



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

TÉCNICA PARA LA DESOBTURACIÓN DE CONDUCTOS
RADICULARES CON EL SISTEMA PROTAPER
RETRATAMIENTO® 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:

LUIS FERNANDO RAMÍREZ GONZÁLEZ

TUTOR: C.D. FRANCISCO JAVIER IBARRARÁN DÍAZ

ASESOR: C.D. ALEJANDRO HEVIA MARMOLEJO



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

A mis padres, Eva y Adolfo por darme siempre su apoyo incondicional, por permitirme tener una vida feliz y no dejarme caer, incluso en los más difíciles momentos. Los amo con todo mí ser.

A toda mi familia, porque siempre me han demostrado que van a estar ahí pase lo que pase.

Agradezco especialmente a mis abuelos, Eva, Luis, Adolfo e Irene, fueron mis primeros maestros, espero un día poder disfrutar la vida la mitad de lo que ustedes lo han hecho.

A Caridad, por no abandonarme nunca, por dejarme ser parte de tu vida, por ayudarme a darme cuenta de lo valioso que puedo ser y por seguir aprendiendo de la vida a tu lado. Siempre juntos

A mis amigos, Fidel, Nora, Rigel, Itzi, Ireri, Adan y Erick por permanecer a mi lado los últimos 15 años y compartir lo que es ahora una vida juntos. También agradezco a Berenice y Gabriela por ser las mejores compañeras y amigas, por seguir juntos aún cuando esta carrera hizo todo lo posible por separarnos, gracias por estar conmigo estos 5 años. A todos ustedes los amo.

A todos y cada uno de mis maestros, de todos ustedes aprendí valiosas lecciones.

Gracias a todos los doctores que no solo impartían una clase en un aula o demostraban un procedimiento frente a un grupo de alumnos, sino que en verdad les importaba el desarrollo de sus alumnos y que, en mi caso particular, me apoyaron incluso en cuestiones extraacadémicas, no tengo palabras para agradecerles todo lo que me enseñaron.

A los que algún día fueron mis maestros y hoy los considero mis amigos, Enrique, Aarón y especialmente a Sergio que me brindó su apoyo en momentos verdaderamente difíciles.

A mi asesor Alejandro, por todo el apoyo que recibí al realizar este trabajo y a mi tutor Javier por todo lo que me ha enseñado.

Por último gracias a la UNAM que me ha cuidado cerca de 10 años, y a la Facultad de Odontología, que me han enseñado que siempre hay algo nuevo que descubrir y ese es el mejor conocimiento que pude haber adquirido. Sus aulas se volvieron mi casa y la gente que aquí conocí, mi familia.

A todos ustedes, GRACIAS.

*¡Orgullosamente UNAM!
Por Mi Raza Hablará El Espíritu.*

2017

1. Introducción	8
2. Fracaso en la terapia endodóntica	10
2.1. Factores que influyen en el fracaso endodóntico	10
2.2. Diagnóstico del fracaso endodóntico	15
2.2.1. Criterios clínicos	20
2.2.2. Criterios radiográficos	21
2.2.3. Criterios histológicos	24
3. Retratamiento endodóntico no quirúrgico	27
3.1. Objetivos	29
3.2. Procedimiento	32
3.3. Materiales que pueden encontrarse ocupando el sistema de conductos radiculares	35
4. Instrumentos y auxiliares para el vaciado, conformación y desinfección del SCR	41
4.1. Instrumentos endodónticos	41
4.1.1. Estandarización	43
4.1.2. Materiales utilizados para la manufactura de instrumentos endodónticos:	46
Aceros:	47
Aleaciones con memoria de forma AMF (Shape Memory Alloy SMA) y NiTiNOL:	48
4.1.2.1. NiTi	50
4.1.3. Instrumentación mecanizada	54
4.1.4. Diseño de los instrumentos endodónticos.	57
4.1.4.1. Partes constitutivas:	57
4.1.4.2. Métodos de fabricación.	61
4.1.4.3. Morfología	62

4.2. Solventes _____	68
5. Sistema Dentsply ProTaper Universal Retreatment ® _____	69
6. Técnica para la desobturación del sistema de conductos radiculares utilizando el sistema Dentsply ProTaper Universal Retreatment ® _____	75
7. Estudios evaluando el sistema ProTaper Universal Retreatment. _____	79
8. Conclusiones _____	81
Referencias _____	83

1. Introducción

Uno de los grandes retos de la terapia endodóntica contemporánea es el retratamiento endodóntico no quirúrgico, el cual será indicado cuando se confirme el fracaso del tratamiento primario o inicial. Es importante mencionar que, el diagnóstico en Endodoncia suele ser difícil en cualquier circunstancia, sin embargo el hecho de un tratamiento previo complica aún más el establecimiento de un diagnóstico correcto, es por ello que existen criterios que nos pueden servir como guía para tratar de determinar el diagnóstico correcto.

Una vez confirmado el diagnóstico, el tratamiento de primera elección será el retratamiento endodóntico no quirúrgico; se trata de un procedimiento mediante el cual se tratará eliminar el material encontrado dentro del sistema de conductos radiculares,

limpiarlo, desinfectarlo y conformarlo, todo ello para intentar de nuevo su obturación tridimensional y con esto la recuperación de los tejidos periapicales y la futura desaparición de signos y síntomas.

Son variados y distintos los materiales que pueden ocupar el sistema de conductos radiculares y así también, los métodos para su eliminación. El material más común es la gutapercha, y para su eliminación, se pueden utilizar instrumentos manuales o mecanizados.

En el siguiente trabajo, se discuten las causas y el diagnóstico del fracaso endodóntico, los materiales que pueden ocupar el sistema de conductos radiculares así como los métodos para su eliminación; también se discutirán las características comunes de los instrumentos endodónticos. Todo ello con el objeto de guiar al lector para poder comprender su uso y así poder describir de una manera sencilla y clara las características y uso de uno de los instrumentos utilizados para la eliminación de materiales del sistema de conductos radiculares: el sistema Dentsply ProTaper Retreatment®

2. Fracaso en la terapia endodántica

El fracaso en la terapia endodántica está dado cuando no se cumple el objetivo de la terapia inicial, García Aranda¹ menciona, basado en los estudios de Heisson y Meeuwissen y Eschen, que el porcentaje de éxito de los tratamientos del sistema de conductos radiculares es alto, ellos describieron que el porcentaje de éxito es de 98.7% y 45% respectivamente, Lima Machado² menciona que la tasa de éxito varía entre el 53 y el 94% este hecho puede verse alterado por distintos factores.

En general el fracaso de la terapia es la consecuencia de una recolonización bacteriana del sistema de conductos radiculares.

Es importante resaltar que es suficiente el fracaso en cualquiera de las etapas del tratamiento para que el resultado final sea negativo.

2.1. Factores que influyen en el fracaso endodántico

Los fracasos de la terapia endodántica están determinados por la persistencia de signos y

síntomas^{3,4}, de estos casos la mayoría son generados por la presencia o reintroducción, después de la conclusión del tratamiento inicial, de microorganismos intrarradiculares^{2,3,5,6,7} también se pueden mencionar, aunque en menor medida, las infecciones extrarradiculares, las reacciones a cuerpo extraño, los quistes verdaderos^{3,5,8}, y los cristales de colesterol⁵ como se ejemplifica en la Figura 1. En la tabla 1 se presenta un resumen, mencionando y clasificando la causa de los fracasos del tratamiento de conductos.



Figura 1: Causas de la enfermedad postratamiento. 1. Microorganismos intrarradiculares. 2. Infección extrarradicular. 3. Reacción a cuerpo extraño. 4. Quistes Verdaderos (Fuente: Kenneth Hargreaves LB. Cohen Vías de la Pulpa. Onceava ed. Barcelona: Elsevier; 2016)

Tabla 1: Clasificación de los fracasos de la terapia endodóntica por Nair (2002)⁵

1. Microbiano:
 - Factor intrarradicular
 - Bacterias
 - Hongos
 - Extrarradicular
 - Actinomicosis
2. No microbiano
 - Factores exógenos (reacción a cuerpo extraño)
 - Material de obturación
 - Puntas de papel
 - Factores endógenos
 - Quistes
 - Cristales de colesterol

Los microorganismos pueden permanecer en el conducto gracias a diversas circunstancias, entre ellas se mencionan la falta de localización y tratamiento de todos los conductos del sistema de conductos radiculares^{6,8,7}, limpieza y conformación deficiente^{1,2,6,7}, obturación tridimensional insuficiente^{1,6,7}, calcificaciones de los conductos⁶ y eventos iatrogénicos^{1,2,8}.

Con estos datos se infiere que cualquier error u omisión² en alguno de los pasos del tratamiento del

sistema de conductos puede tener como consecuencia final el fracaso de la terapia endodóntica. Se muestra un resumen y clasificación de los principales factores en la tabla 2.

Tabla 2: Factores que pueden interferir en el éxito o fracaso endodóntico ⁵

1. Abertura y preparación coronaria
 - a. Dificultades técnicas
 - i. Acceso incorrecto
 - ii. Perforación
 - iii. Fractura de instrumento
 - iv. Presencia de material restaurador
 - b. Dificultades Anatómicas
 - i. Calcificación
 - ii. Alteraciones anatómicas
2. Preparación del conducto radicular
 - a. Dificultades técnicas
 - i. Ubicación del conducto
 - ii. Debilitamiento de la estructura dentinaria
 - iii. Presencia de conducto adicional
 - iv. Pérdida de la longitud de trabajo
 - v. Escalón
 - vi. Desviación o Falsa vía
 - vii. Transportación
 - viii. Ensanchamiento exagerado
 - ix. Perforación
 - x. Fractura del instrumento endodóntico
 - xi. Sobreinstrumentación
 - b. Dificultades anatómicas
 - i. Conducto calcificado
 - ii. Conducto dilacerado
 - iii. Diente fuera de la posición
3. Obturación del conducto radicular
 - a. Dificultades técnicas

- i. Instrumentación excesiva
- ii. Sobreextensión
- iii. Dolor Postoperatorio
- iv. Fractura del espaciador
- v. Cemento con endurecimiento rápido
- vi. Subobturación

La reintroducción de los microorganismos se encuentra principalmente cuando no se logró un adecuado sellado tridimensional, incluso cuando las técnicas de desinfección y conformación fueran adecuadas, cuando no se lograra un correcto sellado coronario^{1,5,6,8,7}, o en los casos en donde se omite por completo la restauración postendodóntica.

