

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD PILOTO DE ODONTOLOGIA  
ESCUELA DE POSTGRADO  
“Dr. José Apolo Pineda”**

**“UTILIZACIÓN DE SISTEMA ULTRASÓNICO PARA  
RETIRAR INSTRUMENTOS FRACTURADOS EN  
RAÍCES DISTALES DE MOLARES INFERIORES”.**

**Dr. Lisandro Pascual Ramírez Delgado**

**2011**

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD PILOTO DE ODONTOLOGIA  
ESCUELA DE POSTGRADO  
“Dr. José Apolo Pineda”**

**Trabajo De Investigación Como Requisito Para  
Optar Por El Título De: Diploma Superior en  
Odontología Integral.**

**“UTILIZACIÓN DE SISTEMA ULTRASÓNICO PARA  
RETIRAR INSTRUMENTOS FRACTURADOS EN  
RAÍCES DISTALES DE MOLARES INFERIORES”.**

**Dr. Lisandro Pascual Ramírez Delgado,**

**2011**

**Editorial de Ciencias Odontológicas U de G**

# **CERTIFICACION DE TUTORES**

## **En calidad de Tutores del Trabajo de Investigación:**

Nombrados por Consejo de Escuela de Post-grado de la Facultad Piloto de Odontología de la Universidad de Guayaquil.

## **CERTIFICAMOS**

Que hemos analizado el Trabajo de Investigación como requisito previo para optar por el Título de: **Diploma Superior en Odontología Integral**

**Presentado por: Dr. Lisandro Pascual Ramírez Delgado,** con cedula 1308914538

## **TUTORES**

Tutor Científico  
Dr. Miguel Álvarez Avilés

Tutora Metodológica  
Dra., Elisa Llanos R M.Sc

Guayaquil, Noviembre del 2011

# **AUTORÍA**

Las opiniones, criterios conceptos y análisis vertidos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad del Autor.

**Dr. Lisandro Pascual Ramírez Delgado**

## **RESUMEN**

**El uso del ultrasonido en Endodoncia, se basa en los distintos fenómenos que se producen durante la aplicación de éste dentro del conducto radicular. Estos fenómenos: oscilación, cavitación, microcorriente acústica y generación de calor, van a producir efectos sobre la estructuras dentarias, especialmente sobre la dentina y la capa de barrillo dentinario, así como la potenciación de efectos antimicrobianos al utilizarse en combinación con soluciones irrigantes. El uso del ultrasonido en la terapéutica endodóncica abarca desde la eliminación de restauraciones para acceder al sistema de conductos, eliminación de obstrucciones como instrumentos fracturados y calcificaciones, la preparación biomecánica, irrigación ultrasónica y obturación del sistema de conductos, así como en la cirugía endodóntica. La presente revisión de literatura permitió Describir la utilización de sistema ultrasónico para retirar instrumentos fracturados en raíces distales de molares inferiores, Identificar, los factores que influyen en la remoción de instrumentos fracturados. Así como definir, las técnicas para el retiro de instrumentos fracturados, lo que nos permitió especificar, los efectos de la aplicación del ultrasonido en el conducto radicular en las conclusiones y recomendar, las precauciones en el empleo de instrumental sónico y ultrasónico en la preparación del sistema de conductos, ya que si no se tiene control de su acción en la zona apical, puede producir desgaste excesivo y perforaciones, con consecuencias graves.**

## SUMARY

The use of ultrasound in endodontics, is based on the different phenomena that occur during the application of it into the root canal. These phenomena oscillation, cavitation, acoustic microcurrent and heat generation, will produce effects on tooth structure, especially on the dentin and smear layer, as well as enhancement of antimicrobial effects when used in combination with irrigating solutions. The use of ultrasound in endodontic therapy ranges from removal of restorations to enter the duct system, removal of obstructions such as broken instruments and calcifications, biomechanical preparation, irrigation and ultrasonic sealing the duct system as well as endodontic surgery. This literature review was to describe the use of ultrasonic instruments to remove fractured in distal roots of lower molars, identify the factors that influence the removal of fractured instruments. And define the techniques for removal of fractured instruments, not allowing us to specify the effects of ultrasound application in the root canal on the findings and recommend precautions in the use of sonic and ultrasonic instruments in the preparation of duct system, because if you do not have control of their action in the apical area, can cause excessive wear and punctures, with serious consequences.

## ÍNDICE

| Contenidos                                          | Págs. |
|-----------------------------------------------------|-------|
| Caratula                                            |       |
| Contracaratula                                      |       |
| Certificaciones tutores                             |       |
| Autoría                                             |       |
| Resumen                                             |       |
| Summary                                             |       |
| Índice                                              |       |
| Introducción                                        | 1     |
| 1. Planteamiento del problema                       | 2     |
| 1.1 Identificación del problema                     | 2     |
| 1.2 Descripción del problema                        | 2     |
| 1.3 Delimitación del problema                       | 3     |
| 1.4 Formulación del problema                        | 3     |
| 1.5 Objetivos de investigación                      | 4     |
| 1.5.1 Objetivo general                              | 4     |
| 1.5.2 Objetivos específicos                         | 4     |
| 1.6 Justificación de la investigación               | 4     |
| 1.7 Preguntas de investigación                      | 6     |
| 1.8 Criterios para evaluar la investigación         | 6     |
| 2. Marco teórico                                    | 7     |
| 2.1 Antecedentes del estudio                        | 7     |
| 2.2. Fundamentos teóricos                           | 8     |
| 2.2.1 Fractura de instrumentos                      | 8     |
| 2.2.2 Ultrasonido en endodoncia                     | 16    |
| 2.2.3 Efectos de la aplicación del ultrasonido      | 21    |
| 2.2.3.1 Efectos sobre la dentina                    | 21    |
| 2.2.3.2 Efectos sobre la capa de desecho dentinario | 22    |
| 2.2.3.3 Efectos antimicrobianos                     | 24    |
| 2.2.3.4 Retiro de restauraciones definitivas        | 25    |
| 2.2.3.5 Retiro de pernos intraconductos             | 26    |
| 2.2.3.6 Retiro de instrumentos fracturados          | 27    |
| 2.2.3.7 Eliminación de calcificaciones radiculares  | 30    |

## ÍNDICE

| <b>Contenidos</b>                             | <b>Págs.</b> |
|-----------------------------------------------|--------------|
| 2.2.3.8 Preparación del conducto radicular    | 30           |
| 2.2.4 Técnicas para el retiro de instrumentos | 36           |
| 2.2.5 Factores en la remoción de instrumentos | 37           |
| 2.2.6 Uso de ultrasonido en endodoncia        | 38           |
| 2.3 Hipótesis                                 | 39           |
| 2.4 Variables del estudio                     | 40           |
| 2.4.1 Operacionalización de las variables     | 40           |
| 3. Diseño de la investigación                 | 41           |
| 3.1 Tipo de investigación                     | 41           |
| 3.2 Unidad de análisis                        | 41           |
| 3.3 Unidad de comprobación                    | 41           |
| 4. Conclusiones                               | 42           |
| 5. Recomendaciones                            | 43           |
| 6. Bibliografía                               | 44           |

## INTRODUCCION

La remoción de instrumentos fracturados en raíces distales de molares inferiores es uno de los procedimientos operatorios más difíciles. Estos instrumentos fracturados generalmente impiden el acceso al ápice, su instrumentación, limpieza y conformación, dependiendo en que etapa del tratamiento endodóntico se produjo la fractura.

La fractura de un instrumento dentro del conducto radicular durante el tratamiento endodóntico no es un incidente poco común; en varios estudios retrospectivos revisados por Hülsmann y Schinkel, evidencian radiografías con instrumentos fracturados en el conducto entre el 2 y 6%.<sup>1</sup>

Los instrumentos fracturados generalmente impiden el acceso al ápice, su instrumentación, limpieza y conformación, dependiendo en que etapa del tratamiento endodóntico se produjo la fractura. Por esta razón se debe intentar extraer los instrumentos fracturados en cada caso.

Se ha escrito mucho sobre métodos para remover instrumentos fracturados del conducto. Métodos utilizando agentes químicos, aparatos de ultrasonido, y métodos quirúrgicos.

El uso del ultrasonido en Endodoncia, se basa en los distintos fenómenos que se producen durante la aplicación de éste dentro del conducto radicular. El objetivo de la presente propuesta es describir la utilización de sistema ultrasónico para retirar instrumentos fracturados en raíces distales de molares inferiores.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

---

<sup>1</sup> Hulsman M, Schinkel I. Influence of several factors on the success or failure of removal of fractured instruments from the root canal. Endod Dent Traumatol. 1999 Dec; 15 (6):252-8.

## **1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Retiro de Instrumentos fracturados en raíces distales de molares inferiores utilizando sistema ultrasónico.

