



COMPARACIÓN DE LA EFICACIA Y EFICIENCIA EN LA ELIMINACIÓN
DE GUTAPERCHA DE TRES PROTOCOLOS DE DESOBTURACIÓN:
ULTRASONIDO, PROTAPER® Y CALOR

Trabajo de investigación
requisito para optar al
Título de Cirujano Dentista

Alumnos: Nicolás Llados Villagra
Miguel Monsalve Armijo

Docente Guía: Prof. Dra. Emma Fuenzalida Novajas
Cátedra de Endodoncia



COMPARACIÓN DE LA EFICACIA Y EFICIENCIA EN LA ELIMINACIÓN
DE GUTAPERCHA DE TRES PROTOCOLOS DE DESOBTURACIÓN:
ULTRASONIDO, PROTAPER® Y CALOR

Trabajo de Investigación
requisito para optar al
Título de Cirujano Dentista

Alumnos: Nicolás Llados Villagra
Miguel Monsalve Armijo

Docente Guía: Prof. Dra. Emma Fuenzalida Novajas
Cátedra de Endodoncia

AGRADECIMIENTOS

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

Dra. Emma Fuenzalida Novajas y Dr. Carlos Marchant Pizarro: Por sus aportes como docentes guías

Dr. Ramón Naranjo: Por el apoyo tecnológico brindado

Alan Barraza: Por la parte matemática y estadística

Dr. Rodrigo Morales: Por su ayuda en logística

También queremos agradecer con gran respeto y admiración a nuestros padres quienes nos mantuvieron, alentaron y apoyaron durante todo el proceso universitario. A nuestros hermanos, amigos y todas aquellas personas que aportaron en distinta medida con su conocimiento, amistad, ayuda o preocupación a nuestras labores personales y/o académicas.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEÓRICO.....	3
1.- CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DEL DIENTE	3
1.1 Pulpa dental.....	3
1.2 Dentina	4
1.3 Esmalte.....	4
2.- ANATOMÍA RADICULAR	5
2.1 Clasificación de Vertucci.....	7
3.- ENDODONCIA.....	8
3.1 Obturación radicular	8
3.2 Materiales de obturación radicular	8
3.3 Cementos selladores.....	10
4.- RETRATAMIENTO ENDODÓNTICO.....	11
4.2 Indicaciones de retratamiento.....	13
5.- SISTEMAS UTILIZADOS EN EL RETRATAMIENTO NO QUIRÚRGICO DE CONDUCTOS RADICULARES.....	14
5.1 Ultrasonido en la endodoncia	14
5.2 Irrigantes usados con ultrasonido	16
5.3 Retratamiento endodóntico por medio de ultrasonido	17
6.- LIMAS NIQUEL-TITANIO	17
6.1 Segunda generación de limas níquel-titanio	19
6.2 Instrumentación no convencional del sistema de conductos, sistema rotatorio Protaper®.....	19
6.3 Sistema Protaper® para el retratamiento	21
7.- SISTEMA TRANSPORTADOR DE CALOR.....	22
7.1. - Sistema Touch 'N Heat, Sybron Endo®	23
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	24

1. OBJETIVO GENERAL.....	24
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
3. HIPÓTESIS	24
MATERIALES Y MÉTODOS	25
1.- DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	25
2.- MUESTRA/UNIVERSO.....	25
3.- CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	26
4.- SELECCIÓN.....	26
5.- DESARROLLO DEL ESTUDIO	26
5.1 Protocolo N° 1: Sistema Protaper®, Dentsply de desobturación	27
5.2 Protocolo N° 2: En base a ultrasonido.....	28
5.3 Protocolo N° 3: En base a calor	28
RECOLECCIÓN DE DATOS.....	29
1.- VARIABLES:.....	29
2.- DEFINICIONES CONCEPTUALES Y OPERACIONALES	29
2.1 Tiempo:.....	29
2.2 Grado de gutapercha remanente:	30
2.3 Protocolo:	30
3.- APROBACIÓN DEL COMITÉ DE BIOSEGURIDAD	31
RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	32
1.- EFICACIA DE LOS PROTOCOLOS DE DESOBTURACIÓN	32
2.- EFICIENCIA DE LOS PROTOCOLOS DE DESOBTURACIÓN	35
DISCUSIÓN.....	38
CONCLUSIONES	42
RESUMEN.....	43
BIBLIOGRAFÍA.....	44
ANEXOS	

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 de conductos como para la desobturación de los mismos 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 distintas características y formas de uso; aunque no todos están estandarizados en su totalidad.

