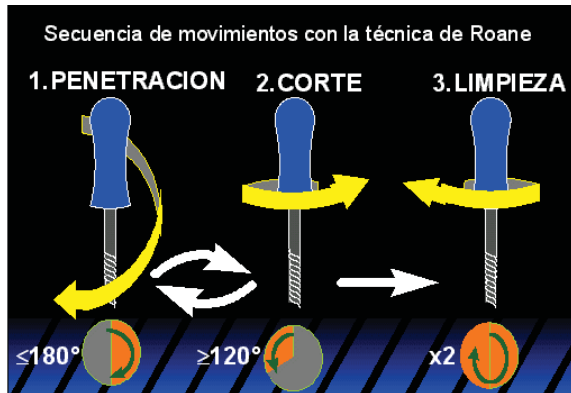


Fig. 3. Secuencia de movimientos con la técnica de Roane

[http://odontonexo.8k.com/disciplinas/endodoncia/roan/tecnica\\_roane.htm](http://odontonexo.8k.com/disciplinas/endodoncia/roan/tecnica_roane.htm)

## CAPÍTULO II

### 2. CARACTERÍSTICAS WAVE ONE®.

Wave One® es un sistema reciprocante que presenta nuevos estándares en endodoncia, al proporcionar sencillez, seguridad y eficacia al procedimiento de conformación del conducto radicular, usando un solo instrumento NiTi por conducto, en la mayoría de los casos. La lima Wave One® tiene una geometría en su diseño concebida específicamente para otorgar máximos beneficios, gracias al giro alterno del motor Wave One®. Esta geometría, combinada con la tecnología de Níquel Titanio M-Wire, son las razones principales del rendimiento superior de la lima Wave One®.<sup>5</sup>

#### 2.1 SECCIÓN TRANSVERSAL

Los instrumentos Wave One® están diseñados para trabajar con una acción de corte de giro alterno. Todos tienen una sección triangular convexa modificada en la parte final de la punta y una sección triangular convexa en la punta final coronal. Este diseño mejora la flexibilidad global de las limas. Las puntas están modificadas para seguir de manera exacta la curva del conducto (acción guía).<sup>5</sup>

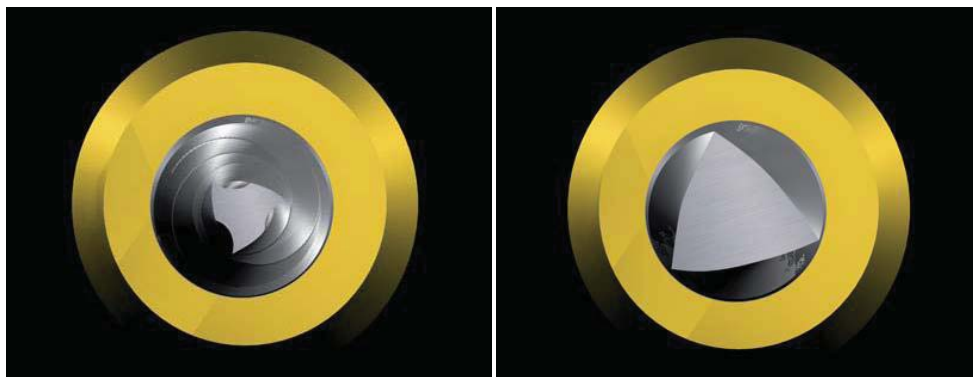


Fig. 4. Sección transversal triangular convexa modificada, Sección transversal triangular convexa.<sup>(5)</sup>



La sección transversal de la lima Wave One primary desde D0 a D8 está diseñada para seguir la preinstrumentación (glidepath), mientras la sección de D9 a D16 está diseñada para cortar la dentina radicular del tercio cervical.<sup>6</sup>

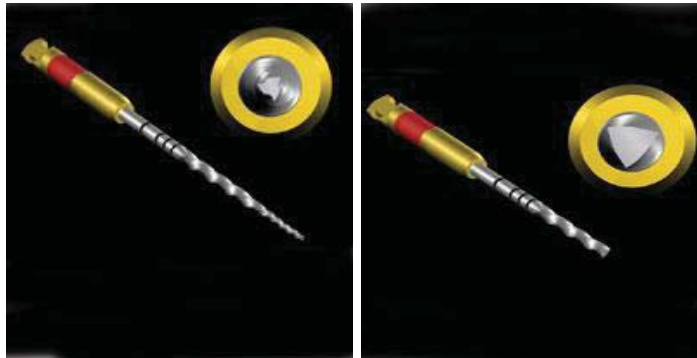


Fig. 5. Sección transversal a los 3mm de D0. Sección transversal a los 11mm de D0. <sup>(5)</sup>

El pitch (distancia entre espiras) de la lima es la distancia entre un punto del borde guía (borde cortante) y el punto correspondiente del borde guía adyacente. La distancia variable entre espiras de los instrumentos Wave One<sup>®</sup> a lo largo de la longitud del instrumento mejora la seguridad considerablemente.<sup>3 5</sup>

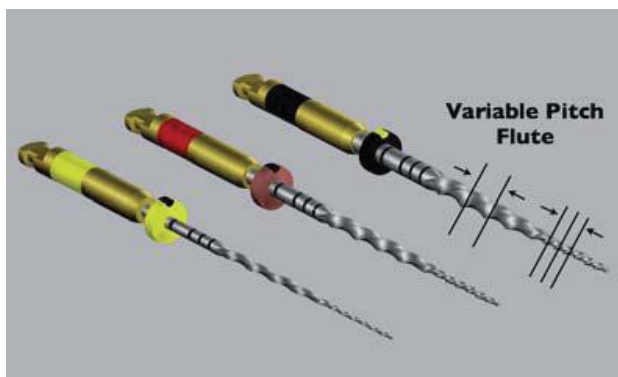


Fig. 6. Distancia variable entre espiras de la limas Wave One<sup>®</sup>. <sup>(5)</sup>

La superficie que se proyecta axialmente desde el eje central en el extremo del borde cortante que queda entre las estrias se llama radial land o apoyo radial. El radial land toca las paredes del conducto en la periferia de la lima y reduce la tendencia de la lima a enroscarse en el conducto, el transporte del canal, la propagación de microfracturas en circunferencia, soporta el borde cortante y limita la profundidad del corte. En la región de la punta (de D0 a D8) los instrumentos Wave One® presentan apoyos radiales o radial lands, mientras que en la región coronal (de D9 a D16) presentan un ángulo de corte neutro.<sup>3 7</sup>

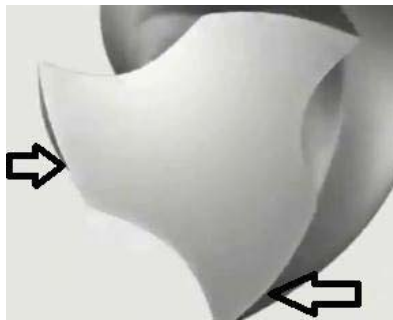


Fig. 7. Región de la punta de los instrumentos Wave One® señalando el apoyo radial. <http://www.endodontiaavancada.com>

El borde cortante, también conocido como la hoja de la lima, forma y modela las paredes del conducto radicular, al mismo tiempo que corta y desgarrar los tejidos blandos. Los instrumentos Wave One® están diseñados para realizar la acción de corte en sentido contrario de las manecillas del reloj por lo que la hoja de la lima se encuentra de forma invertida.<sup>3</sup>

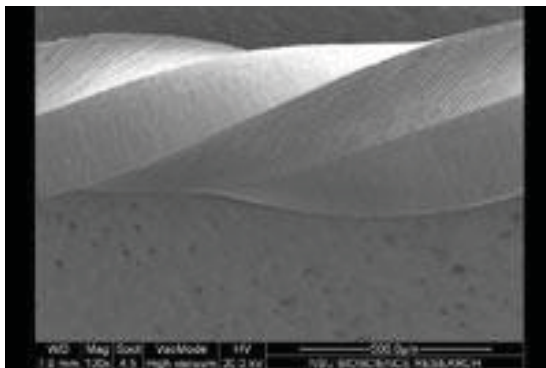


Fig. 8. Bordes cortantes de la lima Wave One® (microscopio electrónico).<sup>(6)</sup>

## 2.2 CONICIDAD VARIABLE

La fabricación de instrumentos rotatorios con conicidades constantes mayores de la estandarizada (ISO 0.02), cambio el concepto de la instrumentación de conductos radiculares, particularmente los atrésicos y curvos. Como consecuencia de esa mayor conicidad, solamente una porción de la parte activa del instrumento entra en contacto con la pared dentinaria. Esta mayor conicidad proporciona un desgaste más efectivo del conducto radicular por acción de ensanchamiento, con menor riesgo de fractura.<sup>1</sup>

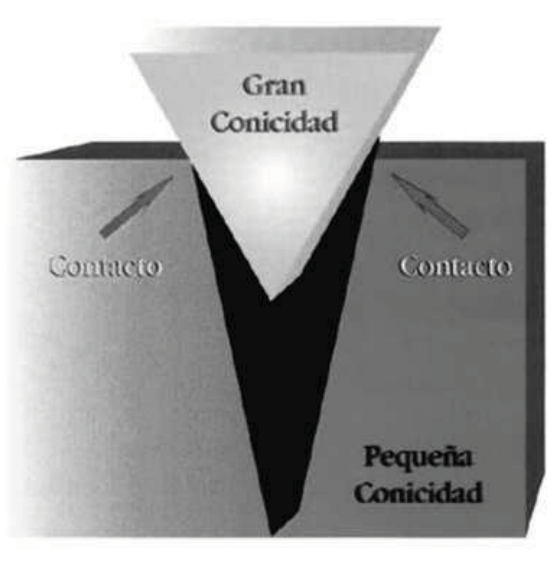


Fig. 9. Cuanto menor el área de contacto menor la presión ejercida.<sup>(1)</sup>

Todos los sistemas NiTi incorporan instrumentos con una conicidad mayor que el diseño estándar (ISO 0.02); ciertamente, la mayoría de los instrumentos NiTi están disponibles en rangos de conicidad constante que van del 4 al 12%. Este incremento en la conicidad de los instrumentos mejora relativamente la eficiencia de corte y la forma del conducto.<sup>8</sup>

Las limas Wave One<sup>®</sup> presentan conicidad progresiva o son multitaper en dos de sus instrumentos (primary y large) y esta es una de sus características más sobresalientes, pues la conicidad de las limas varía progresivamente a lo largo de su parte activa. En contraste con otros sistemas que manejan una serie secuencial de limas con un aumento de taper simétrico, en las limas Wave One<sup>®</sup>, la conicidad varía dentro de un mismo instrumento, con una disminución progresiva en la conicidad, lo que hace posible la conformación del conducto con un sólo instrumento.<sup>5</sup>

En este momento hay 3 limas en el sistema de giro alterno de lima única Wave One<sup>®</sup>, en las cuales la conicidad varia.

