



COMPARACIÓN DE LA EFICACIA Y EFICIENCIA EN LA ELIMINACIÓN
DE GUTAPERCHA DE TRES PROTOCOLOS DE DESOBTURACIÓN EN
BASE A ULTRASONIDO, SISTEMA ROTATORIO Y CALOR EN
CONDUCTOS CURVOS

Trabajo de investigación
requisito para optar al
Post-título de Especialista en
Endodoncia

Alumno: Nicolás Lladós V.

Docente Guía: Dra. Loreto Martín
Docente Auxiliar Posgrado de Endodoncia
Universidad de Valparaíso

AGRADECIMIENTOS

El autor quisiera agradecer a cada una de las personas que hicieron posible la realización de esta tesis por su esfuerzo desinteresado, entusiasmo e invaluable ayuda.

- Dra. Loreto Martín: Por sus aportes como docente guía y en insumos necesarios
- Dr. Ramón Naranjo: Por el apoyo tecnológico brindado en la obtención de las imágenes computarizadas (CBCT) y asesoría en su interpretación
- Dra. Leslie Acuña: Por brindar insumos y equipos para la aplicación de los diferentes protocolos.
- Alan Barraza: Por las bases para realizar correctamente los análisis estadísticos y gráficos

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	4
INTRODUCCIÓN.....	7
MARCO TEÓRICO.....	9
1.- CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DEL DIENTE	9
1.1 Pulpa dental.....	9
1.2 Dentina	10
1.3 Esmalte.....	10
2.- ANATOMÍA RADICULAR	11
2.1 Clasificación de Vertucci.....	13
3.- ENDODONCIA.....	14
3.1 Obturación radicular	14
3.2 Materiales de obturación radicular.....	14
3.3 Cementos selladores.....	16
4.- RETRATAMIENTO ENDODÓNTICO	17
4.2 Indicaciones de retratamiento	19
5.- SISTEMAS UTILIZADOS EN EL RETRATAMIENTO NO QUIRÚRGICO DE CONDUCTOS RADICULARES	20
5.1 Ultrasonido en la endodoncia	20
5.2 Irrigantes usados con ultrasonido	22
5.3 Retratamiento endodóntico por medio de ultrasonido	23
6.- LIMAS NIQUEL-TITANIO	23
6.1 Segunda generación de limas níquel-titanio	25
6.2 Instrumentación no convencional del sistema de conductos, sistema rotatorio Protaper®	25
6.3 Sistema Protaper® para el retratamiento	27
7.- SISTEMA TRANSPORTADOR DE CALOR.....	28
7.1. - Sistema Touch 'N Heat, Sybron Endo®.....	29
8.-VISIÓN ACTUAL SOBRE EL RETRATAMIENTO EN CONDUCTOS CURVOS	29
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	30

1. OBJETIVO GENERAL	30
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
3. HIPÓTESIS.....	30
MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
1.- DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	31
2.- MUESTRA/UNIVERSO.....	31
3.- CRITERIOS DE INCLUSIÓN	32
4.- SELECCIÓN.....	32
5.- DESARROLLO DEL ESTUDIO.....	32
5.1 Protocolo N° 1: Sistema Protaper®, Dentsply de desobturación	33
5.2 Protocolo N° 2: En base a ultrasonido	34
5.3 Protocolo N° 3: En base a calor	34
RECOLECCIÓN DE DATOS	36
1.- VARIABLES:.....	36
2.- DEFINICIONES CONCEPTUALES Y OPERACIONALES	36
2.1 Tiempo:.....	36
2.2 Grado de gutapercha remanente:.....	36
2.3 Protocolo:	37
RESULTADOS Y ANÁLISIS	38
1.- EFICACIA DE LOS PROTOCOLOS DE DESOBTURACIÓN	38
2.- EFICIENCIA DE LOS PROTOCOLOS DE DESOBTURACIÓN	42
DISCUSIÓN	44
CONCLUSIONES.....	49
SUGERENCIAS.....	49
RESUMEN.....	50
BIBLIOGRAFÍA.....	51
ANEXOS.....	54

INTRODUCCIÓN

La odontología, al igual que el resto de las ciencias médicas, ha evolucionado notablemente gracias a la incorporación de nuevos conocimientos y tecnologías que han permitido mejorar y facilitar la práctica clínica. La endodoncia no está ajena a este avance, y continuamente se están creando nuevos instrumentos, tanto para la preparación como para la desobturación de conductos en los casos de retratamiento no quirúrgico.

Ante la problemática de los retratamientos endodónticos, se han desarrollado innovadores sistemas que utilizan distintas propiedades para la remoción del material obturador, los cuales presentan diversas características y formas de uso; aunque su uso no se encuentra totalmente estandarizado.

Actualmente, la mayoría de los conductos radiculares se obturan utilizando gutapercha. Una de las principales ventajas en la elección de este material como medio de obturación es la relativa facilidad de ser removida en aquellos casos que así lo requieran.

Dentro de los sistemas de desobturación en uso actualmente, encontramos métodos que utilizan: soluciones químicas, aplicación de calor, sistemas de ultrasonido y sistemas rotatorios; y todos se complementan con el sistema manual convencional de limas. Generalmente estos sistemas se usan en conjunto para facilitar la remoción del material obturador y evitar, en lo posible, alterar la anatomía original del conducto radicular.

En una versión anterior de este estudio, se buscó sistemáticamente información hasta el año 2013 que estableciera parámetros claros acerca de qué métodos o sistemas de desobturación utilizar según el caso clínico. Sin embargo dada la cantidad de estudios, distintos autores proponen diversos sistemas como “ideales” usando como criterio de medición la calidad de la desobturación, la deformación del conducto, la eficiencia y seguridad de la técnica, etc. Cuando se compararon, en la primera parte de este estudio, los sistemas más comunes de desobturación en el mercado, es decir, sistemas en base a ultrasonido (*sistema Minipiezón, Electrical Medical Sistem; EMS; Nyon®; Suiza, con sus propias puntas para endodoncia DS 012 o DS 010*), calor (*transportador de calor presente en el sistema Calamus Dual®, Dentsply*) e instrumentos rotatorios de desobturación (*Sistema de desobturación Protaper®, Dentsply*), se concluyó que no existe diferencias significativas en cuanto al grado de remoción de gutapercha y que el método más eficiente era a través del transporte de calor al conducto y la complementación de instrumental manual.

Los resultados nombrados anteriormente fueron obtenidos a través del estudio de dientes *in-vitro* que tuviesen únicamente conductos rectos o leve curvatura, lo que representa una gran limitación puesto que un número importante de dientes que requieren de retratamiento de conductos presentan diversos grados de curvaturas.

Debido a lo anterior y a la persistente carencia de estudios que comparen distintos sistemas de desobturación entre sí (y no sólo una marca determinada con instrumentación manual convencional) es que este nuevo estudio pretende abordar las limitaciones del anterior para generar un conocimiento más acabado y uniforme que permita definir de forma más global qué protocolos de desobturación utilizar regularmente en los casos de retratamiento no quirúrgico de los conductos radiculares. Por consiguiente el objetivo es dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación:

¿Existe algún protocolo para la desobturación de conductos que demuestre mayor eficacia y eficiencia en la remoción de gutapercha en conductos curvos?

MARCO TEÓRICO

Resulta difícil imaginar la odontología actual sin la valiosa ayuda de la endodoncia. En concreto prácticas tan comunes como prótesis fijas con pernos intraconducto simplemente no serían posibles. Además el número de exodoncias volvería a tomar las horrorosas cifras de antaño. Es por esto que no se concibe la odontología de hoy sin el complemento de esta disciplina.

Actualmente la remoción de los restos de tejidos vitales y necróticos de la pulpa, microorganismos y toxinas del sistema de conductos radicular, es esencial para el éxito del tratamiento endodóntico; sin embargo, no sólo la técnica es importante sino también el profundo y acabado conocimiento de la biología del sistema dentino-pulpar, de los materiales que utilizamos y de la forma en que deben ser usados; es por esto que se presentan a continuación algunos de los aspectos más importantes relacionados al retratamiento endodóntico (Leonardo, 2005).

1.- CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DEL DIENTE

El diente, como cualquier otro órgano, se encuentra integrado con el resto del cuerpo en términos de irrigación e inervación, tejido linfático, células y organización por capas. La forma más clásica de describirlo es justamente a partir de este último parámetro.

1.1 Pulpa dental

La pulpa dental forma parte del complejo dentino-pulpar, que tiene su origen embriológico en la papila dental (tejido ectomesenquimático). Se encuentra delimitada y en íntima relación con la dentina tanto en la porción coronal como en las raíces del diente (Gómez de Ferrari, 2009).

Desde un punto de vista estructural, la pulpa dental es un tejido conectivo laxo, ricamente vascularizado e inervado, formado en un 75% por agua y un 25% por materia orgánica representada por células y matriz extracelular (Avery J., 2007).

Histológicamente, se diferencian distintas capas en la pulpa dental que, desde la preentina o dentina sin mineralizar hacia el centro de la pulpa son (Gómez de Ferrari, 2009):

- Zona odontoblástica, en la que se ubica la empalizada de odontoblastos, entrelazados íntimamente con la dentina a través de sus prolongaciones odontoblásticas o fibrillas de Tomes. Esta capa tiene especial importancia en la formación de la matriz dentinaria.

- Zona subodontoblástica u oligocelular de Weil, en donde se pueden observar pocas células pero en este sitio se ubica el plexo nervioso de Raschkow, el plexo capilar subodontoblástico y los fibroblastos subodontoblásticos.

- Zona rica en células, que destaca justamente por su gran densidad celular y que contiene las células mesenquimáticas y los fibroblastos que originan las fibras de Von Korff

- Zona central de la pulpa, que está formado por el típico tejido conectivo laxo con sus distintos tipos celulares, escasas fibras inmersas en la matriz extracelular amorfa y abundantes vasos sanguíneos y nervios.

1.2 Dentina

Es el eje estructural y constituye el tejido mineralizado que conforma el mayor volumen del diente. Su espesor varía según la función de éste, la zona y la edad. Además tiene ciertas características físicas propias, como entregar el color fundamental al diente, tener poca translucidez, dureza relativamente baja si se le compara con el esmalte aunque mayor que la del hueso, radiopacidad moderada siendo menor a la del esmalte pero mayor a la del hueso, alta elasticidad y la propiedad quizás más importante para efectos endodónticos es su permeabilidad debido a la presencia de túbulos dentinarios (Gómez de Ferrari, 2009).

En cuanto a la composición química, esta varía según el sitio a examinar y la edad del individuo entre otros factores, pero se acepta como norma general que presenta un 70% de materia inorgánica representada por cristales de hidroxiapatita, un 18% de materia orgánica como colágeno y un 12% de agua (Jeeraphat J., 2002).

1.3 Esmalte

Es el tejido más duro del cuerpo debido a su estructura altamente mineralizada. Eso se ve representado en su elevado porcentaje de matriz inorgánica que asciende a 95% (principalmente fosfato de calcio) y una muy pequeña cantidad de matriz orgánica de 1 – 2%. El agua sólo constituye un 3 a 5%. Presenta un mínimo espesor en la unión amelocementaria y un máximo grosor (2 – 2.5 mm.) en la cúspide de molares, premolares y caninos superiores (Gómez de Ferrari, 2009).

2.- ANATOMÍA RADICULAR

Es bien conocido que existe una amplia gama de formas, tamaños y números de conductos radiculares y si bien la intención de esta investigación no es dar a conocer su amplio repertorio, se presenta una descripción simple y breve de los casos más comunes encontrados en endodoncia.

Clásicamente el sitio que ocupa la pulpa se ha dividido en dos, la cámara pulpar y el conducto radicular. La cámara pulpar es el sitio que aloja la pulpa cameral, siempre es única, su forma es similar a la del diente visto por su parte externa y presenta tres zonas claramente definidas:

- Techo o pared oclusal, presenta **forma cóncava** hacia la cara oclusal o el borde incisal y prominencias dirigidas hacia las puntas de las cúspides, conocidos como **cuernos pulpares**.
- Pared cervical o piso, es la cara opuesta al techo y más o menos paralela a la pared oclusal. En un corte transversal del diente, a altura del cuello dental, se vería que el piso de la cámara tiene con frecuencia en la parte media una superficie convexa, lisa y pulida que presenta en sus ángulos, nichos de forma cónica que corresponden a los orificios de entrada a los conductos radiculares. Esta zona convexa del piso de la cámara pulpar donde se inician las líneas demarcadoras que entrelazan los orificios de entrada de los conductos radiculares, se denomina *Rostrum Canaliu*. Identificado con facilidad en los dientes birradiculares o trirradiculares y que no existe en los unirradiculares, donde hay continuidad entre la cámara y el conducto radicular.
- Paredes laterales circundantes, mesial, distal, vestibular y lingual o palatina, nombre correspondiente a las caras del diente hacia donde están orientadas. Por seguir la forma externa del diente, frecuentemente presentan el espolón, codo o zoclo cervical que forma un escalón en la región más profunda de la pared lateral (Leonardo, 2005).

