



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Posgrados**

**Estudio comparativo in vitro de residuos extruidos apicalmente  
utilizando Sistemas de Lima Única con y sin Glide Path previo**

**Daniel Izquierdo Camacho**

**Andrea Ponce Bueno, Dra., Directora de Tesis**

Tesis de grado presentada como requisito  
para la obtención del título de Especialista en Endodoncia

Quito, agosto de 2014

**Universidad San Francisco de Quito**

**Colegio de Posgrados**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**Estudio comparativo in vitro de residuos extruidos apicalmente  
utilizando Sistemas de Lima Única con y sin Glide Path previo**

**Daniel Izquierdo Camacho**

Andrea Ponce Bueno, Dra.  
Directora de Tesis

.....

José Maldonado Paredes, Dr.  
Miembro del Comité de Tesis

.....

Silvana Terán, Dra.  
Miembro del Comité de Tesis

.....

Nicolás Castrillón Sariá, Dr.  
Director de la Maestría en Endodoncia  
y Miembro del Comité de Tesis

.....

Fernando Sandoval V, M.S.C.  
Decano del Colegio de Odontología

.....

Victor Viteri Breedy, Ph.D.  
Decano del Colegio de Posgrados

.....

Quito, agosto de 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

-----

Nombre: Daniel Izquierdo Camacho

C. I.: 1714032487

Fecha: Quito, agosto de 2014

## 1. Resumen

**Introducción:** El propósito de este estudio *in vitro* fue evaluar el peso (mg) de residuos extruidos apicalmente utilizando dos sistemas de instrumentación recíprocante, incluyendo la realización o no de glide path previo. **Metodología:** Cuarenta raíces mesiales de molares inferiores, fueron instrumentados a longitud de trabajo establecida (LT) en cuatro grupos, utilizando **G1.** PathFile 1 – 2 - 3 (Dentsply Maillefer) y Reciproc (R25; VDW GmbH, Munich Germany) a LT, **G2.** Reciproc R25 solamente a LT, **G3.** PathFile 1 – 2 -3 y WaveOne Primary (Dentsply Maillefer Ballaigues, Switzerland) a LT y **G4.** WaveOne Primary solamente a LT. Los debrís extruidos durante la instrumentación, fueron recolectados en tubos Eppendorf pre pesados. Los tubos Eppendorf fueron entonces almacenados a 105°C por 12 horas. Los recolectores Eppendorf, se pesaron nuevamente con los debrís incluidos. Tres pesos consecutivos se obtuvieron de cada tubo para registrar el peso final de extrusión. **Resultados:** No hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos 1 y 3, ni entre los grupos 2 y 4 (Sig = 1), en el análisis de subconjuntos homogéneos G1-G3 y G2-G4, hay diferencia estadísticamente significativa (Sig = 0,019). Los grupos 2 y 4 que utilizan Reciproc y WaveOne como recomienda la casa fabricante extruyen más residuos que los Grupos 1 y 3 que hacen glide path previo (Sig> ,05). **Conclusiones:** Todas las técnicas empleadas producen extrusión de residuos, sin embargo la utilización de PathFile previo a la instrumentación recíprocante disminuye de manera significativa la extrusión de debrís hacia tejidos periapicales.

**Palabras claves:** Recíprocantes, glide path, extrusión de residuos

## 2. Abstract

**Introduction:** The purpose of this in vitro study was to evaluate the amount (mg) of apically extruded debris using two reciprocating instrumentation systems, with and without glide path prior. **Methodology:** Forty mesial roots of mandibular molars were instrumented established working length (WL) in four groups, using G1. Pathfile 1 - 2 - 3 (Dentsply Maillefer) and Reciproc (R25; VDW GmbH, Munich Germany) to WL, G2. RECIPROC only R25 to WL, G3. Pathfile 1-2 -3 and Waveone Primary (Dentsply Maillefer Ballaigues, Switzerland) to WL, and G4. Primary Waveone only to WL. The extruded debris during instrumentation were collected in preweighed Eppendorf tubes. The Eppendorf tubes were then stored at 105 ° C for 12 hours. Collectors Eppendorf tubes were weighed again with debris included. Three consecutive weights were obtained from each tube to the final weight of debris extrusion. **Results:** There was no statistically significant difference between groups 1 and 3, and between groups 2 and 4 ( $P = 1$ ), the analysis of homogeneous subsets G1-G3 and G2-G4, there are statistically significant ( $P = 0.019$ ) . Groups 2 and 4 using WaveOne and Reciproc and as recommended by the manufacturer produce more debris extrusión compared with Groups 1 and 3 that make previous glide path ( $P > .05$ ). **Conclusions:** All instrumentation techniques were associated with extrusión, however the use of Pathfile prior reciprocating instrumentation reduces significantly extrusion to periapical tissues.

**Keywords:** Reciprocating, glide path, debris extrusion

## Tabla de Contenido

1. Resumen .....	6
2. Abstract.....	6
3. INTRODUCCIÓN .....	12
4. Objetivos .....	15
4.2 Objetivos Específicos.....	15
5. HIPÓTESIS .....	16
6. MARCO TEÓRICO.....	17
6.1 Aleación de Níquel Titanio.....	17
6.2 Caracterización Metalúrgica de Instrumentos de NiTi con Tratamiento Termomecánico .....	21
6.3 M-Wire .....	21
6.4.2 Glide Path .....	25
6.5 Movimiento Reciprocante en la Preparación del Sistema de Conductos Radiculares .....	29
6.6 Movimiento Reciprocante Actual.....	31
6.6.1 Sistemas que funcionan con Movimiento Reciprocante.....	32
6.6.3 Revisión de Literatura Actual.....	37
6.7 Extrusión Apical de Desechos.....	42
6.7.1 Relevancia Clínica y Biológica de Extrusión Apical .....	43
6.7.2 Metodologías y diseños experimentales utilizados en los estudios de extrusión apical .....	44
7. Materiales y Métodos .....	46
7.1 Diseño de Estudio.....	46
7.2 Muestra.....	46
7.3 Criterios de Inclusión.....	46
7.4 Criterios de Exclusión .....	47
7.5. Metodología .....	47
7.5.1 Preparación de las muestras.....	47
7.5.2 División de Grupos .....	49
7.5.3. Procedimiento de Pesaje y Registro.....	55

8. Resultados .....	58
8.1 Análisis Estadístico de los datos .....	59
8.2 Análisis del modelo ANOVA.....	61
8.3 Comparaciones post hoc a posteriori .....	62
8.4 Análisis Gráfico de Resultados.....	64
9. DISCUSIÓN .....	66
10. Conclusiones.....	73
11. Recomendaciones.....	74
12. Propuesta para Línea de Investigación .....	75
13. Referencias Bibliográficas .....	76

## Lista de Figuras

<b>FIGURA 1</b>	FASES CRISTALOGRÁFICAS DE NIQUEL TITANIO	20
<b>FIGURA 2</b>	MICROSCIPÍA ELECTRÓNICA DE TRANSMISION NiTi SE (A) Y M-WIRE (B)	22
<b>FIGURA 3</b>	MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO NiTi SE	23
<b>FIGURA 4</b>	MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO - NiTi M-WIRE	23
<b>FIGURA</b>	5 SX PROTAPER UNIVERSAL	24
<b>FIGURA 6</b>	GLIDE PATH MECANIZADO – PATHFILE	25
<b>FIGURA 7</b>	PATHFILE DENTSPLY MAILLEFER	27
<b>FIGURA 8</b>	MOVIMIENTO RECIPROCANTE LIMA ÚNICA F2 - YARED 2008	29
<b>FIGURA 9</b>	SISTEMA RECIPROC VDW	32
<b>FIGURA 10</b>	CONICIDADES SISTEMA RECIPROC	33
<b>FIGURA 11</b>	RECIPROC ÁNGULOS DE CORTE	33
<b>FIGURA 12</b>	TÉCNICA DE INSTRUMENTACIÓN RECIPROC	34

<b>FIGURA 13</b>	SISTEMA WAVEONE DENTSPLY MAILEFER	35
<b>FIGURA 14</b>	TÉCNICA DE INSTRUMENTACIÓN WAVEONE	36
<b>FIGURA 15</b>	DEFECTOS EN DENTINA OCASIONADOS POR INSTRUMENTACIÓN RECIPROCANTE	40
<b>FIGURA 16</b>	ANÁLISIS MICROCT SCAN - MICROCRACKS POST INSTRUMENTACIÓN	41
<b>FIGURA 17</b>	MUESTRA DE ESTUDIO QUE CUMPLE CON CRITERIOS DE INCLUSIÓN	47
<b>FIGURA 18</b>	PREPARACIÓN DE MUESTRA - CORTE CON DISCO DE DIAMANTE	48
<b>FIGURA 19</b>	DIVISIÓN EN GRUPOS E IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	49
<b>FIGURA 20</b>	DETERMINACIÓN RADIOGRÁFICA DE LONGITUD DE TRABAJO	50
<b>FIGURA 21</b>	TUBOS EPPENDORF IDENTIFICADOS DE ACUERDO A LA MUESTRA	51
<b>FIGURA 22</b>	MODELO MEYERS Y MONTGOMERY MODIFICADO	53
<b>FIGURA 23</b>	ESTUFA DE CALOR SECO - ALMACENAMIENTO 12 H A 105°C	54
<b>FIGURA 24</b>	DEBRIS RECOLECTADOS POST INSTRUMENTACIÓN	54
<b>FIGURA 25</b>	BALANZA ANALÍTICA 0,01 MG DE PRECISIÓN	55
<b>FIGURA 26</b>	PESAJE Y REGISTRO EN MG DE DEBRIS EXTRUIDOS	55