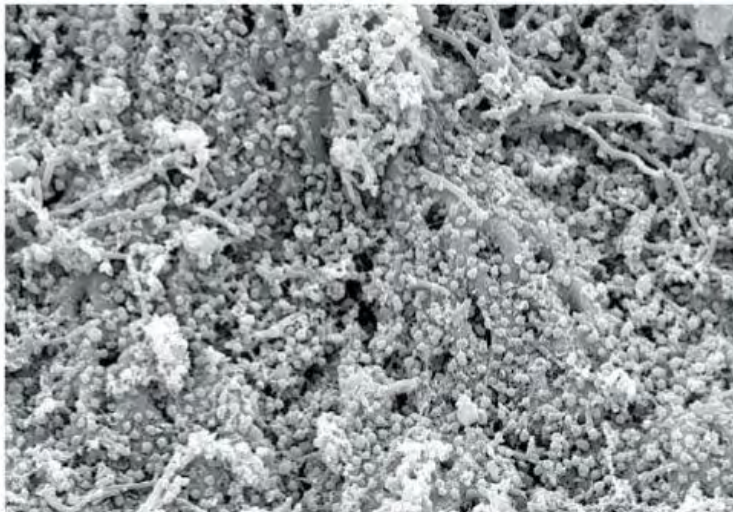


Ilustración 2: Población bacteriana que coloniza la pared de un conducto radicular.
(Fuente: Kenneth Hargreaves LB. Cohen Vías de la Pulpa. Onceava ed. Barcelona: Elsevier; 2016)

2.2. Diagnóstico del fracaso endodóntico

El diagnóstico en Endodoncia siempre representa un reto, ya sea que se trate de un diente que no ha sido tratado o de un diente con tratamiento endodóntico previo. La determinación del éxito o fracaso endodóntico es tan compleja que existe discrepancia entre distintos autores.

Para determinar el éxito o fracaso, previo, es importante establecer un patrón de control de calidad y las conductas clínicas deben encontrarse controladas por protocolos bien definidos en investigaciones correctamente estructuradas.

El diagnóstico clínico debe realizarse con los datos obtenidos en la anamnesis, el examen clínico y el radiográfico y estos indicarán también las opciones de tratamiento.

En cuanto al tiempo adecuado para la evaluación de cualquier tratamiento endodóntico Ingle y Taintor mencionaron que, a pesar de que los fracasos endodónticos puedan encontrarse en un lapso de hasta 10 años, la mayoría muestra evidencia en el

trascuro de 2, Stabholz & Walton mencionaron que "el seguimiento subsiguiente al tratamiento debe de ser de 1 a 4 años", Estrela describe que "El control longitudinal (...) constituye el recurso que se utiliza para determinar el éxito. Como parámetro clínico y radiográfico inicial para una verificación previa del resultado del tratamiento endodóntico, se puede establecer un período aproximado de un año para los casos de pulpa vital y 2 años para los casos de infecciones endodónticas (conductos con diagnósticos de pulpa necrótica y patología perirradicular)".

En conclusión es evidente que el control postratamiento se debe llevar a cabo periódicamente por los 2 años siguientes después de haber concluido el tratamiento de conductos por lo menos cada seis meses. Este seguimiento longitudinal es importante pues la condición de la restauración del diente y la salud general e higiene del paciente pueden influir directamente en el éxito o fracaso del tratamiento de conductos⁵.

Como ya se mencionó los criterios para la determinación del éxito o fracaso del tratamiento de conductos radiculares es variable según el autor; Bender y colaboradores^{5,9}, mencionan que existen criterios clínicos y radiográficos representativos del éxito del tratamiento endodóntico:

1. Ausencia de dolor y edema.
2. Ausencia de drenaje y cierre de fistula.
3. Diente en función, con fisiología normal.
4. Desaparición de la rarefacción ósea periapical.

Walton y Torabinejad⁶ y Soares⁸ mencionan que se trata de fracaso cuando algunos meses o años después el paciente acude a consulta con un diente tratado previamente y este presenta signos y síntomas entre los que se encuentra: sintomatología dolorosa que, en la mayoría de los casos, es espontánea o bien aparece al masticar o morder con fuerza y no ha cambiado o ha empeorado desde que se sometió al tratamiento inicial.

García Aranda¹ menciona que estos datos se pueden encontrar con los métodos de diagnóstico pulpar y periapical tradicionales, cuando la respuesta del paciente es negativa a las pruebas de sensibilidad pulpar y positiva a las pruebas de sensibilidad periodontal con dolor a la masticación y a las percusiones tanto horizontal como vertical y con dolor o molestia ante la palpación periapical.

En el caso de la inspección clínica podemos encontrar inflamación localizada y difusa con la presencia o no de un tracto sinusal supurante^{6,1} o fístula¹ y cuando existan antecedentes de aumento de volumen facial o del pliegue mucobucal⁶.

Otro criterio que los autores consideran importante es el radiográfico, ellos^{1,6,8} mencionan que, muchos casos se denominan fallidos cuando, al realizar el examen radiográfico de control o en un paciente referido con tratamiento endodóntico previo, se encuentran lesiones periapicales que no han sanado, han aumentado o que no existían al momento del tratamiento inicial aún si el paciente se encuentra asintomático; también durante el examen

radiográfico de rutina se pueden encontrar conductos sin tratar, sin obturar o con el material obturador a una profundidad no apropiada⁶.

También se denominará fracaso a los casos que se encuentren con tratamientos endodónticos bien realizados y que hayan permanecido entre 2 y 3 meses sin restauración, con una restauración provisional² o con restauraciones definitivas mal ajustadas ya que estas no proporcionarán un buen sellado coronario, dejando expuesto al medio bucal el tratamiento concluido.

Debido a la diferencia entre los autores para la definición de éxito o fracaso en el tratamiento del sistema de conductos radiculares, la Asociación Americana de Endodoncia (AAE) estableció en 1994 una serie de criterios para garantizar la calidad de los tratamientos endodónticos basados en aspectos clínicos, radiográficos e histológicos^{9, 5}

A continuación se presentan dichos criterios^{9, 5}:

2.2.1. Criterios clínicos

- **Clínicamente aceptable**
 - Ausencia de sensibilidad a la percusión o a la palpación.
 - Movilidad normal.
 - Ausencia de fístula o de enfermedad periodontal asociada.
 - Diente en función normal.
 - Sin señales de infección o edema.
 - Sin evidencia de molestia subjetiva (al masticar).
- **Clínicamente discutible**
 - Síntomas vagos y esporádicos.
 - Sensación de presión.
 - Bajo grado de molestia después de la percusión, palpación o masticación.
 - Molestia cuando se ejerce presión por la lengua.

 - Presencia de sinusitis causando duda con respecto a los síntomas del diente.

- Necesidad ocasional del uso de analgésicos para aliviar una molestia mínima.
- **Clínicamente inadmisibles**
 - Persistencia de síntomas subjetivos.
 - Fístula o edema recurrente.
 - Molestia previsible con percusión y palpación.
 - Evidencia de fractura radicular.
 - Excesiva movilidad o destrucción periodontal.
 - Imposibilidad de masticar con el diente.

2.2.2. Criterios radiográficos

- **Radiográficamente aceptable.**
 - El espacio del ligamento periodontal se encuentra normal o ligeramente espeso (<1mm).
 - Se constata la reparación de la lesión existente.
 - Normalidad de la lámina dura con relación a los dientes adyacentes.
 - Ausencia de reabsorción.

- Obturación de los conductos bien condensada confinada al espacio del conducto radicular dentro de los límites establecidos durante la determinación de la longitud real de trabajo.
- **Radiográficamente cuestionable**
 - Espacio del ligamento periodontal engrosado (>2mm).
 - Presencia de rarefacción ósea de tamaño similar a la encontrada durante el tratamiento inicial o con poca evidencia de reparación.
 - Evidencias sugestivas de progresión de una reabsorción.
 - Lámina dura con espesor distinto al de los dientes adyacentes.
 - Espacios vacíos (burbujas) en la obturación, especialmente en el tercio apical del conducto radicular.
 - Material obturador extendiéndose más allá del ápice radicular.
- **Radiográficamente inadmisibles**

- Espacio del ligamento periodontal ensanchado.
- Ausencia de reparación ósea en una rarefacción periapical (Figura 3).
- Aumento del área radiotransparente.
- ausencia de formación de la nueva lámina dura.
- Presencia de radiotransparencias óseas en áreas periapicales donde anteriormente no existían, además de radiotransparencias laterales.
- Espacio del conducto visible y manifiesto que no fue obturado o que presenta vacíos significativos en la obturación.
- Evidencia clara de reabsorción progresiva.



Figura 3 Ausencia de reparación ósea en una rarefacción periapical (Fuente: Kenneth Hargreaves LB. Cohen Vías de la Pulpa. Onceava ed. Barcelona: Elsevier; 2016)

2.2.3. Criterios histológicos

Estudios han demostrado que la completa reparación histológica ocurre en un porcentaje muy pequeño de casos (aproximadamente en el 7%) y la inflamación crónica persiste en el 93% de los casos, esto sin que se detecten signos y síntomas y en los casos clasificados como radiográficamente aceptables.

También hay que mencionar que los aspectos histológicos no se pueden corroborar a menos que se extraiga el diente y se lleve a cabo un estudio histopatológico, sin embargo la AAE los menciona para conocer qué es lo que ocurre en la región periapical en estos casos⁹.

