



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

TÉCNICA DE PREPARACIÓN DE CONDUCTOS CON EL  
SISTEMA RECIPROCANTE WAVEONE® DENTSPLY, EN  
3D.

**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:

ENRIQUE ANTONIO SÁNCHEZ GARCÍA

TUTOR: C.D. FRANCISCO JAVIER IBARRARÁN DÍAZ

ASESOR: C.D. ALEJANDRO HEVIA MARMOLEJO



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



*A Crispín Sánchez Huerta por haber forjado en mi tu espíritu de lucha y de ser un hombre honrado, jamás dejar desamparado a tus hermanos y amigos, por ser ese excelente modelo de amor y sencillez, por ser el hombre justo que tanto admiré, a ti que creíste en cada sueño que tuve, por ser mi cómplice, mi amigo, mi todo, por haber creado esta persona que soy, siempre te amaré padre mío, aunque no estés conmigo.  
(07-enero-1958 - 30-junio-2015).*

*A María Victoria García Martínez, por ser la mejor madre del mundo, por haberme criado de la mejor manera posible, por enseñarme el espíritu de la tenacidad y jamás permitirme renunciar nunca a nada, por ser mi fortaleza, mi gran amiga, gracias Ma por todo, porque me has enseñado a jamás dejar de creer en mí mismo, te amo tanto, gracias por todo lo que hiciste por mí, porque sin ti podría decir que no lo hubiera logrado.*

*A mis hermanas Cristina, Esther y Verónica y a sobrinos Carlos Antonio, Juan Manuel, Luis Enrique y Cristian por el amor que me brindan, por estar conmigo para enseñarme el compañerismo y la amistad, por ser quienes me han sacado la mejor de las risas, a mis sobrinos porque a pesar de su corta edad puedo decir que he aprendido mucho de ellos.*

*A mi tía Bertha García Martínez por haber creído en mi, por brindarme tus consejos y apoyo, gracias enormes tía.*

*A Ana Karina Serrano Soria, por ser una mujer admirable que me encanta su perseverancia, por su sencillez y enorme corazón, por amarte de esta manera tan magnífica, por cada cosa que he aprendido de ti, por cada instante que hemos estado juntos desde hace cuatro años, eres mi persona favorita en el mundo a tu lado todo es excelente, gracias amor mío por todo el apoyo brindando en estos años juntos, Te amo Kary.*

*A la señora Fanny Soria Soria, por ser una madre más para mi, por ser mi protectora, por cuidarme y por jamás permitirme que me rinda de ninguna manera, por siempre insistirme en “pegarle a la luna para darle a una estrella”, por ser una excelente consejera y gran amiga, a Diana Serrano Soria, por ser una gran hija y divertida amiga, a la señora Paquita Soria Nevárez por ser una gran amiga, aconsejarme como si fuera su nieto. Gracias inmensas a toda la familia Soria Soria.*

*A mis amigos, que sin duda han sido grandes compañeros y consejeros, por escucharme y ser quienes me hicieron reír a carcajadas de sus ocurrencias y tantas vivencias, por todo el tiempo de amistad que han compartido conmigo y que a pesar de conocerme siguen siendo mis amigos.*

*A los Doctores Francisco Javier Ibararán Díaz y Alejandro Hevia Marmolejo por haberme ayudado en poder realizar mi tesina y todo lo que me enseñaron en estos meses.*

*A la coordinación de Endodoncia por permitirme aprender y mejorar considerablemente mis técnicas, son un gran equipo de trabajo.*



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>OBJETIVO</b> .....	7
<b>CAPÍTULO I. SISTEMAS MECANIZADOS</b> .....	8
1.1 Antecedentes .....	8
1.2 Sistemas Rotatorios .....	9
1.3 Sistemas reciprocantes .....	10
1.4 Conicidad.....	13
1.5 Corte seccional .....	14
1.5.1 Ángulo de corte .....	14
1.5.2 Superficie radial .....	15
1.5.3 Área de escape .....	15
1.5.4 Núcleo.....	16
1.6 Diseño de punta.....	16
1.7 Pitch.....	17
1.8 Ángulo Helicoidal .....	18
1.9 Acabado superficial.....	19
<b>CAPÍTULO II. ALEACIONES DE NITI</b> .....	20
2.1 Aleaciones .....	20
2.1.1 Fase Austenita .....	21
2.1.2 Fase Martensita .....	22
2.2 Aleaciones Nuevas .....	24
2.2.1 M-Wire .....	24
2.2.2 Fase R .....	25
2.2.3 CM-Wire.....	26
<b>CAPÍTULO III. CARACTERÍSTICAS DE WAVE ONE®</b> .....	27
3.1 M-Wire .....	27
3.2 Sección transversal.....	28
3.3 Pitch y ángulo helicoidal.....	28
3.4 Conicidad.....	29
3.5 Presentación .....	30
3.6 Tipo de punta .....	31
3.7 Movimientos recíprocos .....	32
3.8 Ángulo de las estrías.....	32
3.9 Pre esterilización.....	33
3.10 Características del motor. ....	34
<b>CAPÍTULO IV. MANEJO DEL SISTEMA WAVE ONE®</b> .....	35
4.1 Indicaciones .....	35
4.2 Selección de lima .....	35
4.3 Conformación de una sola lima .....	36
4.4 Modo de uso .....	37
4.5 Obturación .....	38
4.6 Resistencia a la fatiga cíclica .....	39
<b>CONCLUSIONES</b> .....	40
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	41



---

---

## INTRODUCCIÓN

El objetivo del tratamiento de conductos es la eliminación total de cualquier agente microbiano y evitar el paso de los mismos desde el sistema de conductos hacia los tejidos apicales de soporte. Para cumplir con estos objetivos es primordial la instrumentación endodóncica que tiene como fin remodelar y limpiar el conducto radicular para su sellado tridimensional.

La conformación y desinfección de los conductos radiculares se ha elaborado mediante el empleo de limas de acero inoxidable manuales, pero se han asociado alteraciones indeseables en la morfología de los conductos radiculares durante su preparación.

La innovación del níquel-titanio (NiTi) en la década de los años sesenta proporcionó a la odontología un novedoso material con una gran utilidad para su uso en endodoncia.

Para mejorar estas condiciones se introdujo un sistema de limas níquel-titanio, esta aleación constituye un gran avance en la endodoncia debido a su gran resistencia y bajo modulo de elasticidad.



Waila trabajando bajo la dirección del Instituto de Investigación Dental del Ejército de los Estados Unidos de América del Centro Médico del Ejército Walter Reed fue el primero en sugerir la utilización de la aleación de níquel titanio que poseía propiedades que se identificaban con las requeridas para los instrumentos endodóncicos, el avance tecnológico y metalúrgico permitieron que se fabricaran con aleación de níquel- titanio.

Los sistemas rotatorios representan el perfeccionamiento y simplificación en endodoncia, a lo largo de los años los instrumentos endodóncicos fueron modificados mejorando principalmente sus propiedades de flexibilidad, capacidad de corte y resistencia a la torsión.

Las propiedades que se le confieren al níquel-titanio son súperelasticidad, flexibilidad, resistencia a la deformación plástica y a la fractura, lo cual les permite regresar a su forma original.