## Lista de Tablas

<b>TABLA 1</b>	DIVISIÓN EN GRUPOS E IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	49
<b>TABLA 2</b>	PESO PROMEDIO TUBOS EPPENDORF	58
<b>TABLA 3</b>	RESULTADOS DE EXTRUSIÓN NETA (MG)	59
<b>TABLA 4</b>	TABLA DESCRIPTIVA DE MUESTRAS ANALIZADAS	59
<b>TABLA 5</b>	MODELO ANOVA	62
<b>TABLA 6</b>	SUBCONJUNTOS HOMOGÉNEOS DE TURKEY	63
<b>TABLA 7</b>	COMPARACIONES MÚLTIPLES DE GRUPOS	63

## Lista de Gráficos

<b>GRÁFICO 1</b>	COMPARACIÓN DE MEDIAS	65
<b>GRÁFICO 2</b>	ESQUEMA DE CAJAS - BOXPLOT	64

### 3. INTRODUCCIÓN

A pesar de las mejoras en la ingeniería del instrumento endodóncico, la separación de estos por fatiga cíclica sigue ocurriendo , principalmente en conductos radiculares con curvaturas pronunciadas. El comportamiento mecánico de la aleación NiTi, es extremadamente sensible a su microestructura y tratamiento termomecánico. Estudios con calorimetría de barrido han demostrado que los instrumentos rotatorios tradicionales de NiTi están en la condición austenítica superelástica que es deseada por los fabricantes. Estrategias tales como la implantación de iones y el electropulido se han utilizado para otorgar optimizar los instrumentos haciéndolos más resistencia a la fractura.

Una de las soluciones prometedoras para mejorar la resistencia a la fatiga de los instrumentos rotatorios de NiTi es optimizar la microestructura de su aleación, esto se ha logrado mediante procesamiento termomecánico que no se ha descrito en qué consiste. Recientemente un nuevo alambre de NiTi, denominado M-Wire se ha desarrollado a través de este proceso termomecánico (Sportswire LLC, Langley, OK). Este procedimiento tiene como objetivo de producir espacios en blanco de alambre NiTi súper elásticos que contienen martensita sustancial estable bajo condiciones clínicas.

Estudios han demostrado que este alambre M-Wire mejora sus propiedades de flexibilidad y tiene mayor resistencia a la fatiga cíclica en comparación con los fabricados con aleaciones de NiTi convencionales. Según el estudio de Alapati, sobre caracterización metalúrgica de M-Wire, contiene todas las fases cristalinas, Martensita Deformada y Estable, Fase R y Austenita.

Otro factor para evitar la fractura de los instrumentos, es evitar que estos sobrepasen el límite plástico de la aleación, por eso se ha propuesto trabajar con limas en movimiento recíprocante, que tengan su movimiento cortante en sentido anti horario y un movimiento de liberación cuando regrese en sentido horario, de esta manera evitará que se atasque la punta en las paredes de conducto. Los

instrumentos que trabajan bajo este principio son Reciproc de VDW y WaveOne de Dentsply Maillefer.

El hecho que se proponga como instrumento único para el tratamiento de Endodoncia, puede implicar ciertos riesgos como acumulación de estrés en la lima, ocasionar *taper lock* en conductos muy estrechos por la conicidad de estos, las situaciones intraoperatorias como cambios en la anatomía normal y pérdida de longitud de trabajo ocasionando sobreinstrumentación, extrusión de residuos hacia el periápice y dolor posoperatorio para el paciente. El hecho de que se maneje como instrumento único y este haga el trabajo que realizan 4 o 5 instrumentos seriados lo hace más agresivo y la extrusión de detritos va a ser mayor.

Una de las estrategias clínicas para conseguir un acceso en línea recta y mantener la anatomía radicular lo menos alterada posible es incluir en el protocolo de instrumentación un pre ensanchado coronal *preflaring* y un camino de deslizamiento *Glide Path* para los instrumentos rotatorios, al realizar la patencia no solo se mantiene la anatomía de conducto sino también se garantiza que los irrigantes lleguen al tercio apical y evitar bloqueos con barrillo dentinario que se puede formar durante la preparación.

La tasa de éxito del tratamiento de conductos varía desde el 31% - 96%. El debridamiento completo del espacio del conducto radicular utilizando limas y soluciones irrigadoras es fundamental para conseguir el éxito de la terapia endodóncica. Sin embargo, la instrumentación, soluciones irrigadoras, debris que contienen tejido necrótico, microorganismos, fragmentos pulpares y partículas de dentina pueden ser extruídas desde el conducto radicular hacia la región periapical, resultando en inflamación postoperatoria y posible fracaso. Numerosos estudios han evaluado la extrusión de detritos intraconducto e irrigantes hacia el periápice. Las distintas técnicas de instrumentación, de acuerdo al torque, velocidad que se utilice, tipo de movimiento que se aplique en la conformación, la cantidad de debris extruídos puede diferir de acuerdo a la técnica de preparación y al diseño de los instrumentos. al-Omari y Dummer, indican que existe menos extrusión cuando se utiliza el movimiento de fuerzas balanceadas y técnica

corono – apical, mientras más extrusión ocurre con técnicas de involucran movimiento lineal.

La Mayoría de instrumentos NiTi, trabajan en técnica Corono – Apical, con movimientos en rotación continua. La última generación de instrumentos NiTi m-wire, con movimiento recíprocante que simula el movimiento de fuerzas balaceadas y lineal. Los avances en el diseño de los instrumentos tales como superficies radicales, profundidad de las estrías, diferentes conicidades y secciones transversales, así como los distintos movimientos que se emplean en su utilización podrían influenciar en la cantidad de detritos que se extruye hacia el periápice.

El objetivo de este estudio in vitro es comparar la cantidad de debris apical extruido después de la preparación de conductos radiculares en dientes humanos extraídos utilizando sistemas de Lima única WaveOne (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza), y Reciproc VDW GmbH, Munich, Alemania), se determinará si la realización de Preensanchado coronal y Glide Paht en ambos sistemas influye en la cantidad de desechos que se recopilan

## 4. Objetivos

### 4.1 Objetivo General

Comparar cuantitativamente mediante una balanza analítica de 0,01 mg de precisión, la cantidad de debris apical extruido (residuos post instrumentación) entre dientes extraídos humanos que utilizan sistemas de Lima Única Reciproc y WaveOne realizando glide path previo con los dientes que se instrumente sin realizar este procedimiento.

### 4.2 Objetivos Específicos

- Evaluar cuantitativamente en miligramos (mg), la cantidad de debris extruido por el periápice de dientes utilizando los sistemas Reciproc y WaveOne como lo recomiendan los fabricantes.
- Determinar cuantitativamente en miligramos (mg), la cantidad de debris extruido por el periápice de dientes utilizando los sistemas Reciproc y WaveOne previo la realización de glide path mecanizado.
- Observar si la realización de Glide-Path se puede omitir cuando se utilizan sistemas reciprocantes.
- Traspolar la simulación clínica de este estudio a la práctica, desarrollando estrategias para disminuir dolor post operatorio y agudizaciones a los pacientes

## **5. HIPÓTESIS**

La Instrumentación con lima única reciprocante WaveOne o Reciproc, si no se hace glide path previo provoca mayor extrusión de desechos hacia el periápice, generando una respuesta inflamatoria mayor en el paciente, retrasando cicatrización, causa de posibles agudizaciones e incluso el fracaso de un tratamiento endodóncico.

## 6. MARCO TEÓRICO

### 6.1 Aleación de Níquel Titanio

Desde las primeras investigaciones hechas por Walia (1) introduciendo la aleación de níquel titanio (NiTi) en Endodoncia, los instrumentos rotatorios fabricados de esta aleación han sido ampliamente utilizados en la práctica clínica. La aleación de NiTi es equiatómica en sus componentes, lo que le da mucho menor módulo elástico que el acero inoxidable (2), y estos instrumentos rotatorios son más efectivos en el trabajo de conductos curvos (1). Estos instrumentos tienen la capacidad de recuperar su forma original después someterse a grandes deformaciones (hasta el 8%) mediante calor, *conocido como efecto de memoria de forma*, o mediante el retiro de la carga, *conocido como efecto de súper elasticidad*. En general esta aleación de NiTi tiene tres fases estructurales (austenítica, martensita y Fase R. (2)

La aleación de NiTi por su superelasticidad (SE), al aplicar estrés no resulta tan tensionado como lo sería un alambre de acero inoxidable, el NiTi permite una recuperación de 8% de su deformación, comparado con el acero inoxidable que es del 1%. (8)

Tanto el efecto memoria de forma como la superelasticidad se relacionan con el cambio de fase en el estado sólido de la aleación, la transformación martensítica (TM), puede inducirse por aplicación de tensión o por reducción de temperatura (2). La transformación *martensítica* es una transformación entre una fase de estructura cristalina de alta simetría, denominada *austenita* o fase matriz y una fase de baja simetría, denominada martensita. Durante la transformación Austenita a Martensita, los átomos se mueven por medio de un mecanismo tipo cizallamiento, sin alterar la composición química de la matriz y se reacondicionan en una nueva estructura cristalina más estable. La estructura Austenita es estable en altas temperaturas y bajos valores de tensión, y la Martensita es estable en bajas temperaturas y altos valores de tensión. (2)

El efecto memoria de forma (EMF), es la capacidad de recuperar grandes deformaciones no lineales por medio del calentamiento moderado, incluso cuando el material ya experimentó deformación aparentemente permanente.