Por otra parte, el conducto radicular es la zona correspondiente a la porción radicular de los dientes. En los que presentan más de una raíz se inicia en el piso y termina en el foramen apical. Tiene forma cónica con la base mayor dirigida hacia el piso y el vértice hacia la porción apical con forma similar a la de la raíz. Además el conducto radicular está constituido por dos conos unidos por sus vértices. Uno largo o conducto dentinario, donde se localiza la pulpa dentaria y tiene por límite apical la unión cemento-dentina-conducto (CDC) y otro conducto muy corto o conducto cementario. (Leonardo, 2005)

En todos los dientes siempre vamos a encontrar uno o varios conductos principales, en donde se concentra gran parte de tejido pulpar. Sin embargo existe más tejido vital difícil de acceder en otras ramificaciones de los conductos principales, sobre todo en el tercio apical del conducto radicular. Estas distintas ramificaciones del conducto principal son denominadas de la siguiente manera:

- Conducto lateral: Es una ramificación que va del conducto principal al periodonto, generalmente por encima del tercio apical.
- Conducto secundario: Ramificación que deriva del conducto principal y alcanza directamente la región periapical.
- Conducto accesorio: Ramificación derivada del conducto secundario que termina en la superficie del cemento
- Conducto colateral: Es un conducto que corre más o menos paralelo al principal, pudiendo alcanzar la zona periapical en forma independiente.
- Delta apical: Son las múltiples ramificaciones apicales del conducto principal que determinan el surgimiento de múltiples foraminas en lugar de un único foramen apical.
- Conducto cavo interradicular: Es una ramificación que se observa a nivel del piso de la cámara pulpar
- Conducto interconducto: Une el conducto colateral con el principal.(Leonardo 2005)

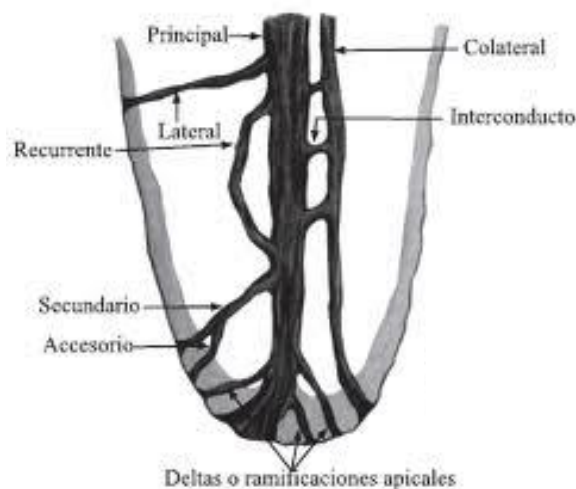


Figura 1: Esquema que muestra los distintos tipos de conductos radiculares

2.1 Clasificación de Vertucci

Vertucci et. al. en 1984 descubrieron que el sistema de conductos era mucho más complejo y variable de lo que se creía hasta ese momento. Debido a eso realizaron diversos estudios llegando a la conclusión de que el espacio pulpar se podía clasificar de la siguiente manera:

- Tipo I: Un conducto único que se extiende desde la cámara pulpar hasta el ápice
- Tipo II: Dos conductos separados que salen de la cámara pulpar y se unen cerca del ápice para formar un conducto
- Tipo III: Un conducto sale de la cámara pulpar y se divide en dos en la raíz. Los dos conductos se funden después para salir como uno solo
- Tipo IV: Dos conductos distintos y separados se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice
- Tipo V: Un conducto sale de la cámara pulpar y se divide cerca del ápice en dos conductos distintos, con forámenes apicales separados
- Tipo VI: Dos conductos separados salen de la cámara pulpar, se funden en el cuerpo de la raíz y vuelven a dividirse cerca del ápice para salir como dos conductos distintos
- Tipo VII: Un conducto sale de la cámara pulpar, se divide y después vuelve a unirse en el cuerpo de la raíz. Finalmente si divide nuevamente en dos conductos distintos cerca del ápice
- Tipo VIII: Tres conductos distintos y separados se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice

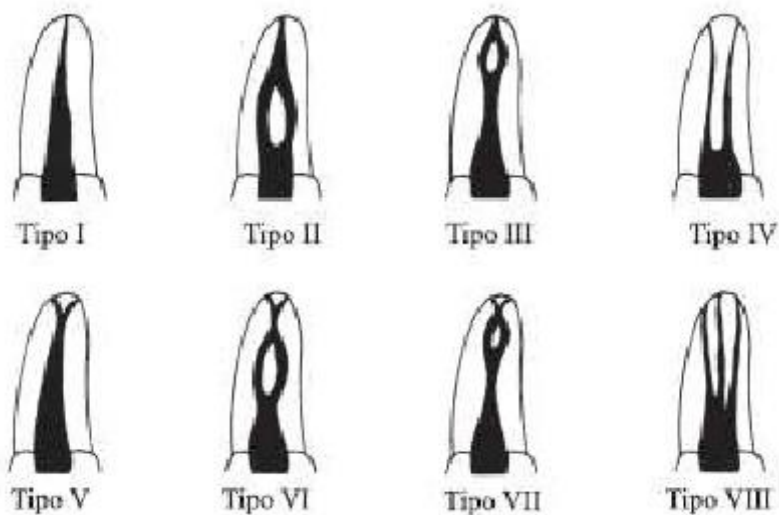


Figura 2: Esquema de los distintos tipos de espacios pulpares según Vertucci et. al. 1984

3.- ENDODONCIA

La endodoncia como rama de la odontología surge ante la necesidad de tener tratamientos que permitieran salvar dientes en lugar de simplemente extraer aquellos que presentaban sintomatología. Ésta parte con sus primeros intentos a fines del siglo XIX, pero no es hasta los años 1930 en que la endodoncia logra instaurarse como una práctica con fundamentos biológicos en la odontología.

De todas las fases operatorias de un tratamiento endodóntico, la preparación biomecánica y la obturación radicular lo más hermética posible, se consideran de fundamental importancia para obtener éxito en el tratamiento (Leonardo, 2005).

3.1 Obturación radicular

Se ha descrito como requisito fundamental que la obturación del conducto debe realizarse con un material que promueva su sellado y evite el intercambio de sustancias tisulares desde el periápice al interior del espacio endodóntico para mantener un conducto libre de microorganismos (Leonardo, 2005). Lo que se busca con la obturación radicular es que no interfiera en la reparación apical e idealmente que pueda estimular este proceso. Para ello Ingle plantea como requisito fundamental respetar la integridad de los tejidos periapicales durante todas las etapas de la terapia endodóntica, especialmente en la obturación radicular, para permitir la vitalidad del muñón pulpar y así lograr la reparación de los tejidos periapicales (Ruddle, 2002).

Con respecto al momento de la obturación, Leonardo en 2005, propone algunos requisitos fundamentales que debiera presentar un conducto radicular antes de ser obturado:

- Conducto con una preparación biomecánica adecuada
- Ausencia de exudado
- Ausencia absoluta de dolor
- Ausencia de mal olor, indicativo de proliferación microbiana
- Prueba bacteriológica negativa, de ser posible obtenerla

3.2 Materiales de obturación radicular

La resolución no quirúrgica de problemas endodónticos, requiere el uso de un tratamiento químico, mecánico y biológicamente aceptable del sistema de conductos radiculares para así favorecer la reparación de los tejidos periapicales. Este proceso debe llevarse a cabo bajo condiciones asépticas y aislamiento con dique de goma

(Guide to clinical endodontics, 2004). La mayoría de las técnicas emplean un material central sólido o semisólido y un cemento sellador. El uso de este último es esencial en todas las técnicas para lograr la impermeabilidad a los fluidos y generar un buen sellado apical (Cohen & Hargreaves, 2008).

Grossman describe también los requisitos ideales que se le exigen a los materiales de obturación:

- Buena tolerancia tisular
- Estimular o permitir la aposición de tejido fibroso de reparación
- Tener acción antimicrobiana
- No ser mutagénico o cancerígeno
- Tener pH próximo a neutro
- No solubilizarse en fluidos tisulares

Bajo estos parámetros, el material que ha demostrado tener mejores resultados en el tiempo y de amplio uso mundial ha sido la gutapercha.

3.2.1 Gutapercha

Desde hace mucho tiempo se buscan materiales para obturar conductos radiculares que se aproximen al ideal teniendo en cuenta sus propiedades físico-químicas y biológicas. Entre ellos, los conos de gutapercha han demostrado ser un material aceptable ya que tienen compatibilidad biológica con los tejidos periapicales y que con el transcurso del tiempo permiten la aposición de tejido mineralizado (Leonardo, 2005).

La gutapercha es una sustancia vegetal extraída en forma de látex de árboles de la familia de las *sapotaceas* (*mimusops balata* y *mimusops hiberi*). Existe en dos formas cristalinas: alfa y beta (Goodman, 1974). Cuando sale del árbol o cuando está procesada en forma de cono de gutapercha y a la temperatura ambiente o corporal, este material se encuentra en fase beta. En esta fase, la gutapercha es sólida, dúctil y maleable; puede volverse quebradiza con el tiempo y no es pegajosa; por lo tanto es esta fase es la que interesa en endodoncia (Leif Tronstad, 1993). Al calentarlo, cambia a la fase alfa y se vuelve flexible y pegajosa de tal manera que puede fluir bajo presión. Un inconveniente de la fase alfa es que el material contrae al fraguar (Schilder, 1985).

Una propiedad importante de estas dos fases es que pueden ser convertidas una en la otra dependiendo de la temperatura.

En la actualidad, los conos de gutapercha contienen aproximadamente un 20% de gutapercha, un 65% de óxido de zinc, un 10% de sustancias radiopacas y un 5% de plastificadores (Friedman, 1977).

Bowman, en 1867, introdujo la gutapercha en la endodoncia como material de obturación de conductos radiculares, siendo aún la sustancia más popular y utilizada en la obturación de conductos radiculares por: facilidad de uso, bajo costo y por ser bien tolerada por los tejidos periapicales.

Dentro de sus características la gutapercha presenta buena radiopacidad, no mancha la estructura dental, es insoluble ante fluidos orales, tiene estabilidad dimensional razonable y es fácil de remover cuando hay necesidad de desobturar el conducto radicular, pues se disuelve con eucaliptol, xilol, cloroformo, éter y aceite de naranjo. Esto último representa una ventaja muy importante sobre otros productos para obturar conductos (puntas de plata), que sólo pueden extraerse mediante medios físicos si hay que repetir el tratamiento (Leif Tronstad 1993).

Los conos de gutapercha se comercializan en tamaños convencionales y estandarizados. Los conos convencionales tienen diferentes dimensiones de la punta y del cuerpo. Estos están disponibles en una serie de tamaños (extrafino, fino-fino, medio-fino, fino, medio, y grueso) y se utilizan en conductos de forma poco corriente y como conos auxiliares en las técnicas de obturación.

Los conos estandarizados (siguiendo la norma ISO de las limas con una conicidad que va entre 0,02 y 0,08) están diseñados para corresponder con la conicidad de los instrumentos de acero inoxidable y de níquel titanio. Por desgracia hay márgenes de error aceptados en la fabricación y el tamaño real de los conos es levemente variable (Cohen & Hargreaves, 2008).

3.3 Cementos selladores

Los cementos selladores del conducto radicular son necesarios para rellenar el espacio entre la pared de dentina y el material obturador. También llenan los vacíos y las irregularidades del conducto principal, los conductos laterales y accesorios, además de los espacios entre los conos de gutapercha usados en la condensación lateral (Cohen & Hargreaves, 2008).

Grossman describió en 1988 las propiedades de un cemento sellador ideal:

- Ser tolerado por los tejidos, es decir, no producir irritación perirradicular
- Ser insoluble en los fluidos tisulares
- Ser bacteriostático, o por lo menos, no favorecer la proliferación bacteriana
- Proporcionar un sellado hermético

- Ser radiopaco para poder verlo en las radiografías
- No teñir la estructura dental
- No contraer al fraguar
- Ser soluble en un solvente común, si se precisa eliminar el relleno del conducto radicular

Los cementos selladores más populares son las mezclas de óxido de zinc-eugenol, el hidróxido de calcio, los ionómeros de vidrio y las resinas. Con independencia del cemento sellador seleccionado, todos ellos resultan tóxicos hasta que fraguan. Por esta razón se debe evitar su extrusión en los tejidos perirradiculares (Cohen & Hargreaves 2008).

4.- RETRATAMIENTO ENDODÓNTICO

En el último tiempo se ha producido un aumento en la demanda por preservar los dientes naturales, lo que conlleva a un interés creciente en los retratamientos endodónticos incluso aquellos en los que la terapia endodóntica ha fracasado (Stabholz & Friedman, 1988).

El retratamiento endodóntico se puede realizar mediante un procedimiento tanto quirúrgico como no quirúrgico. En el caso del retratamiento no quirúrgico, se intenta restablecer la salud de los tejidos periapicales como resultado de un proceso anterior deficiente o por la reinfección de un conducto obturado debido a una falla de sellado coronal o apical. Esto requiere acceder nuevamente a la totalidad del sistema de conductos, removiendo el material obturador para luego desinfectar y volver a obturar el conducto (Stabholz & Friedman, 1988).

La remoción de gutapercha y cementos selladores es un factor importante en el retratamiento de conductos. Tejido necrótico y bacterias, cubiertas por gutapercha o cemento sellador remanente, podrían ser las responsables de la infección y el dolor periapical (Ruddle, 2004). Las bacterias que con mayor frecuencia se encuentran en dientes con una pobre obturación radicular y asociadas a una lesión periapical son: *Enterococcus faecalis*, seguido por *Streptococcus spp* y *Tannerella forsythensis* (Rocas et al., 2004). Por esto un objetivo fundamental es remover la mayor cantidad posible de los materiales de obturación para poder eliminar estas bacterias residuales. Esto permite la reinstrumentación químico-mecánica y desinfección del sistema de conductos (Ruddle, 2004).

Usualmente la gutapercha es removida sólo con limas Hedström o en combinación con fresas Gates Glidden, con o sin uso de solventes. Otras técnicas propuestas incluyen instrumentos calientes, limas rotatorias, instrumentos ultrasónicos y láser (Dalton et. Al. 1998).

En el primer paso clínico, el nuevo acceso endodóntico nos da la oportunidad de diagnosticar y evaluar el sellado coronario, caries residual, fracturas de la estructura dental, perforaciones y conductos no tratados (Cohen & Hargreaves, 2008).

El retratamiento no quirúrgico es un campo amplio y puede ser dividido en las siguientes etapas (Ruddle, Cohen, vías de la pulpa 2002):

- Acceso coronario
- Localización de conductos
- Remoción de los materiales de obturación
- Bypass de escalones
- Manejo de transportaciones
- Reparación de perforaciones
- Remoción de postes e instrumentos fracturados

4.1 Factores que influyen en el fracaso o éxito de un tratamiento endodóntico

Bender en 1966 definió los parámetros para determinar el éxito de un tratamiento endodóntico:

- Ausencia de dolor y edema
- Desaparición del tracto fistuloso
- Mantenimiento de la función del diente.
- Normalidad de los tejidos blandos.
- Evidencia radiográfica de desaparición o disminución de rarefacción apical después de un período de 6 y 24 meses.