- **Histológicamente aceptable**
 - Ausencia de inflamación.
 - Reparación de las fibras de Sharpey.
 - Reparación del cemento apical con sellado del foramen.

- Evidencia de reparación ósea con osteoblastos sanos adyacentes al nuevo tejido formado.
- Ausencia de reabsorción y nueva deposición cementaria en las áreas preexistentes.
- **Histológicamente cuestionable**
 - Presencia de la inflamación moderada.
 - Áreas todavía con presencias de reabsorción y deposición cementaria concomitante.
 - Fibras periodontales desorganizadas.
 - Mínima reparación ósea con evidencia de actividad osteoclástica.
- **Histológicamente inaceptable**
 - Presencia de inflamación severa.
 - Ausencia de reparación ósea con áreas de reabsorción adyacente.
 - Reabsorción activa del cemento sin evidencia de reparación.
 - Presencia de microorganismos y zonas de tejido necrótico.

- Presencia de tejido de granulación y posible proliferación epitelial.

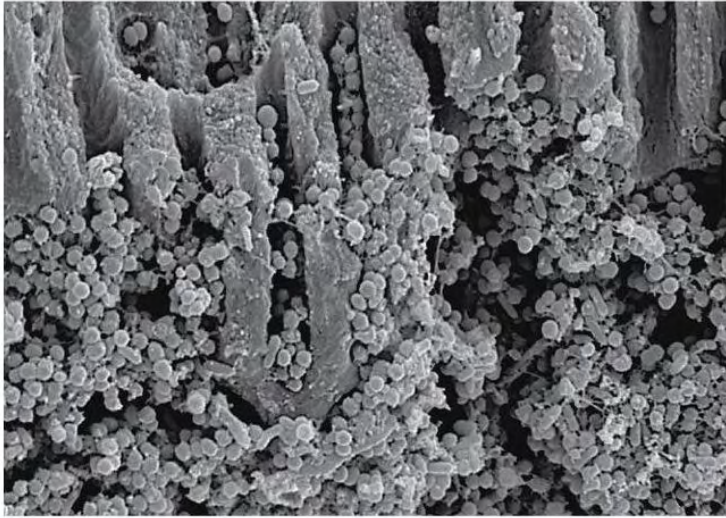


Figura 4: “Intensa infección de las paredes de un conducto radicular, principalmente por cocos (...) penetrando los túbulos de dentina” (Fuente: Kenneth Hargreaves LB. Cohen Vías de la Pulpa. onceava ed. Barcelona: Elsevier; 2016.)

3. Retratamiento endodóntico no quirúrgico

Una vez confirmado el diagnóstico del fracaso del tratamiento endodóntico primario se deberá llevar a cabo la toma de decisiones para determinar cuál será la vía clínica a seguir para el mejor pronóstico del diente afectado^{5,6}; las posibles vías de tratamiento serán: el retratamiento no quirúrgico, la cirugía paraendodóntica, la extracción^{5,6,2} y en pocos casos, la reimplantación intencional⁶, todo esto siempre que exista la posibilidad de restaurar adecuadamente el diente problema^{6,8} cuando el diente tenga utilidad funcional y estética⁸ y el paciente desee someterse a un nuevo tratamiento endodóntico para conservar su dentición natural⁶. Si el diente no cumple los requisitos antes mencionados deberá ser extraído⁸.

El tratamiento de primera elección en los casos donde los dientes manifiesten estas características será entonces el retratamiento endodóntico no quirúrgico^{5, 6, 9, 10,11}.

Antiguamente la primera opción de tratamiento para el diagnóstico confirmado de fracaso endodóntico solía ser la cirugía del extremo radicular² sin embargo las nuevas técnicas y sistemas de instrumentación permiten que el retratamiento no quirúrgico sea más conservador y tenga un mejor pronóstico.

Únicamente se deberá recurrir al tratamiento quirúrgico como primera opción en aquellos casos donde existan obstrucciones francas en los conductos, de modo que impidan la realización del tratamiento conservador^{6, 8}.

Las indicaciones para el retratamiento endodóntico no quirúrgico según la guía clínica de la Asociación Americana de Endodoncia¹², son:

1. Persistencia de patología perirradicular, con sintomatología.
2. Evidencia radiográfica de una obturación deficiente cuando existe patosis perirradicular o sintomatología continua después del tratamiento endodóntico.

3. Sintomatología persistente,
4. Procedimientos restaurativos o protésicos anticipados que pudieran comprometer la obturación preexistente del sistema de conductos radiculares.
5. Procedimientos restaurativos o protésicos anticipados en un diente donde la calidad del tratamiento previo es cuestionable.
6. Cuando se sospecha de contaminación bacteriana por microfiltración salival.

3.1. Objetivos

Una vez mencionados los factores que influyen en el fracaso endodóntico y su diagnóstico, el objetivo del retratamiento endodóntico no quirúrgico es claro: acceder al sistema de conductos y realizar un nuevo tratamiento, ya sea que existan conductos no tratados, con tratamientos incompletos, con obturaciones deficientes o con cualquiera de las características que evidencian el fracaso del tratamiento inicial.

Esto se logra penetrando la cámara pulpar y removiendo los materiales que puedan ocupar el sistema^{1,2,5} establecer el nuevo límite de longitudinal y transversal de la preparación para obtener una forma adecuada⁵ y si fuera necesario reparar los defectos de origen patológico o iatrogénico presentes^{1,2} permitiendo al profesional una limpieza, instrumentación y obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares^{2,8} con el fin de eliminar los microorganismos que pudieran haber permanecido en el sistema durante el tratamiento inicial o accedido al mismo después de la obturación⁶ y así, obtener un control bacteriano efectivo⁵ creando las condiciones biológicas adecuadas para la reparación de los tejidos perirradiculares⁸.

Según la guía clínica de Endodoncia¹², los objetivos del retratamiento endodóntico no quirúrgico son:

- El alivio y prevención de signos y síntomas clínicos adversos.

- Crear una apariencia radiográfica de un sistema de conductos radiculares bien obturado en donde el material de obturación del canal radicular se extienda lo más cerca posible a la constricción apical de cada conducto, para mantener, recuperar, o promover la recuperación de los tejidos perirradiculares:
 - a) Si un diente tenía un espacio del ligamento periodontal y lámina dura intacta rodeando las raíces al momento de la obturación, la radiografía posoperatoria subsecuente deberá permanecer sin cambios después de un período razonable de tiempo.
 - b) Si un diente tenía radiolucidez perirradicular preoperatoria, la examinación radiográfica subsecuente debe demostrar una lámina dura intacta y un espacio del ligamento

periodontal normal alrededor de las raíces.

- c) Si el área de radiolucidez se encuentra disminuyendo en tamaño y no aumentando y el diente es asintomático. Se requerirán visitas adicionales de seguimiento donde se indica la examinación radiográfica.
- d) Puede existir regeneración perirradicular ósea sin la reformación de un espacio del ligamento periodontal normal.

3.2. Procedimiento

El procedimiento para realizar el retratamiento consta casi de las mismas fases operatorias que el tratamiento inicial⁵; se debe realizar de nuevo el acceso, así como el vaciado de los materiales que puedan estar ocupando el sistema de conductos, esto incluye la eliminación del material obturador existente, los materiales restauradores y el contenido

de la porción del sistema no tratada si es que existe, la reinstrumentación y reparación de los defectos de origen patológico o iatrogénico, la medicación intraconducto y por último la obturación; todo ello buscando el ambiente propicio para que los mecanismos de reparación logren su cometido^{2,9}.

Los pasos operatorios para el retratamiento endodóntico no quirúrgico serán^{8,9}:

1. Planeamiento del retratamiento.
2. Acceso a la cámara pulpar y si lo requiere su corrección.
3. Acceso al sistema de conductos radiculares.
4. Remoción de los materiales que ocupan el conducto.
5. Determinación del nuevo límite apical.
6. Limpieza y conformación del sistema de conductos.
7. Medicación intraconducto.
8. Obturación tridimensional.
9. Control posoperatorio.

Procedimiento según la Guía clínica de Endodoncia AAE¹²

El retratamiento no quirúrgico del sistema de conductos radiculares es un procedimiento para eliminar el material de obturación previamente colocado dentro de los conductos y re-obturar el diente.

La limpieza conformación desinfección y obturación de todos los conductos radiculares se consigue utilizando una técnica aséptica con aislamiento con dique de goma.

Los selladores de conductos utilizados serán un biomaterial para obturar sólido o semisólido para establecer un sellado adecuado del sistema de conductos radiculares.

El manejo de obstrucciones del conducto, defectos radiculares, morfología aberrante del sistema de conductos, perforaciones y escalones pueden requerir procedimientos adicionales.

Los casos de retratamiento pueden variar enormemente en complejidad requiriendo un gran esfuerzo, tiempo y habilidad y debe tomarse en cuenta la habilidad y experiencia del operador.

El procedimiento puede requerir otras modalidades de retratamiento como la apexificación o la intervención quirúrgica para lograr un mejor resultado.

3.3. Materiales que pueden encontrarse ocupando el sistema de conductos radiculares

Los conductos relacionados al fracaso endodóntico pueden contener, o no materiales obturadores, esto por el hecho de que existen casos donde el fracaso está dado cuando no se encontraron los conductos y por lo tanto no se realizó el tratamiento endodóntico, en consecuencia dentro de estos conductos encontramos tejido pulpar vital o necrótico^{9,13,14}. En los casos donde el tratamiento primario si fue realizado, podemos encontrar materiales restauradores (pernos y postes intrarradiculares)^{2,5,9},

cementos, gutapercha y conos de plata^{2,5,8,9}; también es común encontrar tratamientos “incompletos”⁹, esto se refiere a que la preparación realizada en el tratamiento previo no alcanzó una longitud adecuada y como consecuencia encontraremos restos de tejido pulpar.