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.

Ante la gran diversidad de información y cantidad de tecnología existente para aplicarla, no existe en la literatura consultada, una guía protocolar para llevar a cabo la desobturación del sistema de conductos de una manera segura y eficiente, por lo que son necesarios estudios que puedan aportar una estandarización de los sistemas probados.

Es importante comprender que los retratamientos y, por ende, la desobturación de los conductos, corresponde a una práctica que el odontólogo general debiese manejar tanto en la técnica como en los conocimientos básicos que éstas requieren, teniendo en consideración que el retratamiento es una problemática cada día más frecuente. Esto también indica la relevancia del estudio para buscar sistemas superiores de desobturación y así lograr mejores resultados en los retratamientos endodónticos de manera tal de aumentar la conservación de dientes en boca.

Con el presente estudio se pretende además aportar una guía de conocimiento básico que pueda ser utilizado para el quehacer académico o como base para nuevos estudios relacionados con el tema, ya que entrega información y protocolos definidos para el uso de los distintos sistemas de desobturación de conductos.

Según lo anteriormente expuesto, el objetivo de este trabajo es preguntarnos ¿Existe algún protocolo para la desobturación de conductos que demuestre mayor eficacia y eficiencia en la remoción de gutapercha?

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 predentina 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)

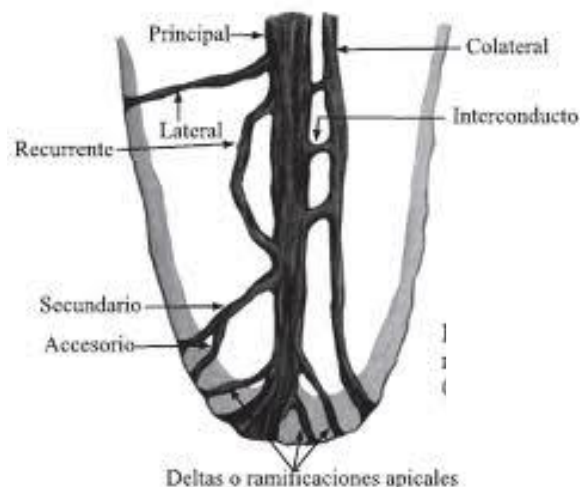


Figura I: Esquema que muestra los distintos tipos de conductos radiculares

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

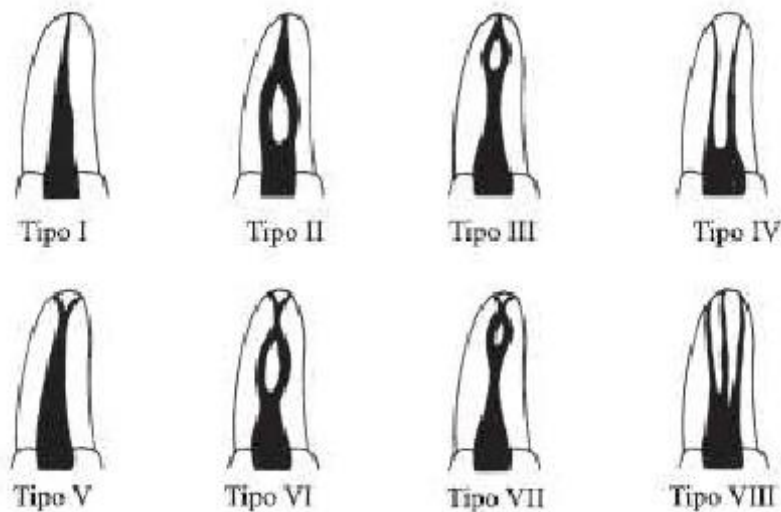


Figura II: Esquema de los distintos tipos de espacios pulpares según Vertucci et. al. 1984

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 naranja. 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
-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	-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	-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 & Hagreaves, 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 endodóntica 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 un metal exótico 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 testeado 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 conicidades 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 tapones 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.

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la eficacia y eficiencia de tres protocolos de desobturación radicular en dientes obturados con gutapercha termoplástica *in-vitro*; en periodo Marzo-Diciembre del año 2013.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar el grado de remoción de gutapercha 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 (ver tabla en pág. 30)
- Cuantificar (en minutos) y comparar la eficiencia de cada protocolo de desobturación.

3. HIPÓTESIS

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

MATERIALES Y MÉTODOS

1.- DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

En esta investigación el diseño 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.