## **1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

La fractura de los instrumentos de níquel-titanio y su deformación constituyen serios problemas para el tratamiento de endodoncia y es causada usualmente por un uso inapropiado o por el sobre-uso de los mismos. De igual manera la aplicación de fuerzas excesivas a los instrumentos en canales calcificados o demasiado curvos durante la instrumentación, también son causa de este problema.

Los factores que influyen en su incidencia son entre otros: Velocidad de rotación, torque, fatiga cíclica, diseño del instrumento, técnica de instrumentación, Experiencia del operador. La frecuencia de instrumentos fracturados dentro del sistema de conductos ha sido reportada entre el 2% y 6% de los casos estudiados.

Los sistemas ultrasónicos pueden ser utilizados siempre que el fragmento retenido dentro del conducto pueda ser sobrepasado por lo menos hasta cierta extensión. De lo contrario, este puede ser empujado hacia el foramen apical o quedar firmemente atrapado dentro del conducto.

Se han reportado diferentes porcentajes de éxito al remover instrumentos fracturados dentro de los conductos radiculares con dispositivos ultrasónicos que van del 68% al 79%. La remoción de los fragmentos fue más exitosa en los conductos radiculares de forma irregular que en los redondeados, pues en los últimos resulta más difícil introducir la punta de ultrasonido al lado del

fragmento y así poder transmitirle a este las vibraciones ultrasónicas.

Durante este procedimiento, pueden ocurrir complicaciones adicionales que incluyen perforaciones o fracturas de instrumentos.

### **1.3 DELIMITACION DEL PROBLEMA**

**Tema:** Utilización de sistema ultrasónico para retirar instrumentos fracturados en raíces distales de molares inferiores.

**Objeto de Estudio.** La utilización del sistema ultrasónico

**Campo de acción:** Raíces distales de molares inferiores

**Área:** Postgrado

**Lugar:** Facultad Piloto de Odontología.

**Tiempo:** Periodo 2009-2010

**Espacio:** Diplomado Superior en Odontología Integral.

### **1.4 FORMULACION DEL PROBLEMA**

¿Cómo incide la utilización del sistema ultrasónico en el retiro de instrumentos fracturados en raíces distales de molares inferiores?

## **1.5 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.**

### **1.5.1OBJETIVO GENERAL**

Describir la utilización de sistema ultrasónico para retirar instrumentos fracturados en raíces distales de molares inferiores.

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Identificar, los factores que influyen en la remoción de instrumentos fracturados.

Definir, las técnicas para el retiro de instrumentos fracturados.

Especificar, los efectos de la aplicación del ultrasonido en el conducto radicular.

### **1.6 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente propuesta justifica su desarrollo en la utilización del sistema ultrasónico para retirar instrumentos fracturados en raíces distales de molares inferiores.

Vale resaltar, que el uso del ultrasonido en la terapéutica endodóncica abarca desde la eliminación de restauraciones para acceder al sistema de conductos, eliminación de obstrucciones como instrumentos fracturados y calcificaciones, la preparación biomecánica, irrigación ultrasónica y obturación del sistema de conductos, así como en la cirugía endodóntica.

Existen tres posibilidades: a) intentar remover el instrumento. b) intentar sobrepasar el instrumento. c) preparar y obturar hasta el segmento fracturado.

El pronóstico va a estar sujeto al estado de la preparación, a la localización del instrumento fracturado, al diagnóstico del diente a tratar y al grado de sellado que pueda proporcionar la lima fracturada.

Con el transcurso de los años, han sido presentados una variedad de abordajes para el manejo de fractura de instrumentos. En la actualidad, los instrumentos fracturados usualmente pueden ser removidos debido a los avances tecnológicos relacionados con la visión, la instrumentación ultrasónica y los métodos de liberación por microtubos.

Específicamente el incremento en la integración del microscopio dental operatorio dentro de la práctica clínica, le permite al odontólogo visualizar el aspecto más coronal de la mayoría de los instrumentos fracturados. El microscopio cumple con el viejo adagio "si lo puedes ver, probablemente lo puedas hacer".

La combinación del microscopio y el ultrasonido, ha hecho que las técnicas "microsónicas" hayan mejorado enormemente la posibilidad de extraer instrumentos rotos de forma predecible y segura.

El diámetro del instrumento y su morfología juegan un papel importante en la posibilidad de retirarlo. A mayor diámetro disminuye la posibilidad de sobrepaso debido a que el espacio entre el conducto y la lima se reduce. Así mismo aumenta el riesgo de provocar algún error de procedimiento como una perforación o un escalón.

La localización del instrumento fracturado dentro del conducto radicular es un factor esencial para determinar el proceso a seguir.

Si el instrumento se fractura en el tercio coronal es más fácil y necesaria su retirada; si está localizado en tercio medio se puede llegar a sobrepasarlo o retirarlo con alguna técnica específica; en cambio si está localizado en tercio apical, el intento de retirarlo o

de sobrepasarlo puede terminar fácilmente en una perforación del diente, reduciendo el pronóstico del tratamiento.

## 1.7 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los factores que influyen en la remoción de instrumentos fracturados?

¿Cuáles son las técnicas para el retiro de instrumentos fracturados?

¿Cuáles son los efectos de la aplicación del ultrasonido en el conducto radicular?

## 1.8 CRITERIOS PARA EVALUAR LA INVESTIGACIÓN.

La presente propuesta se la evalúa a partir de los siguientes parámetros: **Coherencia**, entre el objeto de estudio, y el campo de acción. Es **Claro**: el tema es redactado en forma precisa, fácil de comprender e identificar sus variables. También es **Evidente**: Tiene manifestaciones claras y observables sobre la necesidad de retirar instrumentos fracturados en raíces distales de molares inferiores para el éxito del tratamiento endodóntico. Asimismo, es **Relevante**: Importante para la comunidad odontológica específicamente para endodoncistas. Incluso es **Factible**: En relación a la factibilidad se dispone de recursos humanos, económicos y materiales suficientes para realizar la propuesta de investigación.

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

El **sonido** se define como ondas elásticas que se propagan a través de un medio (sólido, líquido, gas), las cuales al propagarse por el aire y ser recibidas por el oído, producen la sensación auditiva. El **ultrasonido** se define como un sonido cuya frecuencia de vibraciones es superior al límite perceptible por el oído humano. Tiene muchas aplicaciones industriales así como también en medicina.

El empleo de dispositivos ultrasónicos en la especialidad de Endodoncia, surge en el año 1957 cuando Richman desarrolla un dispositivo ultrasónico para la preparación de conductos radiculares, siendo el primero en utilizarlo en endodoncia. Posteriormente Martin en el año 1976 demuestra la efectividad de la aplicación del ultrasonido en la limpieza y desinfección del sistema de conductos, surgiendo la endosónica o la terapéutica endodóntica con la utilización de dispositivos sónicos o ultrasónicos.

Estos autores también proponen el término Endosónico, el cual lo definen como la síntesis de acciones ultrasónicas, biológicas, químicas y físicas, que actúan por separado pero que interactúan entre sí en forma sinérgica.

Entre los dispositivos piezoeléctricos más conocidos se encuentran el dispositivo ENAC (Osada, Tokio, Japón), y el dispositivo Suprasson (Satelec, Francia). Estos dispositivos se componen de un generador piezoeléctrico de potencia graduable, así como de un dispositivo para irrigación por agua.

El dispositivo piezoeléctrico tiene ventajas sobre los dispositivos magnéticos, ya que genera poco calor y no se necesita refrigeración para la pieza de mano, además el transductor piezoeléctrico transfiere más energía, haciéndolo más poderoso que los dispositivos magnetostrictivos.

Las piezas de mano sónicas se caracterizan que se pueden conectar a la toma de aire de la unidad y pueden generar una oscilación en un rango de frecuencia graduable entre los 1.5 a 3 KHz. Éstos dispositivos producen la vibración por medio de un mecanismo transductor mecánico y tienen sistemas de limas específicos para estos. Entre los sistemas sónicos más conocidos se encuentran el Sonic Air MicroMega 1500 y 1400 (Micromega/Medidenta, EUA/Suiza).<sup>2</sup>

El uso del ultrasonido en Endodoncia, se basa en los distintos fenómenos que se producen durante la aplicación de éste dentro del conducto radicular. Estos fenómenos: oscilación, cavitación, microcorriente acústica y generación de calor, van a producir efectos sobre la estructura dentaria, especialmente sobre la dentina y la capa de barrillo dentinario, así como la potenciación de efectos antimicrobianos.

## **2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **2.2.1 FRACTURA DE INSTRUMENTOS**

**Fractura** se define como la separación de un sólido bajo tensión en dos o más piezas y puede clasificarse en dúctil y frágil. La fractura dúctil ocurre generalmente después de una intensa deformación plástica y se caracteriza por una lenta propagación de la grieta. Comienza con la formación de un cuello y la formación de cavidades dentro de la zona de estrangulamiento.