Los materiales más comunes que se pueden encontrar dentro de los conductos son:

- **Retenedores protésicos.**

Entre estos, encontramos los postes intrarradiculares (Figura 5), los materiales más utilizados para este tipo de retenedores incluyen metales y fibras, ya sea de carbono o vidrio por mencionar algunos, y pueden encontrarse con cementos tradicionales (ionómero de vidrio, fosfato de zinc) o a base de resina (cemento dual) lo que puede dificultar su eliminación^{2,5,8,9}.

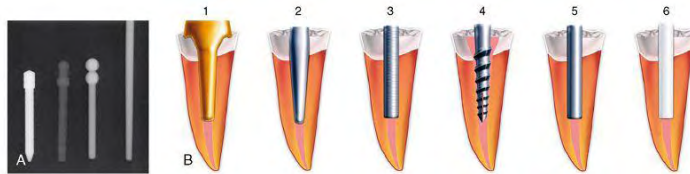


Figura 5: Radioopacidad e ilustraciones de distintos tipos de retenedores protésicos. A) De izquierda a derecha: Acero inoxidable, postes de fibra y gutapercha. B) 1.Colado, 2. Truncocónico, 3.Paralelo, 4. Activo, 5. Pasivo, metálico 6. Pasivo, no metálico. (Fuente: Kenneth Hargreaves LB. Cohen Vías de la Pulpa. onceava ed. Barcelona: Elsevier; 2016.)

- **Pastas y cementos.**

En algunos casos, el conducto puede estar solo ocupado por pastas (como el hidróxido de calcio) las cuales no representan un reto mayor en su eliminación; o cementos (óxido de zinc-eugenol, fosfato de zinc e incluso resinas fotopolimerizables), estos suelen poseer una consistencia dura, por lo que pueden requerir de un auxiliar para su eliminación como solventes y ultrasonido, representando un verdadero reto por las características ya mencionadas⁵.

- **Conos de plata.**

Cuando se introdujeron los conos de plata se creía que proporcionaban la misma tasa de éxito que la gutapercha y eran más fáciles de usar. La rigidez que presentaban estos conos de plata facilitaba su colocación y permitía controlar su longitud; sin embargo, la incapacidad de rellenar las irregularidades del sistema de conductos radiculares permitía las filtraciones. Por otro lado cuando las puntas de plata entraban en contacto con los fluidos tisulares o la saliva experimentaban corrosión, y los productos de esta reacción son citotóxicos y producen patología o impiden la reparación apical. Con la introducción de los conos de plata rígidos se hizo posible su colocación fácil en toda la longitud del conducto y, muchos clínicos no limpiaban ni modelaban correctamente el conducto antes de la obturación por lo tanto se produjeron fracasos como consecuencia

de las filtraciones y de la falta de eliminación de los irritantes del sistema de conductos radiculares³. Actualmente los conos de plata se encuentran en desuso, pero aún se encuentran casos que fueron obturados con este tipo de materiales^{2, 5, 6, 8,9}.

- **Gutapercha.**

Se trata del material para la obturación de los conductos usado con más frecuencia^{7, 10,15}. Este es un polímero cristalino (isómero trans del poliisopreno (caucho)). Los conos utilizados para la obturación contienen de 19-22% de gutapercha. El principal componente de estos conos es el óxido de cinc, que constituye entre el 60 y 75% del material. El 5-10% restante corresponde a diversas resinas, ceras y sulfatos metálicos³.

- **Resilon.**

Es un material de relleno de conductos radiculares termoplástico compuesto de polímeros creado para conseguir una unión adhesiva entre el material sólido del núcleo y el sellador^{3, 15}. Los conos tienen una flexibilidad similar a la de la gutapercha. EL Resilon está compuesto de polímeros de poliéster, cristal bioactivo y rellenos radiopacos con un contenido de selladores del 65%. Se puede reblandecer con calor y disolver con solventes, como el cloroformo, lo cual facilita las técnicas actuales de retratamiento en los casos fallidos³.



Ilustración 6: Puntas de Resilon (Fuente: Kenneth Hargreaves LB. Cohen Vías de la Pulpa. onceava ed. Barcelona: Elsevier; 2016.)

4. Instrumentos y auxiliares para el vaciado, conformación y desinfección del SCR

4.1. Instrumentos endodónticos

El objetivo de los instrumentos endodónticos es el de conformar y limpiar el sistema de conductos radiculares (Schilder 1974). Esta fase del tratamiento endodóntico es clave, pues la limpieza del sistema de conductos elimina todo tejido contaminado en conjunto con la irrigación adecuada; la conformación del sistema permite que este reciba los materiales adecuados para el correcto sellado tridimensional³.

16

Los instrumentos endodónticos están creados a partir de dos aleaciones metálicas principalmente: el acero inoxidable y las aleaciones de níquel-titanio³.

Las características del instrumental endodóntico fueron evolucionando a lo largo del tiempo.

Históricamente los instrumentos endodónticos se componían de un mango para su empleo manual y

una parte activa que se introducía en el conducto, esta parte activa tenía la función de ensanchar, limar, profundizar, introducir o extraer elementos o materiales del conducto.

Conforme fue evolucionando la ciencia de la Endodoncia el instrumental también lo hizo. Comenzaron a aparecer instrumentos digitales con mangos más pequeños, de tal manera que mejorara la transmisión de sensaciones táctiles para el operador.

Los primeros instrumentos con estas características fueron desarrolladas a principios del siglo XX por la Kerr Manufacturing Co. En EEUU. Estos eran fabricados a partir de un alambre de acero al carbono que podría ser labrado o torsionado con la finalidad de obtener instrumentos con estrías de diferente angulación o repetitividad lo cual les confería distintas capacidades de acuerdo con la cinemática empleada.

Buscando acelerar los tiempos de empleo estos instrumentos fueron dotados de monturas que permitían utilizarlos en piezas de mano rotatorias¹⁷.

Las características ideales de los instrumentos endodónticos son:

- Deben ser flexibles.
- Tener buena capacidad de corte.
- No producir desgaste que originen deformaciones en los conductos.
- No perforar con sus puntas.
- No empacarse en los conductos.
- Retirar rápidamente el producto de su desgaste.
- Ser fabricados a partir de un material resistente para el trabajo que realizan.
- No fracturarse sin deformarse previamente.
- Ser durables.

4.1.1. Estandarización

La diversidad de instrumentos de distintas características así como la falta de uniformidad de calibre y conicidad entre los instrumentos de la misma numeración llevaron a la necesidad de generar un sistema que ordenara esta situación.

En 1958 a partir de las ideas de Ingle y de Levine en Estados Unidos, surgió la idea de establecer la estandarización del instrumental.

En 1962 se creó el comité de estandarización que luego pasó a ser parte de la ISO (International Standard Organization).

En 1976 mediante la especificación número 28 de la ADA se publicaron las primeras normativas para la fabricación de dos tipos de instrumentos endodónticos; limas y escariadores tipo K.

Estas normas determinaron parámetros relativos a la resistencia a la fractura, la rigidez, la resistencia a la corrosión, las dimensiones y los índices de tolerancia para todas estas variables, además se estableció una clave cromática universal para 19 tamaños diferentes de instrumentos, revisiones posteriores en introdujeron el tamaño 0.06 de lima y la estandarización de las limas tipo Hedstroem.

Se estableció también que la longitud de la parte activa del instrumento debe ser de 16 mm. En cuanto a las longitudes totales de la punta al mango se establecieron tres medidas: 21, 25 y 31 mm. Otra característica que se sumó fue la de implementar

una codificación de colores: rosa, gris y violeta para los tres instrumentos más delgados (.06, .08, .10) y luego otros 6 (blanco, amarillo, rojo, azul, verde y negro) que se repetirían en series sucesivas por incremento de calibre.

En la norma ISO 1942 se establece la terminología de los instrumentos endodónticos:

- *Root canal endodontic instrument:* instrumento dental designado a la exploración la conformación la limpieza o la obturación del conducto radicular.
- *Standard-size instrument:* Instrumento endodóntico dentro de los rangos de medidas estándares con una conicidad uniforme de 0.02 por milímetro de longitud.
- *Non-standard-size instrument:* Instrumento endodóntico que presenta otros tamaños de punta diferentes de los estandarizados.
- *Taper-size instrument:* Instrumento endodóntico cuyo calibre es determinado en función del diámetro de su punta y que

presenta conicidades diferentes de 0.02 por milímetro de longitud.

- *Shaped-sized instrument*: Instrumento endodóntico cuya parte activa presenta un contorno continuo.
- *Non-taper-sized instrument*: Instrumento endodóntico cilíndrico a lo largo de su eje
- *Non-uniform-taper-sized instrument*: Instrumento endodóntico con más de una conicidad a lo largo de su parte activa.

4.1.2. Materiales utilizados para la manufactura de instrumentos endodónticos:

Gracias a sus capacidades físico-químicas y por ser económicamente convenientes, las aleaciones metálicas son las elegidas para la manufactura del instrumental endodóntico¹⁷.

Las primeras aleaciones metálicas eran de acero al carbono, este fue reemplazado por los aceros inoxidable y más tarde por el titanio aluminio para después dar pie al níquel titanio. Las propiedades

físicas de los metales convencionales dependen de su estructura molecular.

Los instrumentos de aleaciones con base de níquel-titanio suelen ser limas y ensanchadores para instrumentación mecanizada (ProTaper, iRaCe, Mtwo). Aunque también se pueden encontrar limas manuales con estas características (ProTaper Manual, NiTi Flex)³.

El acero inoxidable a su vez se puede encontrar en instrumentos rotatorios, y manuales.

Los principales instrumentos de acero inoxidable son fresas (Gates Glidden), limas y ensanchadores (Limas tipo K, Hedström)³.

Aceros:

El acero inoxidable fue inventado a principios del siglo XX al descubrir que al añadir una pequeña cantidad de cromo al acero común, este adquiría un aspecto brillante y era especialmente resistente a la suciedad y la oxidación.