Las aleaciones de NiTi pueden ser programadas, mediante selección de la composición química y por tratamientos termomecánicos apropiados, para que la recuperación de forma se realice apenas con la retirada de la tensión, sin necesidad de calentamiento. Este efecto permite recuperar instantáneamente grandes deformaciones no lineales, confiriendo al material la *Superelasticidad*. Mientras el EMF comprende procesos térmicos y mecánicos, en la SE la fuerza motriz de la transformación es mecánica. (2, 9)

La aleación de NiTi pueden existir en dos formas de estructuras cristalinas dependientes de la temperatura (fases) llamados martensita (fase de baja temperatura, con una estructura monoclinica B19') y austenita (fase de temperatura alta o fase matriz, con la estructura cristalina cúbica B2) . (9)

Cuando NiTi *martensita* se calienta, empieza a convertirse en *austenita*. La temperatura a la que comienza este fenómeno se denomina la temperatura inicial de transformación austenítica (As). La temperatura a la que este fenómeno es completa se denomina la temperatura de finalización austenita (Af), lo que significa que en y por encima de esta temperatura el material se ha completado su transformación (EMF) y mostrará sus características SE. (9)

Cuando NiTi en austenita se enfría NiTi, comienza a transformarse en martensita. La temperatura a la que comienza este fenómeno se denomina la *temperatura de inicio transformación martensita* (Ms). La temperatura a la que la martensita es de nuevo completamente revertido se llama la temperatura final de transformación martensita (Mf) . La temperatura Af para la mayoría de instrumentos SE de NiTi está en o por debajo de la temperatura ambiente, mientras que el AF de la nueva memoria controlada (CM) limas (TYP) es claramente superior a la temperatura del cuerpo. Como resultado, las limas de NiTi son convencionales en la fase de austenita durante el uso clínico, mientras que los instrumentos CM se encuentran principalmente en la fase de martensita. (9)

Las temperaturas de transformación martensita e inversa , determinadas en muestras de instrumentos endodóncicos de NiTi, son en media: 18,2° C para Ms; -2,3° C para Mf; 3,4°C para As y 22,9°C para Af. (10)

En el caso de los instrumentos endodóncicos, la Transformación Martensita se produce en función de la tensión impuesta por la curvatura en el interior del conducto radicular. Los instrumentos endodóncicos de NiTi se presentan completamente austeníticos a temperatura ambiente. Estos instrumentos tienen un comportamiento superelástico durante el uso clínico, donde la imposición de tensión inducida por la curvatura radicular resulta en ciclos de transformación martensita e inversa, debido a la rotación continua. En la remoción final de la tensión, que se produce por la retirada del instrumento del interior del conducto radicular, ocurre la transformación inversa hacia la estructura austenítica original.

La transformación inducida en la aleación se produce por un tipo de proceso cizallamiento a la fase llamada martensítica o hija, que da lugar a martensita hermanada "*twinned martensite*" que forma la estructura de una red densamente empaquetado hexagonal. Casi ningún cambio de la forma macroscópica es detectable en la transformación, a menos que haya aplicación de una fuerza externa. La forma martensita se puede deformar fácilmente para una sola orientación por un proceso conocido como deshermanamiento "detwinning" a mantenerse deshermanada "*de- twinned martensite*", cuando hay un "vuelta" tipo de cizalladura. La aleación de NiTi es más dúctil en la fase martensítica de la fase de austenita. (2)

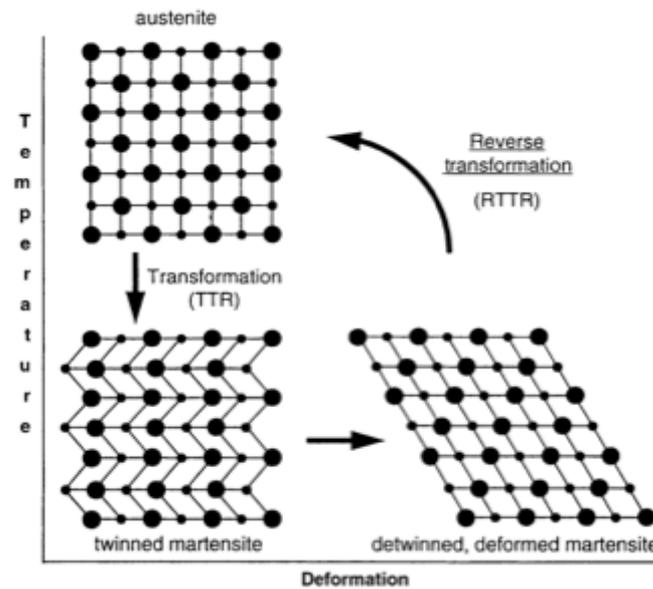


Figura 27 Fases Cristalográficas de Níquel Titanio

La Fractura de limas rotatorias de níquel-titanio se produce como resultado de la torsión o flexión (fatiga). Fractura por torsión se produce cuando la punta del instrumento se fija en el conducto, mientras que el vástago continúa girando (6). Fractura por fatiga a la flexión se produce cuando el instrumento no se une sino que gira libremente en una curvatura, generando ciclos de compresión / tensión en el punto de máxima curvatura. La parte del eje del instrumento en el exterior de la curva está en tensión, mientras que la otra parte sobre la parte interior de la curva está en compresión (7). Estos ciclos repetidos de tensión / compresión causará alteraciones microestructurales que conduzcan a la fractura del instrumento (12). La incidencia de fractura de limas de níquel-titanio se ha informado recientemente en alrededor de 5%, el 70% de las fracturas se deben a la fractura por fatiga cíclica, mientras que 30% se debieron a la fatiga de torsión (13 - 14)

## **6.2 Caracterización Metalúrgica de Instrumentos de NiTi con Tratamiento Termomecánico**

A pesar de las mejoras en la ingeniería del instrumento endodóncico, la separación de estos por fatiga cíclica sigue ocurriendo, principalmente en conductos radiculares con curvaturas pronunciadas. El comportamiento mecánico de la aleación NiTi, es extremadamente sensible a su microestructura y tratamiento termomecánico. Estudios con calorimetría de barrido han demostrado (4) que los instrumentos rotatorios tradicionales de NiTi están en la condición austenítica superelástica que es deseada por los fabricantes (3). Estrategias tales como la implantación de iones y el electropulido se han utilizado para otorgar mejor mayor resistencia a la fractura.

## **6.3 M-Wire**

Una de las soluciones prometedoras para mejorar la resistencia a la fatiga de los instrumentos rotatorios de NiTi es optimizar la microestructura de su aleación, esto se ha logrado mediante un procesamiento termomecánico no descrito por los fabricantes. Recientemente un nuevo alambre de NiTi, denominado M-Wire se ha desarrollado a través de este procesamiento termomecánico (Sportswire LLC, Langley, OK). Este procedimiento tiene como objetivo de producir espacios en blanco de alambre NiTi superelásticos que contienen martensita sustancial estable bajo condiciones clínicas. (5)

M-Wire (Dentsply Tulsa Dental Specialties) fue introducido en el 2007 y se produce por la aplicación de una serie de tratamientos térmicos al alambre de NiTi (9)

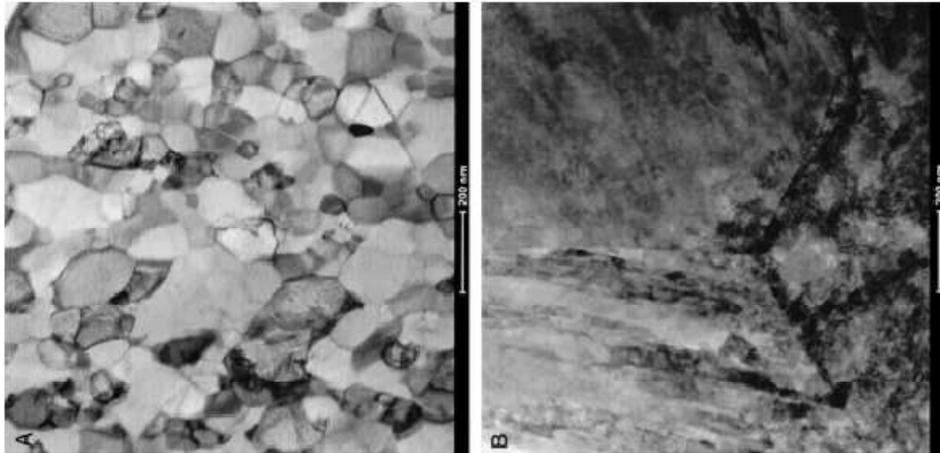


FIGURA 28 MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE TRANSMISIÓN NiTi SE (A) Y M-WIRE (B)

Estudios han demostrado que este alambre M-Wire mejora sus propiedades de flexibilidad y tiene mayor resistencia a la fatiga cíclica en comparación con los fabricados con aleaciones de NiTi convencionales. Según el estudio de Alapati, sobre caracterización metalúrgica de M-Wire, contiene todas las fases cristalinas, Martensita Deformada y Estable, Fase R y Austenita. (3)

En estudios de Alampati (5) con Temperatura modulada exploración diferencial de calorimetría [TMDSC], se analiza el alambre superelástico NiTi de Maillefer, comparando con dos tipos de alambre M-Wire, se determina que el pico de temperatura de transformación ( $A_f$ )  $R \rightarrow A$ , para el alambre tradicional de Maillefer es en promedio  $10^\circ\text{C}$ , para el Tipo 1 M-Wire  $50^\circ\text{C}$  y para el tipo 2 M-Wire  $45^\circ\text{C}$ .