Los instrumentos rotatorios de NiTi han disminuido considerablemente la incidencia de varios problemas clínicos, permitiendo al odontólogo abordar, limpiar y conformar los conductos con menor riesgo de bloqueos, escalones, transportes del forámen apical y perforaciones por mencionar algunos.



---

Los movimientos Reciprocantes aparecieron en 2008 gracias al doctor Yared y colaboradores utilizando un movimiento alterno en sentido horario y anti horario.

El sistema WaveOne® gracias a su innovadora aleación y baja cantidad de fracasos gracias al movimiento, será el pionero en la instrumentación con movimientos reciprocantes.



---

## OBJETIVO

- Identificar el uso del sistema recíprocante Waveone® en la preparación de conductos radiculares.
- Conocer las características de los instrumentos recíprocantes WaveOne®.
- mostrar la técnica de preparación de conductos con el sistema recíprocante WaveOne®.





---

---

## CAPÍTULO I. SISTEMAS MECANIZADOS

### 1.1 Antecedentes

En 1988, Walia, Gerstein y Bryant realizaron la primera serie de ensayos comparativos que demostraron los aspectos ventajosos de las limas de endodoncia fabricadas a partir de la aleación de níquel-titanio sobre las de acero inoxidable. Estos autores descubrieron el potencial de la aleación de níquel-titanio en endodoncia, originariamente empleada para alambres de ortodoncia, e informaron que esta aleación presenta entre dos y tres veces más flexibilidad que el acero inoxidable.

En 1991, la NT Company Estados Unidos, introdujo las primeras limas comerciales de níquel-titanio manuales y mecanizadas,

En 1994, presentó el sistema McXim, primera serie de seis unidades con conicidad que van de 0,02 a 0,05, diseñadas para limar el contacto con la pared del conducto, disminuir la fricción y reducir el estrés del instrumento durante la conformación por instrumentación rotatoria de giro continuo.<sup>1</sup>

Los microorganismos se consideran como el factor etiológico en el desarrollo de la periodontitis apical. Por lo tanto el mayor desafío en la endodoncia es la efectiva limpieza de los conductos radiculares, la eliminación de bacterias y sus subproductos, desechos necróticos de pulpa y dentina; Sin embargo, el complejo interno, la anatomía de los conductos radiculares compromete su adecuada limpieza.



Las irregularidades son mayormente prevalentes en tercio medio de las raíces aplanadas, como en los incisivos inferiores, premolares y las raíces mesiales de los molares inferiores.

Por lo general los instrumentos no tocan de manera adecuada estas áreas dejando microorganismos y desechos contribuyendo al fracaso de los tratamientos de conductos radiculares.

Los instrumentos rotatorios de níquel-titanio de uso común en la práctica endodóncica se emplean para superar las variaciones anatómicas. A pesar de que ofrecen muchas ventajas, estos instrumentos tienen limitaciones debido a su cinemática de rotación, causando preparación excesiva en algunas zonas y dejando otras sin tocarlas.<sup>1</sup>

## **1.2 Sistemas Rotatorios.**

Los sistemas rotatorios representa el mayor avance en el proceso de perfeccionamiento y simplificación de la endodoncia, en la actualidad el mercado nos sigue ofreciendo nuevas alternativas de instrumentos rotatorios con ciertas diferencias en sus diseños. El diseño de los instrumentos se adapta a los principios anatómicos de los conductos radiculares, razón por la cual los procedimientos de conformación y limpieza tienen tanto éxito.<sup>2</sup>



El glide-path es el pre-ensanchamiento que se realiza en los conductos radiculares con limas manuales o rotatorias para dar paso a la instrumentación con sistemas rotatorios. Si la punta del instrumento NiTi se queda enroscada dentro del conducto y esta continua rotando el instrumento se fracturará, el pre-ensanchamiento minimiza el atascamiento de los instrumentos disminuyendo el riesgo de fractura por torsión.<sup>3, 4</sup>

Las principales ventajas de los sistemas rotatorios son:

- Conformación adecuada del conducto radicular.
- Disminuye errores de la instrumentación, principalmente la transportación del conducto.
- Permite una mejor limpieza del conducto radicular.
- Mejor irrigación, ya que la conformación corono-apical permite una penetración más profunda del irrigante.
- Permite una mejor penetración de los instrumentos manuales para obturación.
- Reducción en el tiempo de trabajo.

### **1.3 Sistemas recíprocos**

Conjunto de movimientos alternados, en sentido horario y anti horario, que tienen como finalidad propiciar una acción más efectiva del instrumento a lo largo de las paredes del conducto radicular, para colocarlo más centrado.<sup>4</sup>

En 1985 Roane conceptualizó los movimientos basados en la acción de ensanchamiento de los conductos, a la cual denominó fuerza balanceada y De Deus en 1992 los denominó movimientos oscilatorios.

En 2007 el doctor Ghasan Yared en su artículo Canal preparation using only one NiTi rotary instrument: preliminary observations, habla de la eficiencia del movimiento reciprocante en comparación con el movimiento rotatorio continuo para la conformación de los mismos y para reducir la falla del instrumento.

El concepto de movimiento reciprocante, los ángulos en sentido horario ( $30^\circ$ ) y anti horario ( $150^\circ$ ) determina la rotación de la amplitud. Una característica del sistema reciprocante es la eficacia de corte y la capacidad de mantenerse centrado lo que permite la instrumentación de los conductos de una forma segura (fig.1).<sup>4</sup>

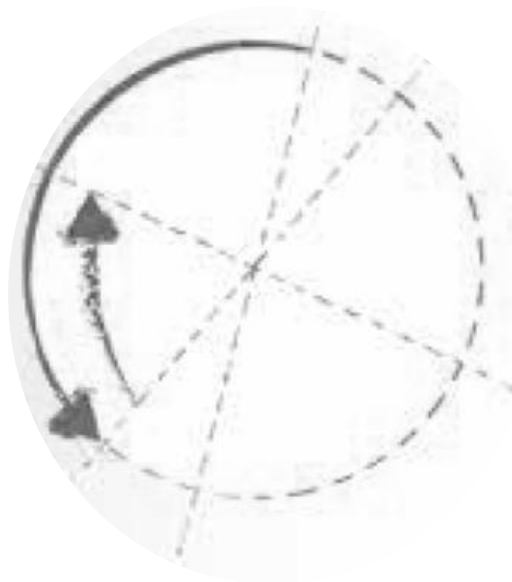


Figura 1. Ejemplificación de los ciclos realizados en el movimiento reciprocante.



Se trata de un conjunto de movimientos alternados de derecha a izquierda con la finalidad de proporcionar más eficacia al instrumento a lo largo de los conductos radiculares y evitar que haya menos desviación apical para que el área apical de los conductos curvos pueda ensancharse con instrumentos de numeración superiores con menos capacidad de producir una alteración en la trayectoria del conducto.<sup>5</sup>

Por esta razón los contraángulos de rotación se encuentran clasificados como sistemas de rotación alterna, recíproca u oscilatorios son adecuados y tienen mejor adaptación para esta técnica, los conceptos para el uso de estos son los mismos que la técnica manual, la técnica cinemática y de fuerzas balanceadas.