En Odontología, el acero inoxidable se utiliza para la manufactura de la mayoría de los instrumentos, y en Endodoncia se utiliza para la confección de limas y

ensanchadores manuales, siendo los más representativos las limas tipo K y las tipo Hedström que se muestran a detalle en la figura 7.

Aleaciones con memoria de forma AMF (Shape Memory Alloy SMA) y NiTiNOL:

El efecto térmico de memoria es una característica de los materiales llamados “inteligentes”, estos presentan la capacidad de reaccionar ante un estímulo dado. En los metales y las cerámicas el efecto de memoria se basa en un cambio en su estructura cristalina conocido como transición martensítica de fases¹⁷.

Los materiales con memoria de forma presentan dos fases diferentes: a bajas temperaturas se denomina fase martensítica mientras que a altas temperaturas se llama fase austenítica. En la fase martensítica el material es más maleable y fácil de trabajar. Una particularidad de la transformación austenítico-martensítica consiste en que transcurre sin difusión de los átomos. Calentando el material hasta una temperatura en la que todo él se encuentra en fase austenita es posible generar la morfología deseada y

mantenerla en la memoria de dicho material. El segundo paso consiste en el enfriamiento programado hasta lograr la transformación completa de material en estructura martensítica, la transformación de austenita-martensita ocurre sin que se produzcan cambios morfológicos en el cuerpo obtenido, en la fase martensita el material es muy maleable, por lo que su forma puede cambiarse con facilidad. Mientras que el material no vuelva a ser calentado a la temperatura indicada para la transformación austenítica, la nueva forma se mantiene de lo contrario el material recuperará la forma original. Este comportamiento se conoce como “efecto unidireccional de memoria”¹⁷.

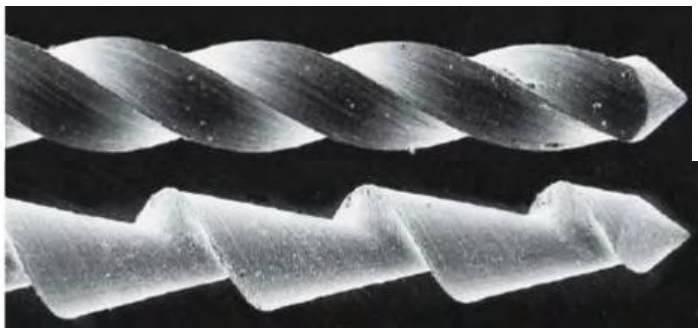


Figura 7: Detalle de limas de acero inoxidable; arriba lima tipo K, abajo lima Hedstroem (Fuente: Kenneth Hargreaves L.B. Cohen Vías de la Pulpa. Onceava ed. Barcelona: Elsevier; 2016)

4.1.2.1. NiTi

El primer material con memoria de forma fue descrito y estandarizado en 1963¹⁷ durante un programa espacial del Naval Ordnance Laboratory en Maryland Estados Unidos¹⁶ cuando Buehler y colaboradores describieron el comportamiento en una aleación equiatómica de níquel titanio¹⁷, que posteriormente fue llamada NiTiNOL (Ni- Níquel, Ti- Titanio, NOL- Naval Ordnance Laboratory)¹⁶.

La característica especial de esta aleación es que en caso de que se encuentre bajo cualquier clase de estrés (por ejemplo doblarla) las moléculas que lo componen regresan a su posición original¹⁶.

La aleación de Níquel-Titanio (NiTi) pertenece al grupo de aleaciones llamada “Aleaciones de memoria de forma” ya mencionadas. La aleación de NiTi se comporta como dos metales distintos, porque puede existir en una de dos formas cristalinas. La aleación existe de manera natural en una fase cristalina *austenítica*, la cual se transforma en una

fase *martensítica* cuando se aplica alguna forma de estrés, como se demuestra en la Figura 8. En la fase *martensítica* se requerirá aplicar una fuerza muy ligera para poder doblar el material, si el estrés aplicado es eliminado, el material regresará a la fase *austenítica* y así a su forma original. Éste fenómeno es llamado *transformación termoelástica inducida por estrés*¹⁶.

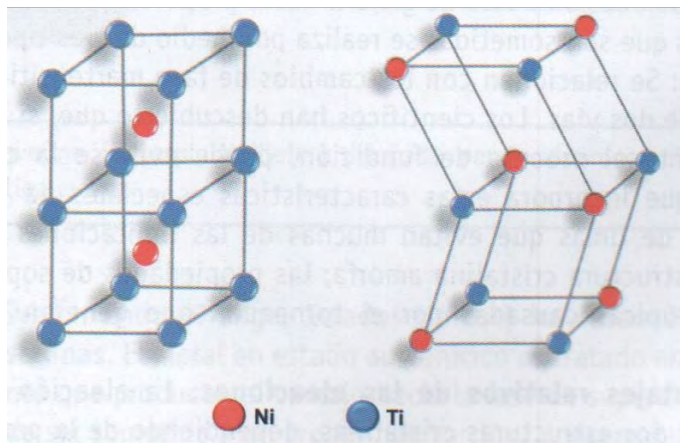


Figura 8: Transformación espacial de austenita en martensita en el níquel-titanio.
(Fuente: Gustavo Horacio Lopreite JMB. Claves de la endodoncia mecanizada Buenos Aires: Grupo Guía; 2016.)

Aleación NiTiNOL en Endodoncia:

En 1988 Walia, Gerstein y Bryant realizaron la primera serie de ensayos comparativos que demostraron las ventajas de las limas de endodoncia fabricadas a partir de la aleación níquel titanio sobre las de acero inoxidable. Estos autores describieron el potencial de la aleación de níquel titanio en endodoncia e informaron que está aleación presenta entre 7 y 8 veces más flexibilidad que el acero inoxidable. En 1991 la NT Company introdujo las primeras limas comerciales de NiTi manuales y mecanizadas. En 1994 presentó el sistema McXim, primera serie de instrumentos rotatorios de níquel titanio. Estas aleaciones presentan varias ventajas, entre ellas, una elevada resistencia a la corrosión, una buena biocompatibilidad y además dos propiedades fundamentales: el efecto de memoria de forma y la súper elasticidad¹⁷.

Las propiedades de las aleaciones de níquel titanio permitirían diseñar instrumentos con morfologías nunca antes vistas, generando nuevas combinaciones de partes activas, conicidad y secciones, al tiempo que posibilitaron introducir de

modo seguro la mecanización en la conformación de los conductos radiculares, lo cual constituye el progreso más relevante en el campo del diseño de los instrumentos endodónticos. La aleación de NiTi utilizada para la fabricación de limas endodónticas actualmente es de 56% níquel y 44% titanio y se le conoce como 55 NiTiNOL¹⁶.

Esta aleación se caracteriza por dos propiedades principales de interés para el tratamiento del sistema de conductos radiculares: presenta superelasticidad y memoria de forma, estas dos características le confieren una elevada resistencia a la fatiga cíclica.

En una situación clínica cuando las limas de NiTi son colocadas en conductos curvos, estas se deforman y entran en la fase martensítica, esta transición molecular le permite a los instrumentos el tomar curvaturas severas o múltiples sin sufrir una deformación permanente. Después de la liberación de fuerza en la lima, esta regresa a la fase austenítica y por consecuencia regresa a su forma original¹⁶.

La superelasticidad presentada por los instrumentos de NiTi permite una deformación de 8% que regresa a su forma original, comparada con el 1% que permiten las aleaciones de acero inoxidable¹⁶.

4.1.3. Instrumentación mecanizada

A lo largo de la historia de la endodoncia para la instrumentación de los conductos se han empleado diferentes mecanismos y recursos: la rotación continua a distintas velocidades, los movimientos oscilantes, los movimientos vibratorios aleatorios los giros alternos con introducción y el ultrasonido

Movimiento rotatorio horario continuo de 360°: El movimiento circular de una partícula o cuerpo rígido se puede describir según los valores de velocidad y aceleración, estas son magnitudes vectoriales. Para la descripción de este movimiento resulta conveniente referirse a los ángulos recorridos ya que estos son idénticos para todos los puntos de la circunferencia en relación con un mismo centro.

La velocidad es una magnitud vectorial expresada por la longitud recorrida en un periodo de tiempo y la fuerza de torsión es el resultado de un esfuerzo tangencial que se aplica al elemento que gira como un instrumento en rotación, esta magnitud se conoce como torque y se expresa en unidades de fuerza por distancia (N/cm, g/cm, in/lb) ¹⁷.

Los motores endodónticos tienen un rango muy amplio de velocidades: desde 150 revoluciones por minuto (RPM) hasta 40000 RPM. Mientras mayor sea la velocidad, entonces es mayor la capacidad de corte, sin embargo, esto tiene ciertas desventajas, pues una elevada velocidad, tiene como consecuencia la pérdida de la sensibilidad táctil, fractura de los instrumentos, precedida de una deformación en la estructura, cambios en la curvatura del conducto y por supuesto menor control¹⁶.

El torque (*momento*) se refiere a la cualidad del motor para resistir la presión lateral sin disminuir la velocidad del instrumento y en consecuencia reducir su capacidad de corte. Esto permite que el instrumento siga cortando aún cuando el conducto

comienza a estrecharse, aunque también un torque elevado aumentará la incidencia del instrumento a atascarse, con ello deformarse y en última consecuencia separarse; al propio tiempo, un torque disminuido reduciría la capacidad de corte del instrumento y dificultará la progresión del mismo en el conducto¹⁶.

Movimiento de picoteo asociado a la instrumentación rotatoria.

Para el empleo de instrumentos mecanizados se deberá utilizar un movimiento de entrada de aproximadamente un milímetro por segundo, realizando la presión mínima necesaria para su progresión y sin forzar en sentido apical.

Un movimiento de picoteo más prolongado aumenta el tiempo necesario para que ocurra la fractura ya que incrementa el intervalo para que un punto determinado de la lima pase por la zona que sufre mayor estrés.

4.1.4. Diseño de los instrumentos endodónticos.

Una vez que se estableció la estandarización de los instrumentos, también se estableció la división de las partes del instrumento para su estudio, así como la determinación del proceso de manufactura.