2.- MUESTRA/UNIVERSO

El universo corresponde a todos los dientes con un único conducto amplio y recto tratados endodónticamente hasta una lima apical maestra F3 obturados con gutapercha termoplástica con la técnica de obturación “Continuous Wave”.

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 gutapercha termoplástica.
- Una raíz y un conducto, clasificación 1 de Vertucci, 1984.
- Conductos aparentemente rectos con curvaturas menores a 20° según Scheinder,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 inferior a 20 según ISO.

4.- SELECCIÓN

Se obtuvieron 30 dientes gracias a la donación del Dr. Carlos Marchant, quien los seleccionó bajo los mismos criterios de inclusión para la realización de su tesis como requisito para el post-título de endodoncia. Estos dientes ya fueron previamente preparados y obturados, todos por el mismo operador. Otros 40 dientes se recolectaron para esta tesis basado en los criterios de inclusión, los cuales fueron preparados y obturados por el Dr. Carlos Marchant con la misma técnica; completando un total de 70 dientes como tamaño muestral.

5.- DESARROLLO DEL ESTUDIO

Los dientes seleccionados para la muestra fueron decoronados y 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 IMD, en secuencia Dx, D1, D2, M1, M2, M3, con constante recapitulación con lima ISO 15 e irrigación con Hipoclorito de Sodio al 5,25%.

La obturación radicular (OR) fue realizada con la técnica de Continuous Wave descrita por Buchanan, con un transportador de calor Touch&Heat, Sybron Endo® una punta Buchanan .06, Sybron Endo® y un cono de Gutapercha estandarizado en .06. Se realizó el Backfill con Calamus, Dentsply® y todo fue cementado con cementos en base a resinas (Topseal, Dentsply).

Para la aplicación de los protocolos, se enumeraron los dientes del 1 al 70 y luego fueron montados en arcadas de cera rosada con entre 12 a 16 dientes cada una en forma aleatoria. A continuación cada arcada se identificó con una letra (A, B, C, D y E) y cada diente fue rotulado con un número oculto, de tal manera que quién analizó las variables a medir no supo cuál protocolo se aplicó.

Posteriormente se procedió a tomarles un Cone Beam a las arcadas de cera con los dientes montados, cortesía de Dr. Ramón Naranjo, especialista en Radiología Maxilofacial y docente de la Universidad de Valparaíso. Con esto se obtuvo una visión exacta del sistema de conductos radiculares, las longitudes de trabajo de cada diente y la obturación radicular previa a las desobturaciones, de tal manera de contrastarla cuando estos sean desobturados.

Finalmente se aplicaron los tres protocolos de desobturación. Como norma general, el protocolo de desobturación con ultrasonido y calor comenzó en la zona de los 2/3 coronales 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 coronales 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

Todos los dientes seleccionados para trabajar con el sistema Protaper® ya contaban con la longitud de trabajo obtenida a través del 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, 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 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

Todos los dientes seleccionados para trabajar con el sistema de ultrasonido ya contaban con la longitud de trabajo obtenida a través del Cone Beam. Se usó el sistema ultrasónico Minipiezon, Electrical Medical Sistem (EMS), Nyon®, Suiza, con sus propias puntas para endodoncia DS 012 o DS 010 (angulaciones de 90 y 120 ° respectivamente) con movimientos circulares hasta alcanzar LT idealmente. Para la terminación del tercio apical se utilizó una lima H ISO 30. El irrigante de elección fue NaOCl al 5.25% no integrado con el ultrasonido pero activado por éste.

5.3 Protocolo N° 3: En base a calor

Todos los dientes seleccionados para trabajar con el sistema en base a calor ya contaban con la longitud de trabajo obtenida a través del Cone Beam. Luego se utilizó el transportador de calor presente en el sistema Calamus Dual®, Dentsply con su transportador de calor para reblandecer la gutapercha hasta la mayor longitud posible y luego se utilizó una lima H ISO 30 hasta alcanzar LT. Entre cada lima el irrigante de elección fue NaOCl al 5.25%

Para todos los protocolos, se consideró concluida la desobturación cuando no se observó rastros de gutapercha al ojo desnudo, tanto en el interior del conducto como en la punta de la última lima utilizada.

Todos los protocolos fueron aplicados por un único operador quien se calibró en base a un gold estándar, que en este caso fue un endodoncista. Además se midió el tiempo que tardó en realizar los determinados protocolos en cada diente a desobturar con un cronómetro. 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, otro operador recibió los dientes desobturados sin saber qué protocolo fue usado en ellos y aplicó el instrumento de medición validado en otros estudios (*Tabla 1, scale of values assigned to the 3 diferent parameters evaluated, Chiara Pirani et al., 2009*). Esta tabla fue sometida a una modificación realizada por docentes especialistas de endodoncia de la Universidad Valparaíso, de manera de poder aplicarla en este estudio. 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	Nominal	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 2013.