Mediante el uso de Microscopía Electrónica de Transmisión [STEM] (5), se observa, en la microestructura del corte transversal de los alambres superelástico de Maillefer y M-Wire lo siguiente. El tamaño de grano del alambre superelástico de Maillefer es menos a  $200\text{ nm}$ , y el tamaño de grano para M-Wire es mucho más grueso. Una unión de 3 granos y bandas de deslizamiento paralelas sugieren

fase martensita que contiene microtwins se ven en el alambre M-Wire, estas características están ausentes en el NiTi superelástico de Maillefer.

Con Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), se determina que la fase martensita de M-Wire tiene una estructura más fina en escala y muestra mayor hermanamiento *twinned* por el proceso termo mecánico comparado con el NiTi superelástico de Maillefer. (5)

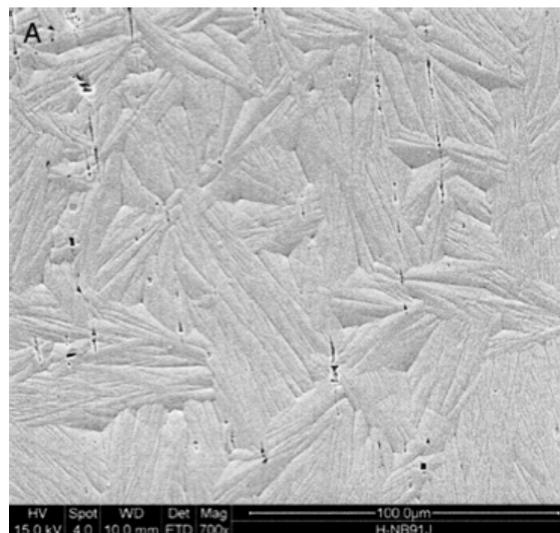


FIGURA 29 MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO NiTi SE

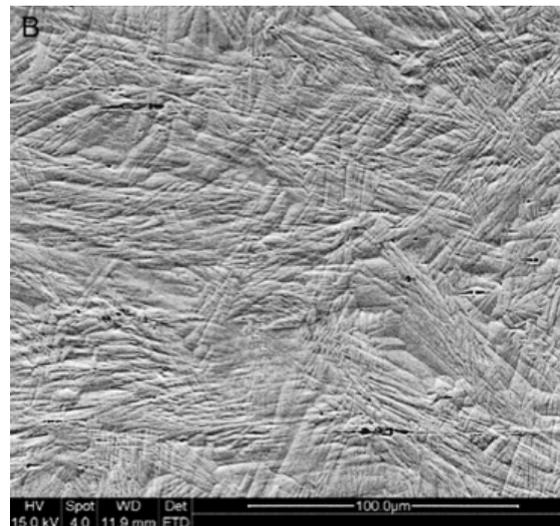


FIGURA 30 MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO - NiTi M-WIRE

En los test de fatiga cíclica, en un estudio realizado por Saiman, evalúa la resistencia a la fatiga cíclica en limas de NiTi convencional comparando limas M-Wire, todos los instrumentos tienen perfiles de sección, tamaño de la punta y

conicidad igual, arrojando el resultado que los instrumentos fabricados con M-Wire son mucho mas resistentes a la fatiga cíclica comparado con el NiTi SE tradicional. (15)

La fractura por torsión en los instrumentos, cuando el estrés excede el límite elástico de la aleación, produciendo deformación plástica y eventualmente fractura (4). La clínica y la instrumentación son fundamentales para prevenir la fractura por torsión. Varios factores contribuyen a aumentar el stress, tales como excesiva presión, amplia área de contacto entre las paredes y el instrumento, o si la sección del conducto es más pequeña que el diámetro de la punta del instrumento. Este último puede contribuir a que ocurra el *taper lock*, especialmente en instrumentos con conicidad constante. El riesgo de taper lock puede ser reducido realizando en pre ensanchado coronal (9, 10) y creando un glide path, antes de la instrumentación rotatoria (11, 12). La curvatura de los conductos es uno de los principales factores a considerar en la fractura por fatiga cíclica, el estrés debido a flexión no es significativamente influenciado por los procedimientos clínicos.

## 6.4 Pre-ensanchado (Preflaring) y Via de Deslizamiento (Glide Path)

### 6.4.1 Preflaring



Figura 31 SX ProTaper Universal

Es el ensanchado previo del conducto radicular, necesario para reducir el riesgo de *taper lock*, o atascamiento de la punta de primer instrumento rotatorio utilizado para la conformación del conducto radicular. (17)

También se entiende como pre ensanchado coronal, y es el procedimiento que se realiza para eliminar interferencias que están hacia la parte cervical del conducto, con la finalidad de que el instrumento ingrese en línea recta y sufra menos fatiga al girar. (16 – 17)

El Pre ensanchado coronal se puede realizar con Gates Glidden, Instrumentos manuales o con los abridores de orificios de los sistemas rotatorios que tienen conicidades grandes.

### **6.4.2 Glide Path**

Se refiere a crear un camino de manera que la punta del instrumento rotatorio vaya libre en el trayecto hacia apical, evitando el taper lock y posible fractura. (17)



Figura 32 Glide Path Mecanizado - PathFile

Varios estudios han evaluado las causas de fractura de los instrumentos de NiTi, y determinan que este incidente disminuye cuando precede un pre ensanchado realizado de forma manual y la creación de “glide path”, así los instrumentos de NiTi pueden fácilmente deslizar y alcanzar la longitud de trabajo.

Se ha reportado que un pre ensanchado manual es muy importante para reducir la incidencia de fractura. Berutti evaluó la influencia de un pre ensanchado manual y torque en la incidencia de fractura de los instrumentos ProTaper. En el estudio se utilizaron 400 bloques plásticos, divididos en dos grupos. Toda la preparación fue realizada con ProTaper, en el un grupo previo a la utilización de los instrumentos rotarios precedió un preensanchado hasta la lima K 20. Los resultados de este estudio indicaron que si se realiza previamente el *preflaring*, se alarga la vida de los instrumentos rotatorios. (17)

Reportes de Peters 2003, indica que en casos donde se realiza un pre ensanchado coronal y un glide path, la separación de instrumentos se reduce y la vida de estos se alargan, en el estudio se probó a una velocidad de 250 rpm, y todos los valores de torque aplicados a instrumentos ProTaper, ninguno se fracturó cuando se realizaba Glide Path previo.

Otros estudios, al igual que Berutti, advierten la importancia de el pre ensanchado y el glide path, previo a la utilización de instrumentos rotatorios para evitar el “taper lock” de la punta de los instrumentos. Así el conducto debe ser ensanchado a un diámetro mayor o por lo menos igual al de la punta del primer instrumento rotatorio de NiTi que llegará a longitud de trabajo. (17)

El preflaring y glide path se realizaba manualmente con instrumentos de acero inoxidable, limas tipo K. Con este tipo de instrumentos especialmente en conductos curvos se puede ocasionar errores en la instrumentación como

formación de escalones, transportación, desgaste excesivo de dentina y perforación (18)

Para evitar estos errores de procedimiento, Dentsply Maillefer, crea un kit de tres instrumentos rotatorios de NiTi conocido como PathFile, que tiene como finalidad realizar de manera mecanizada el preflaring y glide path

#### 6.4.2.1 Glide Path Mecanizado

##### **PATHFILE Dentsply Maillefer (Ballaigues, Switzerland).**

Sistema introducido por Dentsply Maillefer (Ballaigues, Switzerland). Consiste en tres instrumentos, con 21, 25 y 31 mm de longitud y conicidad 0,02 mm, tienen perfil de sección cuadrangular. PathFile 1 (púrpura) tiene punta 0,13 mm; PathFile 2 (blanco), punta 0,16 mm y PathFile 3 (amarillo), punta 0,19 mm. Se recomienda utilizar PathFile 1 inmediatamente después que se ha explorado el conducto radicular con una lima 10K y ha alcanzado la longitud de trabajo.



FIGURA 33 PATHFILE DENTSPLY MAILLEFER

El incremento gradual del diámetro de la punta (menos del 30%) facilita la progresión de las limas sin necesidad de usar presión axial.

El diseño de la punta es inactivo, es redondeada, evita formación de escalones.

Flexibilidad.- PathFile son fabricadas con aleación de NiTi, la flexibilidad se ve incrementada por la conicidad del 2% y también la resistencia a la fractura por flexión.

Son instrumentos que se utilizan a 300 rpm, a torque máximo (5,1 N torque recomendado), no es peligroso utilizar este torque por el perfil de sección cuadrangular que le da resistencia al instrumento.