Entre las partes que constituyen un instrumento endodóntico encontramos el mango, el vástago, la porción activa y la punta; de estos elementos se estudia su forma y tamaño, los cuales determinarán las características funcionales del instrumento.

4.1.4.1. Partes constitutivas:

Vástago: se trata del fragmento de alambre liso que vincula la parte activa con el mango o montura, su longitud es variable y determina el largo total del instrumento¹⁷.

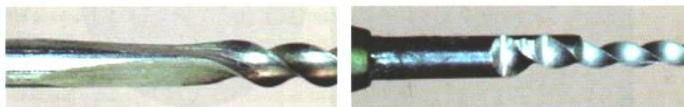


Figura 9: Se observan los vástagos de dos tipos de instrumentos (Gustavo Horacio Lopreite JMB. Claves de la endodoncia mecanizada Buenos Aires: Grupo Guía; 2016.)

Mango o montura: Es la parte metálica o plástica para la sujeción del instrumento. Generalmente posee facetas o ranuras que facilitan su sujeción. Los mangos en forma de montura permiten su empleo en contraángulos para la instrumentación mecanizada, también permiten la identificación del instrumento por medio de bandas de colores o anillos grabados, que representan la secuencia de uso, el diámetro de la punta y la conicidad del instrumento.



Figura 10: Se muestra un par de instrumentos ProTaper F2. Nótese que se trata del mismo instrumento con la adaptación de mango para su uso manual o montura para su uso mecanizado. (Fuente: Directa)

Punta y guía de penetración: Es el extremo de la pirámide que, según su morfología determina el tipo de sección. El ángulo de transición entre la punta y la primera estría del instrumento determina el grado de agresividad del movimiento de penetración; al suavizar este ángulo la punta es menos agresiva en busca de transformarlas únicamente en vías de penetración.

Cumple dos funciones:

- Ampliar el conducto por acción de corte.
- Guiar el instrumento a través de la luz del espacio endodéntico.

El ángulo y el radio de su borde superior denominado ángulo de transición y la proximidad real de la estría a su punta determinan la capacidad de corte de la punta del instrumento, la ampliación del conducto depende de la relación entre la punta propiamente dicha y la distancia que va de la punta hasta la primera espira del instrumento.

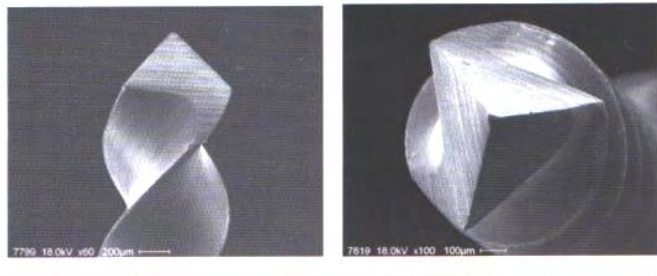


Figura 11: Punta de un instrumento endodóntico al MEB. (Fuente: Gustavo Horacio Lopreite JMB. Claves de la endodoncia mecanizada Buenos Aires: Grupo Guía; 2016.)

Parte activa: Es lo que caracteriza al instrumento, de sus particularidades dependen cuestiones tales como la forma de empleo, la capacidad de corte y el modo de eliminación de residuos.

Calibre: Es el diámetro expresado en centésimas de milímetro de la primera circunferencia cortante de la parte activa.

Conicidad: Se define como la relación entre la diferencia de los diámetros extremos de un tronco de cono y su longitud. El índice de conicidad de un instrumento se expresa generalmente como el valor de diámetro que aumenta por cada milímetro a lo largo de su superficie de trabajo desde la punta hacia el mango o montura. Algunos fabricantes expresan la forma cónica en términos de porcentaje

(conicidad .02= conicidad 2%) y esta conicidad puede ser constante o variable¹⁷.

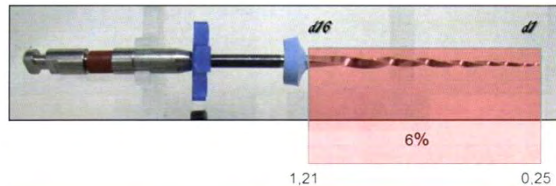


Figura 12: Instrumento RaCe (FKG®) Ejemplo de conicidad constante (Fuente: Gustavo Horacio Lopreite JMB. Claves de la endodoncia mecanizada Buenos Aires: Grupo Guía; 2016.)

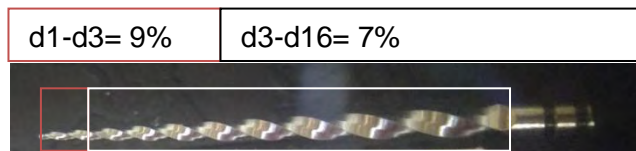


Figura 13: Instrumento ProTaper Retreatment D1 con conicidad variable decreciente. (Fuente: Directa)

4.1.4.2. Métodos de fabricación.

Existen dos mecanismos diferentes para la confección de un instrumento endodóntico: la torsión y el torneado.

En el caso de la torsión, a partir de un alambre en bruto se recorta la forma piramidal deseada que puede ser cuadrangular triangular romboidal etcétera de la que dependerá la sección transversal del

instrumento, luego este alambre se torsiona en sentido opuesto a las agujas del reloj, lo cual produce bordes cortantes en forma helicoidal.

En el caso del torneado o labrado, a partir de un alambre cónico o cilíndrico de sección circular y un torno micrométrico computarizado se da forma a la parte activa del instrumento endodóntico para poder tornerar las espiras, los vástagos son calentados y enfriados súbitamente por secciones, lo cual genera tensiones en zonas localizadas de la superficie del metal¹⁷.

4.1.4.3. Morfología

Sección transversal de la parte activa:

Se trata del corte perpendicular al eje longitudinal del instrumento. La forma de la sección está relacionada con la capacidad de corte del instrumento que depende del ángulo de corte, la cantidad de bordes cortantes, la presencia de superficies radiales de apoyo, el tipo de fricción que el instrumento realiza contra la pared y de la proporción de área de descombro denominadas acanaladuras.

También la sección brinda información acerca de la relación entre la masa o núcleo del instrumento y el diámetro real de trabajo, lo cual determina la profundidad de las estrías. Esta relación también da una idea acerca de la resistencia a la torsión y el grado de flexibilidad del instrumento.

La cantidad de masa relativa del instrumento por unidad de longitud determina la rigidez o la flexibilidad del instrumento, que a su vez depende de la metalografía. Además el dibujo de la sección determina la cantidad de puntos que el instrumento toca durante su empleo y la relación entre estos y las áreas de escape para las virutas generadas por el efecto de corte. En resumen de la sección transversal depende la flexibilidad, la agresividad de corte y la capacidad de eliminación de los elementos cortados por el instrumento¹⁷.

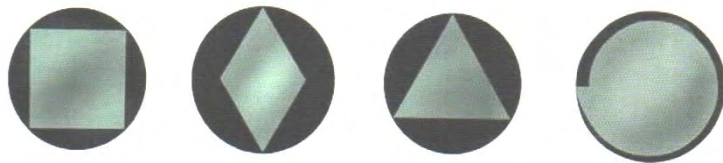


Figura 14: Distintas secciones transversales de instrumentos (Fuente: Gustavo Horacio Lopreite JMB. Claves de la endodoncia mecanizada Buenos Aires: Grupo Guía; 2016.)

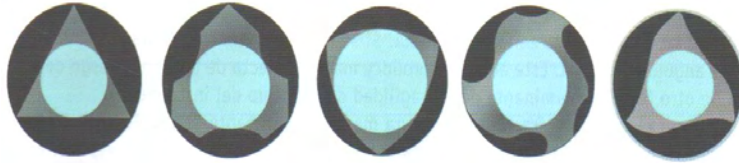


Figura 15: Ejemplo de la masa central en distintos instrumentos. (Fuente: Gustavo Horacio Lopreite JMB. Claves de la endodoncia mecanizada Buenos Aires: Grupo Guía; 2016.)

Ángulo de corte del instrumento: Depende del modo en que los puntos de contacto de la sección inciden en la pared dentinaria este modo determina un ángulo de ataque o corte en la dirección de avance y otra de despeje o escape en la dirección opuesta. La relación, entre estos dos ángulos condiciona la efectividad y la agresividad del instrumento.

Cuando el ángulo es positivo el efecto será de corte mientras que, si el ángulo es negativo el efecto será de barrido.

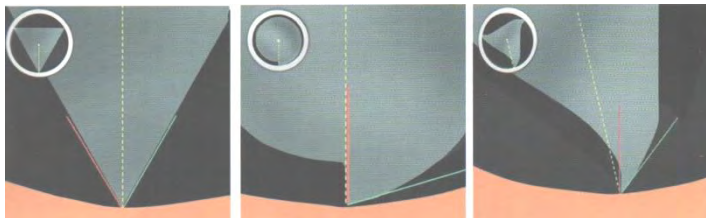


Figura 16: Imagen que demuestra el ángulo de ataque. (Fuente: Gustavo Horacio Lopreite JMB. Claves de la endodoncia mecanizada Buenos Aires: Grupo Guía; 2016.)

Superficie radial: Se trata de una superficie entre las acanaladuras paralela al eje longitudinal del instrumento que incluye el borde de corte. Esto reduce la tendencia del instrumento al atornillado y al transporte del conducto durante la preparación, disminuye la tendencia a la propagación de las microfisuras en la superficie del instrumento causadas por el estrés y los defectos de fabricación localizados a lo largo de sus bordes de corte. Además le brindan apoyo al borde y limitan la profundidad de corte. Las superficies radiales aumentan la fricción contra la pared lo cual genera una mayor resistencia al corte y un aumento del efecto abrasivo, las fuerzas de abrasión excesivas aumentan los requisitos de torque de la rotación.