Luego las cavidades se fusionan en una grieta en el centro de la muestra y se propaga hacia la superficie en dirección perpendicular a la tensión aplicada. Cuando se acerca a la

---

<sup>2</sup> Martin H. Ultrasonic disinfections of the root canal. Oral Surg. 1976 Jul; 42(1): 92-99.

superficie, la grieta cambia su dirección con respecto al eje de tensión y resulta la fractura.

Los instrumentos de níquel-titanio rotan continuamente dentro del conducto radicular y están sujetos a sufrir fatiga estructural y finalmente fracturarse, debido a dos principales tipos de estrés: por flexión y torsional.

La durabilidad de un instrumento de NiTi es directamente proporcional al estrés de trabajo al que éste esté sometido y al número de usos (ciclos de rotación) que haya tenido.

La fractura torsional ocurre cuando la punta o alguna otra parte del instrumento se atasca dentro del conducto mientras la pieza de mano sigue rotando, provocando que el límite elástico sea excedido y llevando a su fractura inevitable. Puede ser prevista por el clínico, quien puede por tanto evitar la fractura de las limas.

A nivel clínico este tipo de estrés puede causar rápidamente la fractura de los instrumentos rotatorios de NiTi, cuando ocurren las siguientes situaciones:

- Cuando una extensa superficie del instrumento experimenta una fricción excesiva contra las paredes del canal.
- Cuando la punta del instrumento es más larga que la sección del conducto radicular que debe conformar.
- Cuando el clínico ejerce excesiva presión sobre la pieza de mano.

La fractura que resulta de la fatiga flexural ocurre cuando un instrumento ya ha sido debilitado y el metal es llevado a un límite de estrés. En este caso el instrumento rota libremente

dentro del conducto hasta que la fractura ocurre en el punto máximo de flexión.

El estrés por flexión depende de la anatomía original del conducto tratado, por lo que su prevención escapa muchas veces de la mano del clínico. Clínicamente esto sucede al utilizar los instrumentos de NiTi en conductos con curvaturas de diferentes grados y depende de la cantidad de fatiga a la que haya sido sometido el metal previamente. A menor cantidad de uso mayor resistencia del instrumento.

Al realizar un análisis previo a la utilización de los instrumentos, se encontró que las limas que se fracturaban debido a torsión excesiva exhibían signos de deterioro cerca al sitio de fractura, mientras que las limas que se fracturaban debido a la fatiga a través de la flexión no exhibían ningún tipo de defecto que indicara su fractura.

Los instrumentos de níquel titanio se fracturan debido a la sobrecarga o fatiga de la aleación. El fracaso por fatiga es causado por cargar repetidos ciclos al instrumento. Cuando la lima está trabajando sobre la curvatura es sometida a estrés compresivo en el lado interno de la superficie de la curvatura y a estrés tensional o elongación sobre la superficie externa.

Esta contracción y flexión sobre el instrumento puede causar formación de cracks sobre la superficie provocando que esas regiones de concentración de estrés tensional puedan resultar en una fractura.

Muchos instrumentos de NiTi tienen un diseño de punta que les confiere una pobre capacidad de corte. Si la punta encuentra una porción del conducto menor a su diámetro, el instrumento tiende a entorcharse y el torque aumenta rápidamente. Si el torque

alcanza un nivel crítico, el instrumento experimenta una falla estructural y se fractura.

Cuando un instrumento ha sido sometido a diferentes ciclos de fatiga flexural, aumenta la posibilidad de una fractura por torsión durante su manipulación. Al evaluar las limas ProTaper se observó que el antecedente de un estrés cíclico por fatiga reduce la resistencia torsional en las limas de terminado como la F3, mientras que las limas utilizadas para la preparación de tercio coronal y medio casi no estaban afectadas.

La utilización de instrumentos rotatorios en conductos con curvas severas ha sido cuestionada ante la posibilidad de que exista una predisposición a la distorsión o fractura durante la terapia endodóntica.

Durante la realización de un estudio en este tipo de conductos se evaluaron tres diferentes marcas de limas rotatorias (Profile, Protaper, K3 Endo). Se encontró que el porcentaje de distorsión fue de 15.3% para el grupo de Profile, 2.4% para el grupo de Protaper y 8.3% para el grupo de K3 Endo, además los diferentes porcentajes de instrumentos fracturados fue de 1.7% para el grupo de Profile, 6.0% para el grupo de Protaper y 2.1% para el grupo de K3 Endo.

Esto indica que las limas rotatorias pueden ser una buena alternativa terapéutica para los conductos con curvaturas severas siempre y cuando se haga una correcta manipulación y se evite al máximo la sobrecarga funcional de cada uno de los instrumentos.<sup>3</sup> Por otra parte, a medida que la curvatura del

---

<sup>3</sup> Ankrum M, Hartwell G, Truitt J. K3 endo, protaper and profile systems: breakage and distortion in severely curved roots of molars. J Endod 2004; 30(4): 234-7

conducto es menor y su disposición anatómica es menos compleja, la incidencia en el número de instrumentos fracturados disminuye significativamente.

Si el calibre y el taper aumentan y el ángulo de la curvatura disminuye, también disminuye el número de instrumentos fracturados. Esto implica que a medida que el diámetro de la lima se incrementa también debe ser mayor la fuerza necesaria para deformar el instrumento o fracturarlo

Entre los factores que ejercen una influencia directa sobre el comportamiento de la lima dentro del conducto radicular están: el torque, la velocidad de rotación (rpm: revoluciones por minuto) y la experiencia del operador. Este último concepto es el más subjetivo de todos.

La velocidad de rotación recomendada para la utilización de las limas de NiTi varía de acuerdo a la casa fabricante y a los resultados mostrados en los diferentes estudios.

Al comparar la utilización de 150 rpm, 250rpm y 350rpm se encontró que existía mayor posibilidad de deformación o separación de los instrumentos al rotarlos a 350rpm ya que se aumentaba la probabilidad de atascamiento. Mientras que a medida que se disminuía la velocidad de rotación también era menor el número de veces que este se trababa dentro del conducto. Se concluyó que una velocidad de rotación baja (150rpm) resultaba crucial para evitar la separación del instrumento, así como su deformación y atascamiento en las paredes del conducto.

---

Esta deformación ocurre principalmente en instrumentos de diámetro pequeño en la punta, ya que no pueden resistir un alto nivel de torque sin deformarse. El incremento en la velocidad de rotación aumenta la fricción del instrumento y el estrés de este sobre el conducto radicular, de este modo las limas se fracturan con más frecuencia que cuando son usadas a bajas velocidades.

Además la expectativa de vida de un instrumento está relacionada con el número de ciclos de rotación, por lo tanto, su uso a baja velocidad de rotación puede prolongar su vida útil, fracturándose únicamente después de alcanzar un número específico de rotaciones. De aquí que, la resistencia de las limas dependería de la anatomía del conducto radicular: si este es relativamente recto y amplio se podría aumentar la velocidad de rotación utilizando un número aproximado a veinte veces cada instrumento sin temor a que se vaya a fracturar.

Si la anatomía involucra curvaturas agudas o severas la velocidad de rotación debería utilizarse al mínimo, y el instrumento debería usarse lo menos posible. Contrario a lo señalado anteriormente, otros estudios sugieren que el hecho de aumentar la velocidad de rotación a 350 rpm, incrementa la eficiencia de corte sin llegar a estimular la separación o distorsión del instrumento.<sup>4</sup>

El torque **se define** como la cantidad de fuerza ejercida durante la rotación del instrumento dentro del conducto radicular, cuando este valor ejercido por el motor es mayor que el máximo torque

---

<sup>4</sup> Daughtery DW, Gound TG, Comer TL. Comparison of fracture rate, deformation rate, and efficiency between rotary endodontic instruments driven at 150 rpm and 350 rpm. J Endod 2001;27 : 93-5

que el instrumento puede soportar, ocurre la separación o fractura. Cuando la lima rotatoria se bloquea dentro del conducto, debido al atascamiento de su punta y el resto del instrumento continúa rotando, se produce finalmente la ruptura del instrumento.

El torque **es uno de los parámetros** que pueden influenciar la incidencia a que un instrumento se deforme, se bloquee, o se fracture. Teóricamente un instrumento usado con un alto torque es muy activo y puede aumentar la probabilidad de que este se deforme o fracture, sin embargo, si se utiliza con un bajo torque podría reducir la eficiencia de corte y la dificultad en la progresión hacia la parte interna del conducto radicular provocando que el operador sienta la necesidad de forzar el instrumento y fomentar en el instrumento el bloqueo, deformación o fractura. Se ha establecido un valor de torque entre 0.39 y 0.78 Ncm para evitar la fractura de los instrumentos Profile.

Recientemente se han introducido motores que fijan el valor de torque a niveles mínimos (menos de 1 Ncm). Estos permiten trabajar con un torque menor que el máximo torque para fracturar un instrumento, lo que trae un gran beneficio, sobre todo para los clínicos menos experimentados.