Por otra parte Sundqvist en 1998 catalogó como factores determinantes del fracaso endodóntico:

- Permanencia de microorganismos intra-radiculares
- Infección extra-radicular
- Reacción a cuerpo extraño
- Quistes verdaderos

La asociación americana de endodoncia en 1994 definió criterios clínicos y radiográficos para evaluar un tratamiento de endodoncia, entre los cuales encontramos:

Clínicamente aceptables	Clínicamente cuestionables	Clínicamente inaceptables
<ul style="list-style-type: none"> -Ausencia de dolor y edema -Desaparecimiento de la fístula -Mantenimiento de la función del diente -Normalidad a la percusión y a la palpación -Movilidad normal -Ausencia de síntomas subjetivos 	<ul style="list-style-type: none"> -Síntomas esporádicos no reproducibles -Sensación de presión o de diente crecido -Bajo grado de molestia después de la palpación -Molestia después de presión con la lengua -Presencia de sinusitis causando duda con respecto a los síntomas -Necesidad ocasional del uso de analgésicos para aliviar una molestia mínima 	<ul style="list-style-type: none"> -Persistencia de síntomas subjetivos -Fístula o edema recurrente -Evidencia de fractura radicular -Alto grado de molestia a la percusión y a la palpación -Movilidad excesiva o evolución de problema periodontal -Imposibilidad de masticación

Tabla I: Criterios clínicos para la evaluación de un tratamiento de endodoncia según la asociación americana de endodoncia 1994

La evaluación del tratamiento no quirúrgico se basa también de manera importante, en el examen radiográfico postoperatorio. Los criterios radiográficos para evaluar la obturación radicular incluyen los siguientes parámetros: longitud, conicidad, densidad, eliminación de gutapercha y sellador hasta al unión amelocementaria en dientes anteriores y hasta el orificio de los conductos en los dientes posteriores y, la colocación de una restauración provisional adecuada. (Cohen & Hargreaves, 2008).

4.2 Indicaciones de retratamiento

Dados los múltiples factores involucrados en el fracaso de un tratamiento de conducto y la gran cantidad de información disponible, hemos aunado ciertos criterios clínicos expuestos por Goodman 2007 y Pinedo 2003 para llegar a la conclusión de que las siguientes situaciones son indicaciones de un retratamiento no quirúrgico:

- Persistencia de sintomatología
- Enfermedad periapical en desarrollo que no se resuelve con tratamiento primario
- Obturación radicular deficiente (subobturado o sobreobturado con vacío de homogeneidad especialmente en el 1/3 apical)
- Debridamiento incompleto o conductos sin tratar
- Accidente durante el procedimiento que pueda comprometer el tratamiento inicial a largo plazo
- Ápice extraóseo o presencia de fenestración ósea
- Dientes con tratamientos endodónticos expuestos al medio bucal (saliva) por un período largo de tiempo antes de un tratamiento protésico

5.- SISTEMAS UTILIZADOS EN EL RETRATAMIENTO NO QUIRÚRGICO DE CONDUCTOS RADICULARES

5.1 Ultrasonido en la endodoncia

Ultrasonido es el nombre dado a las ondas acústicas que tienen mayor frecuencia que las ondas perceptibles por el oído humano (aproximadamente 20.000 Hz) (Mozo, 2012). En odontología, principalmente en endodoncia, el nombre ultrasonido se debe al empleo de esa elevada franja de frecuencia bajo forma mecánica, como acción vibratoria directa de la punta de un instrumento o inserto sobre el área de aplicación (Leonardo, 2005). El ultrasonido en endodoncia ha mejorado el tratamiento en muchos aspectos, incluyendo: Acceso a los conductos radiculares, desinfección, conformación de los conductos, eliminación de obstrucciones, materiales intraconductos y en la cirugía endodóntica (Plotino et al., 2007).

5.1.1 Métodos de producción ultrasónica y mecanismo de acción

En endodoncia existen dos métodos básicos para producir ultrasonido:

- **Magnetoconstricción (convencional):** es el método por el cual la energía magnética se convierte en energía mecánica (vibraciones). Los aparatos que usan este método transforman la corriente eléctrica alterna doméstica, de 50/60 Hertz en una corriente de 25 ciclos que un transductor de níquel convierte en vibraciones mecánicas de hasta 25.000 ciclos por segundo. Esas vibraciones microscópicas, por lo tanto invisibles a simple vista, se transmiten a las limas por

medio de la punta endodónica del aparato (Leonardo, 2005). Una de las desventajas para la endodoncia de esta producción de ultrasonido, es que genera una gran cantidad de calor. Estos tipos de aparatos ya no se fabrican porque este método de producción de ultrasonido fue superado por los que usan el efecto piezo-eléctrico (Leonardo, 2005).

- **Efecto piezo-eléctrico:** La piezoelectricidad es la propiedad que tienen algunos cuerpos o materiales de comprimirse y expandirse cuando son sometidos a una fuente de electricidad alterna. Es un efecto reversible ya que el material se comprime y dilata con la frecuencia con que se invierten los polos.

Al establecerse una diferencia de potencial alternada entre las dos caras paralelas y opuestas de estos materiales, en nuestro caso, un cristal de cuarzo convenientemente preparado, habrá una serie de contracciones y expansiones de sus caras, que se separarán y se aproximarán como consecuencia de las oscilaciones recibidas. Esos movimientos producirán un sonido. Si se regulan adecuadamente, las vibraciones de las láminas con potenciales alternados, se obtienen ultrasonidos, pues el paso de corriente eléctrica sobre láminas de cuarzo, situadas entre placas de metal, creará vibraciones con frecuencias que pueden llegar a los 50.000 ciclos por segundo aproximadamente. (Leonardo, 2005). Una de las ventajas más importantes de las puntas ultrasónicas, es que ellas no giran, por lo tanto proporcionan control y seguridad mientras mantienen una alta capacidad de corte cuando los movimientos ultrasónicos son transmitidos a través de la lima endosónica activada por un piezoelectrico de 30 kHz (Lea et al., 2010).

5.1.2 Irrigación ultrasónica

El uso del ultrasonido en la endodoncia es comúnmente asociado a irrigantes para producir su activación al interior del sistema de conductos. Las soluciones irrigantes actúan principalmente como agentes lubricantes y limpiadores durante el tratamiento biomecánico, removiendo microorganismos y productos asociados a la degradación de compuestos orgánicos e inorgánicos, garantizando la eliminación de la dentina contaminada y la permeabilización del conducto en su longitud (Hulsmann, 2000). La literatura describe dos tipos de irrigación con ultrasonido:

- Combinación simultánea de la irrigación e instrumentación ultrasónica, que ha sido prácticamente descartada de la práctica clínica, por la dificultad de controlar el corte de la dentina y en consecuencia la forma final en la preparación del canal radicular, haciéndose presente la posibilidad de crear conformaciones aberrantes. Cuando se utilizan limas activadas con ultrasonido, puede ocurrir desviación del conducto, zips apicales y perforaciones, especialmente en conductos curvos (Klyn, 2010). Por lo tanto esta técnica no es considerada como una alternativa a la instrumentación manual convencional. (Van der Sluis, 2007). La literatura ha reportado que es más ventajoso aplicar el ultrasonido de forma pasiva.

- Irrigación ultrasónica pasiva (PUI)(Abbott, 1991). El término PUI fue utilizado por primera vez por Weller et al. en 1980, para describir la irrigación sin la instrumentación simultánea. Esta tecnología sin corte reduce el potencial de crear formas aberrantes en el conducto radicular. Durante la PUI, la energía es transmitida desde una lima oscilante al irrigante por medio de ondas ultrasónicas que inducen dos fenómenos físicos: una corriente acústica y la cavitación de la solución irrigante. La corriente acústica puede ser definida como un movimiento rápido del fluido de manera circular o vórtice alrededor de la lima vibrante. Cavitación corresponde a la creación de burbujas de vapor o la expansión, contracción y/o distorsión de burbujas pre-existentes en el líquido (Van der Sluis, 2007).

En comparación con la irrigación sónica, la irrigación ultrasónica ha demostrado ser más poderosa y capaz de eliminar más detritus, de manera que es aceptado que la PUI es significativamente más eficiente que la irrigación sónica (Al-Jadaa, 2009). Sin embargo, ambas técnicas podrían limpiar el sistema de conductos de una manera similar, cuando la irrigación sónica es aplicada por mayor tiempo (Van der Sluis, 2007). La capacidad de las soluciones irrigantes con buena humectación que pueden disolver tejido, son susceptibles de ser mejoradas por el ultrasonido. Un requisito fundamental es que el tejido pulpar, detritus y/o barro dentinario sean humectados por la solución y que esté sometida a la agitación ultrasónica (Al-Jadaa, 2009).

5.2 Irrigantes usados con ultrasonido

De todos los irrigantes conocidos, ninguno ha sido tan efectivo como el hipoclorito de sodio al 5,25%. La irrigación con NaOCl combinado con ultrasonido o

sistemas de ondas vibratorias tiene el mejor efecto antibacterial. El uso de esta combinación mejora el intercambio de sustancias en el conducto, permite un calentamiento de la sustancia de irrigación, elimina los desechos de la dentina y partes de la capa de residuos, logrando así un mayor efecto de limpieza. En general la literatura recomienda de entre 30 segundos a 3 minutos de irrigación con NaOCl, aunque no existe un consenso definido en la cantidad exacta de tiempo (Briseno, 1992).

5.3 Retratamiento endodóntico por medio de ultrasonido

En los casos de retratamiento endodóntico, el ultrasonido ejercerá un papel similar al que ejercen los solventes de la gutapercha, aunque su efecto sobre ella no es solvente sino de plastificación térmica, lo que permite abrir un espacio en el material de obturación para que otros instrumentos puedan realizar su remoción. El uso de solventes trae algunos inconvenientes como su efecto disolvente sobre la goma de aislamiento lo que perjudica las condiciones de aislamiento absoluto. El uso excesivo de solvente en un tratamiento endodóntico acaba por perjudicar el resultado de esta intervención dada la formación de una costra resultante de la reacción del solvente con la gutapercha que impregna las paredes del conducto imposibilitando su remoción completa. Esto sin contar el perjudicial efecto tóxico de este material sobre los tejidos periapicales. (Leonardo, 2005)

6.- LIMAS NIQUEL-TITANIO

Civjan en 1975 fue el primero en plantear la idea de que la aleación Ni-Ti podía usarse en la odontología, específicamente en endodoncia. Esta particular aleación fue desarrollada y utilizada en primera instancia por la NASA en la confección de antenas espaciales dadas sus propiedades antimagnéticas y baja corrosión al agua salada. Fue llamada Nitinol®

El descubrimiento del Nitinol®, una aleación equiamótica compuesta de níquel-titanio ha supuesto un gran avance en la fabricación de instrumentos endodónticos. (Whalia et al. 1988)

El Níquel-Titanio es una aleación especial porque no sigue las reglas normales de la metalurgia. Posee propiedades ultra elásticas, las cuales fueron aprovechadas por MC Spadden para confeccionar un condensador que le ayudara en los conductos curvos. Además dadas estas características ultra elásticas se notó que al aplicarle stress no aparecía la misma tensión proporcional que con otros metales. En la aplicación inicial de stress al níquel-titanio, la tensión es proporcional, sin embargo permanece esencialmente la misma tensión cuando se aumenta la carga de stress, generando lo que se llama una meseta de carga (Cohen & Hargreaves, 2008).

Esta fue la base para la confección de limas manuales más flexibles, en base a Ni-Ti, que no sólo les permitía adaptarse a conductos curvos, sino que hizo menos imperiosa la labor de controlar adecuadamente los movimientos de limado y escariado ya que no había necesidad de aplicar la técnica de fuerzas balanceadas de Roane al notarse que, prácticamente, no se generaban transportaciones. Es por esto que las limas de Ni-Ti comenzaron a usarse con movimientos de rotación completa o en 360° (Pruett, 1997)

Las limas manuales de esta aleación exhiben una elasticidad y resistencia a la fractura torsional significativamente superior comparadas con las limas de acero inoxidable. Junto con la memoria elástica del níquel-titanio que es capaz de volver una lima a su forma original después de producir una curvatura de 90°. Estas propiedades permiten con mayor facilidad la instrumentación de conductos curvos (Whalia et al., 1988). Con el tiempo estas limas fueron fabricadas con un taper mayor a la estandarización ISO que hizo más fácil la técnica de preparación Crown-down. En combinación, la aleación ni-ti con las limas de taper aumentado, permitieron una forma expedita de preparar los conductos. Además se minimizaban los riesgos de transportación e iatrogenia. (Pettiette et al., 1999)

Un punto en contra es que la fractura de la lima NiTi aún es posible debido a la fatiga torsional y cíclica.

La fractura cíclica se produce debido a la flexión de la lima que genera una fatiga del metal. El instrumento no está atrapado en el conducto, sino que gira libremente en una curvatura. La generación de ciclos de tensión/compresión en el punto de flexión máxima genera la fractura. Como el instrumento se mantiene en una posición estática y continúa girando, la mitad del eje del instrumento en el exterior de la curva está en tensión, mientras que la mitad del eje en el interior de la curva está en compresión. Este ciclo repetido de tensión-compresión causado por la rotación de la lima dentro de conductos curvos, aumenta la fatiga cíclica del instrumento en el tiempo y puede ser un factor importante en la fractura (Peters OA, 2004).

La fatiga torsional se produce cuando una lima o una parte de un instrumento está atrapada en el conducto mientras que el vástago continúa rotando. Cuando el límite elástico del metal es excedido por el torque del motor, la fractura se vuelve inevitable (Martín et al., 2003).

La fractura de las limas puede ocurrir a través de estos dos mecanismos mencionados que han sido uno de los mayores problemas desde la introducción de los instrumentos NiTi, ya que estos no muestran ningún signo visible de una deformación permanente durante la fatiga cíclica, por lo que el instrumento puede fracturarse inesperadamente (Sattapan et al., 2000).

La fatiga cíclica es el evento más probable en un conducto con un radio de curvatura pequeña y es la mayor causa de fracturas de instrumentos NiTi (Sattapan et al. 2000).

El aumento de la resistencia a la fractura de las limas ha sido el nuevo objetivo de los diseños actuales de instrumentos NiTi.

6.1 Segunda generación de limas níquel-titanio

Casi 20 años después de usar las primeras limas de níquel-titanio, nuevos métodos y materiales de fabricación han evolucionado para proponer una segunda generación de instrumentos NiTi con mayor flexibilidad, resistencia a la fatiga cíclica y mayor eficacia de corte. La primera comercialización de este tipo de limas rotatorias usando el nuevo sistema M-Wire NiTi es la serie de limas Profile GT X. Estos nuevos métodos y materiales para fabricar instrumentos NiTi puede ayudar al avance de la endodoncia, sin embargo, este tipo de fabricación no ha sido adecuadamente testado por investigación independiente. Actualmente casi no encontramos estudios que examinen la fatiga cíclica de estos instrumentos (Gambarini et al., 2008).