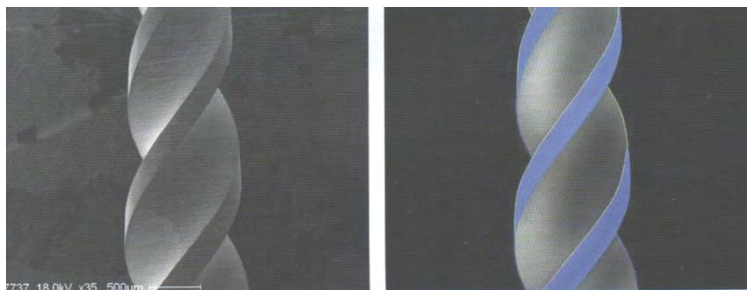


Figura 17: Ejemplo de superficie radial, en la imagen de la derecha se esquematiza esta característica (Fuente: Gustavo Horacio Lopreite JMB. Claves de la endodoncia mecanizada Buenos Aires: Grupo Guía; 2016.)

Acanaladuras: Se trata de los espacios entre las estrías con la capacidad de remover los tejidos blandos, los restos de dentina retirados de la pared del conducto y el resto de los desechos generados durante la preparación quirúrgica, su objetivo principal es la eliminación de los residuos producto del corte.

Estrías: Se define como la vuelta de un espiral o de una hélice enrollándose alrededor de un eje, en el caso de las limas se trata de los bordes cortantes que rodean el núcleo del instrumento.

Repetitividad de espiras o pitch: Cantidad de espiras por unidad de longitud, actualmente existen diseños que presentan valores de repetitividad variable. La cantidad de espiras depende del método empleado durante el proceso de fabricación.

Un pitch constante favorecerá el efecto de atornillado por repetición de la frecuencia de espiras generando un incremento de estrés de torsión a causa del aumento de la superficie de contacto y de fricción debido al compromiso de la hoja contra la pared, además produce una mayor y más veloz acumulación de desechos producto de la

preparación quirúrgica, lo que también genera un aumento de la fricción.

Los diseños con repetitividad variable del espirado buscan disminuir los efectos contraproducentes del atornillado en la instrumentación rotatoria continua.



Figura 18: Ejemplo de un instrumento con pitch variable. (Fuente: Gustavo Horacio Lopreite JMB. Claves de la endodoncia mecanizada Buenos Aires: Grupo Guía; 2016.)



Figura 19: Ejemplo de un instrumento con pitch constante. (Fuente: Gustavo Horacio Lopreite JMB. Claves de la endodoncia mecanizada Buenos Aires: Grupo Guía; 2016.)

Ángulo helicoidal: Este determina la angulación de las estrías con respecto al eje longitudinal del instrumento, los instrumentos con ángulos más agudos tenderán a introducirse más rápidamente por rotación que otros con ángulos más próximos a los 90 grados¹⁷.

4.2. Solventes

Los materiales que se pueden encontrar dentro del conducto ya fueron tratados; de estos, algunos pueden ser solubles en distintos tipos de solventes, entre los que se encuentran los cementos (destacando el óxido de zinc-eugenol)^{9,5}, pero sobretodo la gutapercha que se puede disolver con facilidad en cloroformo^{1,2,8,9} y en halotano³, también se ha comprobado la efectividad de turpentina³, xilol^{1,3,5,8,9} y en menor medida de los aceites esenciales como el eucaliptol^{1,5,8,9} y el aceite de naranjo^{1,2,5,8,9}. El principal inconveniente de los solventes es su alta toxicidad⁹ y como consecuencia su capacidad de irritar los tejidos periapicales⁸. De los solventes mencionados el cloroformo es el que ha demostrado mayor efectividad^{5, 8,9}, sin embargo se ha limitado su uso porque ha demostrado ser cancerígeno en pruebas de laboratorio con ratones, cabe destacar que esta característica jamás ha sido demostrada en seres humanos⁵.

5. Sistema Dentsply ProTaper Universal Retreatment ®

Existen diversas y variadas técnicas de desobturación de los conductos radiculares, estas pueden ser manuales o utilizando instrumentación mecanizada¹⁰ de estas opciones ninguna ha demostrado la completa eliminación de los materiales que ocupan el sistema de conductos radiculares¹⁸.

Con respecto a los instrumentos rotatorios, las limas de NiTi han demostrado ser una opción segura, rápida y eficaz para la remoción de materiales obturadores durante el retratamiento endodóntico no quirúrgico^{7,10,15,19,20}.



Figura 20: Sistema ProTaper Universal Retreatment (Fuente: Directa)

Existen distintos sistemas rotatorios para la eliminación de los materiales que pueden ocupar el sistema de conductos radiculares, entre los que se encuentra el sistema ProTaper Universal Retreatment® de la casa comercial Dentsply-Maillefer.

Este sistema fue creado a partir del sistema ProTaper Universal® (Dentsply Maillefer). El sistema original se utiliza para la conformación del conducto radicular; consta de 8 instrumentos (2 para conformación del conducto en sus tercios cervical y

medio [S1, S2], una para la conformación/ampliación del conducto exclusivamente en el tercio cervical [SX], y 5 finales para la conformación del conducto en el tercio apical [F1-5]), tienen un diseño de corte transversal triangular convexo, con conicidad variable progresiva y pitch variable, se puede encontrar este sistema manual o rotatorio con la única diferencia de contar con un mango o montura para su uso mecanizado.

El sistema de retratamiento ProTaper Universal Retreatment fue diseñado para la exclusiva labor de eliminar gutapercha del sistema de conductos radiculares^{10, 17,21}.

La composición de estas limas, como la mayoría de sistemas para la instrumentación mecanizada, es de NiTi, esto les confiere, como ya se mencionó una gran flexibilidad y con ello la capacidad de ejercer su acción en conductos curvos.

Se trata de 3 instrumentos de NiTi, denominados D1, D2 y D3, confeccionados por torneado, de montura corta (11mm)²² marcada con unos anillos para la identificación del instrumento, un diseño de sección transversal igual al mostrado por el sistema ProTaper Universal original (triangular convexo)⁷, con conicidad variable decreciente¹⁰, ángulos de corte negativos y pitch variable.

El instrumento D1 tiene una longitud de 16 mm de la montura a la punta, con una punta activa equivalente a un instrumento estandarizado #30 representada en la figura 22, la conicidad del instrumento es variable y decreciente, siendo de .09 en los tres primeros milímetros y de .07 en el resto del instrumento. El instrumento D2 tiene una longitud de 18 mm desde la punta hasta la montura, cuenta con una punta inactiva equivalente a un instrumento estandarizado #25 (como se muestra en la figura 22) y una conicidad variable decreciente de .08 en los tres primeros milímetros y de .06 en el resto del instrumento. Por último, el instrumento D3 tiene una longitud de 22 milímetros, con una punta inactiva

equivalente a un instrumento estandarizado #20 y una conicidad variable decreciente de .07 en los tres primeros milímetros y de .06 en el resto del instrumento. Esta conicidad variable decreciente, le permite al instrumento ser más activo en la punta y así, evitar el efecto de atornillado y el bloqueo a nivel coronal²².

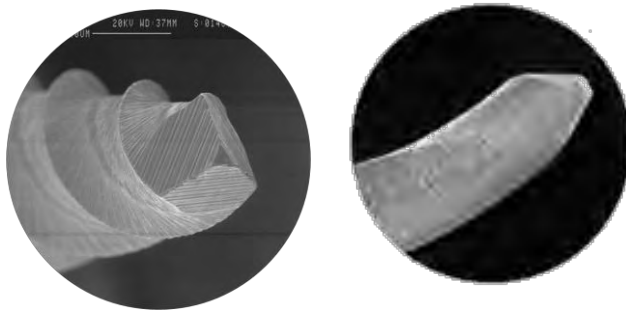


Figura 21: Izquierda: Punta activa del instrumento D1; Derecha: Punta inactiva del instrumento D2. (Fuente: Cortesía del CD Javier Ibararán)



Figura 22: Instrumentos ProTaper Universal Retreatment a detalle. (Fuente: Directa)



Figura 23: Características de los instrumentos Protaper Universal Retreatment al MEB. (Fuente: Gustavo Horacio Lopreite JMB. Claves de la endodoncia mecanizada Buenos Aires: Grupo Guía; 2016.)

6. Técnica para la desobturación del sistema de conductos radiculares utilizando el sistema Dentsply ProTaper Universal Retreatment ®

El sistema de retratamiento de ProTaper deberá utilizarse según las especificaciones del fabricante. La secuencia se realizará del instrumento D1 al D3, y seguirla no presenta mayor complicación pues en la montura de cada instrumento se presenta una serie de anillos grabados para su identificación, encontrando un anillo en D1 dos anillos en D2 y tres anillos en D3.

El primer instrumento a usar será entonces D1 (.30, .09). Este instrumento presenta una punta activa que le permite engancharse al material obturador y crear una vía para el resto del sistema. Para su uso, se debe establecer una conductometría aparente y establecer en el instrumento una longitud de trabajo corta con respecto a la conductometría aparente establecida. Deberá utilizarse con la menor presión apical posible pues la punta activa puede generar eventos iatrogénicos (vías falsas, escalones o

perforaciones), y con el movimiento de picoteo utilizado para cualquier otro sistema de instrumentación mecanizada, cabe destacar que la gran conicidad que presenta esta lima le confiere la capacidad de ejercer su acción en el tercio cervical del conducto⁷. El siguiente instrumento, D2 (.25, .08) deberá utilizarse una vez que se alcanzó la longitud de trabajo establecida con el instrumento D1. El uso de este instrumento también deberá establecerse a una longitud de trabajo corta, todo ello para evitar llevar restos de material obturador o de tejido más allá del límite radicular. Por último el instrumento D3 (.20, .08) se utiliza para llegar a la porción más apical posible para eliminar la mayor cantidad de material obturador y permitir así la conformación de los conductos radiculares con limas de terminado del sistema ProTaper Universal original.