Se ha encontrado que el torque necesario para fracturar un instrumento se incrementa significativamente a medida que se aumenta su diámetro. Así mismo, el uso repetido de un instrumento afecta significativamente el torque y el ángulo de rotación necesarios para fracturarlo.

Una solución potencial podría ser utilizar un motor de bajo torque, el cual se utilizaría a un límite permisible máximo para cada instrumento. Este debe detenerse y girar en sentido opuesto

en el momento en que el instrumento ha resistido los niveles máximos de torque equivalentes a los producidos por el motor, evitando la fractura por torsión de la lima rotatoria.

En cuanto a la manipulación del operador no se encontraron diferencias entre los diferentes operadores demostrando que la confiabilidad en la técnica de instrumentación es segura cuando se respetan los parámetros establecidos por los fabricantes, sumándose a esto la importancia de adquirir entrenamiento a nivel de la preclínica antes de proceder a la utilización a nivel clínico.

Se han descrito diferentes recomendaciones para lograr una mayor eficiencia en el manejo de los instrumentos rotatorios de NiTi, para evitar la fractura de estos dentro del conducto radicular y la posterior complicación en el desarrollo de la terapia endodóntica.

La fractura de instrumentos ocurre generalmente durante la preparación de conductos radiculares muy estrechos, generalmente, en etapas tempranas de la instrumentación. Por esta razón en muchos casos existe muy poco espacio para intentar sobrepasar el fragmento. Una de estas recomendaciones es la realización de una preparación pasiva del conducto radicular con instrumentos manuales de calibre pequeño previa a la utilización del instrumental rotatorio.

De esta manera se reduce el riesgo de estrés y la fricción que conduzcan al bloqueo del instrumento en las paredes del conducto, contribuyendo a la fractura o deterioro de las limas de NiTi.

El proceso anterior es denominado *Manual Glide Path* y consiste en realizar preparación de los tercios coronal y medio con

instrumental rotatorio y posteriormente proceder a instrumentar con limas manuales hasta diámetros 20 o 25 a la longitud de trabajo, previo a la utilización de limas rotatorias en el límite apical de trabajo.

## **2.2.2 ULTRASONIDO EN ENDODONCIA**

El uso de ultrasonido en endodoncia tiene muchos años en el mercado, actualmente existen 2 tipos de ultrasonido, el sónico y el ultrasónico. Dentro de los ultrasónicos hay dos tipos: el magnético tipo Cavitron, el cual funciona a través de un campo magnético que produce movimiento de la punta en sentido helicoidal (con forma de ocho), con bajo torque y debido a esto no es recomendado para endodoncia y el piezoeléctrico que tiene más torque y funciona como pistón, de adelante hacia atrás, y es el actualmente utilizado en endodoncia.

Con las puntas de ultrasonido se pueden instrumentar istmos entre conductos. Por ejemplo entre los conductos mesiales del primer molar inferior pueden quedar restos pulpares que deben ser eliminados con la instrumentación e irrigación. Las puntas de ultrasonidos son útiles para acceder a esa zona sin desgastar exageradamente.

Los sistemas ultrasónicos pueden ser utilizados siempre que el fragmento retenido dentro del conducto pueda ser sobrepasado por lo menos hasta cierta extensión. De lo contrario, este puede ser empujado hacia el foramen apical o quedar firmemente atrapado dentro del conducto. Se han reportado diferentes porcentajes de éxito al remover instrumentos fracturados dentro

de los conductos radiculares con dispositivos ultrasónicos que van del 68% al 79%.<sup>5</sup>

La remoción de los fragmentos fue más exitosa en los conductos radiculares de forma irregular que en los redondeados, pues en los últimos resulta más difícil introducir la punta de ultrasonido al lado del fragmento y así poder transmitirle a este las vibraciones ultrasónicas.

El tiempo de remoción de los instrumentos varió entre 3 a 40 minutos. Durante este procedimiento, pueden ocurrir complicaciones adicionales que incluyen perforaciones o fracturas de instrumentos.

La utilización de ultrasonido con mecanismo piezoeléctrico es preferible ya que provee al operador una constante visualización de la potencia ejercida sobre la punta del ultrasonido y del instrumento fracturado cuando se trabaja utilizando magnificación con el microscopio.

Existe una técnica descrita en detalle por Ruddle<sup>6</sup> que combina las fresas Gates Glidden modificadas y el uso del ultrasonido: Primero tomar una radiografía para identificar la localización dentro del conducto radicular de la lima fracturada Si se ha creado previamente un acceso en línea recta en los conductos, el acceso radicular hacia la obstrucción esta realizado.

Si el acceso radicular es limitado se deben utilizar instrumentos rotatorios de NiTi o limas manuales para crear suficiente espacio para introducir fresas Gates Glidden dentro del conducto

---

<sup>5</sup> Hülsmann M. Methods for removing metal obstructions from the root canal. Endod Dent Traumatol 1993; 9:223-237.

<sup>6</sup> Ruddle J C. Nonsurgical retreatment. J Endod 2004; 30(12): 827-45

radicular. Estas fresas son utilizadas a manera de cepillo para crear un espacio adicional y permitir máxima visibilidad del sitio del accidente.

Si la fractura no se visualiza directamente con magnificación, no se recomienda la continuación del procedimiento para remover el instrumento fracturado, por la posibilidad de producir una perforación o un daño extensivo a las paredes del conducto radicular.

Cuando se prepara el acceso radicular, se crea una plataforma de acción circunferencial, coronalmente al sitio de la obstrucción. Usualmente las fresas Gates Glidden de tamaño 3 o 4 son suficientes para permitir un acceso y un espacio para que la punta de ultrasonido sea usada circunferencialmente alrededor de la obstrucción.

Una vez logrado el acceso, se utiliza el ultrasonido piezoeléctrico, seleccionando la punta de titanio de acuerdo al espacio creado y que permita el contacto alrededor de la obstrucción. La punta debe ser activada con la más baja potencia posible en seco, con movimientos ligeros en contra de las manecillas del reloj para permitir una constante visión a través del microscopio del trabajo de la punta y del instrumento fracturado.

La utilización del ultrasonido con un alto poder, aumenta la probabilidad de fractura de la punta utilizada. La asistente dental debe utilizar una jeringa triple (*Stropko*) con continuas ráfagas de aire para eliminar el polvo dentinario de la zona de trabajo permitiendo una vista ininterrumpida del procedimiento. También podría acompañarse la utilización del ultrasonido con el uso de una solución irrigadora para permitir la visibilidad y

acceso al instrumento fracturado. Existen varias limitaciones para el uso de esta técnica para retirar instrumentos fracturados.

- Primero: el uso de microscopio dental es esencial ya que permite visualización directa y un incremento de la iluminación creando condiciones ideales de trabajo y potencializando el uso de los demás instrumentos de trabajo
- Segundo: la creación de una plataforma de acceso es esencial para lograr una manipulación circunferencial del instrumento fracturado.
- Tercero: utilizar las puntas de ultrasonido a bajo poder, en seco, con el fin de evitar su fractura.

Si existen otros conductos aledaños, deben ser bloqueados con torundas de algodón para evitar que los chips de dentina o el instrumento durante su remoción vayan a desplazarse hacia ese otro conducto.

El IRS (Instruments Removal System, Dentsply Tulsa Dental) es un sistema indicado cuando los intentos por retirar un instrumento fracturado con ayuda del ultrasonido no han sido exitosos, así como en aquellos casos en los que el acceso es limitado por la presencia de curvaturas. Este sistema consta de tres instrumentos codificados por color: negro, amarillo y rojo.

El instrumento negro tiene un diámetro exterior de 1.0 mm y está diseñado para trabajar en el tercio coronal o en conductos amplios. Los instrumentos rojo y amarillo tienen un diámetro exterior de 0.80 mm y 0.60 mm respectivamente y pueden ser usados en conductos estrechos.

Cada instrumento consta de un microtubo y un tornillo acoplable, que se desliza al interior del microtubo y que aprisiona el

instrumento fracturado. Cada microtubo tiene un mango plástico pequeño para mejorar la visibilidad durante el acople, una ventana lateral para mejorar la mecánica y una punta biselada en 45 grados para atrapar el extremo del instrumento fracturado.

El tornillo se activa rotándolo hacia el lado izquierdo, moviéndose a lo largo del microtubo, logrando de esta manera, alcanzar la porción terminal del instrumento fracturado y facilitando su atrapamiento y posterior remoción.

Previamente a este proceso el clínico utiliza la instrumentación ultrasónica de manera circunferencial para exponer 2 a 3mm o un tercio de la longitud total del instrumento fracturado.

Se selecciona el microtubo IRS que pueda deslizarse pasivamente a lo largo del conducto previamente ensanchado y alcanzar el instrumento fracturado. En un canal curvo la porción coronal de un instrumento fracturado descansará siempre sobre la pared externa del conducto, por esta razón el microtubo se inserta en el conducto con su extremo biselado orientado hacia esta pared, para así enganchar la porción coronal del instrumento fracturado.