6.2 Instrumentación no convencional del sistema de conductos, sistema rotatorio Protaper®

Teniendo en cuenta la particularidad de poder rotar las limas de Ni-Ti en 360° en el interior de un conducto, pronto surgió la idea de imitar este movimiento humano, de tal manera que comenzaron a desarrollarse las primeras limas adaptadas para funcionar con un motor rotatorio a bajas revoluciones. Así, en unos cuantos años, ya existían numerosas marcas comerciales que expendían estos productos, tales como el sistema Lightspeed®, el Profile®, Quantec® y Pow-R®, K3®, Hero 642®, Mtwo®, Race®, Endosequence®, GT® y Protaper® (Foschi F. et al., 2004).

Este último es un sistema de instrumentación mecánica por rotación horaria continua, es uno de los más utilizados en todo el mundo. Diseñado por Clifford Ruddle, Pierre Moachtou y Jhon West en el 2001, en primera instancia crearon una serie de 6 limas de conicidad variables, ausencia de superficie radial, sección transversal cordiforme o forma de corazón, ángulo helicoidal de 60° y punta inactiva. Lo anterior con el objetivo básico de lograr una conformación progresivamente cónica hacia apical, para así permitir la limpieza del sistema de conductos radiculares sin crear

complicaciones, tales como taponés de detritus, escalones, transportaciones, zip o pata de elefante y fractura de instrumentos, para de esta forma obturar exitosamente (Albuquerque M., 2006).

Es así que el sistema Protaper® dividió sus instrumentos en dos grupos, uno para modelado o “*shaping files*” y otro para acabado o “*Finishing files*”.

En el primer grupo encontramos 3 limas que, acorde con su función, fueron llamadas Sx, S1 y S2, con características y funciones específicas:

- Sx: tiene una longitud de la parte activa de 14 mm y longitud total de 19 mm. triangular en su porción media y triangular cóncava en la base de su parte activa. Conicidad creciente de 0.03 a 0.12. Su función es realizar el limado anticurvatura en los casos que lo amerite y se utiliza en los dos primeros tercios radiculares. Es el único instrumento de la serie que no presenta estrías de identificación
- S1: Se identifica mediante una estría morada. La longitud de la parte activa es de 14 mm y la longitud total de 21 ó 25 mm. Sección transversal cordiforme y conicidad creciente. Su diámetro en D0 es 0.185 mm. y en D14 es 1.2 mm. Se utiliza hasta longitud de trabajo provisoria.
- S2: Se identifica mediante una estría blanca. La longitud de la parte activa es de 14 mm y la longitud total de 21 ó 25 mm. Sección transversal cordiforme y conicidad creciente. Su diámetro en D0 es 0.2 mm. y en D14 es 1.1 mm. Se utiliza hasta longitud de trabajo provisoria.

En el segundo grupo están las 3 limas restantes que corresponden a F1, F2 y F3 cuyas características y funciones son:

- F1: Se identifica mediante una estría Amarilla. La longitud de la parte activa es de 16 mm y la longitud total de 21 ó 25 mm. Sección transversal triangular. Su diámetro en D0 es 0.2 mm. y en D16 es 1.125 mm. Presentan menos conicidad que los instrumentos para modelado y además tiene conicidad inversa, esto quiere decir que desde D6 a D16 el taper que era de 7.0% pasa a ser 5.5% para facilitar el trabajo en la zona apical sin ensanchar excesivamente el conducto en los dos primeros tercios. Se utiliza hasta longitud de trabajo real.
- F2: Se identifica mediante una estría roja. La longitud de la parte activa es de 16 mm y la longitud total de 21 ó 25 mm. Sección transversal triangular. Su diámetro en D0 es 0.25 mm. y en D16 es 1.20 mm. Conicidad inversa desde D3 a D16 de 4.0 % y de 8.0% desde D0 a D3. Se utiliza hasta longitud de trabajo real.
- F3: Se identifica mediante una estría azul. La longitud de la parte activa es de 15 mm y la longitud total de 21 ó 25 mm. Sección transversal triangular. Su diámetro en D0 es 0.30 mm. y en D16 es 1.20 mm. Conicidad inversa desde D3 a D15 de

5.0 % y de 9.0% desde D0 a D3. Se utiliza hasta longitud de trabajo real (Dentsply/Maillefer, 2012).

Posteriormente en el 2006, debido a la necesidad de mejorar algunas de sus propiedades, se realizaron ciertos cambios en las limas mecanizadas Protaper® principalmente en la sección transversal de algunas de ellas y además se amplió el espectro de limas de acabado debido a la necesidad de poder instrumentar algunos conductos más largos o con una zona apical más ancha. Además, numerosos profesionales opinaban que la lima F3 era muy rígida y poco flexible. De esta manera es que se agregan dos nuevas limas (F4 y F5), así como también un sistema nuevo para el retratamiento endodóntico. Las características de las nuevas limas son:

- F4: Se identifica mediante dos estrías negras. La longitud de la parte activa es de 16 mm y la longitud total de 21, 25 ó 31 mm. Su diámetro en D1 es 0.40 mm. Conicidad constante en los últimos tres mm. de 6%. Se utiliza hasta longitud de trabajo real.
- F5: Se identifica mediante dos estrías amarillas. La longitud de la parte activa es de 16 mm y la longitud total de 21, 25 ó 31 mm. Su diámetro en D1 es 0.50 mm. Conicidad constante en los últimos tres mm. de 5%. Se utiliza hasta longitud de trabajo real (J-Y Blum et al., 2003).

A este conjunto de nuevas limas más el anterior se le dio el nombre comercial de sistema Protaper Universal®

6.3 Sistema Protaper® para el retratamiento

Hasta la aparición de los sistemas rotatorios con limas Ni-Ti, todo retratamiento era realizado con instrumental manual, como limas K y H en conjunto con ciertos solventes de gutapercha, siendo los más comunes el Xilol, Eucaliptol, Aceite de Naranja y Cloroformo.

Luego, se comenzaron a utilizar las mismas limas mecanizadas para la eliminación de gutapercha como parte de los retratamientos. Por ejemplo era común ver la utilización del sistema ProFile®, Dentsply en la desobturación de los conductos radiculares. Sin embargo dado su diseño no removían correctamente la gutapercha, sino que sólo generaban un camino a través de ella, de tal manera de utilizar posteriormente instrumentación manual de todos modos (Swart D. et al., 1983).

Debido a la necesidad de estandarizar y tener un sistema eficaz de desobturación es que, finalmente, comenzaron a aparecer diversos sistemas rotatorios especialmente diseñados para la desobturación de conductos radiculares. Uno de ellos fue el sistema Protaper Universal® para el retratamiento que está compuesto por tres

limas denominadas D1, D2, y D3, confeccionadas en base a Ni-Ti y que tienen como características generales, a diferencia del sistema Protaper® para conformación de conductos, una conicidad constante. Cada una de estas limas trabaja en un sitio determinado del conducto para facilitar la remoción del relleno endodóntico:

- D1: Diseñada para la remoción de gutapercha del tercio cervical. Mide 16 mm. y tiene punta activa para facilitar la formación de un canal a través de la gutapercha. El calibre en D0 es de 0.30 mm. y su conicidad de 9%
- D2: Diseñada para la remoción de gutapercha del tercio medio. Mide 18 mm. y tiene punta inactiva para seguir el trayecto formado anteriormente. El calibre en D0 es de 0.25 mm. y su conicidad de 8%
- D3: Diseñada para la remoción de gutapercha del tercio apical. Mide 22 mm. y tiene punta inactiva para seguir el trayecto formado anteriormente. El calibre en D0 es de 0.20 mm. y su conicidad de 7% (Foot N., 2007).

En general, existen numerosos sistemas y métodos de preparación de los conductos radiculares y de desobturación. De igual forma hay variados estudios que comparan la eficiencia de unos con otros en el retratamiento endodóntico (Pirani, 2009) (Shirrmeister, 2006) (Jinghi, 2012) (Jayasenthil, 2012) (Giuliani, 2008), llegando a la conclusión que todos funcionan efectivamente en la remoción de gutapercha. Sin embargo, ninguno asegura la total remoción de ésta, sobre todo en el tercio apical. Es por esto que, sin importar demasiado el sistema que se escoja, es imperativo no olvidar los conceptos básicos de todo retratamiento, es decir, tratar de eliminar completamente el relleno endodóntico afectado y la constante irrigación, de manera de minimizar las posibilidades de microorganismos patógenos viables en los conductos (Leonardo, 2005).

7.- SISTEMA TRANSPORTADOR DE CALOR

Existen diversas maneras de aplicar calor a la gutapercha para lograr su reblandecimiento. Los sistemas transportadores de calor usan diversas puntas para llevar el calor generado en aparatos electrónicos especiales al interior de los conductos radiculares, para así ser aplicado a la gutapercha logrando su reblandecimiento y en consecuencia favorecer su retiro del conducto radicular. Algunos de los sistemas más ampliamente usados son los que se describen a continuación.

7.1. - Sistema Touch 'n Heat, Sybron Endo®

El sistema Touch 'n Heat administra de manera conveniente y consistente el calor para las técnicas calientes de la gutapercha. Las puntas patentadas esterilizables en autoclave se calientan internamente de manera que el calor se concentra en el extremo donde es más favorable para el contacto con la gutapercha. Además el sistema trae un regulador que permite controlar la temperatura de las puntas. (Sybron Dental Specialties Inc., 2012)

El propósito de esta técnica es calentar la gutapercha para reblandecerla y poder crear un camino para que una lima pueda penetrarla y así extraerla. Este proceso es repetido hasta que se logre acceder a con la lima hasta la longitud de trabajo establecida.

7.2.- Sistema Calamus Dual, Dentsplay ®

Este sistema se utiliza para la obturación termoplástica de los conductos. Posee dos piezas de mano. A través de una se obtiene la inyección continua de gutapercha reblandecida por una cánula especial. La otra corresponde a un transportador de calor que permite cortar los primeros 3 mm. del cono maestro de gutapercha y su compactación aunque también puede ser usado con otros propósitos, como por ejemplo, el reblandecimiento de la gutapercha en conductos ya obturados para facilitar su remoción en retratamientos. El transportador de calor es fácilmente regulable a temperaturas de entre 100 a 400°C, manejo ergonómico y puntas intercambiable de distinto grosor.

8.-VISIÓN ACTUAL SOBRE EL RETRATAMIENTO EN CONDUCTOS CURVOS

En la práctica diaria, los estudios muestran que la mayoría de los endodoncistas enfrentan el retratamiento de conductos de manera similar tanto para conductos curvos como aparentemente rectos. (Alver FR., 2016) Sin embargo dientes con curvaturas importantes, esto entendido como aquellos con ángulos de 25-35° y radio menor a 10 mm., presentan mayores desafíos ya que generan mayor extrusión de desechos al periápice y menor grado de remoción de gutapercha en comparación con conductos rectos. (Mengdong Liu., 2016).

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la eficacia y eficiencia de tres protocolos de desobturación radicular en dientes con conductos curvos y obturados con cono único de gutapercha *in-vitro*; en periodo julio 2016 a enero 2017.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar el grado de remoción de gutapercha, en dientes con conductos curvos, entre los protocolos de desobturación, según la tabla de Chiara Pirani et al., 2009. Modificada por docentes especialistas de la cátedra de endodoncia de la Universidad de Valparaíso el año 2013 y revalidada el año 2016 (ver tabla en pág. 30)
- Cuantificar (en minutos) y comparar la eficiencia de cada protocolo de desobturación en conductos curvos.

3. HIPÓTESIS

- **H0₁:**
 - No existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la eficacia en la remoción de gutapercha en conductos curvos entre los tres protocolos de desobturación radicular en dientes *in-vitro*
- **H1₁:**
 - Existen diferencias estadísticas en al menos un protocolo en relación a la eficacia en la remoción de gutapercha en dientes con conductos curvos *in-vitro*
- **H0₂:**
 - El tiempo medio para desobturar los dientes con conductos curvos en cada protocolo es estadísticamente igual
- **H1₂:**
 - El tiempo medio para desobturar los dientes con conductos curvos difiere en algún protocolo

MATERIALES Y MÉTODOS

1.- DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de esta investigación es experimental *in-vitro* con doble ciego, cuyas variables principales a medir son: el grado de gutapercha restante en el conducto radicular después de utilizar cada protocolo de desobturación y el tiempo empleado para ello. Se eligió este tipo de diseño experimental *in- vitro* ya que experimentar en humanos sin antes tener evidencia consistente en diseños *in-vitro* no cumple con las normas de bioética propuestas por la ley del Estado de Chile. Además con el objetivo de comparación, se seguirán los mismos protocolos utilizados en la primera parte de este estudio el año 2013.

2.- MUESTRA/UNIVERSO

El universo corresponde a todos los dientes con conductos curvos tratados endodónticamente hasta una lima apical maestra F3 (Protaper Universal ®) y obturados con su respectivo cono de gutapercha F3 (Protaper Universal ®)

Para la determinación de la cantidad de dientes para el estudio o tamaño de la muestra, se utilizó el método análisis de varianza a un factor fijo, para esto se considera la probabilidad de error tipo II que es:

$$\beta = 1 - P(\text{Rechazar } H_0/H_0 \text{ es falsa})$$

Para evaluar la probabilidad descrita anteriormente se utilizan las curvas características de operación que se presentan en el anexo A, Estas curvas grafican la probabilidad de la ecuación contra un parámetro Φ , en que:

$$\Phi^2 = \frac{n \cdot D^2}{a \cdot \sigma^2}$$

Donde:

- σ^2 : Es la varianza del tiempo (minutos) de retratamiento a nivel poblacional.
- a : Es el número de grupos a evaluar (3 grupos).
- n : Es el tamaño de la muestra por grupo.
- D : Es la diferencia máxima entre el tiempo medio de dos protocolos cualquiera.

Se consideró como valor de la varianza poblacional igual a 51,84 min² (Desviación Estándar = 7,3 min) (Jörg Schirrmeister et al., 2006). Detectando diferencias máximas entre los protocolos de hasta 8 min. Considerando una potencia del test del 80% y un nivel de significancia del 5%, se determinó que el tamaño mínimo adecuado de la muestra fuera de por lo menos 15 dientes por grupo.