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 las páginas 27 y 28.

3.- APROBACIÓN DEL COMITÉ DE BIOSEGURIDAD

El Comité de Bioética de la Facultad de Odontología, presidido por la Dra. María Soledad Lopetegui, aprobó el protocolo de este trabajo de investigación para tesis de pregrado, con fecha 18 de diciembre de 2012.

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.

Eficacia de los Protocolos de desobturación

Grado de gutapercha Protocolo	Ideal (1)	Aceptable (2)	No aceptable (3)	Total
Protaper	14	4	5	23
Calor	14	3	6	23
Ultrasonido	13	5	5	23
Total	41	12	16	69

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 = 0,9545 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	34%	33%	31%
Calor	34%	25%	38%
Ultrasonido	32%	42%	31%
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	61%	17%	22%	100%
Calor	61%	13%	26%	100%
Ultrasonido	57%	22%	22%	100%

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

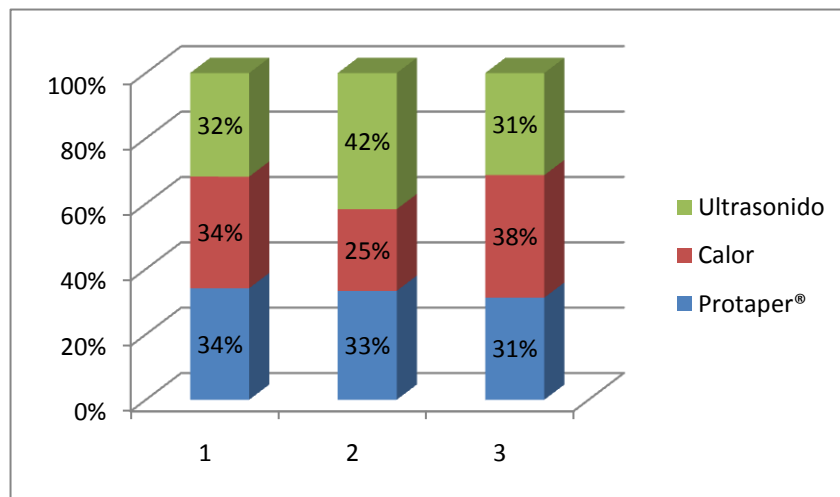


Figura III: Distribución dientes desobturados según el grado de desobturación

La figura III 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 32%, 34% y 34% fueron obtenidos por el protocolo de ultrasonido, calor y sistema Protaper® respectivamente.
- Del total de dientes desobturados de forma aceptable, un 42%, 25% y 33% fueron obtenidos por el protocolo ultrasonido, calor y sistema Protaper® respectivamente.

- Del total de dientes desobturados de forma inaceptable, un 31%, 38% y 31% fueron obtenidos por el protocolo ultrasonido, calor y sistema Protaper® respectivamente.

Con estos datos observamos que en general el aporte de dientes desobturados con un grado ideal, aceptable e inaceptable fue similar en los tres protocolos de desobturación.

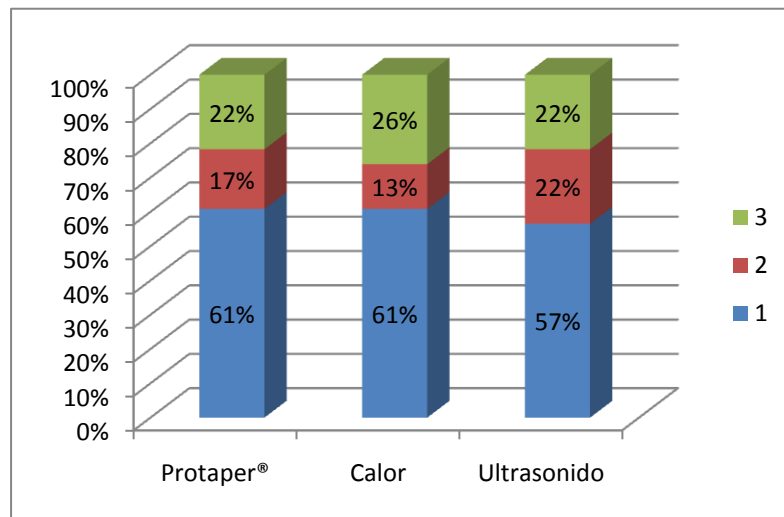


Figura IV: Distribución de dientes según su grado de desobturación dentro de cada protocolo

La figura IV 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®, el 61% obtuvo un grado ideal, un 17% aceptable y un 22% inaceptable.