Los movimientos del sistema recíprocante consisten en movimientos de vaivén o rotación no continua en sentido anti horario. Los instrumentos se utilizan alternando 10 ciclos de movimiento por segundo, el equivalente a aproximadamente 300 rpm. Cuando el instrumento gira en la dirección de corte avanzará en el conducto radicular y cortará dentina, cuando gira en la dirección opuesta, la rotación más pequeña, el instrumento se desajusta inmediatamente.

El resultado final está relacionado con el movimiento a favor y en contra de las manecillas del reloj. Simultáneamente se debe de aplicar una ligera presión apical que hará que el avance sea casi automático.



Hay dos tipos de movimientos recíprocos en endodoncia, que son, los asimétricos y los simétricos. Los movimientos simétricos se caracterizan porque las rotaciones horarias como anti horaria son equivalentes girara en la misma proporción en ambos sentidos.

Mientras que en los movimientos asimétricos se caracterizaran por que el instrumento girara en ciclos de distintas amplitudes según el fabricante, siendo el más común el movimiento 150° anti horario y 30° horario.<sup>6</sup>

#### **1.4 Conicidad**

La conicidad o taper es una característica importante. Las limas tradicionales se fabrican de acuerdo a los parámetros que en 1962 Ingle recomendaba que debían tener, que es una conicidad constante de 0.02mm.

Las limas de níquel titanio han pasado por alto estos parámetros y se presentan en conicidades que van desde 0.02mm hasta 0.12mm ya que estas conicidades permiten que las limas toquen las paredes del conducto radicular solamente en los puntos en que se puede obtener una máxima eficacia de corte, estas conicidades se han desarrollado con la técnica corono-apical.

Los sistemas rotatorios presentan una conicidad diferente a lo largo de su parte activa en comparación a los instrumentos manuales, la conicidad del instrumento rotatorio ayuda a que solo una porción de la parte activa este en contacto con la pared dentinaria, lo que va a producir un mejor desgaste y un menor riesgo de fractura del instrumento.



Los instrumentos estandarizados tienen una conicidad 0.02mm por cada 1mm de la longitud que representa una conicidad del 2%.

El diámetro puede variar a lo largo de la longitud de la lima, para hacer una referencia a un punto de la lima se divide en milímetros siendo D0 el diámetro de la punta de la lima y cada milímetro que se aleja de la punta será D1, D2 y D3.<sup>7</sup>

## **1.5 Corte seccional**

La sección es la forma que representa la lima cuando se realiza un corte transversal entre las más comunes la sección triangular, cuadrangular lo cual está directamente relacionado con la dureza del instrumento.<sup>7, 8</sup>

### **1.5.1 Ángulo de corte**

La verdadera acción de una lima ocurre en una muy pequeña porción de la hoja, que es la eficiencia al momento de corte. El principal elemento de corte en un instrumento que gira lo constituyente la zona de mayor diámetro que sigue a una espira o acanaladura. Su eficiencia depende del ángulo de contacto de la zona de mayor diámetro con la pared, de la nitidez del corte que efectúa, y de la capacidad para desviar el debris de dentina de la pared del conducto y cortar los tejidos blandos.

Las hojas de corte poseen dos caras y un borde. Una de ellas es la cara cortante, que va hacia la dirección de rotación y hace contacto con la estructura dentinaria eliminada; la otra es la cara de despeje, que va a continuación del borde en rotación (fig.2).<sup>8</sup>

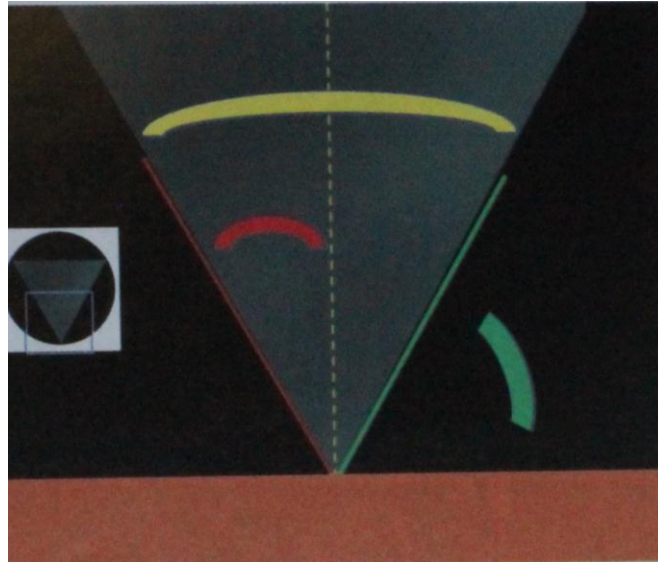


Figura 2. Sección roja muestra el ángulo de la cara cortante, el borde cortante en color amarillo y el área de despeje en color verde.

### 1.5.2 Superficie radial

Se trata de la superficie entre las acanaladuras, paralela al eje largo central del instrumento, que incluye el borde de corte, es la zona que entra en contacto con la pared dentinaria, que le otorga la característica de mantener centrado el instrumento.<sup>8</sup>

### 1.5.3 Área de escape

Es el ángulo formado entre la cara de despeje del instrumento, inmediatamente por detrás del borde y una tangente a la trayectoria de rotación. Las variantes y combinaciones de estos ángulos determinan el modo de actuación del instrumento durante el momento de trabajo.<sup>8</sup>





#### **1.5.4 Núcleo**

Es la circunferencia de mayor diámetro de la sección transversal que no ha sido torneada y que se mantiene a lo largo de la parte activa en un mismo eje longitudinal. El núcleo puede hallarse centrado o no en la sección transversal del instrumento.

El núcleo del instrumento se extiende a lo largo de toda la parte activa, y puede ser cilíndrico o cónico, dependiendo si el instrumento tiene o no conicidad.

#### **1.6 Diseño de punta**

Según la forma de la punta y el comienzo de la parte activa podemos diferenciar dos tipos:

- Punta piramidal: presentan ángulos de transición afilados y un reborde de corte anterior en la superficie final.
- Punta cónica: ángulos de transición afilados y superficies lisas.

Las limas de forma piramidal producen mayores dificultades en la conformación corono-apical de conductos curvos.