En estudios realizados por el Dr. Pasqualini, evalúa la prevalencia de dolor post operatorio y resolución de la sintomatología realizando glide path de forma manual con limas K y de manera mecanizada empleando PathFile, se determina que el uso de PathFile reduce la presencia de dolor post operatorio y el alivio de los síntomas es más rápido que si se realiza la vía de deslizamiento con limas K, probablemente este resultado se dé porque el movimiento y la ingeniería del instrumento PathFile saca todo y no extruye. (20)

En otro estudio, en molares superiores con curvaturas entre 35 y 45°, se valora la centricidad y aberración que sufren los conductos posterior a la realización de glide path de manera manual con limas K y mecanizada con PathFile, los resultados en el estudio de imágenes demuestran que los dientes instrumentados con PathFile mantienen su anatomía original y las aberraciones son menores que en los dientes instrumentados de forma manual (21)

## 6.5 Movimiento Reciprocante en la Preparación del Sistema de Conductos Radiculares

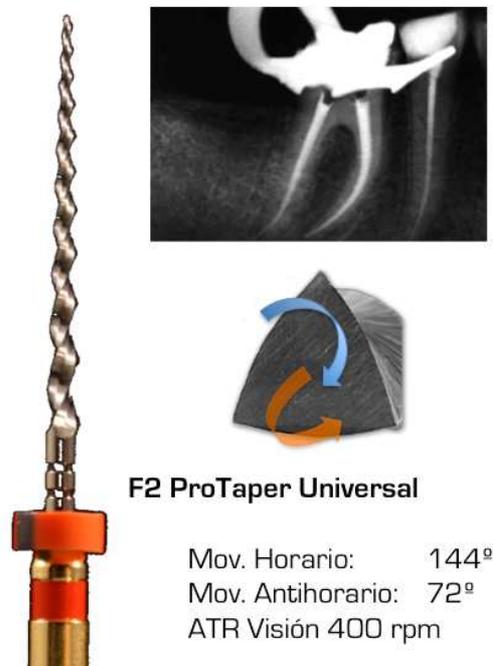


Figura 34 Movimiento Reciprocante  
Lima Única F2 - Yared 2008

Un nuevo enfoque utilizando solo un instrumento, en un movimiento reciprocante fue propuesto por Yared en el 2008. El empleo de movimiento reciprocante en lugar del movimiento de rotación continua se planteó como una ventaja para la preparación de conductos curvos utilizando una sola lima (De Deus 2010, Franco 2011, Paque 2011, You, 2011). Este nuevo concepto de Instrumento único, se plantea como interesante para su discusión, ya que la técnica tiene una curva de aprendizaje reducida y el armamento endodóncico se reduce. (22)

Yared, utilizó un Instrumento F2 (ProTaper Universal), en movimiento reciprocante, primero el giro en sentido horario de 144° (movimiento de corte) y regresaba en sentido antihorario 72° (movimiento de liberación), la velocidad de trabajo era 400 rpm en un motor ATR Visión con un contraángulo de reducción 1:16. Utilizó este instrumento con movimiento de picoteo y ligera presión apical hasta encontrar resistencia. (23)

Estudios de los Doctores G. De-Deus y cols, basados en el principio del Dr. G. Yared, analizan la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos F2 ProTaper Universal, utilizándolos en rotación continua a 250 y 400 rpm y en movimiento recíprocante horario 144° y antihorario 72° a 400 rpm (Yared 2008), se determinó que los instrumentos utilizados en movimiento recíprocante alargan la vida de los instrumentos - mayor resistencia a la fatiga cíclica - al igual que la velocidad a la que se los utiliza es un determinante en el tiempo de fractura. (26)

El número de ciclos hasta la fractura se da en función de la cinemática de movimiento (movimiento recíprocante y rotación continua). En virtud de la rotación continua, la fractura del instrumento se produjo después de un promedio de 160 ciclos a 250 rpm y 120 ciclos a 400 rpm. En el marco del movimiento recíprocante, la fractura se produjo después de un promedio de 126 rotaciones completas de 400 rpm, lo que se traduce en 630 ciclos. El tiempo promedio de fractura en los instrumentos utilizados en rotación continua a 250 rpm fue de 45 segundos a 400 rpm fue de 25 segundos, con movimiento recíproco a 400 rpm fue de 95 segundos. (26)

En dientes extraídos, se realizó un estudio experimental, para determinar el tiempo de vida útil de un Instrumento F2 ProTaper Universal empleando el principio de lima única con movimiento recíprocante, y determinar el tiempo que toma la preparación con este principio comparando con rotación continua y secuencia completa S1 - SX - S1 - S2 - F1 - F2 ProTaper Universal. (27)

120 conductos se utilizaron para determinar la vida útil de los instrumentos F2 en movimiento recíprocante previa realización de glide path (lima 15K), se determinó la vida útil observando las limas hasta que tengan signos de deformación, inmediatamente de observar esto se reemplazaba por un nuevo instrumento. Los

ángulos de reciprocación variaron a los propuestos por Yared, aquí se utilizó 140<sup>a</sup> horario y 45<sup>a</sup> antihorario. (27)

Para el tiempo de preparación las muestras igual se realizó glide path hasta la lima 15, se dividió en dos grupos (n=30) para rotación continua - secuencia completa y movimiento recíprocante lima única, no se tomó en cuenta el tiempo empleado en irrigación entre instrumentos. (27)

La vida útil para un instrumento utilizado en reciprocación se determinó en  $10,61 \pm 4,35$  conductos, es decir aplicando este principio un F2 puede ser utilizado 6 veces. El tiempo de preparación empleado en rotación continua y secuencia completa fue de  $46,42 \pm 18,16$  segundos por conducto y en movimiento recíprocante lima única de  $21,15 \pm 6,70$  segundos por conducto. (27)

Imágenes obtenidas con Micro tomografía computarizada, evalúan la capacidad de conformación del sistema ProTaper Universal utilizado en rotación continua comparando con movimiento recíprocante. Esta evaluación se realiza en raíces mesio bucales de molares maxilares (2 grupos de 20 raíces), se escanea antes y después de la preparación, el resultado de la investigación es que no existe diferencia significativa en la conformación obtenida en los dientes que se prepararon con rotación continua con los que se prepararon con movimiento recíprocante, no existió aumento de transportación apical según las mediciones obtenidas en el estudio. (39)

## **6.6 Movimiento Recíprocante Actual**

El movimiento recíprocante libera de estrés al instrumento y, por lo tanto reduce el riesgo de fatiga cíclica causada por las fuerzas de tensión y compresión (De-Deus et al. 2010, Varela-Patiño et al 2010). El trabajo de este movimiento consiste en el giro anti horario (movimiento de corte) y el giro horario (movimiento de liberación), el ángulo del movimiento anti horario es mayor que el horario, debido a esto, la progresión del instrumento por la orientación de las estrías, progresa

continuamente hacia el ápice, los ángulos de movimiento son específicos para cada sistema y se logra con un motor diseñado para realizar estos giros. (24)

El movimiento reciprocante impide que la aleación supere el límite elástico, evitando que sufra deformación plástica y fractura.

El movimiento reciprocante para la preparación del sistema de conductos radiculares es una evolución en la técnica de fuerzas balanceadas, técnica que permite conformar conductos con curvaturas pronunciadas de forma manual a amplios diámetros apicales. (24 - 25)

## 6.6.1 Sistemas que funcionan con Movimiento Reciprocante

### 6.6.1.1 Reciproc

Reciproc (VDW, Munich, Alemania), el sistema consta de tres instrumentos:

R25 Punta 0,25 conicidad 0,08 mm los primeros tres milímetros,

R40 Punta 0,40 Conicidad 0,06 mm

R50 Punta 0,50 Conicidad 0,05 mm.



FIGURA 35 SISTEMA RECIPROC VDW

Punta inactiva, perfil de sección en forma de S, los ángulos de corte, *rake angle* 58° y *cutting angle* 96°.

Ángulos de Reciprocación.- gira en sentido anti horario 150° y regresa en sentido horario 30°, trabaja con torque de 4,1 N y 300 rpm.

L.	RECIPROC 25.08			RECIPROC 40.06			RECIPROC 50.05			
	Taper	Ø	r	-r	Taper	Ø	r	-r	Taper	Ø
0		0,250	0,125	-0,125		0,400	0,200	-0,200		0,500
1	8,0%	0,330	0,165	-0,165	6,0%	0,460	0,230	-0,230	5,0%	0,550
2	8,0%	0,410	0,205	-0,205	6,0%	0,520	0,260	-0,260	5,0%	0,600
3	8,0%	0,490	0,245	-0,245	6,0%	0,580	0,290	-0,290	5,0%	0,650
4	6,5%	0,555	0,278	-0,278	4,0%	0,620	0,310	-0,310	4,0%	0,690
5	6,0%	0,615	0,308	-0,308	4,0%	0,660	0,330	-0,330	4,0%	0,730
6	5,5%	0,670	0,335	-0,335	4,0%	0,700	0,350	-0,350	4,0%	0,770
7	5,0%	0,720	0,360	-0,360	4,0%	0,740	0,370	-0,370	4,0%	0,810
8	5,0%	0,770	0,385	-0,385	4,0%	0,780	0,390	-0,390	4,0%	0,850
9	5,0%	0,820	0,410	-0,410	4,0%	0,820	0,410	-0,410	4,0%	0,890
10	4,0%	0,860	0,430	-0,430	4,0%	0,860	0,430	-0,430	4,0%	0,930
11	4,0%	0,900	0,450	-0,450	4,0%	0,900	0,450	-0,450	4,0%	0,970
12	3,0%	0,930	0,465	-0,465	4,0%	0,940	0,470	-0,470	4,0%	1,010
13	3,0%	0,960	0,480	-0,480	4,0%	0,980	0,490	-0,490	4,0%	1,050
14	3,0%	0,990	0,495	-0,495	4,0%	1,020	0,510	-0,510	4,0%	1,090
15	3,0%	1,020	0,510	-0,510	4,0%	1,060	0,530	-0,530	4,0%	1,130
16	3,0%	1,050	0,525	-0,525	4,0%	1,100	0,550	-0,550	4,0%	1,170