- Del grupo de estudio con el protocolo de calor, el 61% obtuvo un grado ideal, un 13% aceptable y un 26% inaceptable.

- Del grupo de estudio con el protocolo de ultrasonido, un 57% obtuvo un resultado ideal, un 22% aceptable y un 22% 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	37,75	18,88	6,74	0,002
Error	66	184,87	2,80		
Total	68	222,63			

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 0,002 que implica que se rechaza la hipótesis nula, es decir, existen diferencias estadísticamente significativas en el tiempo medio de algún protocolo.

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

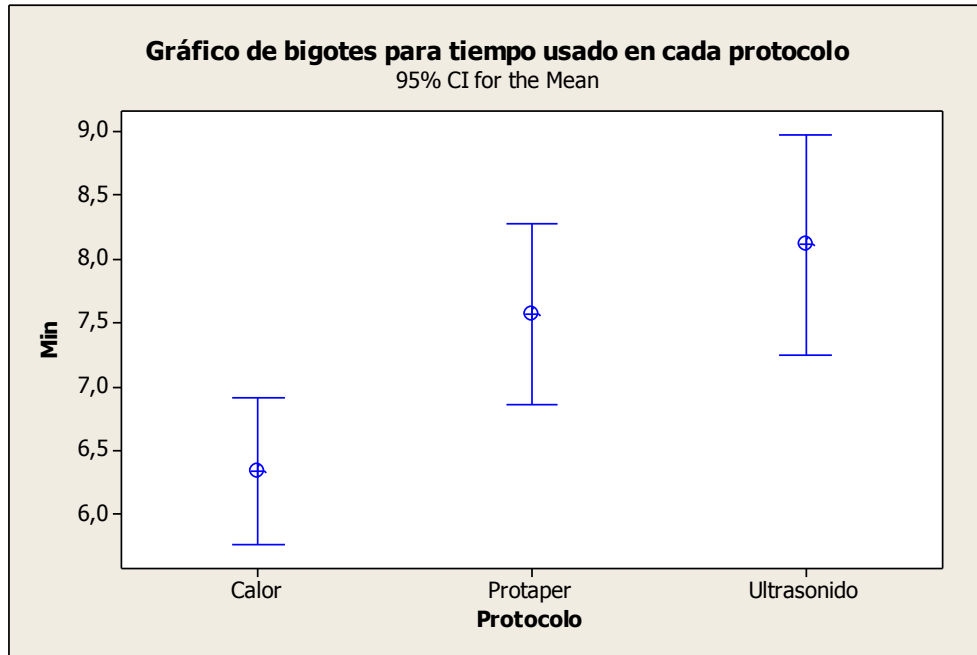


Figura V: Gráfico de bigotes para tiempo usado en cada protocolo

Se observa que el tiempo con el protocolo en base a calor es significativamente menor al empleado en los otros dos protocolos. Además se aprecia que no existe diferencia estadísticamente significativa de tiempo entre los protocolos con Protaper® y Ultrasonido.

Como medida adicional, se realizó el análisis estadístico de comparaciones múltiples de Tukey para observar los tiempos medios de cada protocolo y así corroborar los resultados antes entregados:

Intervalos para niveles medios menos los niveles medios más pequeños de los otros niveles medios

Level	Lower	Center	Upper	
Calor	-2,189	-1,227	0,000	(-----*-----)
Protaper	0,000	1,227	2,189	(-----*-----)
Ultrasonido	0,000	1,768	2,730	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----
 -1,5 0,0 1,5 3,0

Protocolo	N	Promedio	Grupo
Ultrasonido	23	8,108	A
Protaper®	23	7,567	A
Calor	23	6,340	B

Tabla VIII: Datos de test de Tukey

En la Tabla VIII, los protocolos que no comparten la misma letra en la columna de “grupo”, son significativamente diferentes, es decir hay diferencias estadísticamente significativas entre los tiempos medios del protocolo ultrasonido y Protaper® en comparación a los del protocolo calor, observándose que el protocolo que tomó menor tiempo fue el calor.

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 cerca de un 80% de los dientes desobturados con cada protocolo constituirían una buena desobturación, lo que demuestra un alto grado de eficacia en cada protocolo.