Una vez posicionado el microtubo se selecciona un tornillo del mismo color y se inserta y desliza a lo largo del microtubo hasta contactar la obstrucción, este instrumento fracturado se engancha girando el mango del tornillo en contra de las manecillas del reloj para posteriormente realizar un movimiento de retirada hacia fuera del conducto radicular.

El mejor antídoto para evitar la fractura de un instrumento es la prevención. Esto implica la utilización de técnicas seguras y conceptos comprobados durante la preparación de los conductos radiculares. La sola conducta de descartar los instrumentos

después de cierto número de usos prevendría la fractura y la pérdida de tiempo clínico.

### **2.2.3 EFECTOS DE LA APLICACIÓN DEL ULTRASONIDO EN EL CONDUCTO RADICULAR**

- Efectos sobre la dentina
- Efectos sobre la capa de desecho dentinario
- Efectos antimicrobianos
- Retiro de restauraciones definitivas
- Retiro de pernos intraconductos
- Retiro de instrumentos fracturados
- Eliminación de calcificaciones radiculares
- Preparación biomecánica del conducto radicular

#### **2.2.3.1 Efectos sobre la dentina.**

El efecto de oscilación transversal del instrumento endodóntico al ser activado ultrasonicamente, va a producir un efecto de corte irregular sobre las paredes dentinarias. Éste efecto de corte va a depender de la carga aplicada sobre el instrumento, ya que la energía convertida en oscilación transversa es poca, por lo que puede anularse con la aplicación de una pequeña carga sobre el instrumento en sentido del eje axial del diente. La acción de corte del instrumento endodóntico va a incrementarse en forma directamente proporcional al aumento de poder en la unidad generadora.

Waplington et al.<sup>7</sup>, realizaron un estudio in Vitro para determinar el patrón bajo el cual se produce el efecto de corte de la dentina.

---

<sup>7</sup> Waplington M, Lumley P, Walmsley A, Blunt L. Cutting ability of an ultrasonic retrograde cavity preparation instrument. Endod Dent Traumatol. 1995; 11: 177-80.

Al realizar un análisis microscópico, observaron que en una cavidad tallada en una muestra de dentina, las paredes aparecían estriadas con un gran cúmulo de virutas en dichas estrías.

La aplicación del ultrasonido sobre la estructura dentinaria también puede producir la formación de microgrietas a lo largo del conducto radicular. Debido a que estas microgrietas pueden proporcionar un espacio para el crecimiento bacteriano y la acumulación de irritantes, comprometen el sellado del conducto, posterior a la retropreparación, además de incrementar las posibilidades de fractura radicular.

### **2.2.3.2 Efectos sobre la capa de desecho dentinario.**

La instrumentación del conducto radicular produce que las paredes del mismo sean recubiertas con detritos dentinarios. Esta cubierta conocida como capa de desecho, se extiende en las paredes del conducto por medio de las espiras de los instrumentos endodónticos y es bruñida sobre la superficie del conducto por los movimientos realizados durante la instrumentación. La remoción de la capa de desecho va a permitir una interfase más estrecha entre el material de obturación y las paredes del conducto,

Si por el contrario, se mantiene la capa de desecho, el sistema de conductos radiculares va a ser sellado inadecuadamente, aumentando el potencial de microfiltración, y la subsecuente disminución del porcentaje de éxito. Cunningham y Martin<sup>8</sup>, relacionaron la remoción de la capa de desecho dentinario con el fenómeno de cavitación, ya que las presiones hidrodinámicas producidas en el irrigante, desaloja a los detritos que se

---

<sup>8</sup> Cunningham W, Martin H. A scanning electron microscope evaluation of root canal debridement with endosonic ultrasonic synergistic system. Oral Surg. 1982 May; 53(5): 527-31.

encuentran adosados a la pared del conducto, y crea un efecto de succión sobre el tejido orgánico liberado arrastrando a los detritos fuera de las ramificaciones laterales del conducto, hacia la corriente principal del flujo del irrigante, donde son posteriormente expulsados del conducto.

En un estudio comparativo sobre la efectividad de la limpieza e irrigación de conductos ovals por medio de dispositivos sónicos y ultrasónicos, realizado por Lumley et al.<sup>9</sup> Observaron que los dispositivos sónicos eran más efectivos en la limpieza y remoción de la capa de desecho dentinario, debido a que el patrón de oscilación de las limas sónicas tiende a ser elíptico, el cual produce una corriente de mayor intensidad alrededor del instrumento, que la producida por el instrumento activado por ultrasonido.

Los autores argumentan que la erradicación bacteriana sólo puede lograrse con la eliminación completa de la capa de desecho dentinario, debido a que las bacterias se encuentran distribuidas por toda la extensión de la misma así como distribuidas en los tapones de desecho que obliteran a los túbulos dentinarios.

### **2.2.3.3 Efectos antimicrobianos.**

La combinación de los fenómenos producidos por el ultrasonido junto con los efectos antimicrobianos del irrigante, van a incrementar la desinfección del sistema de conductos radiculares. La cavitación y la microcorriente acústica, van a producir la

---

<sup>9</sup> Lumley P, Walmsley A, Walton R, Rippin J. Cleaning of oval canals using ultrasonic or sonic instrumentation. J Endod. 1993 Sept; 19(9): 453-457.

remoción de los detritos y de la capa de desecho dentinario de la superficie del conducto, así como la potenciación de la acción biológica del agente irrigante causado por el aumento de temperatura.

La acción del ultrasonido va a producir la ruptura de las paredes celulares de los microorganismos, debido a la turbulencia creada por la microcorriente acústica y los cambios de presión, permitiendo que el agente antimicrobiano penetrar al interior de las células rápidamente, produciendo su efecto bactericida por alguna de las siguientes acciones biológicas: liberación de radicales libres, oxidación y degeneración de las moléculas, destrucción enzimática y ruptura de la pared celular.

Sjögren et al.<sup>10</sup> Realizaron un estudio in Vivo para comparar la técnica de desinfección manual con respecto a la desinfección ultrasónica, tomando como muestra treinta y un dientes monorradiculares con pulpas necróticas, cámaras intactas y evidencia radiográfica de lesión periapical.

Ellos, observaron que algunas especies como *Bacteroides intermedius*, *Actinomyces israeli*, *Actinomyces naeslundii* y *Fusobacterium nucleatum*, podían resistir el procedimiento de desinfección ultrasónica, incluso después de una tercera visita, e incrementaban su número en los conductos radiculares vacíos en el período entre citas. Debido a esto, recomiendan indistintamente el uso de medicamentos intraconducto como el hidróxido de calcio, entre cada sesión.

---

<sup>10</sup> Sjögren U, Sunquist G. Bacterial evaluation of ultrasonic root canal instrumentation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1987, March; 63(3): 366-370.

Huque et al.<sup>11</sup>, concluyeron, de acuerdo un estudio realizado in Vitro, que el uso del ultrasonido combinado con una solución de hipoclorito de sodio al 12% erradicaba las bacterias presentes en la capa de desecho dentinario, producía la remoción de ésta, y propiciaba la penetración del irrigante hacia las capas más profundas de la dentina radicular, para de esa manera actuar sobre los microbios contenidos dentro de los canalículos dentinarios.

Observaron además, efecto antimicrobiano sobre las bacterias ubicadas en las paredes de la dentina radicular, con la utilización de una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 5.5%, por lo cual consideraron esta concentración como suficiente para lograr, en conjunto con la aplicación de ultrasonido, una desinfección eficaz del sistema de conductos radiculares.

#### **2.2.3.4 Retiro de restauraciones definitivas**

Las casas fabricantes de dispositivos ultrasónicos, generalmente ofrecen una serie de puntas para la remoción de restauraciones definitivas como coronas o puentes fijos.

La ventaja que ofrecen estos dispositivos es que permiten el desalojo de la restauración, minimizando el riesgo de una fractura radicular, así como la de producir lesiones a los tejidos adyacentes. El efecto que produce la aplicación del ultrasonido a las restauraciones definitivas, es la fractura de la capa de cemento restaurador con el fin de permitir la posterior remoción de la restauración de una forma conservadora.<sup>96</sup>

---

<sup>11</sup> Huque J, Kota K, Yamaga M, Iwaku M, Hocino E. Bacterial eradication from root dentine by ultrasonic irrigation with hypochlorite. Int Endod J. 1998; 31: 242-50.

La forma y el tiempo de aplicación del ultrasonido sobre la restauración, así como el cemento empleado van a influir en el retiro de ésta.

### **2.2.3.5 Retiro de pernos intraconductos**

Los pernos intraconductos pueden ser retirados por medio de la aplicación del ultrasonido, ya que éste va a producir inicialmente la fractura del agente de cementación entre el perno y la estructura dentaria a nivel coronal, producto de la vibración y luego al utilizar la punta de un instrumento ultrasónico para vibrar el perno se produce el desalojo de éste. La energía ultrasónica produce la fractura del cemento permitiendo la liberación del perno para su remoción.