3.- CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Dientes tratados endodónticamente con cono único de gutapercha .
- Raíces seccionadas de molares, clasificación I, II o IV de Vertucci, 1984.
- Conductos con curvaturas de entre 25 – 40° según el método de Schneider, 1971.
- Con desarrollo radicular completo
- Sin fractura dentinaria de ningún tipo
- Dientes, cuya preparación y obturación haya sido estandarizada y realizada por el mismo operador.
- Dientes cuyo Instrumento apical inicial fuese de diámetro igual o inferior a un instrumento ISO #20.

4.- SELECCIÓN

Se obtuvieron 45 molares maxilares y mandibulares, algunos extraídos por razones periodontales y otros de modelos para trabajo preclínico de estudiantes de pregrado. Estos dientes cumplían con los criterios de inclusión antes mencionados y fueron manejados según los protocolos de bioseguridad actual, es decir, se retiraron los restos orgánicos blandos (cuando fue necesario), luego fueron almacenados en un contenedor con clorhexidina bien cerrado y rotulado como “riesgo biológico” y finalmente esterilizados en autoclave previo al corte.

5.- DESARROLLO DEL ESTUDIO

Los dientes seleccionados para la muestra fueron decoronados y seccionados de manera de conservar únicamente las raíces curvas o que contuviesen 1 o más conductos curvos. Su longitud fue determinada mediante la corroboración anatómica del foramen mayor con el traspaso de una lima K ISO 8, 10 ó 15 dependiendo de la permeabilidad del conducto, a esta medida se le restó un milímetro, obteniendo así la longitud de trabajo. La muestra luego fue trabajada por el mismo operador con un motor endodóntico X-Smart, Dentsply® y limas mecanizadas Protaper Universal, en

secuencia SX, S1, S2, F1, F2 y F3, con constante recapitulación con lima ISO 15 e irrigación con Hipoclorito de Sodio al 5,25%.

La obturación radicular fue realizada con la técnica del cono único utilizando los conos de gutapercha correspondientes a las limas con las que se preparó, es decir, conos F3, Protaper Universal – Dentsply®. Se utilizó como cemento sellador el sistema en base a resina Topseal, Dentsply®. Es importante destacar que muchos de los especímenes correspondían a raíces mesiales de molares inferiores, por tanto presentaban 2 conductos. Sin embargo en estos casos sólo se preparó y obturó 1 de los conductos dejando el otro sin intervención. Lo anterior con la finalidad de evaluar sólo 1 conducto por cada raíz y facilitar los posteriores análisis estadísticos.

Para la aplicación de los protocolos, se enumeraron las raíces del 1 al 45 y luego fueron montadas en 3 arcadas de cera amarilla con 15 raíces cada una. A continuación cada arcada se identificó con una letra (A - B - C).

Posteriormente se procedió a tomarles un escáner CBCT tipo Cone Beam a las arcadas de cera con las raíces montadas. Con esto se obtuvo una visión exacta del sistema de conductos radiculares y su obturación previo a la aplicación de los diferentes protocolos de desobturación para su posterior comparación.

Finalmente se aplicaron tres protocolos de desobturación. Como norma general, el protocolo de desobturación con ultrasonido y calor comenzó en la zona de los 2/3 coroneales con la utilización de las fresas Gate-Glidden en secuencia de 3 – 2 – 1 a 1000 – 1200 rpm. Entre cada fresa se irrigó con 5ml de NaOCl al 5.25%.

Para la desobturación de los 2/3 coroneales en el protocolo de desobturación del sistema Protaper®, se utilizó una de las limas del set diseñada específicamente para este propósito y que corresponde a la lima D1.

El detalle de cada protocolo se describe a continuación:

5.1 Protocolo N° 1: Sistema Protaper®, Dentsply de desobturación

Todas las raíces seleccionadas para trabajar con el sistema Protaper® ya contaban con la longitud de trabajo obtenida a través de la medición anatómica y corroborado con el Cone Beam. Se usaron las limas de desobturación Protaper®, Dentsply® D1, D2 y D3 con el motor endodóntico de la misma marca comercial modelo X-Smart® a 500 rpm y bajo torque 3 Nm, según las indicaciones del fabricante. Se comenzó con la lima D1 para desobturar el tercio cervical, luego D2 recomendada para el tercio medio y se continuó con la lima D3 para el tercio apical hasta alcanzar LT. Entre cada lima el irrigante de elección fue 5ml de NaOCl al 5.25%. Se finalizó con una

lima H ISO 30 hasta longitud de trabajo para retirar posibles restos que no hubiesen sido removidos por el sistema rotatorio.

5.2 Protocolo N° 2: En base a ultrasonido

Todas las raíces seleccionadas para trabajar con el sistema de ultrasonido ya contaban con la longitud de trabajo obtenida a través de la medición anatómica y corroborado con el Cone Beam. Se usó el sistema ultrasónico Minipiezon, Electrical Medical Sistem (EMS), Nyon®, Suiz, con sus propias puntas para endodoncia DS 012 o DS 010 (angulaciones de 90 y 120 ° respectivamente) con movimientos circulares hasta lo más apical que se pudiese avanzar. Para la terminación del tercio apical se utilizó una lima H ISO 30. El irrigante de elección fue 5 ml. de NaOCl al 5.25%.

5.3 Protocolo N° 3: En base a calor

Todas las raíces seleccionadas para trabajar con el sistema en base a calor ya contaban con la longitud de trabajo obtenida a través de la medición anatómica y corroborado con el Cone Beam. Luego se utilizó el transportador de calor tamaño S (color negro) presente en el sistema Calamus Dual®, para reblandecer la gutapercha hasta la mayor longitud posible y luego se utilizó una lima H ISO 30 hasta alcanzar LT. El irrigante de elección fue 5ml. NaOCl al 5.25%

Para todos los protocolos, se consideró concluida la desobturación cuando no se observó rastros de gutapercha a ojo desnudo, tanto en el interior del conducto como en la punta de la lima manual H ISO #30.

Todos los protocolos fueron aplicados por un único operador, estudiante de último semestre de la especialidad de endodoncia. Además se midió el tiempo que tardó en realizar los determinados protocolos en cada diente a desobturar con un cronómetro. Para facilitar los posteriores análisis estadísticos el tiempo fue consignado en números enteros redondeando hacia el valor más próximo. Por ejemplo si se tardó en desobturar un diente cualquiera, 5 minutos con 22 segundos, este fue consignado como 5 minutos. Por otra parte si tardó 5 minutos con 31 segundos, se aproximó a 6 minutos. Por último, para evitar el sesgo por fatiga, los dientes fueron desobturados en jornadas de 5 dientes cada vez.

Para determinar el grado de desobturación y poder comparar entre los grupos, se pidió la colaboración de un estudiante del último semestre de la especialidad de endodoncia en la Universidad de Valparaíso, quien no sabía qué protocolo fue usado en cada grupo y se aplicó el instrumento de medición validado en otros estudios (*Tabla I, scale of values assigned to the 3 different parameters evaluated, Chiara Pirani et al., 2009*). Esta tabla fue sometida a una modificación realizada por docentes especialistas de endodoncia de la Universidad Valparaíso en el año 2013 para la primera parte de este estudio, y revalidada el 2016 para la segunda parte. Una vez desobturados los dientes, las arcadas fueron sometidas a un nuevo Cone Beam. Con la información obtenida se compararon los distintos protocolos y se procedió al análisis de resultados en busca de diferencias significativas en cuanto a efectividad y eficiencia en la desobturación de los 3 protocolos aplicados.

RECOLECCIÓN DE DATOS

1.- VARIABLES:

Las variables del presente estudio, se muestran en la tabla II.

Variable	Tipo		
Tiempo	Cuantitativo	Continua	Dependiente
Grado de gutapercha remanente	Cualitativo	Ordinal	Dependiente
Protocolos	Cualitativo	Nominal	Independiente

Tabla II: Variables analizadas

2.- DEFINICIONES CONCEPTUALES Y OPERACIONALES

2.1 Tiempo:

5.2.1 Definición Conceptual: Magnitud física que permite ordenar la secuencia de los sucesos, estableciendo un pasado, un presente y un futuro cuya unidad en el Sistema Internacional es el segundo.

5.2.2 Definición Operacional: Duración del proceso de desobturación considerado desde el inicio de la aplicación de cada protocolo hasta el término de éste, medido en minutos.

2.2 Grado de gutapercha remanente:

5.2.3 Definición Conceptual: Cantidad remanente de material obturador utilizado en endodoncia presente en uno o varios conductos radiculares luego de una desobturación *in vivo* o *in-vitro*.

5.2.4 **Definición Operacional:** Grado de material remanente obturador utilizado para rellenar el conducto radicular tratado de los dientes *in-vitro* seleccionados, luego de la aplicación de alguno de los protocolos definidos en esta tesis y medido cualitativamente en un Cone Beam con la siguiente tabla:

	1	2	3
Restos de gutapercha	Gutapercha ausente o restos en menos de la mitad del tercio apical	Gutapercha en más de la mitad del tercio apical y hasta la mitad del tercio medio	Gutapercha en los tres tercios del conducto

Tabla III: Instrumento de medición para la variable “Grado de gutapercha remanente” según Chiara Pirani et. al. 2009 modificada por docentes especialistas de endodoncia de la Universidad de Valparaíso el 2013 y revalidada el 2016.

2.3 Protocolo:

5.2.5 **Definición Conceptual:** Plan escrito y detallado de un experimento científico, un ensayo clínico o una actuación médica.

5.2.6 **Definición Operacional:** Plan escrito que detalla la forma en que han de desobturarse los distintos dientes *in-vitro*, descrito en la página 28.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

1.- EFICACIA DE LOS PROTOCOLOS DE DESOBTURACIÓN

Se presentan los resultados con respecto a el grado de gutapercha remanente en el conducto radicular, clasificado según la tabla Chiara Pirani et. al. modificada por la cátedra de endodoncia de la Universidad de Valparaíso 2013 y ratificada el 2016.

Eficacia de los Protocolos de desobturación

Grado de gutapercha Protocolo	Ideal (1)	Aceptable (2)	No aceptable (3)	Total
Protaper	7	4	4	15
Calor	8	5	2	15
Ultrasonido	7	5	3	15
Total	22	14	9	45

Tabla IV: Resultados totales del grado de desobturación según protocolo

La tabla IV presenta los valores individuales del grado de desobturación en la muestra estudiada con cada protocolo. Si aplicamos un test de significancia encontramos un p-valor = 0,475 lo que nos indica que no se rechaza la hipótesis nula, en otras palabras, se comprueba que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos estudiados.

Las tablas V y VI muestran la agrupación según perfil columna y fila respectivamente para facilitar la observación del grado de desobturación de cada protocolo.

Grado de gutapercha Protocolo	Ideal (1)	Aceptable (2)	No aceptable (3)
Protaper	31.8%	28.5%	44.4%
Calor	36.3%	35.7%	22.2%
Ultrasonido	31.8%	35.7%	33.3%
Total	100%	100%	100%

Tabla V: Distribución de dientes desobturados según el grado obtenido por cada protocolo

Grado de gutapercha Protocolo	Ideal (1)	Aceptable (2)	No aceptable (3)	Total
Protaper	46.6%	26.6%	26.6%	100%
Calor	53.3%	33.3%	13.3%	100%
Ultrasonido	46.6%	33.3%	20%	100%

Tabla VI: Distribución de dientes desobturados según el protocolo por cada grado de desobturación

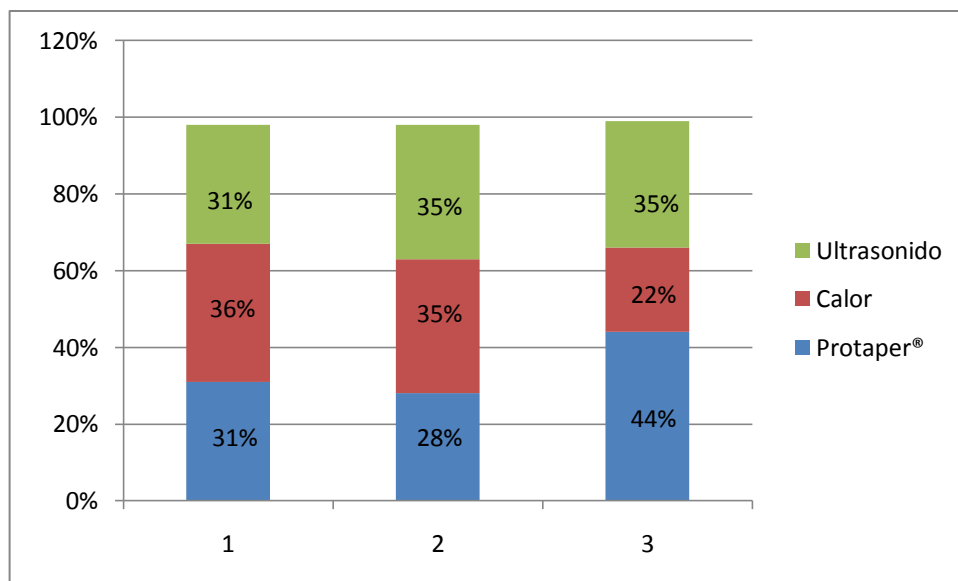


Figura 3: Distribución dientes desobturados según el grado de desobturación

La figura 3 muestra el porcentaje con que cada protocolo aportó al total de dientes desobturados según el grado de desobturación. De ello se extrae los siguientes resultados:

- Del total de dientes desobturados idealmente, un 31%, 36% y 31% fueron obtenidos por el protocolo de ultrasonido, calor y sistema Protaper® respectivamente.
- Del total de dientes desobturados de forma aceptable, el protocolo de ultrasonido y calor aportaron el mismo porcentaje, es decir un 35%. El 28% restante (valor en números enteros sin decimales) fue obtenido por el protocolo Protaper®.
- Del total de dientes desobturados de forma inaceptable, un 35%, 22% y 44% fueron obtenidos por el protocolo ultrasonido, calor y sistema Protaper® respectivamente.

Con estos datos observamos que en los protocolos de ultrasonido y calor aportaron una cantidad similar de dientes para las categorías ideal y aceptable, sin embargo existe una ligera diferencia en cuando a la categoría inaceptable, ya que el

protocolo Protaper® aportó con casi la mitad de todos los dientes que fueron catalogados como inaceptable (un 44%).