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 = 0.9545) 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. Además se midió el tiempo transcurrido para completar los diferentes protocolos de desobturación, confirmándose que no todos requieren tiempos similares (p -valor = 0.002), siendo el protocolo en base a calor el más eficiente al tardar significativamente menos tiempo que los otros dos protocolos.

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*.

En cuanto a la desobturación en base a ultrasónico 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, recomendamos sólo utilizar el sistema Protaper® en dientes con un gran remanente dentinario en sus paredes y una preparación biomecánica conservadora. 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 e incluso ser más rápidos.

No se observaron transportaciones, perforaciones o streaping con ninguno de los protocolos en la muestra estudiada, probablemente debido a las características establecidas como criterios de inclusión (conductos únicos y aparentemente rectos) aunque 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. Esta observación podría servir como base y fundamento para futuros estudios, sobre extrusión de gutapercha al espacio periapical durante la instrumentación en retratamientos de conductos.

Otro de los hallazgos fue que, si bien los dientes seleccionados con la radiografía de estudio eran aparentemente rectos, el estudio con el Cone Beam mostró en algunos casos de suaves curvaturas del conducto radicular en el ápice, que la mayoría de los casos contenían gutapercha remanente, sobre todo en la zona externa de la curvatura. 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 calibrado en base a un Gold Estándar endodoncista y 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 sólo consideró dientes que se encuentran preferentemente en el sector anterior de la boca (dientes anteriores y premolares). Por tanto los protocolos pueden ser utilizados con confianza en aquellos casos, no así en dientes posteriores donde encontramos más variaciones radiculares, aunque, si se diera el caso de raíces y conductos rectos y amplios, como en la raíz palatina de los molares superiores, podría considerarse el uso de uno de estos protocolos. Es por esto que se sugieren más estudios para determinar el impacto de estos protocolos de desobturación en dientes con sistemas de conductos más complejos.

En cuanto al tiempo medio de los protocolos, si bien no hubo diferencias estadísticamente significativas entre el sistema Protaper® y el protocolo de Ultrasonido, si hubo diferencias entre estos dos y el protocolo de calor, que resultó ser menor en 1,5 a 2 minutos respecto al resto. Esto podría deberse a que al reblandecer la gutapercha con el calor, se crea un “pathway” o camino, que facilita la llegada de una lima a la longitud de trabajo, por lo que la gutapercha es removida con mayor rapidez y facilidad del conducto. En contraste, en los otros protocolos se debe tener mayor cuidado en su aplicación, ya que el protocolo Protaper® es un sistema mecanizado agresivo, y el ultrasonido una técnica que genera oscilaciones de los instrumentos pudiendo generar deformaciones del conducto.

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 obtuvo que el protocolo en base a calor mostró ser significativamente más eficiente que los otros dos.

Se deduce por tanto, que aun cuando todos los protocolos cumplen con su objetivo, es recomendable usar el calor como base para el retratamiento, puesto que consume el menor tiempo clínico y se obtienen objetivamente los mismos resultados.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue comparar la eficacia y eficiencia de tres protocolos de desobturación de conductos radiculares, midiendo el grado de gutapercha remanente en los conductos radiculares luego de aplicar dichos protocolos de desobturación.

Para ello se desarrolló un estudio experimental *in vitro* donde se utilizó dientes montados en arcadas de cera, que fueron sometidos a una preparación biomecánica mecanizada y obturados con gutapercha mediante la técnica termoplástica “Continuous Wave”.

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

Un investigador realizó el procedimiento de desobturación usando cada protocolo; a continuación un segundo investigador evaluó la cantidad de gutapercha restante en el conducto desconociendo qué protocolo se utilizó, con el fin de crear un ciego experimental.

La variable principal medida fue el grado de gutapercha remanente que cada protocolo no pudo eliminar. Además se midió el tiempo que tomaba aplicar cada protocolo. A través de un Cone Beam se obtuvo una medida cualitativa de los restos visibles de gutapercha que fueron luego comparados con una tabla de medición previamente validada.

Se concluyó que no existe diferencia significativa en el grado de remoción de gutapercha con cada protocolo. Conjuntamente, el protocolo en base a calor mostró ser el más eficiente al tardar menos tiempo en completar la remoción de gutapercha en cada diente.