De acuerdo a Johnson et al.<sup>12</sup>, existen un conjunto de factores a tomar en cuenta con respecto al retiro de un perno intrarradicular: el tipo de perno (colado o prefabricado), el diseño del perno (paralelo o cónico, liso o estriado, enroscado o cementado), el medio cementante, y la longitud de inserción. Las variaciones en el tiempo de aplicación del ultrasonido para el retiro de un perno, debe atribuirse al diámetro del mismo, su longitud de inserción y su diseño.

### **2.2.3.6 Retiro de instrumentos fracturados**

El retiro de instrumentos o cuerpos extraños implica un reto para el profesional. La utilización de dispositivos ultrasónicos ha

---

<sup>12</sup> Johnson W, Leary J, Boyer D. Effect of ultrasonic vibration on post removal in extracted human premolar teeth. J Endod. 1996 Sept; 22(9): 487-488.

resultado muy útil dentro de los recursos disponibles para la remoción de objetos dentro del sistema de conductos. Su mayor ventaja estriba en que en muchos casos, permite el abordaje ortógrado del diente sin debilitarlo y sin remover excesivamente el tejido dentinario.

Lovdahl y Gutmann<sup>13</sup> describieron una técnica que consiste primeramente en el ensanchado del conducto a fin de tener un acceso directo hasta el segmento, para después sobrepasar al instrumento fracturado a través de la brecha con la utilización de instrumentos manuales de pequeño diámetro (limas #15).

Al conseguir sobrepasar el instrumento, se introduce una lima ultrasónica del mismo diámetro del instrumento manual y se activa en la brecha, a una baja intensidad hasta que el fragmento se liberaba y era expulsado junto con el irrigante fuera del conducto radicular.

En el caso de instrumentos ubicados a una gran profundidad, y que no pueden ser sobrepasados, los autores recomiendan la utilización del ultrasonido con la técnica de Masseran, donde el ultrasonido haría el papel de la fresa trepanadora, desgastando menor cantidad de tejido dentinario de las paredes del conducto radicular.

Carr <sup>14</sup> recomendó para el retiro de instrumentos fracturados, la utilización en forma pasiva del instrumento ultrasónico, de

---

<sup>13</sup> Lovdahl, P, Gutmann J. Problems in nonsurgical root canal retreatment. En: Gutmann J, Dumcha T, Lovdahl P, Hovland E. Problem solving in endodontics. 3º Ed., St. Louis, Motsby, 1997, cap. 7, pps. 186-189

<sup>14</sup> Carr G. Retratamiento. En: Cohen S, Burns R. Editores. Vías de la pulpa, 7º Ed, Madrid, Harcourt, 1999, cap. 23, pps. 774-5.

manera que éste active las soluciones irrigantes (hipoclorito, EDTA) con el fin de eliminar aquellos detritos que quedaron atrapados entre el segmento y las paredes del conducto. Así se libera al instrumento y éste es expulsado fuera del conducto junto con las soluciones irrigantes por efecto de la Microcorriente acústica.

Flanders<sup>15</sup> en el año 1996, propuso una técnica que consiste en el ensanchado inicial del conducto con fresas Gates- Glidden, hasta el instrumento, para luego con una lima activada por ultrasonido, contactar con el instrumento de forma transversal, de manera tal de cavar en la dentina un surco alrededor de la punta del instrumento fracturado, para luego, por contacto con el instrumento ultrasónico, energizar el segmento por la aplicación del ultrasónido y liberarlo.

La primera opción para remover un instrumento fracturado es el empleo de instrumental ultrasónico. Se selecciona el instrumento ultrasónico, según la profundidad a la que se encuentra el fragmento y el espacio disponible. Este instrumento se activa a la potencia mínima y se utiliza en seco, para obtener una visión constante de la punta funcionando y del instrumento roto.

El instrumento seleccionado se mueve ligeramente alrededor del instrumento en sentido contrario de las agujas del reloj. Esta acción ultrasónica expulsa el polvo de dentina y trepana unos pocos milímetros coroneales alrededor del instrumento.

Por lo general durante el uso del ultrasonido el fragmento comienza a aflojarse, desenroscarse y girar. Si se ejerce una

---

<sup>15</sup> Flanders D. New techniques for removing separated root canal instruments. NY State Dent J. 1996 May: 30-32.

suave acción de palanca con la punta entre la lima y la pared del conducto, en ocasiones el instrumento "salta" del interior del mismo. La mayoría de los instrumentos de acero inoxidable y carbón se desplazan en dirección coronal si se establece alrededor de ellos un plano de socavamiento de 1,5-2 mm y a continuación se activa el fragmento con energía ultrasónica. .

Cuando no resulte seguro continuar trepanando alrededor del instrumento fracturado, debido a falta de visión o a restricciones anatómicas, limas manuales pequeñas en conjunto con quelantes acuosos o viscosos pueden emplearse para sobrepasar parcialmente o por completo el fragmento y tratar de removerlo. Se puede irrigar alternado el hipoclorito de sodio con peróxido de hidrógeno, ya que la efervescencia creada puede desalojar el instrumento haciéndolo flotar coronalmente.

Los fragmentos del instrumental de níquel-titanio suponen un reto especial para el odontólogo. Debido a las propiedades termodinámicas del níquel-titanio, la vibración ultrasónica de estos instrumentos produce un rápido calentamiento y una desintegración espontánea del metal. De ahí que el procedimiento de socavamiento se deba llevar a cabo con gran precisión con el fin de no contactar con el metal.

Una vez completado este último, se puede extraer el fragmento reduciendo el nivel de potencia ultrasónica al mínimo e intentando hacer vibrar en sentido coronal el fragmento expuesto; para ello es preciso aplicar agua con el fin de reducir al mínimo la acumulación de calor. La irrigación con agua durante la vibración impide la visibilidad, con lo cual la extracción de fragmentos de instrumentos de níquel-titanio resulta más difícil que la de instrumentos de acero inoxidable, que no precisan irrigación con agua.

## **2.2.37 Eliminación de calcificaciones radiculares**

Se ha propuesto el uso de la instrumentación ultrasónica para penetrar los conductos calcificados o bloqueados de una forma pasiva. La aplicación del ultrasonido en conjunto con hipoclorito de sodio podría potenciar la penetración del irrigante a toda la longitud del instrumento, disolviendo el colágeno, las sustancias orgánicas, y también desalojando las calcificaciones por la acción física del ultrasonido, lo que facilitaría la permeabilidad del conducto.

El uso de puntas con diseño especial permite la eliminación de calcificaciones y la localización de los orificios de conductos calcificados, por medio de procedimientos de desgaste o socavado en la dentina radicular.

### **2.2.3.8 Preparación biomecánica del conducto radicular**

La instrumentación ultrasónica del sistema de conductos radiculares, es una síntesis de acciones biológicas, químicas y físicas, lo que permite al operador una limpieza, conformación y desinfección más rápida y efectiva del sistema de conductos de una manera más sencilla.

Las limas activadas por ultrasonido han demostrado tener una mayor capacidad de corte del tejido dentinario que las limas activadas manualmente, debido a que las limas al ser energizadas por la onda ultrasónica se vuelven totalmente activas en su capacidad de corte..

Los instrumentos utilizados para la preparación ultrasónica generalmente son limas k estandarizadas de acuerdo a las normas ISO, que se fabrican en diámetros del #15 al #40. Aparte de éstos se han desarrollado otros instrumentos como limas diamantadas

que tienen como ventaja el alisado de la superficie de las paredes del conducto radicular, obteniendo como resultado una superficie mucho más uniforme.

La casa Micromega/Medidenta (EUA, Suiza) ha desarrollado unos sistemas de limas ultrasónicas específicos para su sistema MM1500, estos sistemas son conocidos como Rispisonic, Heliosonic y Shaper Sonic. ´

El sistema Rispisonic, está formado por una serie de limas dentadas, no estandarizadas de acuerdo a las normas ISO, presentándose en una numeración del 1 al 6. Se caracterizan en que en su diseño presentan una mayor conicidad que las limas estandarizadas por las normas ISO, y además son más delgadas en su extremo apical que sus equivalentes ISO.

Este diseño permite que el instrumento realice una preparación más conservadora en el tercio apical, con los instrumentos de menor diámetro, mientras al incrementar el diámetro en los tercios medio y coronal se obtiene una conformación cónica <sup>44, 60</sup>.

El sistema Shaper Sonic, es una serie de limas dentadas estandarizadas de acuerdo a las normas ISO y numeradas del #15 al #40, mientras el sistema Heliosonic posee un diseño semejante a una lima Hedström de triple hélice. Todos estos instrumentos tienen puntas inactivas de una longitud de 1.5 a 2 mm.