La superficie lisa de la punta cónica disminuye la capacidad de corte hacia adelante para prevenir la formación de escalones (fig. 3).<sup>8</sup>

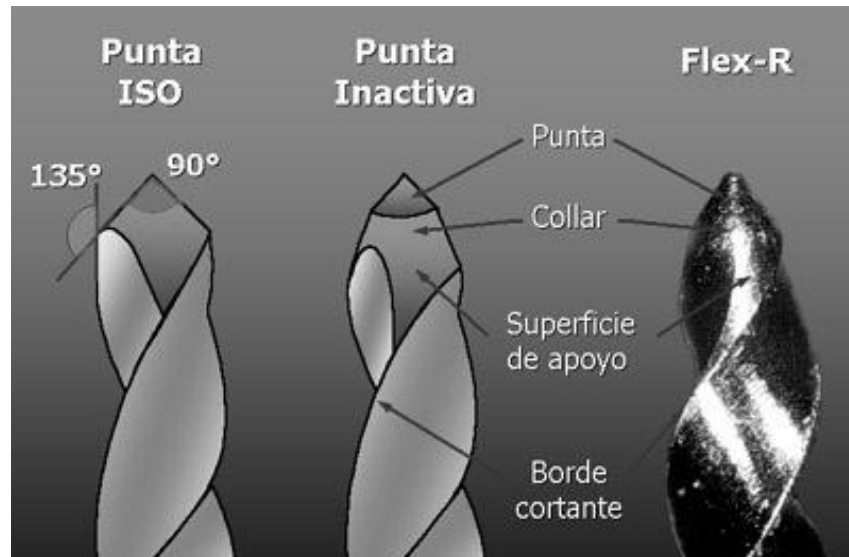


Figura 3. Tipos de puntas de las limas en endodoncia.

## 1.7 Pitch

Número de espirales por unidad de longitud a lo largo de una lima, aumentando el pitch disminuye la torsión y la tendencia a la succión ya que el ángulo helicoidal está directamente relacionado con el pitch.

Las limas con pitch constante tienen tendencia a la succión dentro del conducto radicular ya que para mantener el pitch constante mientras disminuye el diámetro de la lima hacia la punta se debe disminuir el ángulo helicoidal (fig. 4).<sup>7, 8</sup>



Figura 4. Pitch

La parte activa de la punta corresponde al ángulo de transición, que es la unión de la punta con la primera espira cortante. Este ángulo si es agudo, al apoyarse a las paredes de los conductos ejerce una acción de corte siendo esta la causa principal del transporte del conducto radicular durante la instrumentación.

Si este ángulo es redondeado la posibilidad de una trasportación se reduce.<sup>8,9</sup>

Los sistemas rotatorios suelen usar puntas no activas ya que la punta del instrumento tiene el ángulo de transición suavizado lo que le permite seguir la forma del conducto debido que solo puede trabajar de forma lateral reduciendo así la formación de escalones y vías falsas.<sup>8,9</sup>

### 1.8 Ángulo Helicoidal

Está formado por las estrías del instrumento y su eje axial. Una disminución en el ángulo helicoidal aumenta la distancia entre las hojas de la lima (fig.5).<sup>8,9</sup>

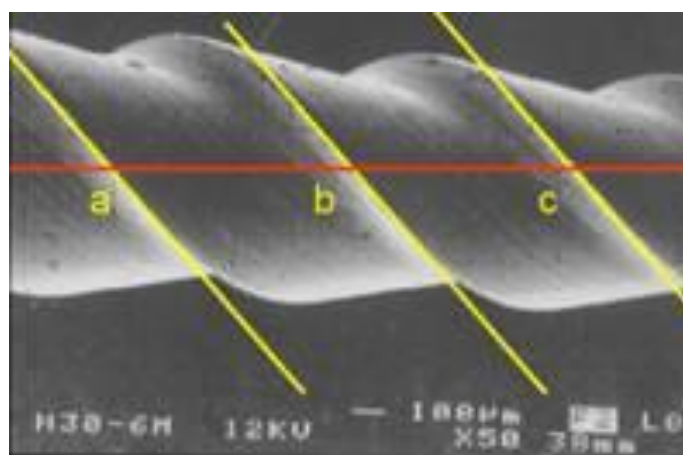


Figura 5. Ángulo helicoidal



## 1.9 Acabado superficial

Los procesos de fabricación por torneado o por torsión le confieren distintas morfologías microscópicas a la superficie de los instrumentos. El acabado superficial permitirá al instrumento evitar las microfracturas.<sup>8</sup>

El acabado superficial del instrumento es tan importante como la aleación con la que está construido. Estas características preverán al instrumento de eficacia en la hora de limpiar y conformar el conducto radicular y también evitarán la falla del instrumento.

Fallas superficiales como grietas, microfisuras pueden actuar como factores que harán que el instrumento sufra de tensión a la fatiga torsional o corrosión convirtiéndose en zonas susceptibles a la falla del instrumento.<sup>8</sup>



## CAPÍTULO II. ALEACIONES DE NITI

### 2.1 Aleaciones

El níquel-titanio (NiTi) es una aleación de instrumentos en endodoncia que se ha convertido en una importante parte del tratamiento de conductos radiculares. Son cada vez más utilizadas ya que facilitan la limpieza y conformación de los conductos radiculares. A pesar de sus cualidades sin duda favorables, existe un riesgo de fractura.

Se han realizado mejoras considerables en el diseño y manufactura de las limas para sistemas rotatorios realizados con NiTi que permite al instrumento rotatorio disminuir la separación intraconducto causada por la fatiga cíclica, en especial el conductos radiculares con curvaturas severas.

El comportamiento mecánico de la aleación NiTi se determina por la relación de las proporciones y características de las fases microestructurales.

Tratamiento térmico es uno de los enfoques más fundamentales hacia el ajuste de las temperaturas de transición de las aleaciones de NiTi que afectan la fatiga y resistencia de las limas de NiTi.

Las aleaciones de NiTi utilizadas en el tratamiento de conductos radiculares contienen aproximadamente 56% de níquel y 44% de titanio. La combinación resultante es una relación 1:1 atómica de los componentes principales de forma similar a otros sistemas metálicos.<sup>10, 11</sup>

Las aleaciones de NiTi contienen 3 fases microestructurales austenita, martensita y fase-R.<sup>10</sup>

### 2.1.1 Fase Austenita

La austenita, también conocida como acero gamma ( $\gamma$ ) es una forma de ordenamiento específica de los átomos de hierro y carbono.

Esta es la forma estable del hierro puro a temperaturas que oscilan entre los 900 °C a 1400 °C.

Está formado por una disolución sólida del carbono en hierro, lo que supone un porcentaje máximo de C del 2,11% (este valor debe tomarse como referencia, ya que el porcentaje real varía en función de otros elementos de aleación presentes en el acero). La austenita es dúctil, blanda y tenaz (fig.6)<sup>10, 11</sup>.

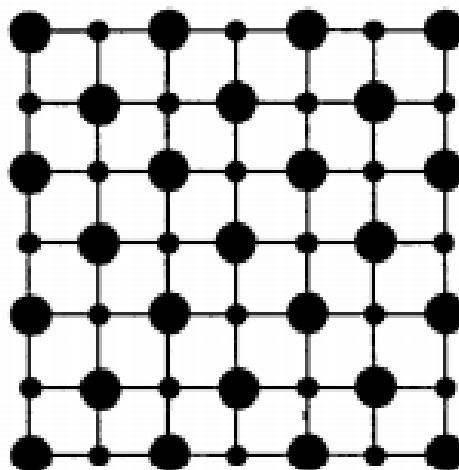


Figura 6. Fase austenita.