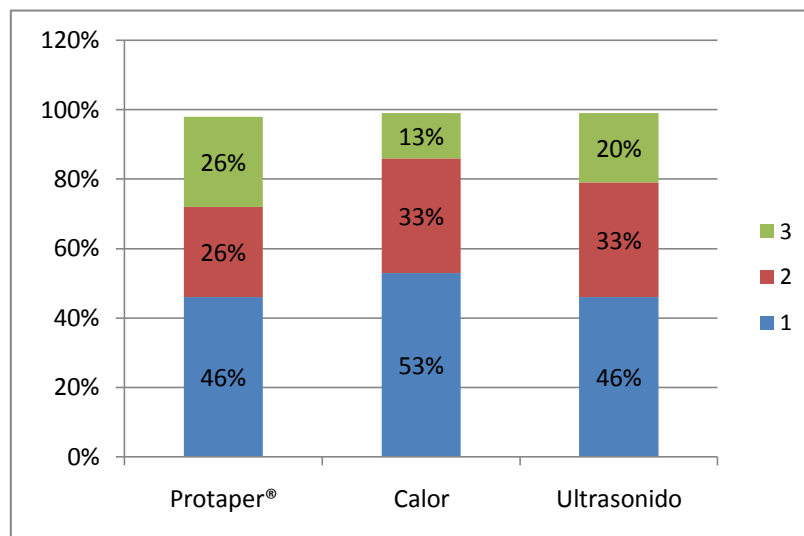


Figura 4: Distribución de dientes según su grado de desobturación dentro de cada protocolo

La figura 4 muestra la distribución de los grados de desobturación dentro de cada protocolo, de ellos se extrae los siguientes resultados:

- Del grupo de estudio con el protocolo Protaper®, un 46% de los dientes obtuvo un grado de desobturación ideal. Por otra parte tanto la categoría aceptable como inaceptable obtuvieron un 26%.
- Del grupo de estudio con el protocolo de calor, el 53% obtuvo un grado ideal, un 33% aceptable y un 13% inaceptable.
- Del grupo de estudio con el protocolo de ultrasonido, un 47% obtuvo un resultado ideal, un 33% aceptable y un 20% inaceptable.

- Estos datos comprueban los resultados casi simétricos obtenidos utilizando los tres protocolos, mostrando que las diferencias son mínimas a simple vista.

2.- EFICIENCIA DE LOS PROTOCOLOS DE DESOBTURACIÓN

Aplicando el Test de ANOVA para los resultados en los tiempos medios que utilizó cada protocolo, se obtuvo el siguiente análisis de resultados.

	Fuente de Variación				
	DF	SS	MS	F	P
Protocolo	2	2,3	1,15	2,09	0,138
Error	42	23,4	0,55		
Total	44	25,7			

Tabla VII: Resultados de Test ANOVA donde **DF** (grados de libertad), **SS** (suma de cuadrados), **MS** (cuadrado medio), **F** (estadístico de prueba dist F) y **P** (P-valor)

En el análisis observamos un P-valor 0,138. Al ser este valor mayor al parámetro de significación del 0.05 debemos aceptar nuevamente la hipótesis nula que decía que los tiempos medios de desobtención entre los diferentes protocolos eran estadísticamente igual.

El siguiente gráfico de bigotes (fig. V) muestra los intervalos de confianza en los tiempos medios utilizados en cada protocolo:

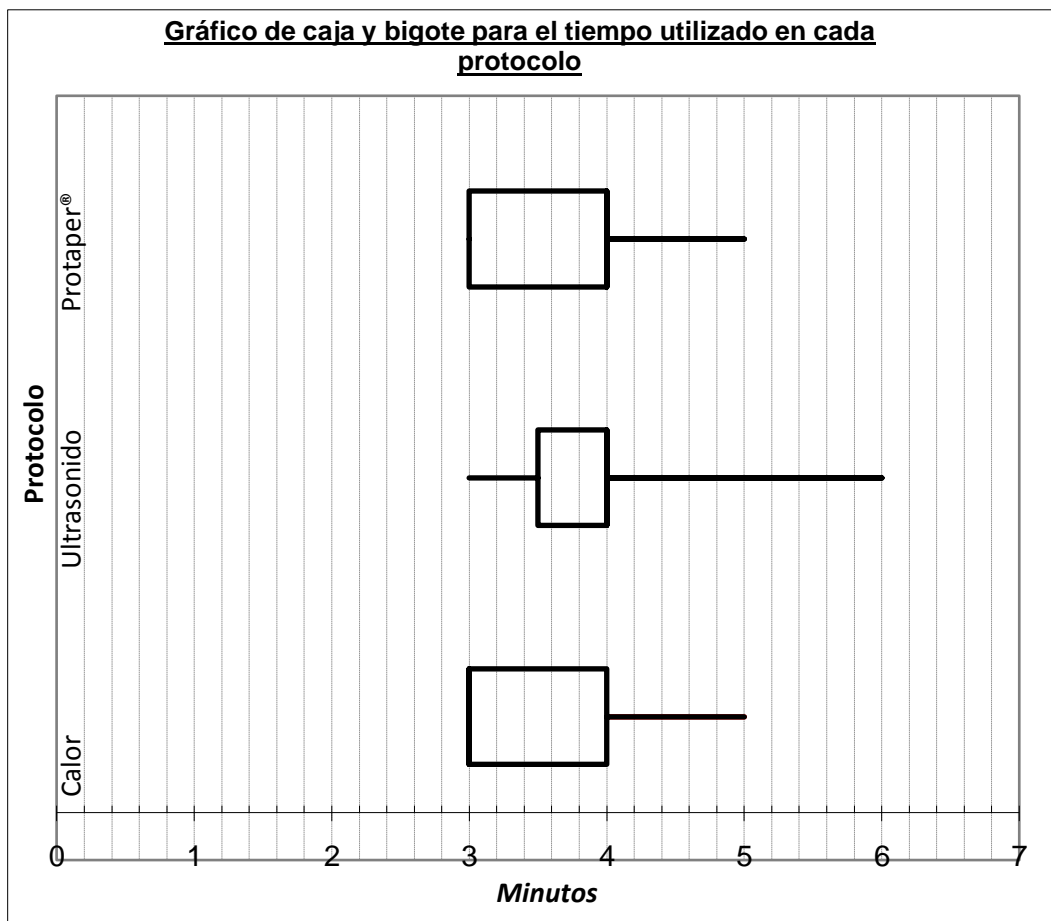


Figura 5: Gráfico de bigotes para tiempo usado en cada protocolo

Se observa en el gráfico, que los resultados en el tiempo de desobturación son similares en todos los grupos ya que los rangos van sólo de 3 a 6 minutos. Además las cajas, es decir los rangos de los cuartiles 2 y 3 se encuentran prácticamente alineados. Esto se condice con los resultados del test de ANOVA que no encontró diferencias significativas entre los grupos de comparación, por tanto no sólo se acepta la hipótesis nula sino que además, estos datos no admiten más análisis, con la excepción de decir que desde un punto de vista estadístico todos los protocolos son igualmente eficientes.

DISCUSIÓN

Para obtener un resultado positivo a largo plazo en el retratamiento endodóntico, es fundamental lograr la mayor remoción de gutapercha contaminada (Ruddle 2004), debido a que será esta gutapercha quien sirva de nicho para numerosos agentes bacteriológicos causantes del fracaso endodóntico como: *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus spp* y *Tannerella forsythensis* (Rocas, Jung, Lee. 2004). Lo anterior sustenta la relevancia del proceso de eliminación de la gutapercha infiltrada, las técnicas empleadas y el instrumental a utilizar.

Un grado ideal y aceptable de desobturación según la tabla utilizada en este estudio es considerado como una buena desobturación *in-vivo*. Se puede inferir entonces que un 82% de los dientes desobturados con cada protocolo constituirían una buena desobturación, lo que demuestra un alto grado de eficacia en cada protocolo. Eso además confirma y coincide con la primera versión de este estudio cuyo porcentaje total de dientes desobturados con un grado ideal o aceptable fue de 80%.

Actualmente no existe acuerdo en la literatura sobre cuál es la mejor forma de desobturar conductos radiculares contaminados, aunque se admite que la instrumentación manual es siempre un complemento de los diferentes métodos existentes (Dalton et. Al. 1998).

En este estudio se compararon tres protocolos de desobturación radicular en base a diferentes agentes de remoción de gutapercha como: el instrumental mecanizado, el ultrasonido y el calor. Se demostró que no existe diferencia significativa (p -valor = 0.475) en la cantidad de gutapercha remanente que deja cada protocolo, medido en las tres dimensiones del espacio a través de la técnica imagenológica del Cone Beam. Este resultado coincide plenamente los datos medidos en conductos rectos durante la primera parte de este estudio.

Además se midió el tiempo transcurrido para completar los diferentes protocolos de desobturación, sin encontrar diferencias significativas (p -valor = 0.138). Este hallazgo discrepa con los resultados obtenidos en la primera parte del estudio el año 2013, en que el resultado fue que el protocolo en base a calor era significativamente más rápido que los otros dos protocolos que a su vez no tenían diferencias significativas entre ellos (Protaper® y ultrasonido). Esta diferencia posiblemente tenga que ver con el nivel de penetración que tiene el transportador de calor en conductos curvos ya que no logra pasar más allá de la curvatura y por tanto no logra reblandecer de buena manera el tercio apical de gutapercha que debe ser finalmente retirado con mayor esfuerzo de la instrumentación manual. Surge entonces la duda de por qué no

sucede lo mismo con las puntas de ultrasonido en el primer estudio, y muy posiblemente se deba a que el diámetro de las puntas ultrasónicas es bastante mayor que los transportadores de calor y por tanto no lograban llegar a longitud de trabajo independiente de si el conducto era curvo o recto (cuando estos fueron preparados hasta un instrumento apical de F3-Protaper Universal ®). Por tanto para conductos curvos todos los protocolos de desobturación son igualmente eficientes.

Los resultados obtenidos en este estudio con respecto a la eficacia del sistema Protaper® coinciden con los autores L.-S- Gu y J.-Q Ling 2007 quienes evaluaron este sistema de desobturación en comparación con la instrumentación manual, encontrando en ambos casos restos visibles de material obturador, sin embargo ellos concluyeron que los rastros encontrados eran mayoritariamente restos del cemento sellador más que gutapercha propiamente tal. Por otra parte existen diferencias de resultados con estos mismos autores, quienes encontraron que el sistema Protaper® de desobturación fue el que dejó estadísticamente menos restos de gutapercha o cemento sellador en los conductos.

Pese a que todos los métodos dejan gutapercha remanente, Ma J y Al-Ashaw AJ 2012 demostraron que estos restos son mayores cuando se utiliza el sistema Protaper® para desobturar dientes *in-vitro* que fueron previamente obturados con la técnica Continuous Wave, en comparación a aquellos que fueron obturados con la técnica de condensación lateral en frío. Esto podría explicar la mayor eficacia de este sistema de desobturación mecanizado encontrada en algunos estudios, ya que en general utilizaban la técnica de condensación lateral en frío como protocolo de obturación de los dientes *in-vitro*. Sin embargo para este estudio se utilizó la técnica de obturación con cono único y los resultados nuevamente fueron similares en cuando a grado de desobturación que cuando los dientes fueron obturados con gutapercha termoplástica o técnica Continuous Wave (que además fue la que se utilizó en el estudio con conductos rectos).

En cuanto a la desobturación en base a ultrasonido no se hallaron estudios que comparen este método con algún otro, sin embargo S. Friedman 1993 demostró en base a escalas de evaluación preestablecidas, que el retratamiento con ultrasonido y un solvente, era efectivo en la remoción de gutapercha en el tercio apical. Por otra parte, un estudio de Mello Junior JE 2009 comparó en un grupo de dientes *in vitro* el uso de ultrasonido con microscopía y en otro grupo el uso de instrumental rotatorio para la desobturación radicular, encontrando que el ultrasonido en conjunto con la microscopía entregaban mejores resultados.

Según la revisión bibliográfica para este estudio, la mayoría de los trabajos compararon sus grupos de estudio con la instrumentación manual exclusiva, pero ninguno compara los protocolos entre sí; aun así en forma separada cada estudio llega a la conclusión que el protocolo probado es mejor en la remoción de gutapercha que la instrumentación manual exclusiva (Valentina Giuliani 2008, Mohmmad Hammad 2008, Jörg F. Shirrmeister 2006, Jingzhi Ma 2012, Athinkesavan Jayasenthil 2012), por lo que se podría inferir que todos los protocolos utilizados en este estudio son superiores en la remoción de gutapercha que la técnica manual exclusiva

Una diferencia metodológica importante es la utilización del sistema Cone Beam para la evaluación de los restos de gutapercha remanente, lo que proporcionó valiosa información sobre las deformaciones de los conductos preparados que producía cada protocolo. En base a lo anterior se debe tener especial cuidado con el sistema Protaper®, ya que podría aumentar en gran medida el tamaño del conducto radicular. Esto debido a que existen distintas estandarizaciones ISO del diámetro de las limas, por lo que en comparación con conductos trabajados con limas de conicidad convencional al 0,2%, el sistema de desobturación Protaper® al 0,6%, sumado al hecho de ser un instrumento mecanizado, produce una desobturación más agresiva de los conductos.

Sorensen JA y Martionff 1984 demostraron que en paredes dentinarias de poco espesor el riesgo de perforación durante la confección de un perno muñón es significativamente mayor, lo mismo que el riesgo de fractura. Teniendo en cuenta la importancia de la resistencia de las paredes del conducto radicular en futuros tratamientos rehabilitadores, el riesgo de fractura y la eficacia similar de todos los protocolos, es recomendable sólo utilizar el sistema Protaper® en dientes con un gran remanente dentinario en sus paredes y una preparación biomecánica conservadora, o en aquellos que se tenga la certeza que fueron preparados previamente con el sistema Protaper Universal ® con conicidades similares a las limas de desobturación de la marca Dentsply®. No es necesario el uso habitual de este sistema considerando los riesgos, sobre todo cuando ha quedado demostrado que sistemas más conservadores pueden tener los mismos resultados.

No se observaron transportaciones, perforaciones o streaping con ninguno de los protocolos en la muestra estudiada aunque si hubo 3 fractura de instrumentos, 2 durante la preparación biomecánica y 1 durante la desobturación con el sistema Protaper ®. Estos dientes, al no ser materia de este estudio, fueron reemplazados por dientes correctamente preparador y desobturados para mantener la muestra constante de 15 dientes por grupo.