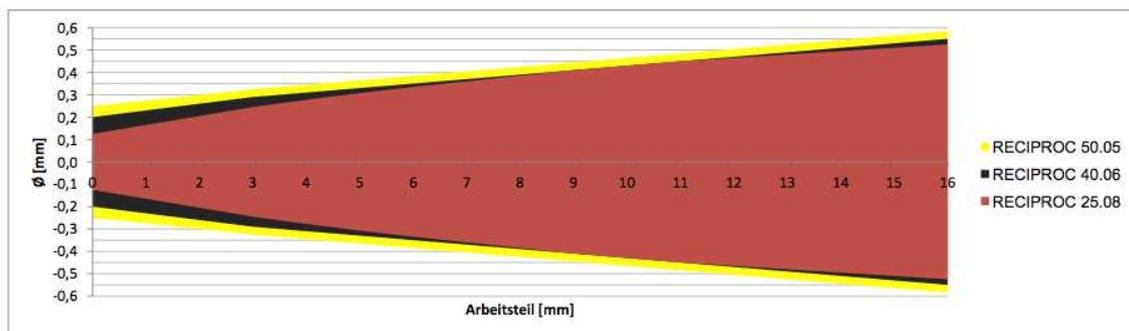
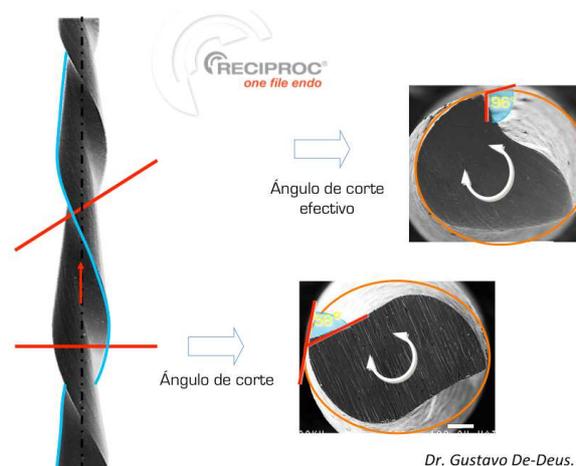


FIGURA 36 CONICIDADES SISTEMA RECIPROC



Dr. Gustavo De-Deus. 2013

Figura 37 RECIPROC Ángulos de Corte

### 6.6.1.1.1 Técnica de Instrumentación

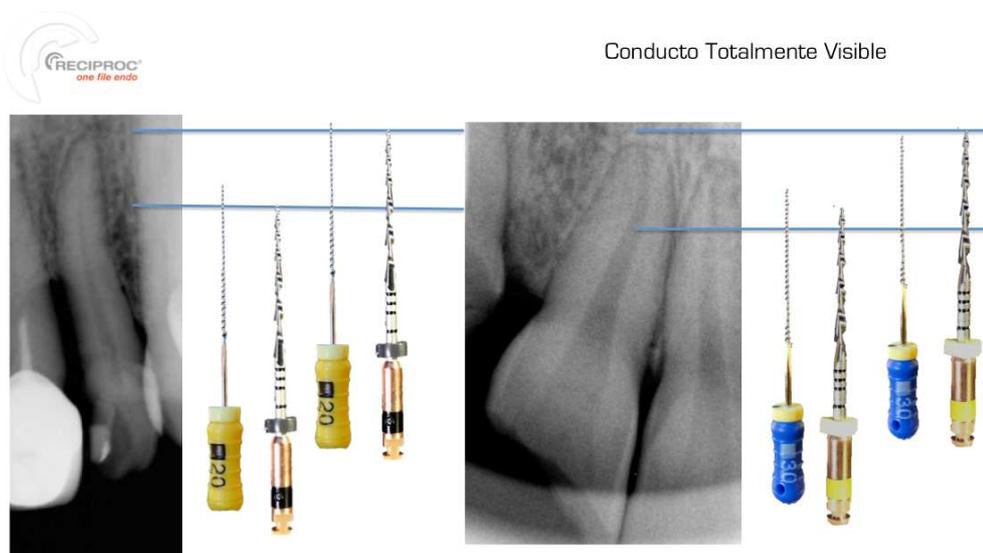
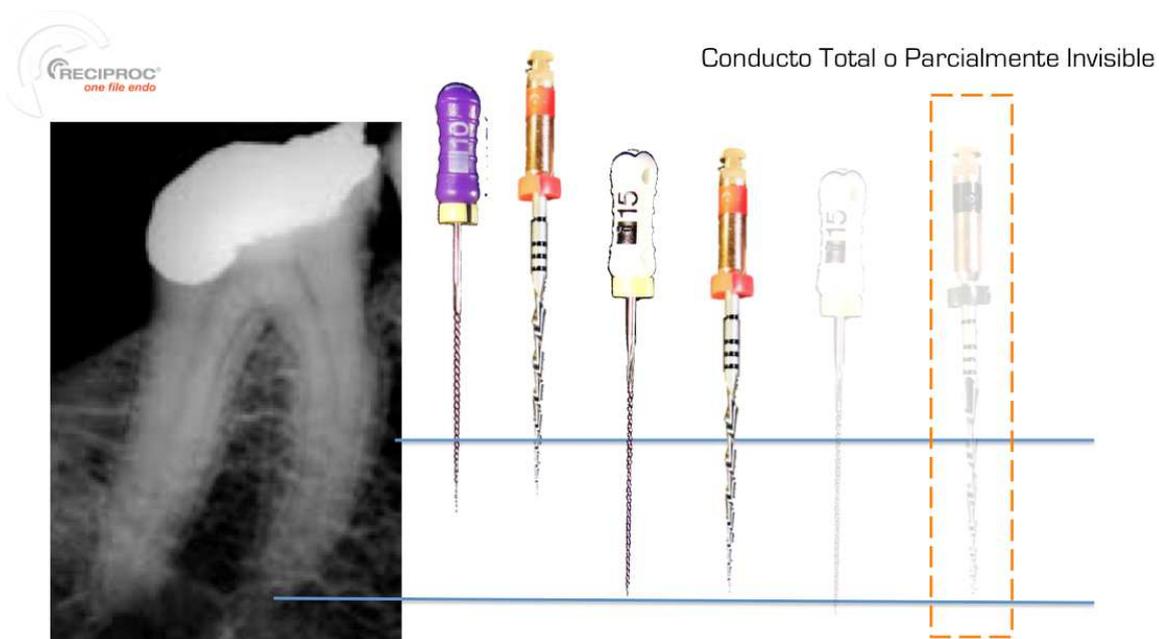


FIGURA 38 TÉCNICA DE INSTRUMENTACIÓN RECIPROC

### 6.6.1.2 WaveOne

WaveOne (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza), sistema ideado por los Doctores Dr Julian Webber, UK; Drs Pierre Machtou & Wilhelm Pertot, France; Drs Sergio Kuttler, Clifford Ruddle & John West, USA. Consta de tres instrumentos:

Small. Punta 0,21 Conicidad 6%, Primary Punta 0,25 Conicidad 8% los primeros tres milímetros, luego la conicidad es decreciente, 0,65, 0,6, 0,55 y Large Punta 40 Conicidad 8%.

Punta inactiva, Perfil de sección de D0 a D8 es un triángulo modificado con planos radiales, de D8 a D14 el perfil de sección es un triángulo convexo similar a las de una lima F2 ProTaper Universal



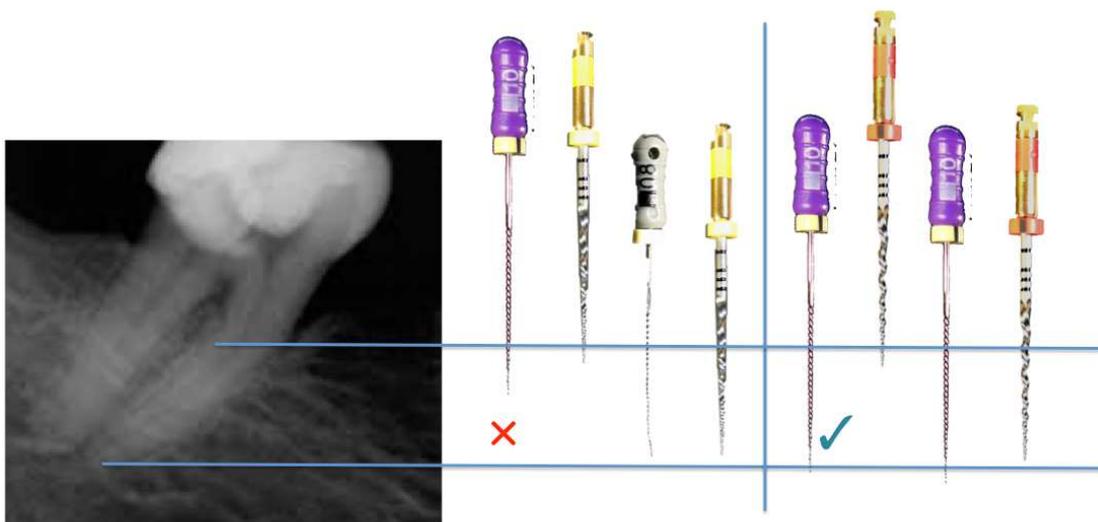
FIGURA 39 SISTEMA WAVEONE DENTSPLY MAILEFER

Ángulos de corte, *rake angle* 56° y *cutting angle* 86°.