El movimiento aplicado a la lima durante la preparación ultrasónica es esencialmente un movimiento de limado, en forma longitudinal, para obtener así un mayor desgaste de dentina. El movimiento es también circunferencial en contacto con las paredes del conducto con la finalidad de proporcionarle al conducto una forma cónica uniforme, considerada óptima para la limpieza y obturación del conducto.

De acuerdo a Briggs et al.<sup>14</sup> las variables que pueden influir en la capacidad de corte de la lima son las siguientes: la frecuencia y amplitud de oscilación de la lima, la carga o fuerza interfacial entre la lima y la dentina, los movimientos realizados por el operador y el tiempo de activación de la lima dentro del conducto durante la fase de instrumentación.

Las limas endodónticas activadas por ultrasonido muestran un patrón de oscilación transversal característico. Este patrón de oscilación va a depender principalmente del diseño de la lima, de acuerdo al grado de angulación que tenga la parte activa del instrumento con respecto a su eje longitudinal.

La amplitud de desplazamiento de la punta de la lima va a aumentar en forma directamente proporcional con respecto al incremento de la potencia de la unidad generadora, pero esta relación tiende a no ser exponencial cuando se aumenta la potencia al máximo. El aumento en la amplitud de desplazamiento va a producir también una mayor eficacia de corte de la lima activada por ultrasonido.

Según los resultados obtenidos por Lumley<sup>16</sup>, al estudiar las variables que afectan la eficacia de corte de las limas activadas por ultrasonido, la carga es el factor más significativo, incluso más que la potencia de activación del instrumento, del tipo de lima, o el diámetro de ésta.

La aplicación de la carga no va a tener efecto sobre la acción longitudinal del instrumento, pero si va a afectar su movimiento oscilatorio transversal; si la carga es aplicada sobre un nodo, se va a observar poco o ningún cambio en el patrón de oscilación de la lima, pero si la carga es aplicada sobre un antinodo, se va a

---

<sup>16</sup> Lumley P. Cutting ability of Heliosonic, Rispisonic and Shaper files. J Endod. 1997 April; 23 (4): 221-223.

producir un cambio en el patrón de oscilación del instrumento que resultará en una acción de vibración incontrolada de la punta o un "latigazo" producido por la lima <sup>62</sup>.

De acuerdo a Wamsley et al <sup>17</sup>, el patrón de oscilación transversal es ineficiente y puede ser fácilmente reducido por cualquier carga aplicada a la lima durante su uso. Esto causa que al aplicar la carga sobre el instrumento se transforme el patrón de oscilación de transversal a longitudinal, el cual es más deseable, debido a que las limas endodónticas convencionales están diseñadas para tener una acción de corte longitudinal.

Este cambio de patrón de oscilación solo se presenta en las limas activadas por dispositivos sónicos, pero no se observa en aquellos instrumentos activados por ultrasonido, los cuales mantienen su mismo patrón de oscilación, a pesar de la carga aplicada.

La acción de restringir el movimiento de oscilación de la lima activada por ultrasonido en un área correspondiente a un antinodo causa una mayor reducción en la amplitud de desplazamiento del instrumento que al restringir el movimiento de oscilación en un nodo.

En un conducto curvo donde la lima queda sumamente ajustada, ésta va a contactar con las paredes del conducto en varios puntos, por lo que su vibración va a ser nula. Debido a esto se explica la impredecibilidad que tienen estos instrumentos en la preparación del tercio apical, ya que al eliminar la vibración del instrumento éste se vuelve inefectivo.

---

<sup>17</sup> Walmsley A, Lumley P, Laird W. The oscillatory pattern of sonically powered endodontic files. Int Endod J. 1989; 25: 125-32

La restricción relativa de la vibración combinado con los movimientos de limado producidos por el operador van a incrementar la capacidad de corte de los instrumentos activados por ultrasonido, además de alterar su patrón de corte.

La disminución relativa de la oscilación de la lima y el incremento de la carga sobre el instrumento, durante el movimiento de limado, son algunas de las formas de controlar la capacidad de corte del instrumento en la zona apical. Estos hallazgos son relevantes para controlar la conformación del conducto radicular, precisamente en los sitios donde se requiere un menor desgaste dentinario, como en las caras internas de las curvaturas.

Se puede aplicar la técnica de limado de anticurvatura, propuesta por Abou-Rass et al.<sup>2</sup> siempre que se tome en cuenta que la dirección de la oscilación de la lima sea paralela al plano de la curvatura durante la activación del instrumento.

Se han realizado numerosos estudios comparativos de la eficacia del ultrasonido con otras técnicas en la conformación del sistema de conductos.

Nagy et al.<sup>18</sup>, realizaron un estudio cuyo propósito era conocer la relevancia de la morfología del conducto radicular en la creación de deformaciones del conducto durante su instrumentación. Para ello tomaron 450 raíces que dividieron en

---

<sup>18</sup> Nagy C, Bartha K, Brenáth M, Verdes E, Szabó J. The effect of root canal morphology on canal shape following instrumentation using different techniques. Int Endod J. 1997; 30: 133-40.

distintos grupos, las cuales fueron instrumentadas con alguno de los distintos sistemas y técnicas de instrumentación, entre ellas la instrumentación ultrasónica.

Observaron que la instrumentación ultrasónica no alteraba significativamente la morfología inicial del conducto, al compararla con la obtenida después de la instrumentación, en cualquier nivel o plano. Este tipo de instrumentación tiende a rectificar el conducto radicular, pudiendo producir la desviación del conducto y la formación de escalones, pero los resultados obtenidos mostraron que la instrumentación ultrasónica fue más eficaz que la instrumentación manual.

Distintos autores han comparado la efectividad de la preparación biomecánica realizada con la técnica de paso-atrás con la combinación de técnicas paso-atrás y la aplicación de ultrasonido. La combinación de ambas técnicas produce como resultado una limpieza superior de los conductos radiculares, al ser comparada con la aplicación única de la técnica de paso-atrás 39,56,80.

Aunque la instrumentación ultrasónica ha demostrado tener una capacidad de limpieza superior, la falta de diseño de nuevos instrumentos adaptados especialmente al patrón de vibración transversal obtenido por la activación ultrasónica ha limitado su efectividad como técnica de instrumentación, por lo tanto la instrumentación ultrasónica debe limitarse solo a conductos amplios y de poco grado de curvatura.

#### **2.2.4 TÉCNICAS PARA EL RETIRO DE INSTRUMENTOS FRACTURADOS**

Antes de iniciar cualquier procedimiento, se deben evaluar cuidadosamente las radiografías preoperatorias en diferentes

angulaciones horizontales y a las que revelen el grosor de las paredes de dentina.

"No debe intentarse ningún método de remoción antes de obtener acceso a la porción coronal del fragmento".

Las limas se rompen con mayor frecuencia en los 3 a 5mm apicales, debido a que en esta zona el conducto usualmente presente el mayor grado de curvatura. Típicamente la cabeza del fragmento se encuentra a nivel del tercio medio y apical. Afortunadamente, un acceso radicular en línea recta hasta ese nivel, generalmente puede ser creado. En la extracción de instrumentos rotos el primer y segundo paso consiste en:

**Primer paso** es el acceso coronal. Ruddle <sup>19</sup> recomienda usar fresas de tallo largo a alta velocidad para crear un acceso recto a todos los orificios del conducto radicular, en especial al orificio que contiene el instrumento.

**Segundo paso** es el acceso radicular, si este es escaso, se deben emplear limas manuales de pequeño a gran tamaño coronal al instrumento, creando de este modo un espacio suficiente donde introducir con seguridad las fresas Gates Glidden (GG).

Estas fresas son empleadas en forma de pinceles para maximizar la visibilidad del instrumento, creando un túnel con su mayor diámetro en el orificio del conducto y el menor hacia el instrumento. Las fresas GG deben limitarse a la porción recta del conducto. Además este abordaje remueve cualquier barrera de dentina que impida el pasaje coronal del instrumento una vez que se ha aflojado.

---

<sup>19</sup> Ruddle C. Retratamiento endodóncico no quirúrgico. En: Vías de la Pulpa. 8va. edición 2002. Cohen S, Burns R. editores. Editorial Mosby. España

## **2.2.5 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA REMOCION DE INSTRUMENTOS FRACTURADOS.**

Entre los factores que influyen en la remoción de instrumentos fracturados tenemos:

- Tipo de instrumento
- Longitud del instrumento y
- Grado de curvatura,

Ruddle<sup>20</sup>, señala que el potencial de remover de forma segura un instrumento fracturado va a estar guiado por factores anatómicos, entre ellos el diámetro, longitud y curvatura del conducto, y a su vez este potencial va a estar limitado por la morfología radicular, incluyendo dimensiones circunferenciales, grosor de dentina y profundidad de la concavidad externa. Otro factor importante a considerar es el tipo de material del instrumento fracturado, por ejemplo, las limas de acero inoxidable tienden a ser más fáciles de remover que las de níquel-titanio. Estas últimas tienden a fracturarse de nuevo durante su remoción con ultrasonido, presumiblemente debido al incremento de la temperatura y a la vibración. Adicionalmente, las limas rotatorias de níquel-titanio por lo general se fracturan a nivel de la curvatura de conductos estrechos, y por su movimiento rotacional, tienden a atornillarse e impactarse en las paredes del conducto.