### 2.1.2 Fase Martensita

Es el nombre que recibe la fase cristalina por sus siglas en inglés, body centered tetragonal en aleaciones ferrosas. Dicha fase se genera a partir de una transformación de fases sin difusión infiltración de partículas ajenas al material procesado, a una velocidad que es muy cercana a la velocidad del sonido en el material (fig. 7).<sup>10, 11</sup>

Por extensión se denominan martensita todas las fases que se producen a raíz de una transformación sin difusión de materiales metálicos. Se llama martensita en honor al metalúrgico alemán Adolf Martens.<sup>10, 11</sup>

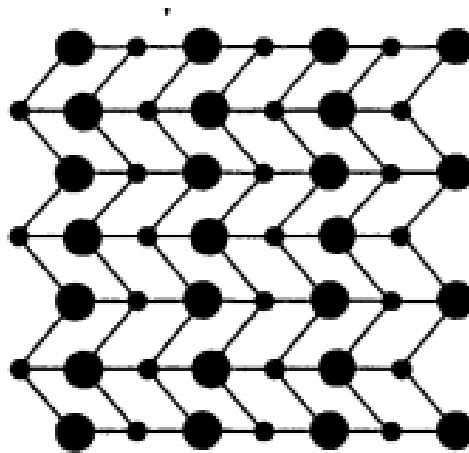


Figura 7. Fase Martensita.

Entre sus características esta la súperelasticidad y memoria de forma. La súperelasticidad del NiTi permite deformaciones de hasta un 8% de deformación en comparación de 1% del acero inoxidable.



El punto de fatiga de las limas de NiTi consta de 3 etapas:

- Se observan grietas, en las cuales las microfisuras se forman y comienzan a crecer a través de los planos cristalográficos específicos.
- La propagación de grietas, en el que la grieta crece de forma continua
- La grieta alcanza el punto donde el material restante posee una carga excesiva y el resultado es una zona de sobrecarga.

La fatiga cíclica se produce como resultado de la rotación alrededor de una curva por extensión repetida, la compresión del metal y la fuerza de trabajo seguido de fractura.

La fractura por torsión se produce cuando la punta del instrumento de rotación se enrosca en el conducto radicular mientras el motor sigue girando.

El níquel-titanio se ha convertido en las aleaciones con memoria de forma más populares que tienen una amplia gama de aplicaciones biomédicas por su capacidad única de recuperar su forma original después de someterse a grandes deformaciones (hasta el 8%) a través de la calefacción.<sup>11</sup>





Los instrumentos NiTi han sido seleccionados por endodoncistas para retirar el tejido infectado o necrosado, también para dar forma a los conductos radiculares para facilitar la obturación debido a que tienen una flexibilidad mucho mayor debido a su bajo módulo elástico y súper elasticidad en comparación con las limas de acero inoxidable.<sup>12, 13</sup>

## **2.2 Aleaciones Nuevas**

### **2.2.1 M-Wire**

Una modificación del sc508 NiTi permitió ser utilizada para instrumentos de endodoncia, fueron distribuidos y estudiados por la casa comercial Dentsply, dichos estudios examinaban la resistencia a la fatiga de estas limas, el resultado de estos estudios no era fácil de ser comparado por el diseño y el modelo a prueba ya que no había parámetros de comparación con otro instrumento.

Se ha creado un alambre nuevo de NiTi denominado M-Wire que se ha desarrollado a través de un procesamiento termodinámico que mostro una mejora a la fatiga cíclica en comparación con los hechos de aleaciones de NiTi súper elásticas convencionales.

Además, cuenta con tres fases microestructurales (austenita, martensita y fase R) las cuales determinan las propiedades mecánicas del metal.<sup>12, 13</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) tiene la capacidad de retomar una forma a determinada, aun después de una deformación severa, este 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.<sup>11, 13</sup>

Posterior Gao y colaboradores, comparó la resistencia a la fatiga cíclica de instrumentos rotatorios fabricados de dos materiales, las limas estaban hechas de M-Wire con una resistencia a la fatiga de 150% comparado con una regular probada a 300 rpm y 500 rpm, no demostró una diferencia significativa en cuanto a la resistencia a la fatiga en el uso de la velocidad de rotación.<sup>13</sup>

### **2.2.2 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, corresponde a una distorsión ortorrómbica de malla cubica.

Las temperaturas de transformación se pueden cambiar en respuesta al procesamiento termodinámico lo cual significa que es posible obtener austenita estable en Fase R o martensita a temperatura ambiente.<sup>11, 14</sup>



### 2.2.3 CM-Wire

Los instrumentos hechos de CM-Wire eran 300%-800% más resistentes a la fatiga cíclica de los instrumentos hechos de NiTi convencional. El uso de los instrumentos de NiTi a base de CM-Wire mostró significativamente mayor vida a la fatiga cíclica de la configuración triangular, por lo tanto, el diseño del instrumento se toma en cuenta porque es un determinante para la resistencia a la fatiga cíclica.

Los instrumentos endodónticos que son usados para la conformación de conductos radiculares y en presencia de una solución irrigante demostró que los instrumentos CM-Wire son más resistentes a la fatiga cíclica de 4 a 9 veces que los instrumentos NiTi convencionales.<sup>14, 15</sup>



## **CAPÍTULO III. CARACTERÍSTICAS DE WAVE ONE®**

Es un sistema de un solo instrumento por conducto, disminuye un 40% el tiempo de conformación del conducto reduciendo el efecto de atornillamiento y el riesgo de fractura de la lima.

Posee una gran flexibilidad y mayor resistencia a la fatiga cíclica, la tecnología de giro alterno respeta la anatomía del conducto radicular.

### **3.1 M-Wire**

Las limas están fabricados utilizando la tecnología M-Wire torneado mejorando la fuerza y la resistencia a la fatiga cíclica hasta cuatro veces en comparación con otras marcas de limas rotatorias de NiTi.

El nuevo sistema de limas de NiTi Waveone Dentsply Maillefer de una sola lima para la conformación del conducto radicular. La conformación del conducto radicular no solo cumple con los requerimientos biológicos para la adecuada irrigación del canal radicular para la eliminación de todas las bacterias, productos de las bacterias y el tejido pulpar sino también proporciona la forma perfecta para la obturación con gutapercha en forma 3D.

En la mayoría la técnica requiere una única lima manual seguida de una lima única del sistema WaveOne para completar el conducto radicular por completo.

Las limas de NiTi especialmente diseñadas para trabajar en forma similar al movimiento de fuerzas balanceadas, pero de forma inversa, el uso de un motor pre programado para mover las limas en movimiento reciproco.