Los ángulos de reciprocación son 170° en sentido anti horario y 50° en sentido horario, trabaja con torque de 4.1N y 350 rpm. (24)

### 6.6.1.2.1 Técnica de Instrumentación

WAVEONE™



WAVEONE™

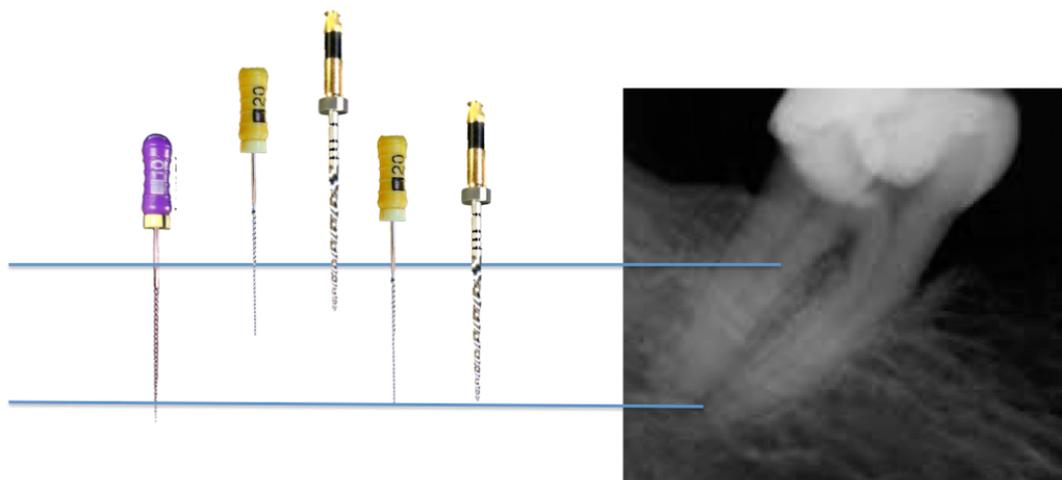


FIGURA 40 TÉCNICA DE INSTRUMENTACIÓN WAVEONE

### **6.6.1.3 Características Comunes**

Las características comunes de los dos sistemas son: Están fabricados con tecnología M-wire de NiTi, diseñados para ser utilizados en movimiento recíprocante, la orientación de sus bordes cortantes es hacia la izquierda, los dos cortan cuando se mueven en sentido anti horario y se liberan en sentido de las agujas del reloj. Diseñadas para uso único. (28)

Los procedimientos clínicos con WaveOne y Reciproc no contemplan la creación de glide path, previo al uso de los sistemas, WaveOne Small se sugiere cuando una lima 10K está resistente al movimiento cuando alcanza la longitud de trabajo. WaveOne Primary está indicada cuando una 10 K-file se mueve fácilmente alcanzando la longitud de trabajo, y WaveOne Large cuando una 20 K-file alcanza la longitud de trabajo. Con Reciproc el principio es el mismo, si una lima 10K llega de forma pasiva a la longitud de trabajo se utilizará una R25, si una lima 20 llega de forma pasiva se utilizará la R40, y si una 30 llega pasiva a la longitud se trabaja con R50.

### **6.6.3 Revisión de Literatura Actual**

Para determinar la influencia del movimiento recíprocante en la fatiga cíclica de los instrumentos, Giulio Gavini (38) y cols, hacen un modelo experimental con Reciproc VDW 25 - .08 sometido un grupo a rotación continua y el otro a movimiento recíprocante con un motor VDW Silver Reciproc, se simuló conductos de 40° de curvatura con 5 mm de radio, tanto los utilizados con movimiento recíprocante como los de rotación continua se utilizaron con movimiento de picoteo. El momento que hubo la fractura de los instrumentos el dispositivo lo detectó a través de un sensor y marcó el número de ciclos. Los instrumentos utilizados con movimiento recíprocante tuvieron muchos más ciclos que los

utilizados en rotación continua hasta el momento de su fractura. Reciproc en movimiento recíprocante tuvo 1787.78 ciclos, y Reciproc en rotación continua a 300 rpm tuvo 816.39 ciclos en promedio.

En test de fatiga cíclica, Reciproc muestra mayor resistencia que WaveOne (29), en conductos simulados de 60° de curvatura y 5 mm de radio, 15 son instrumentados con WaveOne y 15 con Reciproc hasta que se produzca la separación de los instrumentos, la R25 de Reciproc se separó a los 130 segundos mientras que la lima Primaria de WaveOne a los 98 segundos. (29)

En otro estudio que consideran resistencia a torsión y fatiga cíclica, en conductos simulados de 45° y 6 mm de radio, Reciproc demostró ser más resistente a fatiga cíclica, en número de Ciclos para fractura la R25 fue de 2069,5, mientras que de WaveOne fue de 1766,92, en este mismo estudio se evaluó resistencia a la torsión siendo WaveOne más resistente que Reciproc, para determinar esto se utilizó un torquímetro, fijando los 5 mm apicales del instrumento y torsionándolo, se registra en N/cm la fuerza que es necesaria para ocasionar la separación, WaveOne se separó al aplicar una fuerza de 3,55 N mientras que Reciproc 2,95N (30)

Estudios de simulación clínica en dientes extraídos, raíces mesiales de primeros molares superiores e inferiores, con curvatura moderada (10 – 25°) y severa (mayor 25°) se evalúa la modificación que existe en la longitud de trabajo inicial posterior a la instrumentación con WaveOne Primary file, previa realización de Glide Path con PathFile 1 – 2 – 3. La longitud inicial se tomó con una lima 10K y fue trasladada a las PathFile y WO 25, posterior a la instrumentación se determinó que la longitud de trabajo inicial se reduce entre 0,26 y 0,34 mm, ocasionando una sobreinstrumentación de 0,14 a 0,76 mm, por lo que se recomienda cuando se utilicen estos sistemas recíprocantes, que no se alcance en una sola intención la

longitud inicial, sino cuando se empiece a instrumentar tercio apical (últimos 3 mm) confirmar electrónicamente la longitud de trabajo. (31)

Principalmente Reciproc promueve la técnica de instrumentación sin la necesidad de Glide Path solo basado en observaciones radiográficas y determinando si un instrumento 10, 20 o 30 dependiendo del tipo de conducto llega a la longitud de trabajo sin dificultad. En un estudio reciente del Dr. Gustavo De Deus, utilizando, en raíces mesiales de molares inferiores, 253 conductos rectos y 243 con curvatura moderada según el método de Schneider, se procedió a instrumentar directamente con la R25 Reciproc VDW, sin previa exploración con otro instrumento, en un movimiento de picoteo por 3 veces, la longitud de trabajo fue tentativa con una radiografía previa, antes de alcanzar la longitud final en el tercio apical, se irrigó el conducto y se determinó la longitud final con una lima 10K, y concluyó con la instrumentación final con R25. En los conductos en los que la lima 10K no alcanzó la longitud final se clasificó como no alcanzable por Reciproc. Aproximadamente el 93% de los casos evaluados no necesitaron Glide Path para que la 25 0,08 de Reciproc alcance la longitud de trabajo, pero en el 7% restante que Reciproc no pudo alcanzar la longitud, las posibles causas para no lograr la negociación de esos conductos pueden ser calcificaciones, posición excéntrica del foramen y no haber una causa aparente, de estos casos el 71% pertenecen al conductos curvos, (32) por lo que podría ser una solución la realización de un preflaring y glide path previo a la instrumentación recíprocante.

Últimas investigaciones han evaluado la remoción de gutapercha utilizando sistemas Reciproc y WaveOne comparándolos con ProTaper Retratamiento, este estudio utilizó 60 incisivos maxilares preparados hasta F4 ProTaper Universal y obturados con condensación vertical de onda continua. Las muestras fueron separadas en 3 grupos de 20 cada uno, en el grupo 1 se desobturó utilizando R25 Reciproc únicamente, el grupo 2 WaveOne Primary únicamente y el grupo 3 con D1 – D2 – D3 a 500 rpm y 3 Ncm de torque. Los dientes fueron separados y las

imágenes obtenidas se analizaron con Image Tool software, este análisis indica que ninguno de los métodos remueve en totalidad la gutapercha, sin haber diferencia estadísticamente significativa entre los tres grupos estudiados, el porcentaje de residuos que dejan con Reciproc 4,30% , WaveOne 2,98% y ProTaper Retratamiento 3,14%. Por lo que se puede concluir que los sistemas reciprocantes son tan efectivos como ProTaper Retratamiento para utilizarlos como instrumentos para retratamiento endodónico. (40)

Se ha estudiado la instrumentación con sistemas que aplican en movimiento reciprocante en términos de conformación, centricidad, fatiga cíclica, resistencia a la torsión, pero qué consecuencias puede tener sobre los dientes cuando se trabaja con un instrumento que hace el trabajo de una serie de instrumentos y acumula todo el stress. Se realizó un estudio de los defectos dentinales que ocasiona la instrumentación reciprocante vs rotación continua. Los dientes se cortaron transversalmente a 3 – 6 – 9 mm, y se obtuvieron las imágenes con 25X de aumento. Los muestras instrumentadas con Reciproc producen mayor cantidad de crack completos de dentina, sin embargo ambos sistemas reciprocantes ocasionan mayor cantidad de cracks incompletos apicalmente comparados con sistemas secuenciales de rotación continua. (41)

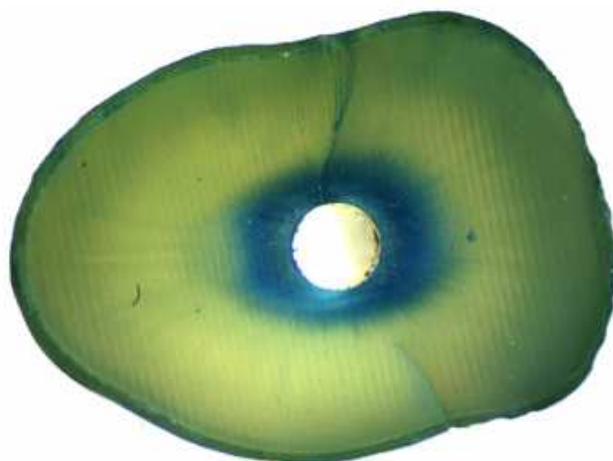


Figura 41 Defectos en dentina ocasionados por instrumentación reciprocante

De- Deus, hace un estudio, evaluando micro – cracks de dentina, demostrando en las observaciones de microCT, que no existe una correlación entre instrumentación recíproca y la formación de estos defectos con la instrumentación, todos los microcracks encontrados se encontraron en el escaneo previo de las muestras, no posterior a la preparación. (42)