En algunos casos se pudo notar extrusiones de gutapercha del orden de los 0,25 a 1,5 mm. expulsados a lo que *in-vivo* correspondería al periápice radicular. Existen

estudios con respecto a este tema, por ejemplo Burhan Can el 2016 estudió 100 dientes con conductos curvos *in-vitro* para evaluar la cantidad de extrusión de gutapercha durante la desobturación con sistemas rotatorios y concluyó que todos generaron extrusión en distintos niveles siendo el mayor de ellos el sistema Reciproc® seguido por el sistema Protaper® de desobturación.

Otro de los hallazgos fue que la mayor cantidad de gutapercha (evaluada a nivel subjetivo) se encontró en la zona de la curvatura y mayormente en los dientes más curvos. Esto podría deberse a que en la desobturación no se trabaja con técnicas de limado anticurvatura como se realiza en algunos casos durante la preparación biomecánica, esto significaría que la zona con mayor remanente dentinario y forma convexa conocida como “zona de seguridad” se trabaje en forma similar que la zona que comúnmente tiende a desgastarse más o zona interna de la curvatura, es decir, se generaría un mayor desgaste (y por ende limpieza) de esta zona con respecto a la parte externa. De todas formas se sugieren estudios sobre cómo afectan los grados de curvaturas y sus distintas zonas en la remoción de gutapercha.

Este estudio fue realizado con doble ciego experimental, en donde cada diente fue desobturado por un mismo operador en períodos regulares de 5 dientes por día para limitar el sesgo por fatiga. Luego el operador que calificó los dientes desobturados *in-vitro* no sabía a qué protocolo correspondía cada diente y durante el análisis estadístico tampoco le fueron revelados los datos. Además la alta precisión de detalle que entrega el Cone Beam permitió observar en numerosos casos, cómo por la superposición radiográfica se pierden valiosos detalles con respecto a los restos de gutapercha presente, especialmente en zonas de pequeñas curvaturas, pudiendo entregar datos más precisos de la cantidad de gutapercha aun en el interior de los conductos luego de la desobturación radicular. Es por esta resolución y nitidez de imagen que se sugiere utilizar el Cone Beam como un instrumento estándar para visualizar las extrusiones de gutapercha en el espacio periapical y en futuros estudios tanto *in vivo* como *in vitro*.

Si bien sabemos que la anatomía radicular y de conductos es variable, este estudio supera las limitaciones de su primera parte en que los resultados sólo podían ser extrapolados a dientes anteriores o rectos. Ahora considerando ambos resultados (mismo estudio para conductos rectos y curvos) podemos recomendar el uso de cualquiera de los protocolos independiente de la posición del diente en la arcada o su grado de curvatura, aunque siempre manteniendo las consideraciones básicas del trabajo con instrumental rotatorio cuando este protocolo sea seleccionado.

Este estudio consideró la desobturación de conductos tipo, es decir, con una preparación y obturación típica hasta un instrumento apical F3, sin embargo otras

características anatómicas, como reabsorciones internas, taurodontismo, *dens in dente*, etc, necesita de futuros estudios para determinar el grado de influencia sobre la eficacia y eficiencia en la remoción de gutapercha.

En cuanto al tiempo medio de los protocolos, si bien no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los 3 grupos de desobturación, se puede agregar que la sensación subjetiva fue de mayor facilidad y menor fatiga para el sistema rotatorio Protaper®.

CONCLUSIONES

Al comparar el grado de remoción de gutapercha entre los protocolos de desobturación, no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la eficacia entre los tres protocolos evaluados.

Al cuantificar los tiempos de desobturación de cada protocolo y compararlos entre sí, se determinó que no existen diferencias significativa en los tiempos de desobturación por tanto todos los protocolos son igualmente eficientes.

Se deduce por tanto, que todos los protocolos cumplen con su objetivo y de forma igualmente eficiente por lo que la selección de uno u otro protocolo queda a criterio del especialista considerando su experiencia y familiarización con una u otra técnica e instrumental.

SUGERENCIAS

Tal como se nombró anteriormente en la discusión, este estudio consideró la desobturación de conductos tipo, es decir, con una preparación y obturación típica hasta un instrumento apical F3, sin embargo otras características anatómicas, como reabsorciones internas, taurodontismo, *dens in dente*, etc, necesita de futuros estudios para determinar el grado de influencia sobre la eficacia y eficiencia en la remoción de gutapercha. También es necesario tomar en cuenta el tipo de técnica al momento de realizar la preparación biomecánica, el tipo de cemento a utilizar, la técnica y materiales de obturación, etc. por este motivo también se sugiere la realización de nuevos estudios que incluya alguna de estas variables para seguir ampliando los alcances de este estudio.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue comparar la efectividad y eficiencia de tres protocolos de desobturación de conductos radiculares curvos, midiendo el grado de gutapercha remanente.

Para ello se desarrolló un estudio experimental *in vitro* donde se utilizaron dientes montados en arcadas de cera, los cuales fueron sometidos a una preparación biomecánica mecanizada con limas Protaper Universal ® y obturados con sus respectivos conos de gutapercha.

Los dientes antes mencionados fueron divididos al en tres grupos. Posteriormente a cada grupo de dientes se le aplicó un protocolo de desobturación diferente: uno basando en ultrasonido, otro en el sistema de desobturación rotatorio ProTaper®, Denstsply y el último en base a calor.

Un investigador realizó el procedimiento de desobturación usando cada protocolo; seguidamente un segundo examinador externo evaluó la cantidad de gutapercha restante en el conducto a través del estudio imagenológico CBCT, sin saber qué protocolo se utilizó, con el fin de crear un ciego experimental.

La variable principal que se midió fue el grado de gutapercha remanente que cada protocolo de desobturación no pudo eliminar. A través de un CBCT se obtuvo una medida cualitativa de los restos visibles de gutapercha que fueron luego comparados con una tabla de medición previamente validada. Además de cronometró el tiempo que tomó cada protocolo de desobturación en aplicarse.

Los datos obtenidos fueron comparados y analizados de manera que permitieron determinar la efectividad y eficiencia en la remoción de gutapercha en cada sistema de desobturación y concluir que no existen diferencias significativas.

BIBLIOGRAFÍA

- .- Abbott PV, Heijkoop PS, Cardaci SC, Hume WR, Heithersay GS. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *Int Endod J.* 1991; 24:308-16.
- .- Al-Jadaa A, Paqué F, Attin T, Zehnder M. Necrotic pulp tissue dissolution by passive ultrasonic irrigation in simulated accessory canals: impact of canal location and angulation. *Int Endod J.* 2009;42:59-65.
- .- Athikesavan Jayasenthil, Emmanuel Solomon, Prashanth Prakash. Evaluation of manual and two-rotary Niti retreatment systems in removing gutta-percha obturated with two root canal sealer. *International sholarly research network*, 2012.
- .- Avery, J. 2007. *Principios de Histología y Embriología Bucodental con orientación clínica.* 3º ed. Ed. Elsevier España.
- .- Bender IB, Seltzer S, Soltanoff W. Endodontic success--a reappraisal of criteria. 1. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1966 Dec;22(6):780-9.
- .- Briseno BM, Wirth R, Hamm G, Standhartinger W. Efficacy of different irrigation methods and concentrations of root canal irrigation solutions on bacteria in the root canal. *Endod Dent Traumatol.* 1992;8:6-11.
- .- Chiara Pirani, Gian Andrea Pelliccioni. Effectiveness of three different retreatment techniques in canals filled with compacted gutta-percha or thermafil. *American association of endodontists*, 2009
- .- Clark Dalton, D. Orstavik, C. Phillips, M. Pettiette, and M. Trope, "Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation," *Journal of Endodontics*, vol. 24, no. 11, pp.763–767, 1998.
- .- Cohen, Stephen & Hargreaves, Kenneth M. *VÍAS DE LA PULPA.* 9ª. Edición. Editorial Elsevier Mosby. Madrid.2008.
- .- Dentsply/mailefer. www.mailefer.com. 2012
- .- Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals, L.-S. Gu, J.-Q Ling, X. Wei & X.-Y. Huang 2007.
- .- Endodontists AAO: *Guide to clinical endodontics*, ed. 4, Chicago, 2004, American association of endodontists.

- .- Foschi F. et al. SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and Protaper® NiTi rotary instruments of Mtwo and Protaper® NiTi rotary instruments. *International Endodontic Journal*, 37, 832–839, 2004
- .- Friedman S, Moshonov J, Trope M. Residue of gutta-percha and a glass ionomer cement sealer following root canal retreatment, 1993.
- .- Gambarini G, Grande NM, Plotino G, et al. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. *J Endod* 2008;34:1003–5
- .- Grossman L: *Endodontics*, ed 11, Philadelphia, 1988, Lea & Febiger
- .- <http://www.sybronendo.com/index/sybronendo-fill-touch-and-heat-5004-02>
- .- Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation: literature review and case reports. *Int Endod J*. 2000;33:186-93.
- .- Jeeraphat Jantararat. Time-dependent properties of human root dentin, 2002
- .- Jinghi Ma, Ahmed Jowad Al-Ashaw, Ya Shen. Efficacy of Protaper® universal rotatory retreatment system for gutta-percha removal from oval root canals: A micro-computed tomography study. *American association of endodontists*, 2012
- .- Jörg F. Shirrmeister, Karl-Tomas Wrbas, Katharina M. Meyer. Efficacy of different rotary instruments for gutta-percha removal in root canal retreatment. *American association of endodontists*, 2006
- .- J-Y Blum, P. Machtou, C. Ruddle, J.P. Micallef. Analysis of mechanical preparation in extracted teeth using Protaper® rotary instruments: Value of the safety quotient. *JOE* Vol. 29:567-575, 2003
- .- Klyn SL, Kirkpatrick TC, Rutledge RE. in vitro comparison of debris removed of the Endoactivator System, the F File, ultrasonic irrigation, and NaOCl irrigation alone after hand rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod*. 2010;36:1367-71.
- .- Lea SC, Walmsley AD, Lumley PJ. Analyzing endosonic root canal file oscillations: an in vitro evaluation. *J Endod*. 2010;36:880-3.
- .- Leif Tronstad. *Clinical Endodontics*. 1° Edición. Editorial Masson. Barcelona 1993
- .- M.F Gómez de Ferrari, A. Campos Muñoz. *Histología y embriología bucodental*. Editorial Mpedica Panamericana. Tercera edición 2009

- .- Mario Roberto Leonardo. Tratamiento de conductos radiculares. Principios básicos. Editorial artes médicas. 2005.
- .- Martin H. Ultrasonic disinfection of the root canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1976;42:92-
- .- Mello Junior JE, Retreatment efficacy of gutta-percha removal using a clinical microscope and ultrasonic instruments, 2009.
- .- Miguel Albuquerque Matos, Joan M^a de Ribot i Porta, Miguel Roig Cayón. Sistema de instrumentación Protaper® universal. *Revista odontológica de especialidades*, 2006
- .- N., Foot. Protaper® universal re-treatment files . *Endodontic Practice* 5:50, 2007
- .- Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod* 2004;30:559–65.
- .- Pettiette MT, Metzger Z, Phillips C, Trope M. Endodontic complications of root canal therapy performed by dental students with stainless-steel K-files and nickel-titanium hand files. *J Endod* 1999;25:230–4.
- .- Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J Endod.* 2007;33:81-95.
- .- Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL Jr. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1997;23:77–85.
- .- Alves FR, Marceliano-Alves MF, Sousa JC, Silveira SB, Provenzano JC, Siqueira JF Jr. Removal of Root Canal Fillings in Curved Canals Using Either Reciprocating Single- or Rotary Multi-instrument Systems and a Supplementary Step with the XP-Endo Finisher. *J Endod.* 2016 Jul;42(7):1114-9. doi: 10.1016/j.joen.2016.04.007. Epub 2016 May 20.
- .- Mengdong Liu, Shijiang Xiong, Fei Tan and Yi. Liu Less extrusion debris during the retreatment of curved canals using twisted files with higher rotational speeds: an ex vivo study. *Liu et al. BMC Oral Health* (2017) 17:45 DOI 10.1186/s12903-017-0340-2. *J Endod* May 2016.
- .- Rodrigues CT1, Duarte MA2, de Almeida MM2, de Andrade FB2, Bernardineli N2, Efficacy of CM-Wire, M-Wire, and Nickel-Titanium Instruments for Removing Filling Material from Curved Root Canals: A Micro-Computed Tomography Study. *J Endod.* 2016 Nov;42(11):1651-1655. doi: 10.1016/j.joen.2016.08.012. Epub 2016 Sep 17.

ANEXOS



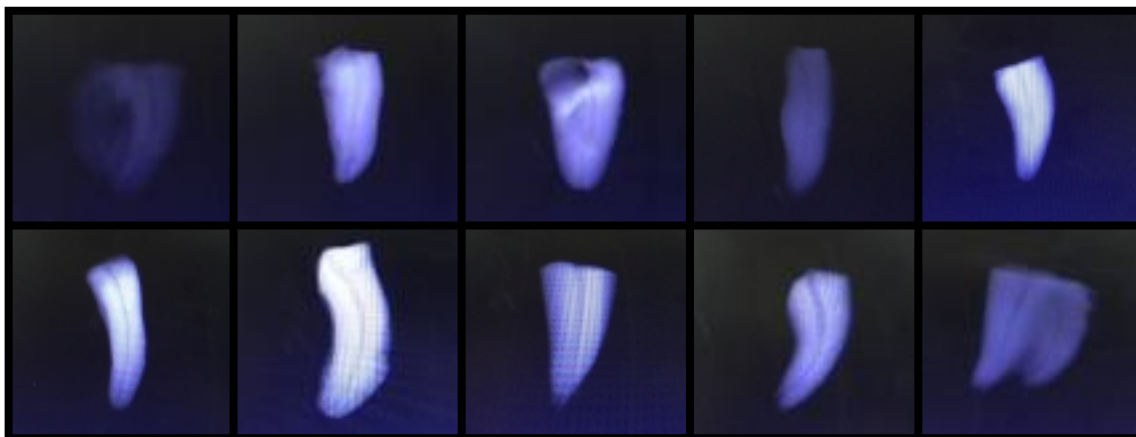


Figura 6: Radiografías retroalveolares tomadas a todos los dientes para la aplicación de los criterios de selección. En esta imagen se dejaron los 45 dientes, en orden correlativo, que fueron incluidos en el estudio (aquellos que no cumplían los criterios de inclusión fueron descartados).