- Wave One small. - Conicidad constante del 6%
- Wave One primary. - Conicidad variable o progresiva, conicidad apical del 8% en los primeros 4mm, que disminuye hacia la parte coronal
- Wave One large.- Conicidad variable o progresiva, conicidad apical del 8% en los primeros 4mm, que disminuye hacia la parte coronal.<sup>5</sup>

### 2.3 MOVIMIENTO RECÍPROCO

El movimiento reciprocante es descrito como un movimiento oscilante, en el cual el instrumento rota 150° en dirección contraria a las manecillas del reloj y 30° en dirección a las manecillas del reloj antes de completar un ciclo de rotación.<sup>6</sup>

Los instrumentos reciprocantes recorren una distancia angular más corta que los instrumentos rotatorios, por lo cual están sujetos a valores de estrés inferior. En consecuencia, el instrumento debe tener una prolongada vida a la fatiga. El movimiento recíproco disminuye el estrés sobre el instrumento por su especial acción de corte en dirección contraria a las manecillas del reloj y la liberación del mismo en dirección a las manecillas del reloj. Con el movimiento recíproco decrece el impacto a la fatiga cíclica y aumenta la resistencia torsional.<sup>9</sup>

Las ventajas del movimiento recíprocante están basadas en la ley física de acción y reacción aplicada a la instrumentación de conductos radiculares, la cual resulta de la teoría de fuerzas balanceadas hecha por Roane y cols. El movimiento recíprocante minimiza el estrés a la flexión y torsión, reduce la transportación del conducto radicular y el número de ciclos para la instrumentación.<sup>10</sup>

La importancia de la rotación en sentido horario y antihorario es diferente. Un ángulo de rotación amplio en dirección de corte permite al instrumento avanzar en el conducto engranando la dentina y cortándola, por el contrario, un ángulo más pequeño en la dirección contraria permite a la lima ser inmediatamente desenroscada y continuar sin peligro a lo largo del conducto radicular, reduciendo la tendencia de atornillamiento y en consecuencia fractura.<sup>11</sup>

El rango de reciprocidad sugerido por el fabricante para los instrumentos Wave One<sup>®</sup> es: completar un ciclo de corte en 3 usos antihorario-horario. Alteraciones en este rango pueden afectar la fatiga del instrumento y la habilidad de conformación del conducto radicular.<sup>11</sup>

#### 2.4 M-WIRE (ALEACIÓN NiTi)

En las últimas dos décadas, los instrumentos NiTi se han convertido en parte importante del armamento para el tratamiento de los conductos radiculares. Los instrumentos NiTi han sido utilizados cada vez más por el odontólogo general y el especialista para la limpieza y conformación de los conductos radiculares, sin embargo, a pesar de sus favorables cualidades existe un riesgo potencial de fractura inesperada. El comportamiento mecánico de las aleaciones NiTi está determinado por sus pertinentes proporciones y las características de las fases microestructurales. El proceso térmico es uno de los métodos fundamentales para ajustar la transición de la temperatura en las aleaciones NiTi, afectando la resistencia a la fatiga en las limas endodóncicas.<sup>12</sup>

Las aleaciones NiTi usadas en el tratamiento de conductos radiculares contienen aproximadamente el 56% de níquel y el 44% de titanio. Además cuentan con 3 fases microestructurales (austenita, martensita y fase R) las cuales determinan las propiedades mecánicas del metal.<sup>12</sup>

La aleación NiTi tiene características especiales de superelasticidad (habilidad de regresar a su forma original después de ser deformado) y memoria de forma por lo que la aplicación de estrés no resulta en una tensión usual vista en el acero inoxidable.<sup>12</sup>

La superelasticidad de NiTi permite deformaciones por tensión cercanas al 8%, la cual es considerable en comparación al máximo del menos del 1% del acero inoxidable. Esta superelasticidad ocurre en asociación con una fase reversible de transformación entre austenita y martensita. Por lo tanto, la temperatura de transformación tiene una influencia crítica sobre las propiedades mecánicas y el comportamiento de NiTi, las cuales pueden ser alteradas por pequeños cambios en composición, impurezas y tratamientos térmicos durante el proceso de manufactura.<sup>12</sup>

A inicios del año 2000, una serie de estudios encontraron que el tratamiento térmico era efectivo incrementando la flexibilidad de los instrumentos endodóncicos. Desde entonces la manipulación térmica fue usada para influenciar o alterar las propiedades de los instrumentos endodóncicos NiTi.<sup>12</sup>

M-wire fue introducido en 2007 y se trata de una aleación con memoria de forma o AMF, en inglés Shape Memory Alloys (SMA) y es producido aplicando una serie de tratamientos térmicos.<sup>12</sup>

M-wire es una aleación NiTi que tienen la capacidad de 'recordar' una forma determinada, incluso después de severas deformaciones. El efecto de memoria de forma se basa en la transición que se produce entre dos fases sólidas, una de baja temperatura o martensítica y otra de alta temperatura o austenítica. El material se deforma en la fase martensítica y recupera, de forma reversible, sus dimensiones originales mediante el

calentamiento por encima de una temperatura crítica de transición; en resumen es un cambio de sólido a sólido en el que se produce una modificación de forma.<sup>13</sup>

#### 2.4.1 ALEACIONES CON MEMORIA DE FORMA (AMF)

Las aleaciones con memoria de forma, como M-wire, se someten a una transformación de fase en su estructura cristalina al enfriarse desde una fase más fuerte, la forma de alta temperatura (austenita) a una fase más débil, la forma de baja temperatura (martensita). Esta transformación de fase natural es la base de las propiedades únicas de estas aleaciones, en particular, la memoria de forma y superelasticidad.

El NiTi presenta todas las propiedades típicas en las Aleaciones con memoria de forma o SMA:

- Transformación martensítica termoplástica.
- Memoria de forma simple.
- Memoria de forma doble.
- Superelasticidad.
- Pseudoelasticidad.
- Capacidad de amortiguamiento.<sup>14</sup>

Las aleaciones con memoria de forma presentan un comportamiento completamente distinto al de los materiales usuales. Por ejemplo, mientras que se considera que la gran mayoría de los metales comienzan a deformarse plásticamente a partir de un 0.2% de elongación cuando son sometidos a un ensayo de tensión, las aleaciones con memoria de forma pueden deformarse hasta un 10% sin llegar a su plasticidad. Una aleación metálica posee memoria de forma si después de una deformación permanente a baja temperatura, ésta recupera su forma inicial con un simple calentamiento.<sup>14</sup>

El efecto de memoria de forma se refiere a la capacidad que poseen algunos materiales para recuperar la forma que tienen inicialmente, incluso tras haber sufrido grandes deformaciones. Estas aleaciones al ser deformadas a bajas temperaturas, en fase martensítica, cuando son calentadas vuelven a la fase austenítica y a su forma inicial.

La transformación de una fase estable a alta temperatura (austenítica) a otra fase, generalmente metaestable, llamada martensítica, que ocurre como consecuencia del enfriamiento brusco es una transformación que tiene la particularidad de llevarse a efecto sin difusión atómica. Lo que ocurre es simplemente un desplazamiento de átomos en forma organizada, de modo que la estructura cristalina se modifica.<sup>14</sup>

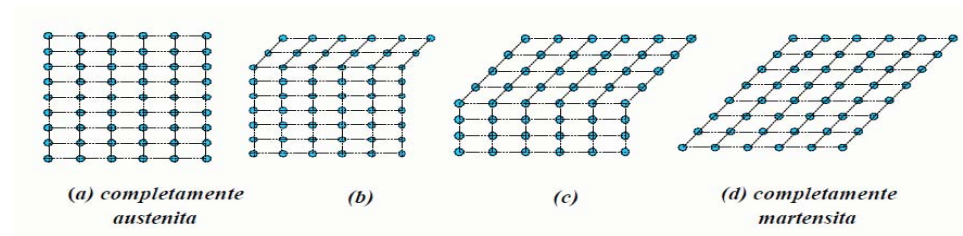


Fig. 10. Transformación de austenita a martensita. (a) siendo completamente austenita. (d) completamente martensita. En (c) a medida que la interfase avanza, cada capa de átomos se desplaza sólo una pequeña distancia.<sup>(14)</sup>

Las temperaturas de transformación de una aleación con memoria de forma: MS (Martensite Start, comienzo de formación de la martensita) y MF (Martensite finish, final de formación de la martensita) se refieren a las temperaturas de inicio y de fin de la transformación martensítica, y AS y AF se refieren a las temperaturas de inicio y de fin de la transformación austenítica. En otras palabras, MS es la temperatura a la que, enfriando desde altas temperaturas donde la fase austenítica es la fase estable, empieza a formarse martensita. Entre MS y MF coexisten las dos fases (martensita y austenita) y a temperaturas por debajo de MF se tiene 100% de martensita. Pasa lo mismo con las temperaturas AS y AF pero respecto a la fase austenítica y calentando a partir de la martensita.<sup>14</sup>



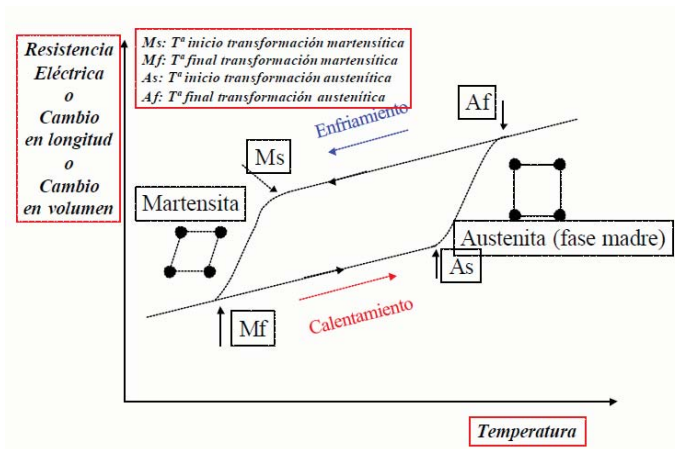


Fig. 11. Representación hipotética de los cambios en las propiedades vs. temperatura en una transformación martensítica de una aleación con memoria de forma. <sup>(14)</sup>

## 2.4.2 ESTRUCTURA CRISTALOGRÁFICA DE LA FASES MICROESTRUCTURALES

### 2.4.2.1 FASE AUSTENÍTICA

La estructura cristalina característica de la fase austenítica en las aleaciones con memoria de forma de NiTi se designa estructura B2 y corresponde a una estructura cúbica centrada en el cuerpo, donde los átomos de Ni ocupan el centro de la red mientras que los átomos de Ti están alrededor. <sup>14</sup>

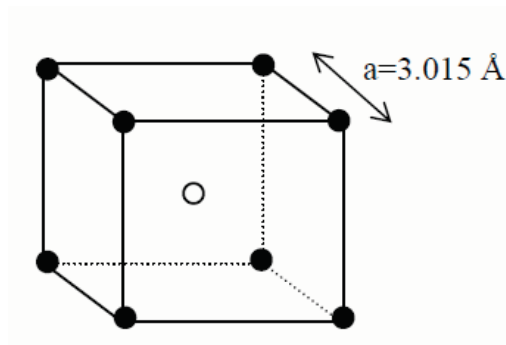


Fig. 12. Estructura B2 (también llamada estructura BCC) característica de la austenita en las aleaciones con memoria de forma NiTi. <sup>(14)</sup>

#### 2.4.2.2 FASE MARTENSÍTICA

La estructura cristalina característica de la fase martensítica en las aleaciones NiTi, se designa estructura B19' monoclinica la cual es una estructura tetragonal centrada. La fase martensítica de las aleaciones NiTi tiene propiedades únicas que pueden hacer de esta aleación un material ideal para muchas aplicaciones. La forma martensítica de las aleaciones NiTi tiene una remarcable resistencia a la fatiga y puede ser fácilmente deformable.<sup>12 15</sup>