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.* 3ª 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/maillefer. www.maillefer.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. 1º 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.
- .- Rocas IN, Jung IY, Lee CY, Siqueira JF, Jr. Polymerase chain reaction identification of microorganisms in previously root-filled teeth in a South Korean population. J Endod 2004;30:504
- .- Ruddle CJ. Ch. 25: nonsurgical endodontic retreatment. In: Cohen S, Burns RC, eds. Pathways of the Pulp, 8th ed. St. Louis: Mosby, 2002:875–929.
- .- Ruddle CJ. Nonsurgical retreatment. J Endod 2004;30:827– 45.
- .- Sattapan B, Palamara JE, Messer HH. Torque during canal instrumentation using rotary nickel-titanium files. J Endod 2000;26:156–60.
- .- Sorensen JA and Martionff JT. Clinically significant factors in dowel design. J Prosthet Dent 1984; 52; 28-35.

- .- Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment: case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. J Endod 1988;14:607–14.
- .- Swart D, Skidmore A.E, Griffin J.A. Twenty years of endodontic succes and failure . JOE, 1983
- .- Valentina Giuliani, Roberto Cocchetti, Gabriella Pagavino. Efficacy of Protaper® universal retreatment file in removing filling materials during root canal retreatment. American association of endodontists, 2008
- .- Van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. Int Endod J. 2007;40:415-26.
- .- Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1984;58:589-99
- .- Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. J Endod 1988;14:346 –51.