Figura 7: Fotografía que muestra el proceso de preparación previo de los dientes (Preparación biomecánica y obturación radicular). (1) Motor Endodónico X Smart plus – Dentsply®, (2) Lote de limas Protaper Universal – Dentsply® desde la Sx hasta la F3, (3) Las 3 arcadas de cera (A,B y C) con las raíces seleccionadas para el estudio, (4) regla endodóntica, (5) jeringa de irrigación endodóntica con aguja con salida lateral y contenedor con Hipoclorito al 5.25%, (6) contenedor para el irrigante.



Figura 8: Fotografía similar a la anterior que muestra esta vez el proceso de desobturación o aplicación de los diferentes protocolos, en esta caso el protocolo “calor” a través del transportador de calor presente en el sistema Calamus – Densply®. (1) Algunas limas manuales (H) utilizadas y una hoja con las longitudes de trabajo de cada uno de los dientes, (2) Caja de limas (H) manuales nuevas y otras esterilizadas, (3) Arcadas con dientes montados, (4) Sistema Calamus-Dual, Dentsply®



Figura 9: Conjunto de fotografías que muestran algunos instantes durante el proceso de desobturación. (1) Gutapercha correspondiente al tercio coronal y medio en la punta del transportador de calor durante la aplicación del protocolo en base a calor, (2) Gutapercha correspondiente al tercio apical en la punta de una lima H ISO 30 como complementación en cada uno de los protocolos, (3) Aplicación del protocolo en base a ultrasonido en uno de los dientes de la muestra, obsérvese el grado de penetración del instrumento y la gutapercha refluyendo hacia el exterior.

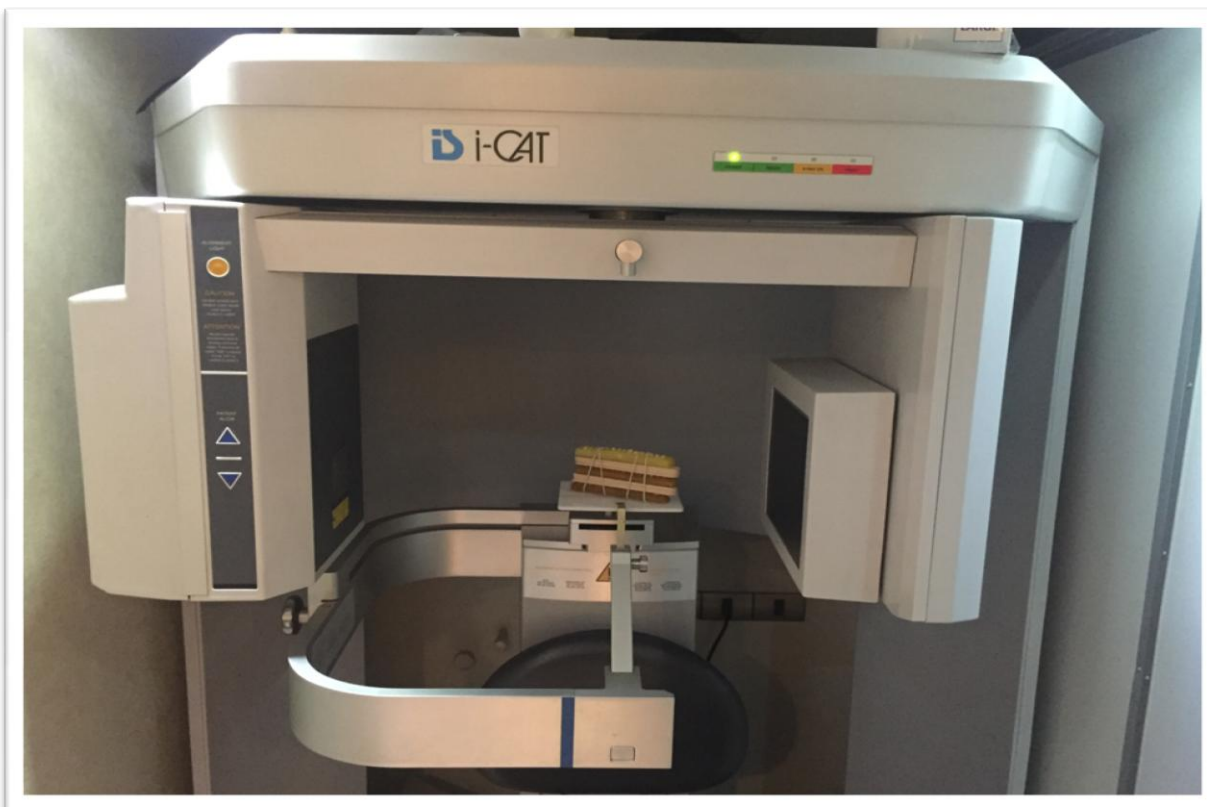


Figura 10: Fotografía de las 3 arcadas de cera siendo escaneadas en el CBCT. Este proceso se realizó en 2 ocasiones. En primer lugar con todos los dientes preparados y obturados y luego una vez aplicados los diferentes protocolos de desobturación.

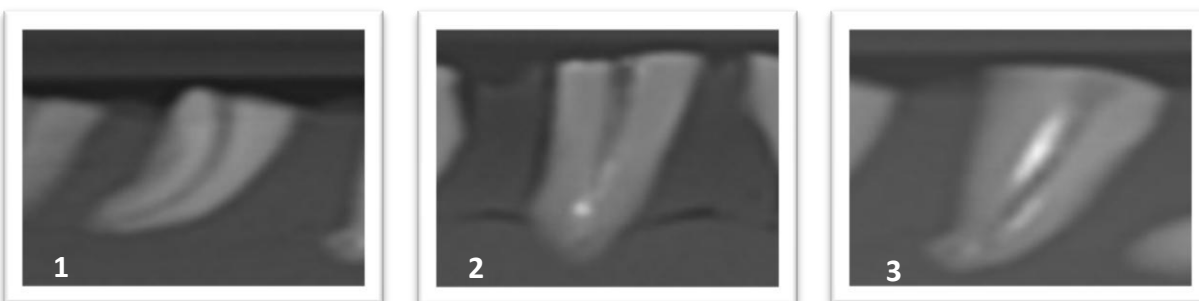


Figura 11: Conjunto de fotografías que muestra un corte cualquier de cada una de las categorías de desobturación que fue evaluado aplicando el instrumento de medición "Tabla de Chiara Pirani et al., 2009, modificada por docentes especialistas de la Cátedra de Endodoncia de la Universidad de Valparaíso el año 2013 y revalidada el año 2016". (1) Categoría 1 o Ideal, (2) Categoría 2 o Aceptable, (3) Categoría 3 o Inaceptable.

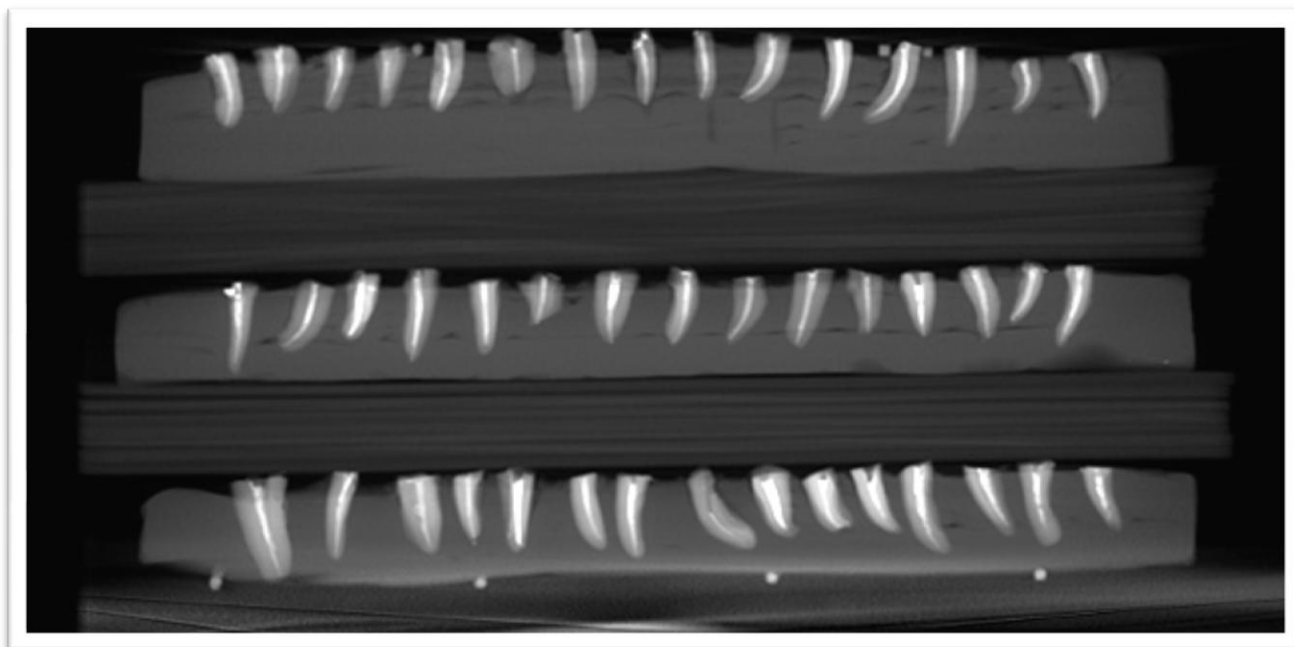


Figura 12: Fotografía que muestra un corte general de Cone Beam de las arcadas 3 arcadas de cera (A, B y C) con las raíces montadas, preparadas, obturadas y listas para aplicar cada uno de los protocolos de desobturación.

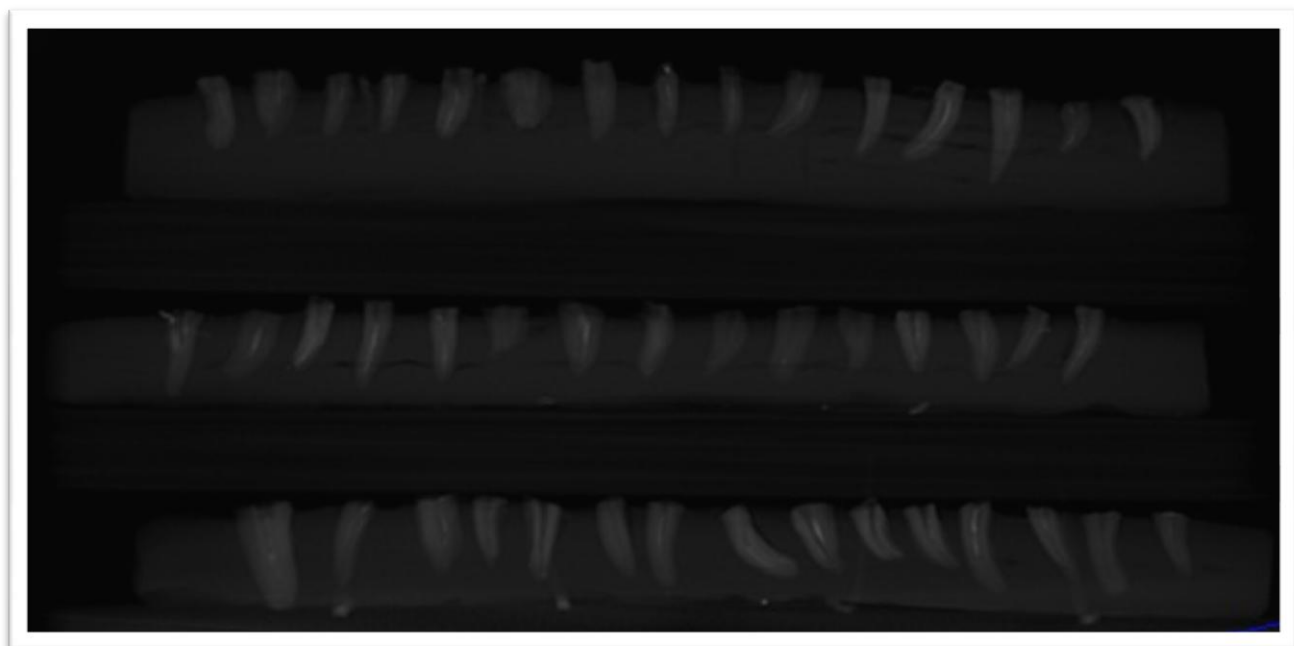


Figura 13: Fotografía que muestra un corte general de Cone Beam de las arcadas 3 arcadas de cera (A, B y C) con las raíces ya desobturada con cada uno de los protocolos y listas para ser evaluadas por un operador externo

<u>Protocolo</u>	<u>Arcada</u>	<u>Diente</u>	<u>Tiempo</u> (minutos aproximados)	<u>Calificación</u>
Calor	A	1	3	3
Calor	A	2	4	1
Calor	A	3	3	1
Calor	A	4	4	3
Calor	A	5	3	1
Calor	A	6	3	1
Calor	A	7	3	2
Calor	A	8	3	1
Calor	A	9	5	2
Calor	A	10	3	1
Calor	A	11	3	1
Calor	A	12	3	1
Calor	A	13	4	2
Calor	A	14	3	2
Calor	A	15	5	2
Ultrasonido	B	16	4	2
Ultrasonido	B	17	4	1
Ultrasonido	B	18	4	3
Ultrasonido	B	19	4	3
Ultrasonido	B	20	4	1
Ultrasonido	B	21	3	1
Ultrasonido	B	22	5	1
Ultrasonido	B	23	3	1
Ultrasonido	B	24	5	1
Ultrasonido	B	25	4	1
Ultrasonido	B	26	4	2
Ultrasonido	B	27	4	2
Ultrasonido	B	28	3	2
Ultrasonido	B	29	3	2
Ultrasonido	B	30	6	3
Protaper	C	31	3	2
Protaper	C	32	3	3
Protaper	C	33	4	1
Protaper	C	34	3	2
Protaper	C	35	4	1
Protaper	C	36	3	2

Protaper	C	37	4	3
Protaper	C	38	5	3
Protaper	C	39	4	1
Protaper	C	40	4	1
Protaper	C	41	3	2
Protaper	C	42	4	2
Protaper	C	43	4	2
Protaper	C	44	3	2
Protaper	C	45	3	2

Tabla VIII: Base de datos con los resultados de las desobturación de los dientes. Se especifica protocolo utilizado, arcada en cera, número de diente, tiempo empleado en la desobturación (minutos redondeados) y grado de desobturación.