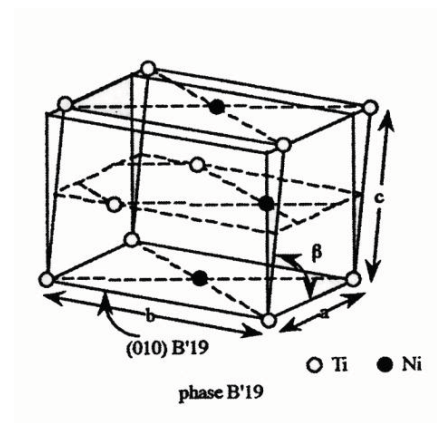


Fig. 13. Estructura B19' monoclinica de la martensita en aleaciones NiTi.<sup>(15)</sup>

#### 2.4.2.3 FASE R

La fase R, es una estructura martensítica correspondiente a una distorsión ortorrómbica de la malla cúbica (B2), aunque es más común utilizar para su descripción una red de tipo hexagonal. Esta fase martensítica, a veces también llamada premartensítica para describir una transformación que tiene lugar a una temperatura más alta que la martensita final (M), forma grupos autoacomodados que pueden tener hasta 4 posibles variantes. La fase R es una fase intermedia que puede formarse durante la transición de martensita a austenita en un proceso de calentamiento y en una transformación reversible de austenita a martensita en un proceso de enfriamiento.<sup>12 15</sup>

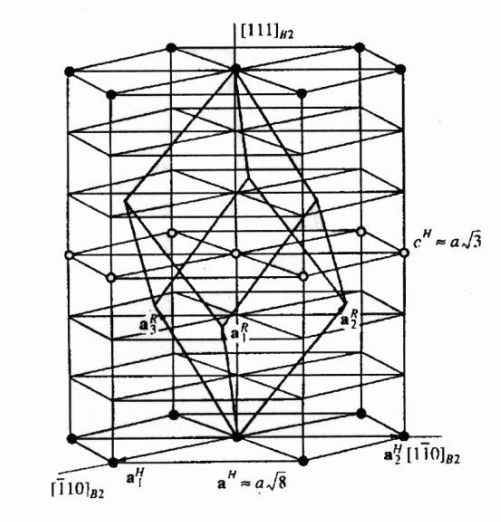


Fig. 14. Estructura cristalográfica de la fase R. <sup>(15)</sup>

### 2.4.3 PROPIEDADES MECANICAS

Las aleaciones con memoria de forma NiTi tienen un comportamiento mecánico distinto en función de la fase.

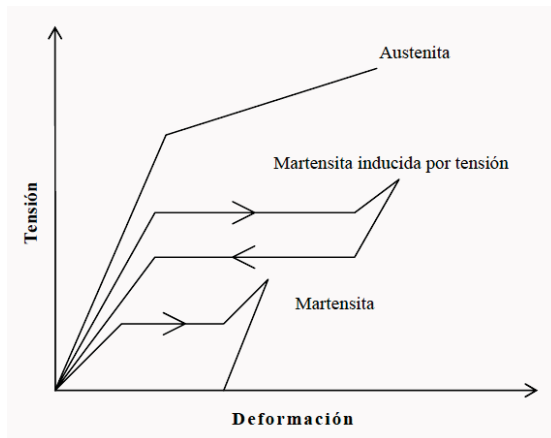


Fig. 15. Esquematización de las curvas tensión-deformación en función de la fase en materiales con memoria de forma. <sup>(14)</sup>

La austenita es la fase más dura y resistente, mientras la fase martensítica es fácilmente deformable y más blanda, siempre y cuando no contengan precipitados que podrían incluso invertir este comportamiento. La fase R presenta más superelasticidad y un incremento en la resistencia a la fatiga.<sup>12 14</sup>

## 2.5 LIMAS PREESTERILIZADAS (USO ÚNICO)

### 2.5.1 ENCEFALOPATÍAS ESPONGIFORMES TRANSMISIBLES

El primer diagnóstico en la década de los 80's en el Reino Unido de la encefalitis espongiforme bovina, comúnmente conocida como enfermedad de las vacas locas, y la posterior demostración de que puede transmitirse a la especie humana, levantaron una gran preocupación pública sobre ésta y otras enfermedades relacionadas que en conjunto se denominan encefalopatías espongiformes transmisibles.<sup>16</sup>

Las encefalopatías espongiformes transmisibles constituyen un grupo de enfermedades neurodegenerativas que están asociadas a la presencia en el tejido nervioso de agregados insolubles constituidos por una isoforma anómala de una proteína denominada prion (el nombre de prion deriva de proteína infecciosa). Esta isoforma se produce por un cambio conformacional en una molécula que puede transmitirse a otras proteínas priónicas normales. Las proteínas modificadas pierden su actividad biológica, desencadenándose la muerte de las neuronas por apoptosis. Los cambios conformacionales de los priones que derivan en enfermedad pueden deberse a la existencia de mutaciones que disminuyan la estabilidad de las formas celulares. Existe susceptibilidad genética, por tanto, a padecer tipos hereditarios de la enfermedad o adquiridos por infección con isoformas priónicas anormales. En la actualidad se están perfeccionando métodos sensibles de diagnóstico basados en la detección de las isoformas anormales de la proteína priónica. Todavía no existen tratamientos curativos para estas enfermedades aunque se están diseñando métodos terapéuticos que bloqueen los cambios conformacionales.<sup>16</sup>

Se conocen distintas enfermedades de este tipo que afectan a la especie humana, a muchos mamíferos de interés agropecuario como ovejas, cabras y vacas, y a otros domésticos como los gatos, o salvajes como ciervos, visones y alces, además de diversos animales que viven en cautiverio en los parques zoológicos. Las sospechas posteriormente

confirmadas de que estas enfermedades son infecciosas y de que pueden ser transmitidas de unas especies a otras, y sobre todo que puede ser transmitida por el consumo de animales enfermos, potenciaron las investigaciones científicas sobre todos los aspectos relacionados con los priones.<sup>16</sup>

## 2.5.2 FORMAS CLÍNICAS DE LAS ENCEFALOPATÍAS ESPONGIFORMES TRANSMISIBLES

Que afectan a los animales:

- Encefalopatía Espongiforme Bovina (Enfermedad de las Vacas Locas).
- Scrapie o prurito lumbar de ovinos y caprinos.
- Encefalopatía Transmisibile de los visones.
- Enfermedades crónicas de desgaste (mulas, ciervos, alces).

Que afectan a los humanos:

- Enfermedad de Creutzfeldt-Jakob (ECJ).
- Síndrome de Gerstmann-Straussler-Scheinker (GSS).
- Kuru.
- Insomnio Familiar Fatal.
- Nueva variante de la Enfermedad de Creutzfeld-Jakob (vECJ).
- Síndrome Alpers (Encefalopatía Espongiforme en niños).<sup>17</sup>

## 2.5.3 ENFERMEDAD DE CREUTZFELDT-JAKOB (ECJ)

La Enfermedad de Creutzfeld-JaKob es la más común de las EET humanas hasta ahora conocidas. Se documentó por primera vez en 1920 cuando Creutzfeldt describió 2 casos y Jakob 5. Como el resto de las EET mencionadas la ECJ es un trastorno del cerebro, degenerativo y mortal que afecta por año aproximadamente a una de cada un millón de personas en el mundo y a cerca de 200 en los Estados Unidos anualmente. Los síntomas aparecen alrededor de los 60 años y la mayoría de los pacientes (el 90%) muere en el plazo de un año. En la primera etapa, la enfermedad, se caracteriza por un cuadro de demencia progresiva dada por disminución en la capacidad mental tales como:

pérdida de memoria, desorientación, confusión, cambios de comportamiento, falta de coordinación y perturbaciones visuales, puede acompañarse además de insomnio, depresión o sensaciones inusitadas. En la medida en que la enfermedad avanza, el deterioro mental se hace más profundo y pueden aparecer mioclonos, ceguera, incontinencia urinaria, debilidad en las extremidades, pérdida en la capacidad de moverse y finalmente, estado de coma. Con frecuencia los pacientes que padecen esta enfermedad mueren por complicaciones infecciosas, entre ellas, neumonía y sepsis generalizadas. Algunos síntomas pueden ser similares a los de otros trastornos neurológicos progresivos tales como la Enfermedad de Alzheimer y de Huntington, pero la ECJ deteriora más rápidamente las capacidades de una persona que cualquiera de las enfermedades neurológicas causantes de demencia, así como produce transformaciones muy peculiares en el tejido cerebral.<sup>17</sup>

La enfermedad puede presentarse en tres categorías principales: esporádica, genética y adquirida.

- ECJ esporádica: Es el tipo más común de la enfermedad y hace su aparición aunque la persona no tenga factores de riesgo conocidos a ella. Se manifiesta en el 85 por ciento de los casos.
- ECJ genética o hereditaria: Cuando existe historia familiar de la entidad o se presentan exámenes positivos de mutación genética vinculados con la ECJ. Se evidencia en el 10 por ciento de los casos.
- ECJ adquirida: En los casos en que la enfermedad se transmite por exposición al tejido cerebral o del sistema nervioso, comúnmente se produce mediante transmisión iatrogénica. Hasta el momento no existen pruebas de que la ECJ sea contagiosa por el contacto casual con un paciente infectado. De un 1 a un 5 por ciento de los casos es por transmisión iatrogénica.<sup>17</sup>

### 2.5.3.1 VÍAS DE TRANSMISIÓN

El riesgo de transmisión a otras personas es realmente bajo, si se tiene en consideración que la enfermedad no se transmite por la mayoría de las formas de contacto casual existentes ni a través del aire, sino por el contacto directo o indirecto con el tejido cerebral y el líquido cefalorraquídeo de los pacientes infectados. Han ocurrido, aunque raras veces, casos de propagación de ECJ a partir de injertos de duramadre, trasplantes de córnea, implantación de electrodos en el cerebro inadecuadamente esterilizados, así como también inyecciones contaminadas de hormona de crecimiento, proveniente de hipófisis humanas extraídas de cadáveres. Existe preocupación general acerca de que la entidad pueda ser transmitida por la sangre o productos derivados de ella. Estudios efectuados en animales apuntan que la sangre contaminada y sus productos derivados pueden propagar la enfermedad, aunque aún no se ha demostrado en los humanos, se ha comprobado que existen agentes infecciosos en estos líquidos en concentraciones muy bajas. Todavía los investigadores desconocen la cantidad de priones anormales que debe tener una persona antes de que adquiera la ECJ, por tanto ignoran si realmente estos líquidos son potencialmente infecciosos o no. Por otro lado, saben que aún cuando muchas personas en el mundo reciben transfusiones cada año, no existen casos declarados de infección por transfusiones de sangre, lo que hace inferir que si existe riesgo de transmisión por la sangre o hemoderivados es en extremo reducido.