### 3.2 Sección transversal

Todos los instrumentos tienen una sección transversal triangular convexa modificada en la punta y una forma triangular convexa en la sección coronal (fig. 8).<sup>16</sup>

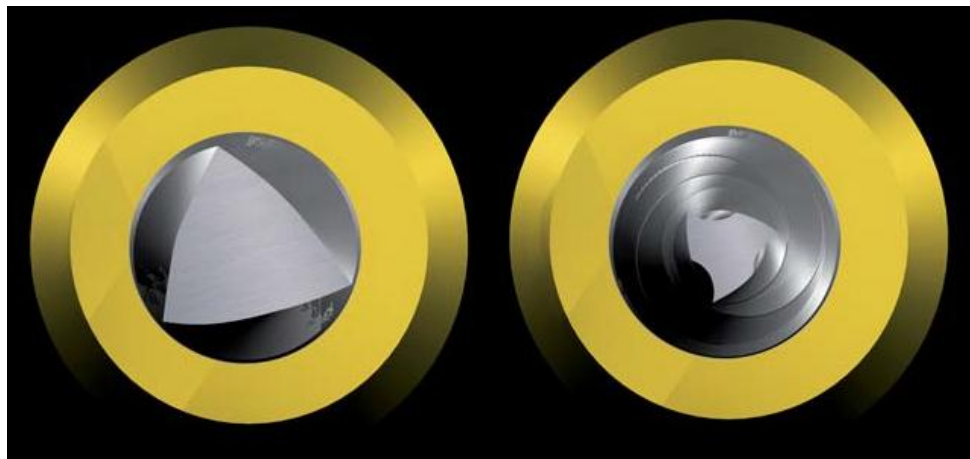


Figura 8. Muestra de la sección transversal de los instrumentos Wave One®

### 3.3 Pitch y ángulo helicoidal

El diseño provee al instrumento flexibilidad. Las puntas se modifican para seguir la curvatura con precisión. El pitch varía a lo largo de la longitud del instrumento sirven para mejorar considerablemente su seguridad (fig.9).<sup>16,17</sup>

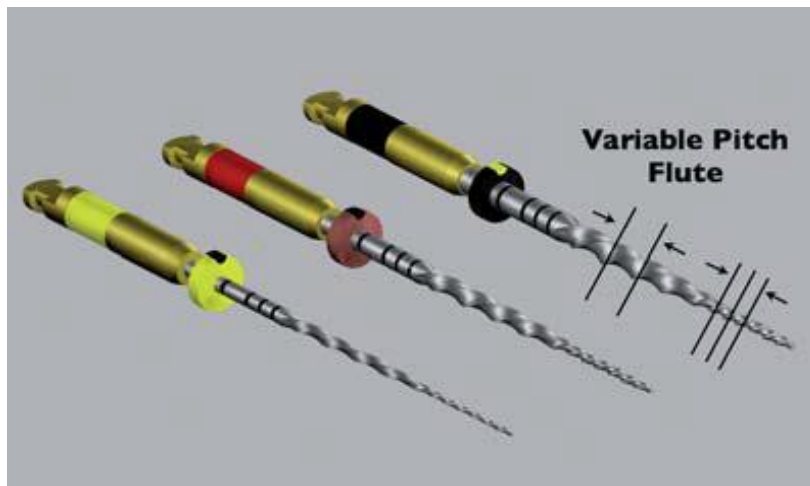


Figura 9. Los pitch variables que dan seguridad al instrumento.

### 3.4 Conicidad

Los instrumentos WaveOne® tienen conicidades distintas, la lima Primary tiene una conicidad constante, mientras que las limas regular y large poseen conicidades variables (fig. 10).<sup>16</sup>




 <b>Small</b>	#21 0.06	0.06
 <b>Primary</b>	#25 0.08	0.08 0.065 0.06 0.055
 <b>Large</b>	#40 0.08	0.08 0.06 0.045

Figura 10 tabla de las conicidades de los instrumentos WaveOne®

### 3.5 Presentación

En la actualidad hay un sistema de tres limas de WaveOne® disponible en longitudes de 21,25 y 31mm.

- La lima pequeña de WaveOne® se utiliza en conductos radiculares finos.
- El tamaño de la punta es un instrumento ISO 21 con una conicidad apical del 6%
- La lima primary de WaveOne® se utiliza en la mayoría de los conductos radiculares. El tamaño de la punta es un instrumento ISO 25 con una conicidad apical del 8% que se reduce en la porción coronal (fig. 11).<sup>16</sup>



Figura 11. Tipos de Limas

- La lima larga se utiliza en conductos radiculares grades. El tamaño del apunta es un instrumento ISO 40 con una conicidad apical del 8% que se reduce hacia el extremo coronal.
- Los instrumentos están diseñados para trabajar con un corte en sentido anti horario.<sup>16</sup>

### 3.6 Tipo de punta

El tipo de punta es inactiva, que quiere decir que no corta en la punta, pero tiene la capacidad de seguir la forma del conducto radicular (fig. 12)<sup>16</sup>.



Figura 12 punta inactiva.



### 3.7 Movimientos recíprocos

La cinemática del movimiento recíproco de WaveOne® está caracterizada por un movimiento anti horario (CCW) de 150° y 30° en sentido horario (CW), a un ritmo de 600 ciclos por minuto, generando una rotación completa de la circunferencia total del instrumento cada tres ciclos de reciprocidad. Debe tenerse en cuenta la configuración del helicoides de los instrumentos utilizados por este sistema, que se encuentra en sentido inverso, motivo por el cual el avance hacia apical se produce durante el movimiento anti horario (CCW) (fig.13).<sup>16</sup>



Figura 13 Esquema de movimientos recíprocos.

### 3.8 Ángulo de las estrías

Tres bordes simétricos negativos en la sección triangular convexa; dos negativos y uno positivo en la triangular asimétrica. El ángulo de corte es negativo (fig.14).<sup>16</sup>

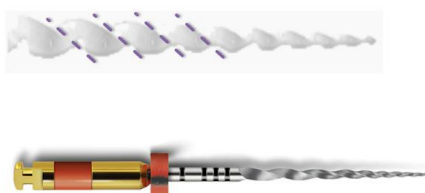


Figura 14. Ángulo de corte negativo

### 3.9 Pre esterilización.

Debido que existe la posibilidad de una infección cruzada asociada con la incapacidad para limpiar adecuadamente y esterilizar los instrumentos endodóncicos y la presencia de restos de tejido pulpar, todos los instrumentos que son utilizados en el interior de los conductos radiculares debe de ser utilizados una sola vez (fig. 15).<sup>16</sup>