Hülsman y Schinkel<sup>21</sup> consideraron como éxito el retiro del instrumento o sobrepasar el mismo, y obtuvieron un índice de

---

<sup>20</sup> Ruddle CJ. Nonsurgical retreatment. J Endod. 2004 Dec;30 12:827-45. Review

<sup>21</sup> Hulsman M, Schinkel I. Influence of several factors on the success or failure of removal of fractured instruments from the root canal. Endod Dent Traumatol. 1999 Dec;15(6):252-8.

éxito general de 68%. También, Ward et al<sup>22</sup>, utilizando técnicas más modernas propuestas por Ruddle (9,27), reportaron índices de éxito general de 73% para la completa remoción del instrumento fracturado.

## **2.2.6 USO DE ULTRASONIDO EN ENDODONCIA**

-El ultrasonido es una forma de emisión de energía por medio de ondas elásticas, que tiene la propiedad de propagarse por medios sólidos, líquidos y gaseosos.

-La aplicación del ultrasonido produce efectos químicos, físicos y biológicos sobre distintos componentes, estos efectos se emplean en la industria, en la biología y en la medicina.

-La introducción del ultrasonido como recurso a utilizar en la práctica endodóntica ha permitido la simplificación de técnicas y procedimientos, además, ha optimizado otros procedimientos como la limpieza y desinfección de los conductos.

-Existen controversias sobre la formación de ciertos efectos inducidos por el ultrasonido dentro del conducto radicular, sin embargo su utilización de forma adecuada y con precaución podrá disminuir las probabilidades de producir efectos no deseables durante la terapéutica endodóntica.

-La instrumentación ultrasónica debe utilizarse sólo en casos que lo requieran. La prudencia y el juicio clínico del operador determinará qué técnica de instrumentación se adapte de una forma más adecuada para cada caso en particular.

---

<sup>22</sup> Ward JR, Parashos P, Messer HH. Evaluation of an ultrasonic technique to remove fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals: an experimental study. J Endod. 2003 Nov;29(11):756-63.

-La irrigación, limpieza y desinfección ultrasónica ha demostrado, hasta ahora, ser uno de los métodos más efectivos para la limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares.

-El empleo del ultrasonido ha demostrado superioridad en la cirugía endodóntica en el procedimiento de preparación retrógrada de la cavidad apical al compararse con los dispositivos rotatorios, ya que permite un abordaje más conservador, la realización de una cavidad que permita una obturación retrógrada más adecuada que mejora el pronóstico del tratamiento.

## 2.3 HIPOTESIS

¿Cómo incide la utilización del sistema ultrasónico en el retiro de instrumentos fracturados en raíces distales de molares inferiores?

## 2.4 VARIABLES DEL ESTUDIO

**V. Independiente:** utilización del sistema ultrasónico para retirar instrumentos fracturados

**V. Dependiente:** Raíces distales de molares Inferiores.

| 2.4.1 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES |                                                                                              |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Definición conceptual</b>              | Factores influyen en el índice de éxito en cuanto a la remoción de instrumentos fracturados. |
| <b>Definición</b>                         | Morfología radicular, dimensiones, grosor de dentina y profundidad de la                     |

|                    |                                                                                                                                 |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Operacional</b> | <p>concauidad externa, del diámetro, longitud y curvatura del conducto</p>                                                      |
| <b>Indicador</b>   | <p>Tipo de instrumento, Longitud del instrumento: Grado de curvatura, y Localización.</p>                                       |
| <b>Ítems</b>       | <p>Utilización del sistema ultrasónico para el retiro de instrumentos fracturados en raíces distales de molares Inferiores.</p> |

### **3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La presente propuesta se clasifica en el tipo de investigación Descriptiva, analítica o explicativa. Describe, de forma bibliográfica características fundamentales de la utilización de sistema ultrasónico para retirar instrumentos fracturados en raíces distales de molares inferiores, utilizando criterios sistemáticos para destacar los elementos de causas y efectos.

Asimismo la investigación analítica, nos permitió identificar cuáles son los elementos que componen el fenómeno de estudio, respondiendo a las interrogantes ¿Qué? ¿Cómo? ¿Cómo están relacionadas sus partes?

#### **3.2 UNIDAD DE ANÁLISIS**

- Utilización del sistema ultrasónico en endodoncia
- Instrumentos fracturados
- Mecanismo de retiro de instrumentos fracturados
- Raíz distal de molares inferiores

### **3.3 UNIDAD DE COMPROBACIÓN**

- Formulación del problema
- Preguntas a responder
- Objetivos
- Operacionalización de las variables
- Conclusiones
- Recomendaciones

## **4. CONCLUSIONES**

Mediante el análisis de la literatura revisada podemos describir, que el ultrasonido actualmente está siendo utilizado en muchas fases del tratamiento endodóntico con buenos resultados y en forma predecible.

En el mercado nacional hay diversas marcas y puntas para lograr objetivos específicos, desde encontrar los conductos, hasta remover pernos e instrumentos fracturados.

El ultrasonido ha resultado efectivo en la remoción de restauraciones definitivas así como de pernos intraconductos, ya que produce una fractura del cemento disminuyendo su capacidad de retención.

La preparación biomecánica de sistemas de conductos radiculares con dispositivos sónicos y ultrasónicos es seriamente

limitada a conductos amplios, y que presenten leves curvaturas en su morfología, ya que en los conductos curvos la lima va tener restringido su movimiento oscilatorio, disminuyendo su capacidad de corte hasta ser prácticamente nula.

## **5. RECOMENDACIONES**

Al especificar, los efectos de la aplicación del ultrasonido en el conducto radicular podemos recomendar:

- Se debe ser cauto al momento de comenzar su utilización en especial al retirar instrumentos fracturados en raíces distales de molares inferiores.

- Es indispensable Identificar, los factores que influyen en la remoción de instrumentos fracturados, para luego definir, las técnicas para el retiro.

- Se debe tener mucha precaución en el empleo de instrumental sónico y ultrasónico en la preparación del sistema de conductos, ya que si no se tiene control de su acción en la zona apical, pudiendo producir desgaste excesivo y perforaciones de la raíz,

-Además que pueden producir alteraciones en las paredes del conducto como rectificaciones y formación de escalones, por lo que sólo se recomienda su uso en conductos amplios y de leves curvaturas, debido a las limitaciones en cuanto al diseño de los instrumentos.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- 1) ALAPATI SB, Brantley WA, SVEC TA, powers JM, Nusstein JM, Daehn GS. SEM Observations of Nickel-Titanium Rotary Endodontic Instruments that Fractured During Clinical Use. *J Endod* 2004; 31: 40-43
- 2) ALFOUZAN KS. Incidence of rotary profile instrument fracture and the potential for bypassing in vivo. *Int Endod J* 2003; 36: 864-67.
- 3) ANKRUM M, Hartwell G, Truitt J. K3 endo, protaper and profile systems: breakage and distortion in severely curved roots of molars. *J Endod* 2004; 30(4): 234-7
- 4) BOOTH J, Scheetz J, Lemons J, Eleazer P. A comparison of torque required to fracture three different nickel-titanium rotary instruments around curves of the same angle but of different radius when bound at the tip. *J Endod* 2003; 29(1): 55-57

- 5) GUILFORD W, Lemons J, Eleazer P. A comparison of torque required to fracture rotary files with tips bound in simulated curved canal. *J Endod* 2005; 31(6): 468-70
- 6) LI UM, LEE BS, Shih CT, LAN WH, LIN CP. Cyclic Fatigue of Endodontic Nickel Titanium Rotary Instruments: Static and Dynamic Tests. *J Endod* 2002; 28: 448-45.
- 7) LIN LM, Rosenberg PA, LIN J. Do procedural errors cause endodontic treatment failure? *JADA* 2005; 136: 187-192
- 8) MARTIN B, Zelada G, Varela P, Bahillo G, Magan F, AHN S, Rodriguez C. Factors influencing the fracture of nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J* 2003;36: 262-66
- 9) Roland D, andelin W, Browning D, HSU R, Torabinejad M. The effect of preflaring on the rates of separation for 0.04 taper nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2002; 28(7): 543-545
- 10) ULLMANN CJ, Peters O. Effect of cyclic fatigue on static fracture loads in ProTaper nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2005; 31(3):183-6
- 11) WARD R, Parashos P, Messer HH. Evaluation of an ultrasonic technique to remove fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals: an experimental study. *J Endod* 2003; 29 (11):756-763
- 12) Yared G, Dagher FB, Kulkarni K. Influence of torque control motors and the operator's proficiency on ProTaper failures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003; 96: 229-233.