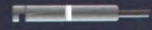





Instrumento	Codificación	Longitud (mm)	Calibre	Conicidad (%) 3 mm apicales	Sección	Velocidad (rpm)	Torque (Ncm)
D1		16	30	9		600	2
D2		18	25	8		600	2
D3		22	20	7		600	2

Figura 24: Resumen de las características y uso del sistema ProTaper Retreatment
(Fuente: Gustavo Horacio Lopreite JMB. Claves de la endodoncia mecanizada Buenos Aires: Grupo Guía; 2016.)

Debido a la gran cantidad de material eliminado, la lima deberá limpiarse continuamente para permitir que siga ejerciendo su acción.

El sistema puede ser utilizado sin la necesidad de solventes, pero algunos autores mencionan que el uso de estos facilita el trabajo y disminuyen los tiempos de trabajo¹⁰.

El uso de este sistema deberá ser con un motor especializado para su uso en endodoncia con una velocidad de 500-700 RPM (según el fabricante) y con un torque de 2Ncm¹⁷.

Según instrucciones del fabricante, este sistema no debe ser utilizado para la eliminación de materiales de obturación a base de resina (Resilon), sin embargo su remoción se ha probado con buenos resultados en términos de seguridad y eficacia¹⁵.

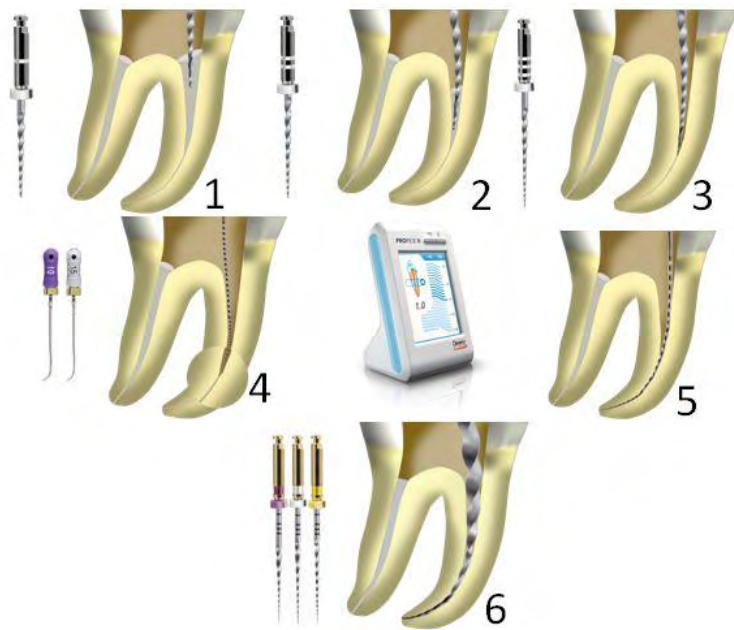


Figura 25: Secuencia de uso del sistema ProTaper Retreatment. 1.- Instrumento D1 para su uso en tercio coronal. 2.- Instrumento D2 para su uso en el tercio medio. 3.- Instrumento D3 para su uso en el tercio apical. 4.- Uso de instrumentos tipo K de pequeño calibre para corroborar la permeabilidad del conducto. 5.- Determinación de la longitud real de trabajo. 6.- Conformación del conducto con el sistema ProTaper original.(Fuente: Cortesía del CD. Javier Ibararán)

7. Estudios evaluando el sistema ProTaper Universal Retreatment.

Distintos estudios han evaluado el sistema de retratamiento de ProTaper.

Los más importantes, comparan su capacidad para eliminar el material obturador.

Madani y colaboradores⁷ realizaron un estudio donde evaluaron la capacidad de eliminación de material obturador con este sistema, y lo compararon con el sistema D-RaCe (FKG) y las limas tipo Hedstroem y no encontraron diferencias significativas. Kumar y colaboradores¹⁰ hicieron lo propio al evaluar la eliminación de gutapercha con el sistema de retratamiento ProTaper y lo compararon con el uso de limas tipo Hedstroem y del mismo sistema de retratamiento, pero con el uso de solvente; estos autores determinaron que no existe diferencia significativa para la cantidad de material eliminado por cualquiera de las técnicas, pero que el uso de ProTaper Retratamiento disminuye el tiempo de trabajo. Rodig y colaboradores¹⁸ también evaluaron la capacidad de eliminación de la gutapercha y compararon los resultados del uso del

sistema de Dentsply y el de FKG (D-RaCe) utilizando tomografía computada de haz cónico para determinarlo; estos autores concluyeron que es más efectivo el sistema D-RaCe para la eliminación de la gutapercha y al propio tiempo encontraron que la incidencia de separación de los instrumentos de retratamiento de ProTaper es más elevada que para los instrumentos Hedstroem y D-RaCe.

8. Conclusiones

El fracaso del tratamiento endodóntico es una situación clínica común dada por la persistencia de signos y síntomas. A pesar de que el diagnóstico de dicho fracaso no es sencillo, es importante reconocer las características clínicas y radiográficas del caso para intentar establecer el diagnóstico más preciso y así el plan de tratamiento adecuado.

Una vez confirmado el fracaso del tratamiento primario, el tratamiento de predilección será el retratamiento endodóntico no quirúrgico. Para llevar a cabo este retratamiento, existen una serie de instrumentos y métodos que han probado su seguridad y eficacia y que demuestran un alto porcentaje de éxito.

Dentro de las técnicas se encuentran las de remoción mecanizada del material obturador, que se valen de la instrumentación rotatoria para lograr su cometido.

Para poder elegir el sistema más conveniente es necesario tener conocimiento pleno de las características de los instrumentos y con esto el

efecto que tendrán durante el tratamiento del sistema de conductos radiculares.

En el presente trabajo de titulación se describe a detalle el sistema de retratamiento ProTaper Universal Retreatment, sus características y su método de empleo, y se describen una serie de trabajos que lo evaluaron.

Dentro de los estudios que evaluaron este sistema, se concluyó que no existe una diferencia significativa entre el uso de ProTaper Universal Retreatment y las tradicionales limas Hedstroem, sin embargo disminuyen el tiempo de trabajo por lo que representan una ventaja a nivel clínico.

Referencias

1. García Aranda R , Briseño B. Endodoncia: Fundamentos y clínica; 2016.
2. Machado MEDL. Endodoncia: Ciencia y tecnología Venezuela: AMOLCA; 2016.
3. Hargreaves K, Berman L. Cohen Vías de la Pulpa. onceava ed. Barcelona: Elsevier; 2016.
4. Sinan Topçuoğlu H, et al. Cyclic fatigue resistance of D-RaCe, ProTaper, and Mtwo nickel-titanium retreatment instruments after immersion in sodium hypochlorite. Clinical Oral Investigations. 2016 Julio; 20(6).
5. Estrela C. Ciencia endodóntica Brasil: Artes medicas; 2005.
6. Torabinejad M, Walton R. Endodoncia: Principios y práctica. cuarta ed. Barcelona : Elsevier; 2010.
7. Madani Z. et al. CBCT Evaluation of the Root Canal Filling Removal Using D-RaCe, ProTaper Retreatment Kit and Hand Files in curved canals. Iranian Endodontic Journal. 2015; 10(1): p. 69-74.
8. Soares IJ, Goldberg F. Endodoncia: Técnica y fundamentos. Segunda ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2012.
9. Bottino MA. Nuevas Tendencias 3: Endodoncia Brasil: Artes Medicas; 2008.
10. RAM KUMAR MS et al. A comparative evaluation of

efficacy of protaper universal rotary retreatment system for gutta-percha removal with or without a solvent. *Contemporary Clinical Dentistry*. 2012 Septiembre; 3(suppl 2).

11. Khedmat S et al. Efficacy of ProTaper and Mtwo Retreatment Files in Removal of Gutta-percha and GuttaFlow from Root Canals. *Iranian Endodontic Journal*. 2016; 11(3).
12. American Association of Endodontists. *AAE Guide to clinical Endodontics. Guía Clínica*. Chicago, IL: American Association of Endodontists; 2013.
13. Sinan Topcuoglu H, et al. Evaluation of debris extruded apically during the removal of root canal filling material using ProTaper, D-RaCe, and R-Endo rotary nickel-titanium retreatment instruments and hand files. *Journal of Endodontics*. 2014 December; 40(12).
14. Huang X et al. Quantitative evaluation of debris extruded apically by using ProTaper Universal Tulsa rotary system in endodontic retreatment. *Journal of Endodontics*. 2007 Septiembre; 33(9).
15. Iriboz E, Öveçoglu H. Comparison of ProTaper and Mtwo retreatment systems in the removal of resin-based root canal obturation materials during retreatment. *Australian Endodontic Journal*. 2014 Abril; 40(1): p. 6-11.
16. Jain P. *Current therapy in endodontics [monograph on the Internet]* Chichester, West Sussex: Wiley-Blackwell; 2016. [cited March 27, 2017].
17. Lopreite GH, Basilaki JM. *Claves de la endodoncia mecanizada* Buenos Aires: Grupo Guía; 2016.

18. Rodig T, et al. Efficacy of D-RaCe and ProTaper Universal Retreatment NiTi instruments and hand files in removing gutta-percha from curved root canals - a micro-computed tomography study. *International Endodontic Journal*. 2012 Junio; 45(6).
19. Nakamune Uezu MK, et al. Comparison of debris extruded apically and working time used by ProTaper Universal rotary and ProTaper retreatment system during gutta-percha removal. *Journal of applied oral science*. 2010 Diciembre; 18(6): p. 542-545.
20. Giuliani V et al. Efficacy of ProTaper universal retreatment files in removing filling materials during root canal retreatment. *Journal of Endodontics*. 2008 November; 34(11).
21. Ersev H et al. The efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment instrumentation to remove single gutta-percha cones cemented with several endodontic sealers. *International Endodontic Journal*. 2012 Agosto; 45(8).
22. Simon S, Petrot WJ. *Reanudación del tratamiento endodóntico* Barcelona: Quintessence Books; 2008.