Las vías de diseminación aún permanecen desconocidas, sin embargo, existen evidencias de que pudieran ser por afectación directa del Sistema Nervioso Central, a través de la migración por axones de los nervios viscerales y mediante macrófagos y plaquetas. Hasta la fecha, no se conoce a ciencia cierta la vía por la cual penetra la proteína anómala al Sistema Nervioso Central y el por qué sólo causa manifestaciones clínicas en éste y no otros órganos.<sup>17</sup>

No se tienen evidencias científicas en humanos de la transmisión por vía sanguínea, aunque ésta es posible, lo único que se ha reportado es que la detección de la proteína infecciosa en sangre es hasta 10 veces menor que en el tejido cerebral. Las plaquetas al parecer están dadas a ser los elementos que juegan el papel más importante en la propagación a través de la sangre. La transmisión vertical (madre-hijo) no ha sido confirmada todavía en los humanos, aunque se registró un caso de una niña infectada con la nueva variante de ECJ nacida de una madre afectada con la enfermedad. La transmisión horizontal, sin considerar los mecanismos de inoculación, no ocurre con mucha frecuencia.<sup>17</sup>

Los priones no originan respuestas inflamatorias ni inmunológicas en el huésped, se adquieren de forma hereditaria o por ingestión de órganos contaminados, hormonas del crecimiento inyectadas, trasplantes de córnea procedentes de personas infectadas.<sup>17</sup>

#### 2.5.3.2 ENFERMEDAD DE CREUTZFELDT-JAKOB (ECJ) EN ODONTOLOGÍA

· Afectación del nervio trigémino:

La afectación del trigémino es rara, y puede verse exclusivamente en la nueva variante que es la que afecta a personas jóvenes. La afectación del V par se caracteriza por la aparición de disestesias (parestias acompañadas de hormigueo y dolor). El hecho de que dicha afectación se produce por un acúmulo de PrP (proteína del prion) en la zona de inervación, y teniendo en cuenta que sus ramas maxilar y mandibular son las responsables de la principal inervación de las estructuras bucodentales, debe crearnos al menos la duda de esta posibilidad diagnóstica en nuestro medio.<sup>18</sup>



· Fluidos orales:

En los estudios de experimentación, no se ha encontrado PrP en glándulas salivales y no existe evidencia de infectividad en la saliva.<sup>18</sup>

· Tejidos pulpares y mucogingivales:

Los estudios en humanos no muestran que exista afectación de los tejidos pulpares, ni acumulo de PrP en las formas esporádicas. Se desconoce si, por el contrario, se produce infección pulpar en las formas de v-ECJ (variantes de la enfermedad de Creutzfeld-JaKob). Por ello, para algunos autores y debido a la dificultad de limpieza de las limas endodóncicas, es recomendable desecharlas en casos de sospecha de ECJ. No existen manifestaciones orales en mucosas o gingivales. En estudios con modelo animal, se ha podido observar la presencia de priones causantes de ECJ en los tejidos gingivales y en tejidos pulpares de los animales previamente infectados.<sup>18</sup>

· Tejido linfático:

En la forma esporádica de la ECJ las pruebas realizadas en tejidos linfáticos han dado resultados negativos. Sin embargo, en casos de v-ECJ, se ha demostrado que existe acumulo de priones en el tejido linfático, por lo que en determinados procesos dentales podría transmitirse la enfermedad. El acumulo de PrP en tejido linfático se mostró también en los nódulos submandibulares, y sobre todo en la región linforeticular oral. La zona con más cadenas linfáticas en el interior de la boca se encuentra en el tejido submucoso, a nivel del tercio posterior de la lengua, en la zona denominada amígdala lingual. Sin embargo, es una zona muy raramente traumatizada durante los procesos dentales rutinarios.<sup>18</sup>

La infectividad existente en las amígdalas, puede constituir el principal riesgo de contagio o transmisión de ECJ, en procesos de cirugía oral. Los estudios en animales de experimentación, como el realizado por Ingrosso,

Pisani y Pocchiari (Laboratorio de Virología del Instituto Superior de Sanidad de Roma), mediante la inoculación experimental del scrapie a hámsteres, han demostrado la infectividad en los tejidos periodontales y pulpares, la acumulación del virus en el ganglio trigémino y la capacidad de transmisión de la enfermedad a otros animales sanos tras exposición de los tejidos pulpares y abrasión de los tejidos gingivales. Otros estudios de experimentación en ratones han demostrado, que sin alcanzar los niveles que se producen en tejido cerebral (principal afectado), se produce un acumulo importante de la PrP en glándulas salivales, lengua y bazo, a la vez que presentan un elevado nivel de infectividad que, no obstante, puede llegar a involucionar.<sup>18</sup>

### 2.5.3.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN ODONTOLOGÍA

A la fecha no hay reportes definitivos de causas de transmisión de la enfermedad por procesos dentales y parece no haber una correlación entre los tratamientos dentales y las encefalopatías espongiiformes transmisibles, sin embargo, hay especulaciones de riesgo real de transmisión de la enfermedad del prion a través de instrumentos dentales.<sup>19</sup>

A pesar de que la enfermedad parece quedar muy alejada de nuestra competencia, y dado que la ECJ, a diferencia de otras encefalopatías espongiiformes transmisibles, se caracteriza por la afectación de otros tejidos, más allá del SNC, existe la posibilidad de que podamos encontrarnos en la clínica dental con un paciente portador, en los primeros estadios de la enfermedad, lo que hará que debamos tomar las precauciones oportunas.<sup>18</sup>

El conocimiento de la enfermedad y una vez más la correcta y completa indagación en la historia médica y odontológica del paciente serán nuestra mejor herramienta de trabajo. La realización de una detallada historia clínica deberá hacernos capaces de identificar al paciente como posible portador de la enfermedad (en presencia de síntomas), como

paciente de alto riesgo de padecer la enfermedad, o como población general. Los pacientes de alto riesgo serán aquellos que:

- Hayan sido tratados con hormona de crecimiento o gonadotropinas de extracción humana.
- Hayan recibido injertos de duramadre en el transcurso de operaciones neuroquirúrgicas u otológicas.
- Tengan historia familiar de ECJ o de las variedades como la enfermedad de Gerstman-Strausler-Scheinker, o Insomnio Familiar Letal.<sup>18</sup>

La aparición en nuestra consulta de un paciente con síntomas neurológicos atípicos, en presencia de parestesias faciales, labiales, o cualquier otra alteración nerviosa no justificable por la existencia de patología dentaria u oral conocida, deberá hacernos sospechar la presencia de un caso de ECJ. El paciente que nos planteé tal duda deberá ser remitido a una consulta de Neurología para un detallado estudio que determine o no la presencia de la enfermedad.<sup>18</sup>

El largo periodo de incubación de la enfermedad es el principal inconveniente para su diagnóstico, y por desgracia, comienzan a evidenciarse los síntomas en los estadios finales de la enfermedad. La investigación en humanos, evidencia que la transmisión de la ECJ, en la práctica dental diaria no se encuentra en un nivel de alto riesgo y que no se han observado niveles de PrP en los tejidos bucales a pesar de la cercanía con el SNC y la gran red nerviosa que se sitúa en esta zona. No obstante, la escasez de estudios y las dificultades para su realización, hacen que sigan existiendo muchas incógnitas al respecto. A pesar de las dudas que suscita el poder extrapolar los resultados, la experimentación animal realizada, presenta unos resultados menos alentadores y deben hacernos, al menos, ser cautos al encarar el problema.<sup>18</sup>

Se han documentado hasta la fecha dos casos de ECJ en los que existe una conexión con dentistas, no obstante no se ha podido demostrar que el tratamiento dental haya sido la vía de infección. El informe realizado por la OMS en lo referente al control de la infección de las encefalopatías espongiiformes transmisibles, señala que las medidas generales de control de la infección adoptadas por las clínicas dentales no varía de las pautas normales para el control de otras enfermedades infecciosas. A pesar de todo, establece en su informe una serie de pautas opcionales de prevención de la enfermedad, para procedimientos dentales de mayor envergadura.<sup>18</sup>

Recomendaciones de la OMS opcionales para la prevención de infección de encefalopatías espongiiformes transmisibles

- Utilizar material de un solo uso siempre que sea posible, por ejemplo los cartuchos de anestesia y las agujas.
- Los cepillos y fresas reutilizables que puedan haber sido contaminados con tejido neurovascular, deberían ser o bien destruidos tras su uso (mediante incineración), o descontaminados mediante los métodos enumerados posteriormente .
- Programar los procesos que requieran manipulación de tejido neurovascular a última hora del día para permitir una limpieza y descontaminación más exhaustiva.<sup>18</sup>

La resistencia de los priones a los métodos habituales de desinfección y esterilización es uno de los principales problemas para la prevención de la enfermedad. Según las directrices indicadas por la OMS, los métodos más adecuados para el control de la infección por ECJ para todos los ámbitos sanitarios serán:

1.- Incineración: La incineración del material expuesto a tejidos altamente infectivos es el método de elección.

2.- Autoclave y métodos químicos para el instrumental resistente al calor: inmersión del material en hidróxido de sodio o hipoclorito de sodio según caso y autoclave a 121°C durante 30-60 minutos, o a 134°C, limpieza y esterilización de rutina.

3.- Métodos químicos para superficies e instrumental sensible al calor:

A) Embeber con NaOH o hipoclorito de sodio sin diluir; dejar reposar durante 1 hora; fregar y lavar con agua.

B) En las superficies que no toleren NaOH o hipoclorito, una limpieza minuciosa eliminará más infección mediante disolución y el uso de alguno de los métodos parcialmente efectivos dará unos beneficios adicionales.

4.- Autoclave/métodos químicos para materiales secos:

A) Pequeños materiales secos que puedan resistir bien a NaOH o al hipoclorito de sodio, deberán ser inicialmente sumergidos en una u otra solución y posteriormente calentados en autoclave de carga porosa a un mínimo de 121°C durante 1 hora.

B) Los materiales secos voluminosos o materiales de cualquier tamaño, que no puedan resistir la exposición a NaOH o hipoclorito de sodio serán calentados en autoclave de carga porosa a 134°C durante 1 hora.<sup>18</sup>

#### 2.5.4 LIMAS WAVE ONE® USO ÚNICO

La limpieza de los instrumentos dentales es la primera línea de control para reducir la adherencia de la carga biológica. El riesgo de enfermedad de Creutzfeldt-Jakob y la dificultad para remover la proteína del prion ha provocado un cambio en la limpieza de los instrumentos dentales. Actualmente, una serie de métodos están disponibles para la limpieza de los instrumentos endodóncicos, en los cuales se puede incluir, lavado manual, limpiadores ultrasónicos y aparatos de limpieza y desinfección automáticos (washer-desinfecto). La limpieza manual no es recomendable ya que involucra errores del operador y el riesgo de heridas al pincharse, además de no remover completamente los desechos de los

instrumentos. La limpieza ultrasónica es significativamente más efectiva que la limpieza manual. Los aparatos de limpieza y desinfección automáticos aparecen para proporcionar un proceso fiable para la desinfección y esterilización de los instrumentos dentales, son generalmente considerados el método más seguro ya que constan de varias etapas automatizadas (preenjuagado, limpieza, enjuagado temporal, desinfección térmica, enjuagado final y secado).<sup>20</sup>

Los instrumentos dentales como limas endodóncicas que son difíciles de limpiar están frecuentemente contaminados con desechos de tejidos después del proceso de rutina y no pueden ser excluidas como un riesgo potencial de transmisión por agentes infecciosos incluyendo priones.<sup>20</sup>

Debido a la posibilidad de contaminación cruzada asociada a la falta de eficacia en la limpieza y esterilización de los instrumentos endodóncicos y la posible presencia de la proteína del prion en la pulpa dental, el departamento de salud del Reino Unido ha recomendado que las limas endodóncicas sean utilizadas solo una vez, como precaución para reducir el riesgo de transmisión de la enfermedad del prion.<sup>5</sup>

Los instrumentos Wave One<sup>®</sup> tienen un nuevo concepto en el cuidado del estándar de salud por lo que solo pueden ser utilizados una vez. El plástico codificador en el mango se deforma si es esterilizado el instrumento, con lo cual se previene que la lima vuelva a ser colocada en la pieza de mano.<sup>5</sup>

La recomendación de uso único de las limas Wave One<sup>®</sup> añade la ventaja de reducir la fatiga del instrumento, lo cual es la consideración más importante para los instrumentos Wave One<sup>®</sup>.<sup>5</sup>