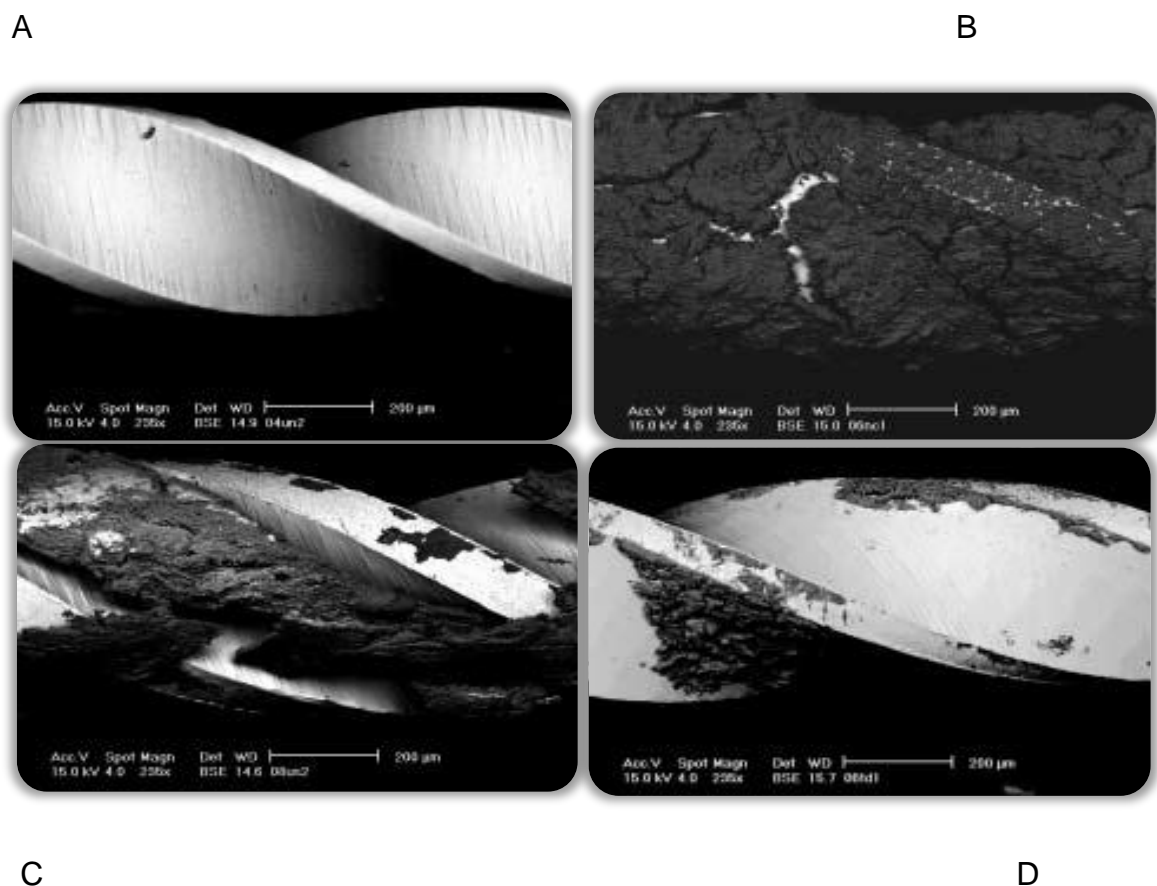


Figura 15. Muestra de micrografía de limas con debris dentinario. A) Lima nueva. B) Lima después de trabajar el conducto. C) Lima lavada y tallada con agua y jabón. D) Lima después de ser esterilizada.



Los instrumentos WaveOne® tienen este nuevo estándar de cuidado es por eso que son de un solo uso. El código de colores del mango del instrumento se deforma una vez esterilizado, evitando que la lima se pueda colocar otra vez dentro del contraángulo.<sup>16</sup>

Esta recomendación de un solo uso ha añadido reducir la fatiga del instrumento que es la consideración más importante de las limas WaveOne®, un solo instrumento de WaveOne® hace lo que tradicionalmente hacen tres o más instrumentos NiTi.<sup>16</sup>

### 3.10 Características del motor.

El motor está pre programado con los grados de corte y velocidad de los instrumentos recíprocante, los movimientos anti horarios conforman y cortan dentina y el movimiento horario desenrosca el instrumento de la dentina antes de darle la conicidad al conducto (fig. 16).<sup>17</sup>

Tres ciclos Recíprocantes completan un ciclo completo de rotación y el instrumento avanza gradualmente dentro del conducto radicular con una pequeña presión apical.<sup>18</sup>

Figura 16. Motor Wave One®





## CAPÍTULO IV. MANEJO DEL SISTEMA WAVE ONE®

### 4.1 Indicaciones

La técnica de instrumentos Waveone involucran estos pasos:

- Acceso
- Selección de lima Wave One
- Conformación con una sola lima
- Irrigación con hipoclorito de sodio al 5% y EDTA antes, durante y después de la instrumentación con una sola lima.<sup>18, 19</sup>

### 4.2 Selección de lima

El procedimiento clínico para la selección de las limas constara de no solo una buena radiografía, en esta se observará la severidad de la curvatura del conducto radicular, así también el número de conductos, solo la primera lima manual ayudara a la selección correcta de las limas WaveOne® que se utilizara (fig. 17).<sup>18</sup>

- Si una lima tipo K calibre 10 presenta resistencia en la zona del ápice se usara la lima Waveone small.
- Si la lima tipo K calibre 10 se traslada fácilmente a la longitud real, se siente suelta y holgada, se utilizara la lima primary.
- Si una lima 20 o mayor llega fácilmente a la longitud real, se deberá usar la lima large.<sup>18</sup>

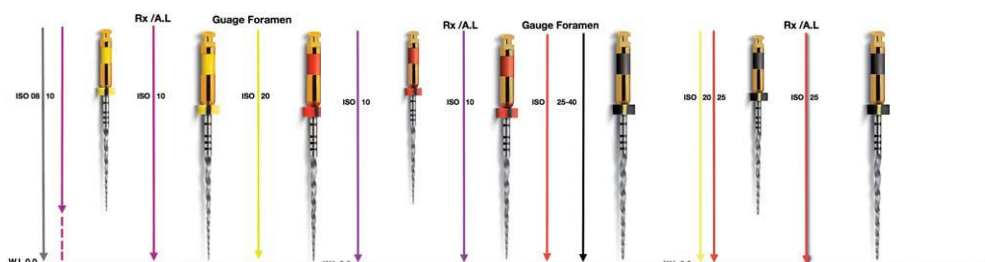


Figura 17. Limas Wave One®

### 4.3 Conformación de una sola lima

- Colocar una lima manual dentro del canal radicular y observar la resistencia en sentido horario a la longitud (aproximadamente dos tercios de la longitud del canal).
- Usar apropiadamente las limas Waveone aproximadamente dos tercios de la longitud del canal.
- Irrigar abundantemente el conducto.
- Tomar una lima de mano a longitud real y confirmar con el localizador de ápices y toma de radiografía.
- Tomar la lima Waveone y trabajar hasta longitud real.
- Confirmar el diámetro apical con una lima manual de la misma medida del instrumento Waveone, si ajusta la preparación esta completa.
- Si el diámetro del foramen apical es más grande que la lima WaveOne® que se usó considerar usar la siguiente lima más grande de WaveOne®.



- En la mayoría de los casos se completará con la lima primaria WaveOne®. <sup>17, 18</sup>

#### 4.4 Modo de uso

- Usar las limas WaveOne® con movimiento progresivo ascendente y descendente no más de tres o cuatro veces dentro del conducto radicular, solo requiere poca fuerza apical.
- Retirar la lima regularmente, limpiar e irrigar el conducto radicular.
- Si la lima no avanza dentro del conducto radicular se deberá patentizar el conducto y considerar el uso de la lima más pequeña (small) de WaveOne®.
- Las limas WaveOne® no producen vías falsas dentro del conducto radicular, pero se recomienda el uso de las limas PathFiles (Dentsply Maillefer) para asegurar la vía de acceso al conducto radicular.
- En curvaturas severas, completar la preparación apical del conducto con limas manuales.
- Las limas WaveOne® se pueden utilizar para trasladar el orificio apical y ampliar la forma en tercio coronal, incluso con los movimientos alternos de cepillado para lograrlo.
- Nunca trabaje en in conducto radicular seco y constantemente irrigue con NaOCl y después EDTA
- Si la preparación es breve, activar el efecto de la solución irrigante con el EndoActivador.<sup>18 19</sup>

## 4.5 Obturación

La obturación del sistema de conductos radiculares es la parte final del procedimiento endodóntico, el sistema Waveone posee puntas de papel calibradas, así también con gutapercha y puntas de Thermafil de WaveOne® (fig.18).<sup>19</sup>



Figura 18. Puntas de gutapercha Thermafil.