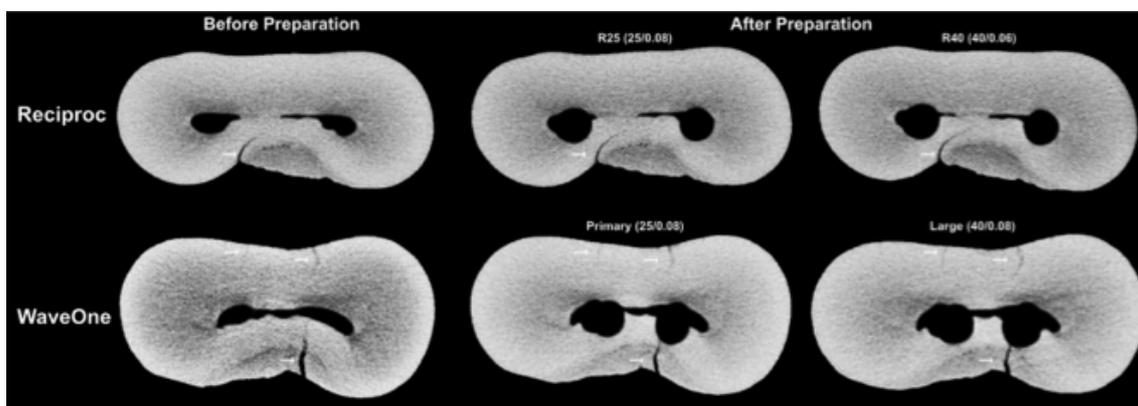


FIGURA 42 ANÁLISIS MICROCT SCAN - MICROCRACKS POST INSTRUMENTACIÓN

Caviedes y cols, realizan un estudio enfocado en dolor e inflamación neurogénica, comparando los niveles de SP y CGRP basales en premolares que van a ser extraídos por motivos ortodóncicos, con los niveles de estos neuropéptidos posterior a la instrumentación con tres técnicas: Manual, WaveOne y Reciproc, los niveles de SP y de CGPR se determinaron en el ligamento periodontal de los dientes extraídos posterior a la preparación, se observó que los dientes preparados con Reciproc mantiene casi los niveles basales de los neuropéptidos, WaveOne eleva los niveles basales más que Reciproc y la instrumentación manual es la que mayor expresión de neuropéptidos tiene en el estudio, mientras mayor sea la expresión de SP mayor es el dolor post operatorio. (43)

## 6.7 Extrusión Apical de Desechos

La preparación químico-mecánica del sistema de conductos radiculares, es un condicionante en el éxito del tratamiento de Endodoncia, involucra no solo la conformación, sino también la utilización de soluciones irrigadoras para conseguir limpieza y desinfección óptima. Aunque se proponen algunos protocolos y se han modificado diseño y movimiento con el que trabajan algunos instrumentos, un problema inherente relacionado con la limpieza y conformación es la extrusión de desechos e irrigantes hacia los tejidos periapicales. (33)

La mayoría de los autores coincide que la extrusión de desechos es una consecuencia inevitable durante la instrumentación del conducto radicular. Hay protocolos como se mencionó que intentan reducir este accidente operatorio, pero hasta el momento no se ha ideado ninguna técnica o maniobra durante la preparación que evite la salida de los detritos hacia el periápice. (33)

El concepto de la extrusión apical no sólo debe limitarse a la salida forzada de residuos o líquido hacia a los tejidos periapicales durante la instrumentación mecánica. También hay otros tipos de irritantes apicales durante el tratamiento del conducto radicular que podrían interrumpir la integridad de las estructuras del tejido perirradicular, como la extrusión de materiales de obturación, medicamentos intraconducto o instrumentos de conformación (33)

Se puede considerar como material extruido a materiales de obturación , tejido pulpar necrótico , bacterias o irrigantes ( Huang et al . 2007 ) . En términos generales , la extrusión de cualquiera de estos componentes más allá del foramen apical hacia los tejidos circundantes, puede dar lugar a retraso de la cicatrización o incluso el fracaso del tratamiento debido a una reacción a cuerpo extraño (Ng et al . 2008 ) . (33)

Los estudios de extrusión se limitan a desechos de dentina, irrigantes y bacterias que salen del conducto hacia los tejidos periapicales. Actualmente se incluye a cualquier tipo de irritante que sale del conducto hacia la región periapical

desencadenando respuesta inflamatoria o impida la cicatrización. Es importante mencionar que durante los procedimientos de endodoncia, la extrusión se produce a través de la combinación de varios factores, por ejemplo, la instrumentación está siempre asociado con la extrusión de los desechos y la extrusión de irrigantes también resultará en la extrusión de las bacterias. Por lo tanto, es lógico considerar el fenómeno de extrusión-no de manera integral, en lugar de por separado. (33)

### **6.7.1 Relevancia Clínica y Biológica de Extrusión Apical**

Una de las complicaciones más importantes, consecuencia de la extrusión apical durante el tratamiento de conducto radicular son las agudizaciones y el dolor post operatorio.

Siqueira (2003) indica que existe equilibrio entre los microorganismos y la defensa del huésped en las lesiones periapicales crónicas. Cuando los microorganismos son extruidos apicalmente durante la preparación quimio-mecánica, el equilibrio se romperá con los tejidos perirradiculares ocasionado dolor por irritantes y una reacción aguda se producirán para restablecer el equilibrio (34).

Durante la instrumentación mecánica, el número y la virulencia de los microorganismos extruidos son los factores decisivos y críticos que determinan la intensidad de la reacción perirradicular. Si bien el factor cualitativo no está bajo el control del clínico, factores cuantitativos pueden ser controlados mediante la selección de técnicas tales como la instrumentación corono – apical para proporcionar un desgaste gradual desde la porción cervical y exista menos acumulación de debris hacia la porción apical. Esto permite controlar y disminuir la cantidad de residuos expulsados (34).

Seltzer y Naidorf (1985), indican que una lesión periapical crónica, puede dar una respuesta inflamatoria violenta después de haber iniciado un tratamiento de conductos. Fenómenos mediados por células o humorales como reacción a cuerpo extraño se dan por extrusión de material de obturación, medicamentos o cementos desde el conducto a la región perirradicular. Es decir cualquier irritante,

físico o químico que interactúe con el tejido periapical, altera el equilibrio que existe en el organismo, desencadenando una respuesta de alarma como el proceso inflamatorio conocido como agudización. (34)

El confinamiento de la preparación endodóncica dentro del espacio del conducto radicular es de valor crítico desde múltiples perspectivas, entre las que la prevención de la iniciación de una reacción inflamatoria e inmunológica es la más importante. Sin embargo, los casos clínicos muestran variaciones que pudieran hacer necesario la selección de los diferentes enfoques. En los dientes con pulpas vitales, instrumentación 1 mm corto del foramen apical y la preservación de un muñón pulpar apical vital puede mejorar la cicatrización. (34)

En dientes con pulpas necróticas y lesiones periapicales, dejando intactos los tejidos apicalmente puede dar lugar a crear una comunidad de microorganismos, que conduce a la persistencia de la lesión periapical, además, los chips de dentina y tejido de la pulpa compactada en la región apical pueden causar la obstrucción apical e interferir con la longitud de trabajo. (34). Por este motivo Buchanan propone que el foramen apical deben ser instrumentado con una lima de tamaño adecuado para evitar la acumulación de desechos en esta región, un procedimiento que se conoce como "Lima de pasaje". Se ha sugerido la selección de una lima de pasaje apical menor al tamaño del foramen apical en lugar de uno que se ajuste a este, esto ofrecerá menos riesgo en términos de extrusión (Souza 2006). Este procedimiento causará irritación apical mínima comparada con la extrusión de desechos desde la luz del conducto radicular.

### **6.7.2 Metodologías y diseños experimentales utilizados en los estudios de extrusión apical**

Son varios los métodos utilizados para cuantificar los desechos extruidos durante la preparación del sistema de conductos radiculares, en esta revisión se describe una combinación entre el sistema ideado por los Doctores Myers & Montgomery en 1991 (35), y el ideado por Tanalp en el 2006, que consiste en un tope de goma atravesar la raíz del diente que va a ser instrumentado, asegurarla y

adaptar el diente con su tope en un tubo de Eppendorf, a través del tope de goma, se introduce una aguja calibre 27 para equilibrar las presiones interna y externa. Todo este dispositivo va incluido en un vial de vidrio para estabilizar al tubo de Eppendorf y poder instrumentar la raíz incluida, el tubo de Eppendorf funciona como recolector de desechos y de irrigantes que se extruyen durante la instrumentación. (36)

Este enfoque simula un entorno de trabajo clínico en el que el operador depende de la longitud de trabajo determinado por las radiografías o los localizadores apicales sin ver el espacio del conducto radicular. La metodología comprende un peso de los tubos de recuperación antes y después de la instrumentación utilizando una balanza analítica y el cálculo de los escombros extruido restando el peso inicial de la de peso después de la instrumentación. (36)

Debido a que los desechos así como irritantes también se pueden extruir apicalmente, el líquido extruido necesita ser evaporada por el almacenamiento en una incubadora. Se separa el tope de caucho con la raíz del tubo recolector, se lava los residuos adheridos a la raíz con 1 mg de agua destila para recolectar estos desechos en el tubo, posterior a esto se utiliza la incubadora para evaporar el agua destilada. (36)