## CAPÍTULO III

### 3. SISTEMA MECANIZADO RECIPROCANTE WAVE ONE®.

Wave One® de Dentsply Maillefer, fue diseñado por Cliff Ruddle (USA) John West (USA), Sergio Kuttler (USA) Pierre Machtou (Francia), Julian Webber (UK) y Wilhelm Pertot (Francia). Es un sistema recíprocante que presenta nuevos estándares en endodoncia, al proporcionar sencillez, seguridad y eficacia al procedimiento de conformación del conducto radicular, usando un solo instrumento NiTi por conducto, en la mayoría de los casos.<sup>5</sup>

Wave One® introduce el concepto de simplicidad en endodoncia, para ahorrar tiempo y aumentar el confort, a la vez que continúa ofreciendo una técnica que proporciona tratamientos de conductos radiculares de alta calidad. Wave One® trabaja con giro alterno, lo que significa que continuamente cambia la dirección de giro durante el procedimiento de conformación. El uso de un amplio ángulo de giro en la dirección de corte proporciona una alta eficacia, y un ángulo menor empleado durante la contramarcha, lo que permite a la lima avanzar con éxito a través del conducto radicular, respetando la anatomía del mismo. Los ángulos optimizados también reducen el riesgo de atornillamiento y la fractura de la lima. Las ventajas de la técnica de giro alterno son numerosas. En primer lugar, permite conformar la mayoría de los conductos radiculares con una única lima de níquel titanio Wave One®, lo que significa que no se pierde tiempo cambiando instrumentos, durante el procedimiento de conformación del conducto radicular. Esto aporta al profesional una mayor simplicidad y disminuye hasta un 40% el tiempo global de conformación, comparado con la técnica rotatoria tradicional de movimiento continuo.<sup>5</sup>

La lima Wave One® es de un sólo uso, un sistema de lima única para conformar completamente el conducto radicular desde el inicio hasta el final. La conformación del conducto radicular en una forma cónica continua no solo cumple con los requerimientos biológicos para una eficaz

irrigación que limpie el sistema de conductos radiculares de bacterias, productos bacterianos y tejido pulpar, sino que también proporciona la forma perfecta para la obturación tridimensional con gutapercha. En la mayoría de casos la técnica solo requiere una lima manual seguida de una única lima Wave One® para conformar completamente el conducto. Las limas NiTi especialmente diseñadas trabajan de forma similar a la técnica de fuerzas balanceadas, pero en sentido contrario, mediante un motor programado para girar las limas en forma alterna de marcha a contramarcha. Las limas se fabrican con la tecnología M-Wire, mejorando la fuerza y resistencia a la fatiga cíclica, prácticamente hasta cuatro veces comparadas con otras marcas de limas rotatorias NiTi.<sup>5</sup>

El sistema recíprocante Wave One® cuenta con 3 limas disponibles en longitudes de 21mm, 25mm y 31mm.

1. Wave one Small: se usa en conductos estrechos. El tamaño de la punta es ISO 21 con una conicidad constante del 6%
2. Wave one Primary: se usa en la mayoría de conductos. El tamaño de la punta es ISO 25 con una conicidad apical del 8% que disminuye hacia la parte coronal (conicidad progresiva)
3. Wave one Large: se usa en conductos amplios. El tamaño de la punta es ISO 40 y la conicidad apical es del 8% que disminuye hacia la parte coronal (conicidad progresiva).<sup>5</sup>



Fig. 16. Limas del sistema Wave One®.<sup>(22)</sup>



Las limas Wave One® tienen una sección triangular convexa modificada, en la parte final de la punta y una sección triangular convexa, en la parte final coronal. Este diseño mejora la flexibilidad global de las limas. Las puntas están modificadas para seguir de manera exacta la curva del conducto (acción guía).<sup>5</sup>

El sistema Wave One® es un nuevo concepto para la conformación del conducto radicular. Mientras la enseñanza actual propone el uso de múltiples limas NiTi de diferente diámetro y conicidad para ensanchar gradualmente el conducto radicular, solo una lima única Wave One® se necesita para preparar el conducto a un tamaño y conicidad adecuados, incluso en conductos estrechos y curvos.<sup>5</sup>

### 3.1 E3 TORQUE CONTROL MOTOR

EL e3 Torque Control Motor es un motor con batería recargable con un contraángulo reductor de 6:1. El motor pre programado está diseñado para realizar ángulos de giro y velocidad para movimientos recíprocos de los instrumentos Wave One®. El movimiento realizado en sentido antihorario es más amplio que el movimiento en sentido horario.<sup>21</sup>

El rango de reciprocidad sugerido por el fabricante para los instrumentos Wave One® es: completar un ciclo de corte en 3 usos anti horario-horario, esto es, 150° CCW-30°CW (CCW: sentido antihorario, CW: sentido horario). Alteraciones en este rango pueden afectar la fatiga del instrumento y la habilidad de conformación del conducto radicular.<sup>11</sup>

#### Características del motor

- Diseñado para instrumentos rotatorios y recíprocos
- Preprogramado para utilizarse en varios sistemas rotatorios, (Protaper, Profile Vortex, Wave one, Reciproc, PathFile, GT, Gates)
- Operación silenciosa
- Batería recargable

- Monitor de fácil lectura
- Contraángulo reductor 6:1
- Velocidad: 250-1000 rpm en modo rotatorio
- Torque: 20-410 g-cm en modo rotatorio
- Autoreversa en modo rotatorio.<sup>22</sup>

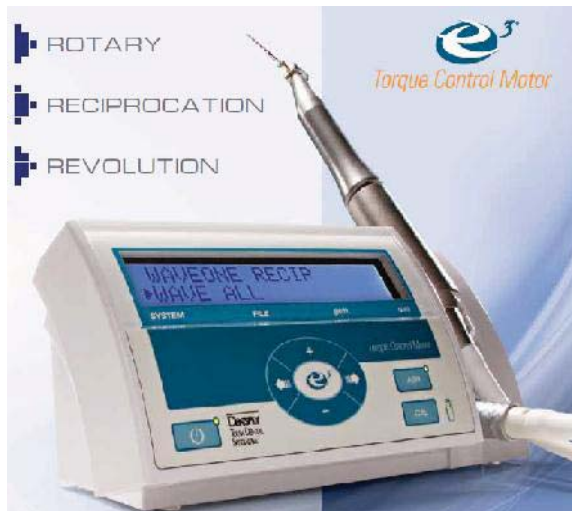


Fig. 17. E3 Torque Control Motor  
<http://www.tulsadentalspecialties.com/default/endodontics/Equipment/e3Motor.aspx>

### 3.2 INDICACIONES DE USO SISTEMA WAVE ONE<sup>®</sup>

- A) Anestesia y aislamiento.
- B) Acceso.
- C) Selección de la lima correcta.

Realizar una pre instrumentación (Glidepath) con un instrumento de acero inoxidable (al menos una lima tipo K # 15) o utilizar el sistema rotatorio Pathfile de preinstrumentación.<sup>23</sup>

- 1) Wave one small
  - Conductos radiculares con curvatura severa
  - Conductos radiculares angostos y complejos

- Conductos radiculares en los cuales no se pueda realizar una preinstrumentación (Glidepath) más allá de una lima tipo K # 10.<sup>23</sup>
- 2) Wave one primary
- En la mayoría de los conductos radiculares donde se pueda establecer una preinstrumentación al menos con una lima tipo K #15<sup>23</sup>
- 3) Wave one large
- Conductos radiculares donde al menos una lima K #20 o más llegue a longitud de trabajo sin dificultad.<sup>23</sup>



Fig. 18. Limas Wave One®.<sup>(30)</sup>

D) La preparación se realiza con movimientos progresivos de arriba abajo en ciclos de distancia de 2.5 a 3mm.

Una forma segura para realizar cortes de 2.5 a 3mm es insertar el instrumento en el conducto y marcar por medio de un tope la profundidad inicial, retirar el instrumento y recorrer el tope la distancia de 2.5 a 3mm de la reportada inicialmente. De este modo se asegura un máximo de corte de 3mm antes que el instrumento sea retirado para su apropiada limpieza.<sup>23</sup>

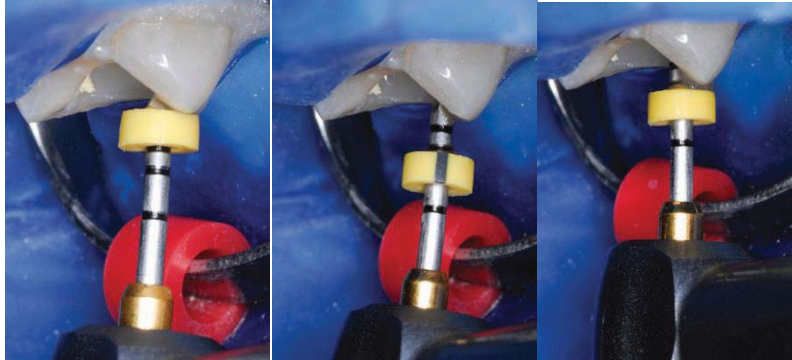


Fig. 19. Colocar tope a una distancia de 2.5 a 3mm. <sup>(23)</sup>

- E) Limpiar las espiras de los instrumentos después de cada ciclo de corte.

Las espiras de los instrumentos recolectan los desechos cortados rápidamente debido a que el trabajo biomecánico es realizado con un solo instrumento. Fallar en la limpieza de las espiras de los instrumentos puede resultar en un decremento en la eficiencia de corte, lo que puede generar que el operador ejerza una mayor presión apical en el instrumento ocasionando un alto riesgo de fractura. <sup>23</sup>

- F) Irrigar y patentizar el conducto radicular después de cada ciclo de corte.

Antes de cada ciclo de corte los desechos del conducto radicular deben ser removidos, asegurándose también de patentizar el conducto radicular. El objetivo de este paso es remover cualquier desecho compactado en el conducto y llevarlo fuera del mismo con la solución irrigadora. <sup>23</sup>

- G) Si el instrumento no progresa a pesar de presión apical excesiva realizar movimientos de cepillado en círculo. (brush circumferentially).

Realizando movimientos de cepillado en círculo, la conicidad del tercio cervical se logra ensanchar, lo que usualmente permite al instrumento progresar apicalmente.<sup>23</sup>

- H) Si el instrumento seleccionado no progresa aun después de realizar movimientos de cepillado en círculo, se debe utilizar una lima tipo K una medida más pequeña que el instrumento seleccionado a longitud de trabajo.

Generalmente el instrumento 21/06 small Wave One avanza sin ningún problema a longitud de trabajo en la mayoría de todos los conductos.

Si se está trabajando con el instrumento 25/08 primary Wave One y este no progresa se debe trabajar con una lima tipo K #20 a longitud de trabajo.

Si se está trabajando con el instrumento 40/08 large Wave One, en este caso la lima que se debe utilizar es una tipo K #35.<sup>23</sup>

- I) Una rápida preparación del sistema de conductos radiculares necesita una irrigación más prolongada, preferentemente con activación de la solución irrigadora.