Las puntas de gutapercha pueden ser utilizadas en conjunto con el sistema de Calamus Dual para la obturación en 3D.<sup>18, 19</sup>



#### 4.6 Resistencia a la fatiga cíclica

En el artículo de Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc, WaveOne®, and WaveOne Gold® Nickel-Titanium Instruments realizado por Taha Özyürek del departamento de endodoncia en la facultad de odontología en la universidad de Ondokuz Matis en Turquía habla del comparativo entre los sistemas recíprocos Wave One® Reciproc® y Wave One Gold® frente a la fatiga cíclica.

Los estudios arrojaron que las limas del sistema Wave One Gold® fue el que presentó mayor resistencia y las limas del sistema Wave One® fueron las que peor se comportaron frente a la fatiga cíclica por debajo del comportamiento de Reciproc®.

Kim y colaboradores reportó que la sección transversal de Wave One® en su D5 era más grande (aproximadamente  $323,000 \mu\text{m}^2$ ) que el área de Reciproc® (aproximadamente  $275,000 \mu\text{m}^2$ ).

De acuerdo con los resultados de ese estudio se cree que la superioridad a la fatiga cíclica de las limas de Reciproc® en comparación con la de Wave One® podría ser por la baja masa del núcleo de las limas Reciproc®.<sup>20</sup>





---

---

## CONCLUSIONES

En la actualidad representa una mejora considerablemente el uso de sistemas rotatorios y reciprocantes, ayudan a una mejor conformación de los conductos radiculares, reducen significativamente los errores al momento de la instrumentación, mejoran la irrigación y reducen considerablemente el tiempo de trabajo en la consulta endodóncica.

Con la aparición de las aleaciones de NiTi nuevas, motores y el sin fin de instrumentos que hay en el mercado actual, es importante que el odontólogo tenga un conocimiento amplio de los instrumentos para la correcta utilización de los sistemas mecanizados, porque ayudan considerablemente a mejorar y predecir los resultados en el tratamiento de conductos.

El sistema Wave One® representa un avance en las instrumentaciones mecanizadas con la aparición de los motores con movimiento reciprocante, ayudan a la correcta conformación del conducto radicular, mejoran las cualidades de los instrumentos reduciendo significativamente la separación y reduciendo la fatiga cíclica.

Es importante resaltar el uso de un solo instrumento por cada tratamiento endodóncico, debido a que la falta de conocimiento en la adecuada limpieza de los instrumentos podemos evitamos las infecciones cruzadas por proteínas priónicas presentes en los tejidos pulpaes, no obstante mejoran la seguridad del instrumento debido a que solo se empleará en un solo paciente.

Los usos de estos instrumentos siguen los parámetros que hoy en día hay con la endodoncia mínimamente invasiva.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cohen S, & Hargreaves KM. Vías de la pulpa. 11ª ed. Madrid: Elsevier Mosby; 2011
2. Leonardo M.R. Sistemas Rotatorios en Endodoncia: Instrumentos de níquel-titanio 1 era. Ed. Sao Paulo, Brasil: Editorial Artes Médicas, 2002
3. Clifford J, Ruddle, DDs, FICD, FACD. Nickel titanium Rotatory Systems: Review of Existing Instruments and Geometries
4. Yared G. Canal preparation using only one NiTi rotary instrument: preliminary observations. International Endodontic Journal, Vol. 41, issue 4, April 2008, Pages 339-344
5. Franck DIEMER, Paul CALAS. Effects of pitch length on the behavior of Rotatory triple helix root canal instruments. Journal of Endodontics – Vol. 30 – N° 10- October 2004
6. Roane James B, et al. The Balanced Force Concept for the Instrumentation of Curved Canals. Journal of Endodontics, Vol. 11, N° 5, May 1985.
7. Moura-Netto Cacio, Palo Renato Miotto, Pinto Larissa Fernanda, Mello-Moura Anna Carolina Volpi, Daltoé Gisele, Wilhemsen Niels Salles Willo. CT study of the performance of reciprocating and oscillatory motions in flattened root canal areas. Braz. oral res. [Internet]. 2015
8. Loprete Gustavo, Basilaki Jorge. Claves de la Endodoncia Mecanizada, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 1ª Ed, Grupo Guía, 2015.
9. Shen Y, Zhou H, Zheng Y, Peng B, Haapasalo M. Current Challenges and Concepts of the Thermo mechanical Treatment of Nickel-Titanium Instruments. Journal of Endodontics, 2013; 39: 163-172
10. Jiménez-Ortiz José Leonardo, Calderón Porras Alma Nidia, Tello-García Benjamín, Hernández Navarro Héctor Manuel. Instrumentos rotatorios: su uso, separación y efecto en complicaciones endodónticas postoperatorias. Rev. Odont. Mex [Internet]. 2014 Mar



11. Ye, Jia et al. Metallurgical Characterization of the M-Wire Nickel-Titanium Shape Memory Alloy Used for Endodontic Rotary Instruments during Low-cycle Fatigue. *Journal of Endodontics*, Volume 38, Issue 1, 105-107
12. Gloria Sierra Liliana. Manual, Ordenamiento de la Caja y Mesa Operatoria 2° parte Rotatorio. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Odontología, 2014.
13. Espinosa San Martín, Marcela Paz. Aleaciones de Níquel-Titanio en Endodoncia. Universidad de Valparaíso, Chile, Facultad de Odontología, 2013.
14. Gómez A, Díaz F. Nitinol un biomaterial con memoria de forma. [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. <http://www.uib.es/depart/dfs/apl/rsm/>
16. Webber Julian, Machtou Pierre, Wilhelm Pertot, Kuttler Sergio, Ruddle Cliftord, West John. The WaveOne single-file reciprocating system. *Clinical technique WaveOne*. 2015
17. Scheneider K, Korkmaz Y, Addicks K, Lang H et al. Prion Protein (PrP) in human teeth: an unprecedented pointer to PrP's function. *Journal of Endodontics*, Vol. 33, Issue 2, Page 110-113.
18. Bonaccorso Antonio, Giuseppe Cantatore, Guglielmo Guido Condorelli. Shaping Ability of Four Nickel-Titanium Rotary Instruments in Simulated Shaped Canals. *Journal of Endodontics*, Vol. 35, issue 6, June 2009, Page 883-886.
19. McLean R, Kuttler S et al. Evaluation of the flexibility of 4 nickel-titanium rotary file systems and one reciprocating file system. 2011, in press.
20. Özyürekz Taba. Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc, WaveOne, and WaveOne Gold Nickel-Titanium Instruments. *Journal of Endodontics*, Vol. 42, 2016. Number 10.