Debido al tiempo de preparación reducido de conductos radiculares con las limas Wave One<sup>®</sup>, las partes no instrumentadas del tejido pulpar generalmente quedan expuestas a un periodo de tiempo corto de irrigación, por lo cual se recomienda la activación de la solución irrigadora para una mejor desinfección y desbridamiento del sistema de conductos radiculares (sistema EndoActivator, irrigación ultrasónica).<sup>23</sup>

### 3.2.1 SISTEMA ENDOACTIVATOR

La casa comercial recomienda el uso de una combinación de una técnica de irrigación manual y el sistema EndoActivator para activar la solución irrigadora después de la preparación del conducto. El sistema EndoActivator utiliza puntas de polímero seguras y no cortantes en una pieza de mano subsónica para agitar rápida y energéticamente las soluciones irrigantes durante el tratamiento endodóncico.<sup>3</sup>



Fig. 20. Sistema EndoActivator.<sup>(23)</sup>

En un reciente estudio se analizó la seguridad de varios sistemas de irrigación intraconducto midiendo la extrusión apical de irrigante. Concluyeron que se extruía una cantidad mínima, aunque estadísticamente significativa, de irrigante de EndoActivator con la aplicación por activación subsónica del irrigante en la cámara pulpar y el conducto. Los grupos manual, ultrasónico y Rinsendo tuvieron una extrusión significativamente mayor en comparación con EndoVac y EndoActivator.<sup>3</sup>

### 3.2.2 IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA

Los primeros dispositivos ultrasónicos fueron introducidos en endodoncia por Richman. Las limas activadas por ultrasonidos tienen potencial para preparar y desbridar mecánicamente los conductos radiculares. Las limas tienen frecuencias ultrasónicas de 25 a 30 kHz. Funcionan por vibración transversa, configurando un patrón característico de nodos y antinodos en su longitud.<sup>3</sup>

Se ha observado que las limas ultrasónicas son eficaces en la irrigación de los conductos. Se han descrito dos tipos de irrigación ultrasónica en la literatura médica, uno en el que la irrigación se combina con instrumentación ultrasónica (IU) simultánea y otro sin instrumentación simultánea, llamado irrigación ultrasónica pasiva (IUP). Durante la IU, la lima se pone en contacto intencionadamente con la pared del conducto radicular.<sup>3</sup>

Se ha observado que la IU es menos eficaz que la IUP en la eliminación de tejido pulpar simulado del sistema de conductos radiculares o el barrillo dentinario de la pared del conducto. Esto puede explicarse por una reducción de la corriente acústica y cavitación. Debido a la compleja anatomía del conducto radicular, el instrumento nunca contactará con toda la pared del conducto. Por tanto, la IU podría comportar un corte no controlado de la pared, sin una limpieza eficaz.<sup>3</sup>

La irrigación ultrasónica pasiva se basa en la transmisión de energía acústica de una lima oscilante o un alambre liso a un irrigante en el conducto radicular. La energía se transmite por ondas ultrasónicas y puede inducir una corriente acústica y cavitación del irrigante. Una vez preparado el conducto a la lima apical maestra, se introduce una lima pequeña o un alambre liso en el centro del conducto, hasta la región apical. El conducto radicular se llena con una solución irrigante que se activa con la lima oscilante ultrasónicamente.<sup>3</sup>

Dado que el conducto radicular ya se ha trabajado, la lima o el alambre pueden moverse libremente y el irrigante puede entrar más fácilmente en la zona apical del sistema de conductos radiculares y el efecto de limpieza es más significativo. Con esta metodología no cortante, se reduce al mínimo el potencial de crear formas aberrantes en el conducto radicular. La eficacia de limpieza de la IUP implica la eliminación de los residuos de dentina, microorganismos y tejido orgánico del conducto radicular. Por la corriente activa del irrigante, aumentará el contacto con una mayor superficie de la pared del conducto.<sup>3</sup>

Si se utiliza la activación ultrasónica del irrigante de hipoclorito, es importante aplicar el instrumento ultrasónico una vez finalizada la preparación del conducto. Un instrumento de oscilación libre tendrá más efectos ultrasónicos en la solución irrigante que otro que se una a las paredes del conducto. Además, las limas ultrasónicas pueden cortar de forma no controlada las paredes del conducto, especialmente si se utilizan durante la preparación. Por tanto, es mejor insertar un instrumento fino no cortante de forma controlada una vez preparado el conducto.<sup>3</sup>

### 3.3 OBTURACIÓN WAVE ONE®

#### ➤ Una lima – Una punta de papel

Las puntas de papel Wave One® se ajustan al tamaño de los conductos preparados con las limas Wave One® y son ideales para un proceso de secado rápido y seguro de los conductos. Su esterilidad aumenta la posibilidad de conseguir un tratamiento endodóncico exitoso.

- 3 tamaños que se ajustan a los conductos preparados con las limas Wave One®.
- Fácilmente reconocible: codificación idéntica para las limas y las puntas de papel
- Empaquetadas en envases individuales estériles de 5 puntas



- Su diseño, con una mayor conicidad, permite usar menos puntas de papel para secar los conductos radiculares, cuando se compara con el empleo de puntas ISO convencionales.<sup>22</sup>



Fig. 21. Puntas de papel Wave One®.<sup>(22)</sup>

➤ Una lima – Una punta de gutapercha

Las puntas de gutapercha Wave One® se ajustan al tamaño de los conductos preparados con las limas Wave One®, lo cual permite conseguir con el cono principal una obturación rápida y precisa.

- 3 tamaños que se ajustan a los conductos preparados con las limas Wave One®.
- Fácilmente reconocible: codificación idéntica para las limas y las puntas de gutapercha.<sup>22</sup>



Fig. 22. Puntas de gutapercha Wave One®.<sup>(22)</sup>

➤ Una lima – Un obturador

Los obturadores Wave One<sup>®</sup> se ajustan perfectamente al tamaño de los conductos preparados con las limas Wave One<sup>®</sup>, permitiendo una obturación termoplástica en 3D rápida y precisa.

- Una lima – un obturador
- Fácilmente reconocible: codificación idéntica para las limas y obturadores
- Óptimo ajuste en los conductos preparados con Wave One<sup>®</sup>.
- La gutapercha caliente combinada con el vástago central, aseguran una obturación excelente, tanto del ápice, como de los conductos laterales
- Recomendada para conductos largos, estrechos y curvos
- Riesgo mínimo de fractura radicular.<sup>22</sup>



Fig. 23. Obturadores Wave One<sup>®</sup>. (22)

➤ Horno thermaprep 2 para Wave One<sup>®</sup>

- La obturación está lista en menos de un minuto
- El horno calienta los obturadores Wave One<sup>®</sup> de 20 a 49 segundos, dependiendo del tamaño del obturador
- Cuando el material de obturación alcanza la temperatura óptima de inserción, un reloj interno emite un sonido de aviso

- El obturador se mantiene a una temperatura adecuada durante 90 segundos.<sup>22</sup>



Fig. 24. Horno thermaprep 2 para Wave One®.<sup>(22)</sup>

## CAPÍTULO IV

### 4. ESTUDIOS REALIZADOS

#### 4.1 FATIGA CÍCLICA Y TORSIONAL

En general, los instrumentos rotatorios se fracturan de dos modos distintos: por torsión y por flexión. La fractura por torsión ocurre cuando la punta del instrumento permanece fija en el conducto mientras el mango sigue rotando, con lo que ejerce un torque suficiente para fracturar la punta. Esto puede ocurrir también cuando la rotación del instrumento se frena lo suficiente en relación con su diámetro transversal. La fractura por flexión ocurre cuando la carga cíclica conduce a la fatiga del metal.<sup>3</sup>

En un estudio comparativo realizado por Hyeon-Cheol Kim y cols, sobre la resistencia a la fatiga cíclica y torsional entre el sistema reciprocante Wave One<sup>®</sup>, el sistema reciprocante Reciproc<sup>®</sup> y el sistema rotatorio ProTaper<sup>®</sup>. Los resultados mostraron que el sistema Reciproc<sup>®</sup> tiene una resistencia más alta a la fatiga cíclica y el sistema Wave One<sup>®</sup> una resistencia torsional más elevada. Ambos sistemas reciprocantes en el mismo estudio demostraron significativamente ser más resistentes tanto a la fatiga cíclica como a la resistencia torsional que el sistema rotatorio ProTaper<sup>®</sup>.<sup>24</sup>

Las limas utilizadas fueron la lima R25 de Reciproc<sup>®</sup>, la lima primary de Wave One<sup>®</sup> y la lima F2 del sistema Protaper<sup>®</sup>. La prueba a la fatiga cíclica se llevo a cabo en un aparato hecho a la medida que permitió reproducir la simulación de un instrumento confinado en un conducto curvo. El tiempo a la fractura se tomo cuando fue detectada visual o auditivamente, el número de ciclos a la fractura para cada instrumento fue calculado multiplicando el tiempo de fractura por el número de rotaciones por segundo. Para evaluar la resistencia torsional se construyeron bloques metálicos con un hoyo cubico (5x5x5mm) en los cuales se introdujeron las limas y se rellenaron con resina, se aplicó una rotación

uniforme de 2 rpm a cada lima y se utilizó un aparato para medir la resistencia a la torsión.<sup>24</sup>

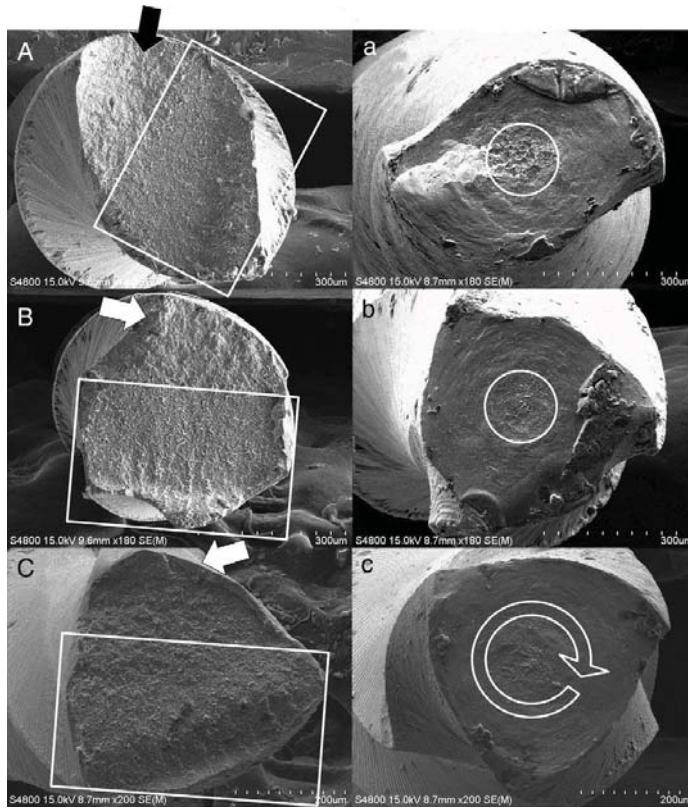


Fig. 25. A, a: Reciproc<sup>®</sup>, B, b: Wave one<sup>®</sup>, C, c: ProTaper<sup>®</sup>. La columna izquierda muestra imágenes después de la prueba a la fatiga cíclica, mostrando con flechas el origen de la grieta, y el rectángulo indica el área de sobrecarga y la zona de fractura más rápida. La columna derecha muestra imágenes después de la prueba torsional indicando con una flecha en círculo la zona donde se concentra la abrasión.<sup>(24)</sup>

Con el fundamento de los resultados de este estudio se concluye que los instrumentos reciprocantes deben recomendarse para aplicaciones selectivas de acuerdo a las condiciones de los conductos radiculares. En el caso de Wave One<sup>®</sup> se recomienda su uso en conductos estrechos debido a que inducen un estrés torsional mayor. Por el contrario el sistema Reciproc<sup>®</sup> se recomienda utilizar en conductos radiculares con curvaturas severas debido a su excelente resistencia a la fatiga cíclica.<sup>24</sup>

En un estudio realizado por Ana Arias y cols, sobre la resistencia a la fatiga cíclica en diferentes niveles de la lima (5mm y 13mm) entre el sistema Wave One<sup>®</sup> y el sistema Reciproc<sup>®</sup> se demostró que el sistema Reciproc<sup>®</sup> tiene una mayor resistencia a la fatiga cíclica tanto a nivel apical (5mm) como a nivel coronal (13mm).<sup>25</sup>

Ambos sistemas demostraron una resistencia a la fatiga cíclica mayor a los 5mm que a los 13mm de la punta de la lima.<sup>25</sup>

Se utilizaron en el estudio 60 limas primary del sistema Wave One<sup>®</sup> y 60 limas R25 del sistema Reciproc<sup>®</sup> las cuales de cada grupo se dividieron la mitad para ser evaluadas a 5mm y la otra mitad para ser evaluadas a 13mm. Para evaluar la resistencia a la fatiga cíclica se utilizó un aparato especialmente diseñado para medir la resistencia a la fatiga a diferentes niveles.<sup>25</sup>

Se concluye que la resistencia a la fatiga cíclica puede variar a lo largo de la lima, por lo tanto, la probabilidad de fractura de un instrumento sea Wave One<sup>®</sup> o Reciproc<sup>®</sup> es diferente en cada región del mismo.<sup>25</sup>

En un estudio comparativo realizado por Ricardo Castello-Escriva y cols, acerca de la resistencia a la fatiga cíclica entre los sistemas Wave One<sup>®</sup>, ProTaper<sup>®</sup> y Twisted Files<sup>®</sup> se demostró que los movimientos recíprocos del sistema Wave One<sup>®</sup> tienen una resistencia a la fatiga cíclica mayor que los movimientos rotatorios convencionales del sistema ProTaper<sup>®</sup> y Twisted Files<sup>®</sup>.<sup>9</sup>

En el estudio se utilizaron 80 limas F2 de ProTaper<sup>®</sup>, 24 limas primary de Wave One<sup>®</sup> y 80 limas TF25 de Twisted Files<sup>®</sup>. El aparato para la prueba a la fatiga cíclica consistió en 4 conductos de acero inoxidable curvos con diferentes ángulos de curvatura y radios.<sup>9</sup>

## 4.2 PRESERVACIÓN DE LA ANATOMÍA DEL CONDUCTO RADICULAR

Estudios anteriores han demostrado que la preservación de la anatomía del conducto radicular con estrategias menos invasivas minimiza el riesgo de transportación, disminuye consecuentemente la incidencia de modificar la curvatura del conducto, la formación de escalones y un aumento apical irregular. La prevención de la transportación apical y el ensanchamiento irregular del foramen apical van dirigidos a un buen sellado radicular con una reducción en la extrusión apical y una disminución de dolor postoperatorio. Preservar la anatomía original del conducto radicular así como disminuir las aberraciones del complejo pulpar están asociados con un incremento antimicrobiano y un sellado eficiente, además de reducir el debilitamiento de la estructura dentinaria.<sup>10</sup>

En un estudio realizado por Elio Berutti y cols, sobre la capacidad de preservación del conducto radicular utilizando el sistema recíprocante Wave One® y el sistema rotatorio ProTaper® se demostró que la lima Wave One primay mantiene mejor la anatomía del conducto radicular, reduciendo las modificaciones de la curvatura del conducto comparado con la secuencia hasta la lima F2 del sistema ProTaper®.<sup>10</sup>

Se utilizaron en el estudio 30 ISO 15, 0.02 conicidad, Endo Training Blocks (Dentsply Maillefer), los cuales se dividieron en 2 grupos. Al grupo 1 se le realizó glidepath con PathFile® 1, 2 y 3 y se realizó la secuencia hasta la lima F2 del sistema Protaper®. Al grupo 2 se le realizó glidepath con Pathfile® 1, 2 y 3 y se utilizó la lima primary del sistema Wave One®.<sup>10</sup>

Con el fundamento de este estudio podemos decir que el uso de un sistema recíprocante en vez de un sistema de rotación continua es particularmente útil cuando se requieren preparaciones menos invasivas, es decir, cuando el grosor de la dentina es escaso ya que la preparación del conducto radicular con los sistemas recíprocantes es mínimamente invasivo.<sup>10</sup>

Elio Berutti y cols, en otro estudio demostraron que la preservación de la anatomía del conducto radicular utilizando el sistema reciprocante Wave One® puede mejorarse considerablemente realizando un glidepath.<sup>26</sup>

Este estudio se realizó en 30 ISO 15, 0.02 conicidad, Endo Training Blocks (Dentsply Maillefer), de los cuales a 15 de ellos se les realizó un glidepath y se trabajó posteriormente con la lima primary del sistema Wave One®, los 15 bloques restantes se prepararon con la lima primary del sistema Wave One® sin realizar un glidepath.<sup>26</sup>

Las limas del sistema Wave One® si se utilizan después de realizar un glidepath reducen considerablemente las modificaciones de la anatomía del conducto radicular. La ausencia de una preinstrumentación afecta el desempeño de las limas Wave One® alterando la curvatura del conducto.<sup>26</sup>

El uso de una lima manual pequeña tipo K seguida de un instrumento más flexible y con menos conicidad como el sistema rotatorio Pathfile permite un método menos invasivo y más seguro para proveer un glidepath que mantenga mejor la anatomía del conducto, comparado con una preinstrumentación manual con una lima de acero inoxidable tipo K. Además, realizar un preensanchamiento minimiza los errores en el procedimiento endodóncico tales como transportación y formación de escalones.<sup>26</sup>



### 4.3 EXTRUSIÓN Y REMOCIÓN DE DETRITUS

En un estudio comparativo realizado por Matthew A. Dietrich y cols, acerca de la efectividad en la remoción de detritus y limpieza de istmos de los sistemas Self-adjusting file (SAF<sup>®</sup>), K3<sup>®</sup> y Wave One<sup>®</sup> se reportó que el sistema Wave One<sup>®</sup> deja significativamente más restos en el tercio apical que los sistemas K3<sup>®</sup> y SAF<sup>®</sup>, no habiendo diferencia en el tercio medio y cervical. Se demuestra también que el sistema Wave One<sup>®</sup> es el menos eficiente en la limpieza de istmos.<sup>27</sup>

En el estudio se utilizaron treinta dientes molares mandibulares extraídos en humanos. Todos los dientes tenían istmo en el tercio apical de la raíz mesial lo cual fue confirmado con un escaneo tridimensional.<sup>27</sup>

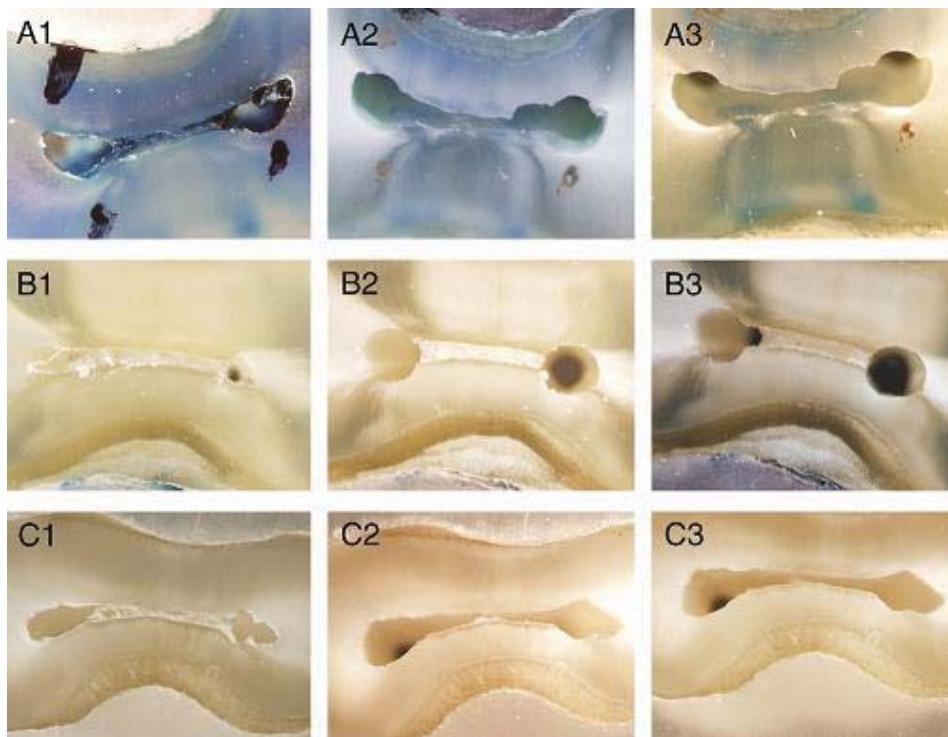


Fig. 26. Secciones de los dientes a 4mm del ápice. Antes de la instrumentación experimental (1), después de la instrumentación (2), después de la irrigación (3). K3<sup>®</sup> (A), Wave one<sup>®</sup> (B), SAF<sup>®</sup> (C).<sup>(27)</sup>

Sebastián Burklein y cols, en su estudio sobre la cantidad de detritus extruido después de la preparación en conductos rectos de dientes extraídos utilizando dos sistemas reciprocantes, Reciproc<sup>®</sup> y Wave One<sup>®</sup>, comparado con dos sistemas rotatorios, ProTaper<sup>®</sup> y Mtwo<sup>®</sup>. De acuerdo a este estudio la extrusión apical ocurre independientemente del tipo de instrumento utilizado. Los sistemas reciprocantes extruyen significativamente más detritus comparado con los sistemas rotatorios. El sistema Reciproc<sup>®</sup> extruye significativamente más detritus que los demás sistemas.<sup>28</sup>

En el estudio se utilizaron un total de 80 dientes incisivos maxilares extraídos en humanos con ápices maduros y conductos rectos (<5° según Schneider). La secuencia de instrumentación de cada sistema fue la siguiente:

- Mtwo<sup>®</sup>: La secuencia de instrumentación fue 10.04, 15.05, 20.06, 25.06, 30.05, 35.04 y 40.04
- ProTaper<sup>®</sup>: Sx ha 2/3 de longitud de trabajo, S1 y S2 a longitud de trabajo -1mm; F1, F2, F3 y F4 ha longitud de trabajo.
- Reciproc<sup>®</sup>: Lima R40 hasta longitud de trabajo.
- Wave One<sup>®</sup>: Lima primary hasta longitud de trabajo.

Estudios anteriores muestran que la cantidad de detritus que se extruye apicalmente puede estar relacionado a la anatomía del conducto radicular y a la técnica de instrumentación. Actualmente no existe ningún método que evite la extrusión apical.<sup>28</sup>

#### 4.4 EFECTO DE ALTERAR EL RANGO DE OSCILACIÓN DEL MOVIMIENTO RECIPROCANTE

Shehab El Din Mohamed Saber y cols, en un estudio realizado evaluaron la fatiga cíclica y la capacidad de conformación de los instrumentos Wave One<sup>®</sup> alterando el rango de oscilación del movimiento recíprocante con la finalidad de conocer la tendencia a la transportación, el tiempo de preparación y la capacidad del instrumento para realizar una preparación céntrica en el conducto radicular. Los rangos de oscilación utilizados fueron los siguientes: Grupo A, 150 CCW-30 CW (CCW counterclockwise, CW clockwise), grupo B, 120 CCW-30 CW, grupo C, 90 CCW-CW.<sup>11</sup>

Para evaluar la resistencia a la fatiga cíclica se diseñó un aparato hecho específicamente para este estudio, el cual simuló conductos con curvaturas de 60° y radios de 5mm. Todos los instrumentos fueron operados hasta la fractura. Se utilizaron 30 limas primary del sistema Wave One<sup>®</sup> que fueron divididas en tres grupos utilizadas en los rangos anteriormente mencionados.<sup>11</sup>

Para evaluar la capacidad de conformación se utilizaron treinta molares mandibulares extraídos por razones periodontales, en los cuales se trabajaron las raíces mesiovestibulares con la lima primary del sistema Wave One<sup>®</sup> en los rangos anteriormente mencionados.<sup>11</sup>

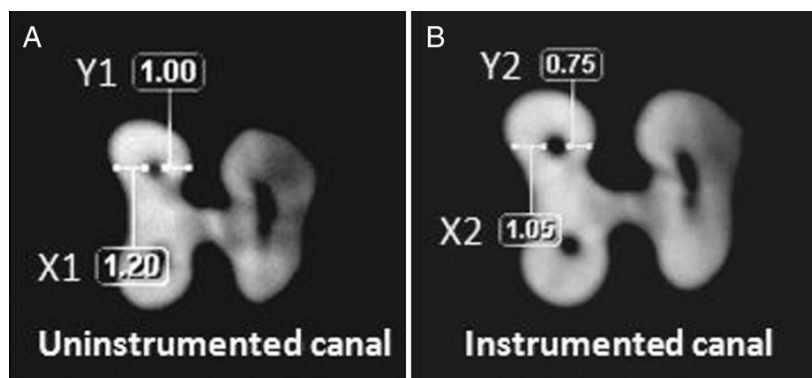


Fig. 27. Fotomicrografía mostrando los parámetros utilizados para determinar la transportación del conducto y la capacidad de una preparación centrada. (A) preinstrumentación, (B) postinstrumentación.<sup>(11)</sup>

Los resultados obtenidos fueron: El tiempo de fractura registrado se incrementa cuando el rango de oscilación decrece (90 CCW-45 CW). En relación con el tiempo de preparación, este se incrementa considerablemente cuando el rango de oscilación decrece. Con respecto a la transportación del conducto esta aumenta cuando el rango de oscilación se incrementa (150 CCW-30 CW) así como también disminuye la capacidad de una preparación céntrica en el conducto radicular.<sup>11</sup>

Con lo anterior se concluye que disminuir el rango de oscilación del movimiento recíprocante de los instrumentos Wave One<sup>®</sup> resulta en un incremento en la resistencia a la fatiga cíclica con menos transportación del conducto y preparaciones más céntricas, con la desventaja de tiempos de instrumentación más prolongados.<sup>11</sup>

#### 4.5 ALTERACIONES EN LA LONGITUD DE TRABAJO

En un estudio realizado por Elio Berutti y cols, acerca de la modificación en la longitud de trabajo después de utilizar la lima primary del sistema recíprocante Wave One<sup>®</sup> y la incidencia de sobre instrumentación en relación con la longitud de trabajo inicial se detectó que en 24 de los 32 conductos utilizados en este estudio la lima primary del sistema Wave One<sup>®</sup> se proyectaba más allá del foramen apical (de 0.14 a 0.76 mm). Se detectó también una considerable disminución en la longitud de trabajo (de -0.34mm a -0.26mm).<sup>29</sup>

Se utilizaron para este estudio treinta y dos conductos radiculares de dientes permanentes extraídos en humanos con ápices maduros, a los cuales se les realizó glidepath con PathFile<sup>®</sup> 1, 2 y 3 (Dentsply Maillefer) a longitud de trabajo.<sup>29</sup>

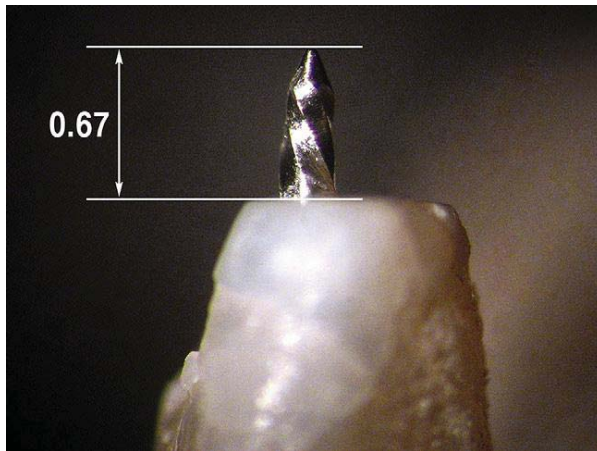


Fig. 28. Imagen microscópica donde se observa una lima proyectada más allá del foramen apical.<sup>(29)</sup>

Con lo anterior se concluye que es recomendable checar la longitud de trabajo antes de preparar el tercio apical cuando se utiliza el sistema recíprocante Wave One<sup>®</sup>.<sup>29</sup>

## CONCLUSIONES

Esta revisión recopila la base de investigación y conocimiento que se refieren al sistema mecanizado reciprocante Wave One<sup>®</sup>.

1.- El sistema mecanizado reciprocante Wave One<sup>®</sup> debe ser utilizado en determinados casos. En especial, en conductos radiculares estrechos y curvos.

2.- La irrigación al utilizar el sistema mecanizado reciprocante Wave One<sup>®</sup> es de vital importancia por lo que se recomienda realizar irrigación activa en concentraciones de NaClO al 5.25%.

3.- Realizar la preparación de los conductos radiculares con un solo instrumento del sistema mecanizado reciprocante Wave One<sup>®</sup> no es la única opción de tratamiento. Efectuar una secuencia utilizando las tres limas Wave One<sup>®</sup> para la conformación de los conductos radiculares es una opción alterna en casos que así lo requieran.

4.- El uso de movimientos reciprocantes con sistema mecanizado podría ser el futuro de la Endodoncia, sin embargo, establezco que el concepto de lima única para la terminación de un tratamiento endodóncico es aún aventurado y se requieren de más investigaciones para determinar que la limpieza y conformación de los conductos radiculares puede realizarse con un solo instrumento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Leonardo M.R. Sistemas Rotatorios en Endodoncia: Instrumentos de níquel-titanio. 1era. Ed. Sao Paulo, Brasil: Editorial Artes Médicas, 2002. Pp. 3-36
- 2.- Nageswar Rao R. Endodoncia Avanzada. 1era. Edición. Editorial AMOLCA, 2011. Pp. 141 -178.
- 3.- Cohen S, Hargreaves K. Vías de la pulpa. Decima ed. Barcelona, España: Editorial Elsevier Mosby, 2011. Pp. 223-275
- 4.- Beer Rudolf, Atlas de Endodoncia. 2da. Ed. Barcelona, España: Editorial Masson, 2000. Pp. 120-121
5. - Webber J, Machtou P, Pertot W, Kuttler S. The Wave One single-file reciprocating system. Roots 2011; 1: 28-33
6. - Sergio Kuttler S, West J. A Single File System: "The Science of Simplicity". Hallado en: <http://www.dentistrytoday.com/endodontics/7095>
- 7.-Vallabhaneni S, Ganesh R, Radhakrishna G. Single File Endodontics. Indian J Dent Adv 2012; 4: 822-826
- 8.- Yang G, Zhou X, Zhang H, Wu H. Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in simulated root canals. Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in simulated root canals. IEJ 2006; 39: 791-799
- 9.-Castello R, Alegre T, Faus V, Roman S, Faus V. In Vitro Comparison of Cyclic Fatigue Resistance of ProTaper, Wave One, and Twisted Files. JOE 2012; 38: 1521-1524

- 10.- Berutti E, Chiandussi G , Paolino D, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A, Pasqualini D. Canal Shaping with Wave One Primary Reciprocating Files and ProTaper System: A Comparative Study. JOE 2012; 38: 505-509.
- 11.- Saber S, El Sadat S. The Effect of Altering the Reciprocation Range on the Fatigue Life and the Shaping Ability of Wave One Nickel-Titanium Instruments. JOE 2011; 37: 1687-1690
- 12.- Shen Y, Zhou H, Zheng Y, Peng B, Haapasalo M. Current Challenges and Concepts of the Thermomechanical Treatment of Nickel-Titanium Instruments. JOE 2013; 39: 163-172.
- 13.-Marin C. Aleaciones con Memoria de Forma: Metales Inteligentes. Hallado en: [www.metalactual.com](http://www.metalactual.com)
- 14.- Gómez A, Díaz F. Nitinol un biomaterial con memoria de forma. Hallado en: [olimpia.cuautitlan2.unam.mx/.../Nitinol\\_un%20biomaterial.pdf](http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/.../Nitinol_un%20biomaterial.pdf)
- 15.- Santamarta R. Caracterización de aleaciones base Ni-Ti producidas por solidificación rápida. Hallado en: <http://www.uib.es/depart/dfs/apl/rsm/>
- 16.- Vargas A, Salto R, Sola M, Hortelano P. Transmissible spongiform encephalopathies. Molecular biology, diagnosis and therapeutic approaches. Ars Pharmaceutica 2001;, 42: 5-20.
- 17.- Rodríguez R, Urrutia A. Encefalopatías Espongiformes Transmisibles. Biblioteca virtual de vigilancia en salud 2001; 6
- 18.- Martínez L. Enfermedad de Creutzfeldt-Jakob en Odontología: riesgos y medidas de prevención. REDOE 2006



- 19.- Azarpazhooh A, Fillery E. Prion Disease: The Implications for Dentistry. JOE 2008; 34: 1158-1166.
- 20.- Walker J, Dickinson J, Sutton J, Raven N, Marsh P. Cleanability of dental instruments – implications of residual protein and risks from Creutzfeldt-Jakob disease. BDJ 2007; 203: 395-401.
- 21.- AEGIS Communications. Wave One Reciprocating File. Inside Dentistry 2012; 8: 5.
- 22.- Hallado en: [www.denstplymallefer.com](http://www.denstplymallefer.com)
23. - Van der Vyver P. Wave One instruments: clinical application guidelines. Endodontic practice 2011
- 24.- Hyeon-Cheol K, Sang-Won K, Shun-Pan Ch, WooCheol L. Cyclic Fatigue and Torsional Resistance of Two New Nickel-Titanium Instruments Used in Reciprocation Motion: Reciproc Versus Wave One. JOE 2012; 38: 541-544
- 25.- Arias A, Perez J, De la Macorra J. Differences in Cyclic Fatigue Resistance at Apical and Coronal Levels of Reciproc and Wave One New Files. JOE 2012; 38: 1244-1248
- 26.- Berutti E, Paolino D, Chiandussi G, Alovise M, Cantatore G, Castellucci A, Pasqualini D. Root Canal Anatomy Preservation of Wave One Reciprocating Files with or without Glide Path. JOE 2012; 38: 101-104
- 27.- Dietrich M, Kirkpatrick T, Yaccino J.M. In Vitro Canal and Isthmus Debris Removal of the Self-Adjusting File, K3, and Wave One Files in the Mesial Root of Human Mandibular Molars. JOE 2012; 38: 1140-1144

28. - Burklein S, Schafer E. Apically Extruded Debris with Reciprocating Single-File and Full-sequence Rotary Instrumentation Systems. JOE 2012; 38: 850-852.

29.- Berutti E, Chiandussi G, Paolino D, Scotti N, Cantatore G ,Castellucci A, Pasqualini D. Effect of Canal Length and Curvature on Working Length Alteration with Wave One Reciprocating Files. JOE 2011; 37: 1687-1690

30.- Michael A. Baumann M. A. Wave One First experiences of third-year students. Roots 2012; 2: 20-23