ANEXOS

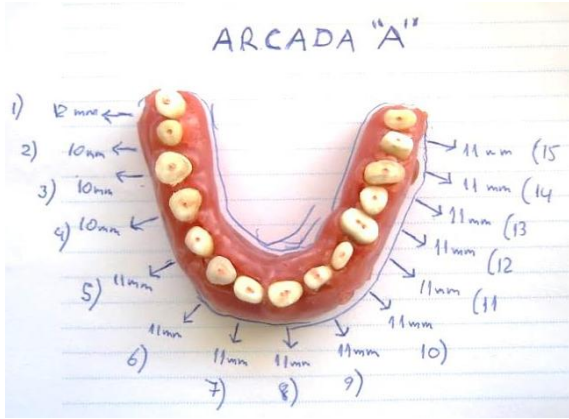


Figura VI: Arcada A con dientes numerados del 1 al 15

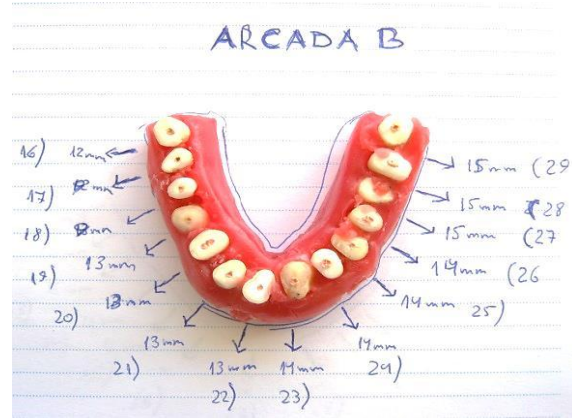


Figura VII: Arcada B con dientes numerados del 16 a 29

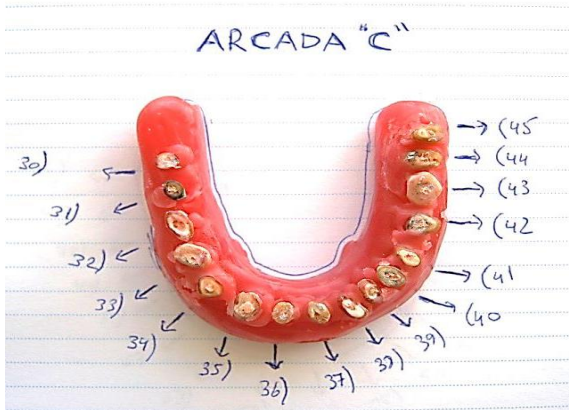


Figura VIII: Arcada C con dientes numerados del 30 al 45

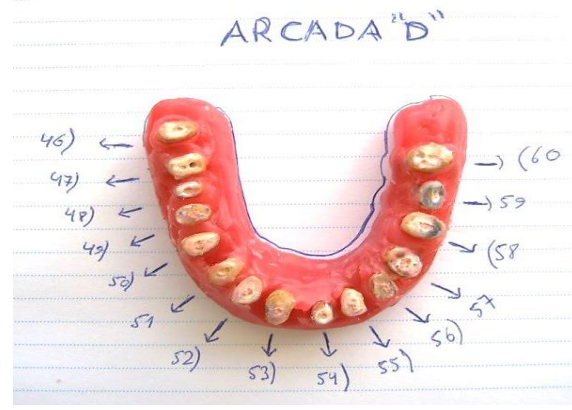


Figura IX: Arcada D con dientes numerados del 46 al 60

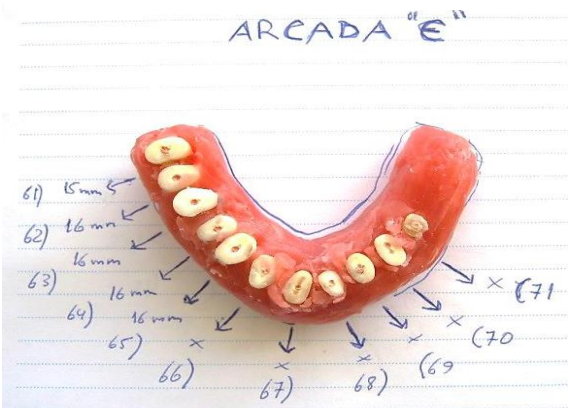


Figura X: Arcada E con dientes numerados del 61 al 71

Protocolo	Arcada	Diente	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Calificación
Protaper	A	1	540	9,00	2
Protaper	A	2	499	8,32	1
Protaper	A	3	510	8,50	3
Protaper	A	4	393	6,55	2
Calor	A	5	393	6,55	1
Calor	A	6	474	7,90	1
Calor	A	7	537	8,95	1
Calor	A	8	381	6,35	1
Ultrasonido	A	9	312	5,20	1
Ultrasonido	A	10	384	6,40	1
Ultrasonido	A	11	626	10,43	1
Ultrasonido	A	12	588	9,80	1
Ultrasonido	A	13	631	10,52	1
Ultrasonido	A	14	442	7,37	1
Ultrasonido	A	15	480	8,00	1
Ultrasonido	B	16	445	7,42	1
Ultrasonido	B	17	490	8,17	2
Ultrasonido	B	18	539	8,98	2
Ultrasonido	B	19	403	6,72	1
Calor	B	20	322	5,37	1
Calor	B	21	344	5,73	1
Calor	B	22	370	6,17	1
Calor	B	23	360	6,00	1
Protaper	B	24	469	7,82	1
Protaper	B	25	590	9,83	1
Protaper	B	26	486	8,10	1
Protaper	B	27	353	5,88	1
Ultrasonido	A	28	744	12,40	1
Ultrasonido	C	30	453	7,55	1
Ultrasonido	C	32	550	9,17	1
Ultrasonido	C	33	366	6,10	3
Protaper	C	34	264	4,40	3
Protaper	C	35	516	8,60	1
Protaper	C	36	260	4,33	1
Protaper	C	37	512	8,53	2
Calor	C	38	315	5,25	2
Calor	C	39	428	7,13	3
Calor	C	40	350	5,83	3
Calor	C	41	419	6,98	3
Ultrasonido	C	42	504	8,40	2

Ultrasonido	C	43	355	5,92	2
Ultrasonido	C	44	508	8,47	3
Ultrasonido	C	45	485	8,08	2
Ultrasonido	D	46	571	9,52	3
Ultrasonido	D	47	662	11,03	3
Ultrasonido	D	48	245	4,08	3
Ultrasonido	D	49	406	6,77	1
Calor	D	50	354	5,90	3
Calor	D	51	392	6,53	2
Calor	D	52	332	5,53	1
Calor	D	53	579	9,65	3
Protaper	D	54	459	7,65	3
Protaper	D	55	440	7,33	1
Protaper	D	56	453	7,55	3
Protaper	D	57	599	9,98	1
Protaper	D	58	284	4,73	1
Protaper	D	59	573	9,55	3
Protaper	D	60	498	8,30	2
Protaper	E	61	466	7,77	1
Protaper	E	62	352	5,87	1
Protaper	E	63	395	6,58	1
Protaper	E	64	531	8,85	1
Calor	E	65	398	6,63	1
Calor	E	66	423	7,05	3
Calor	E	67	445	7,42	1
Calor	E	68	339	5,65	1
Calor	E	69	253	4,22	2
Calor	E	70	299	4,98	1
Calor	E	71	242	4,03	1

Tabla IV: Base de datos con los resultados de las desobturación de los dientes 1 a 71, consignando protocolo utilizado, arcada en cera, número de diente, tiempo empleado en la desobturación (segundos y minutos) y grado de desobturación. El diente 31 fue eliminado de la muestra y el diente 29 no fue utilizado para tener igual número de dientes por grupo.

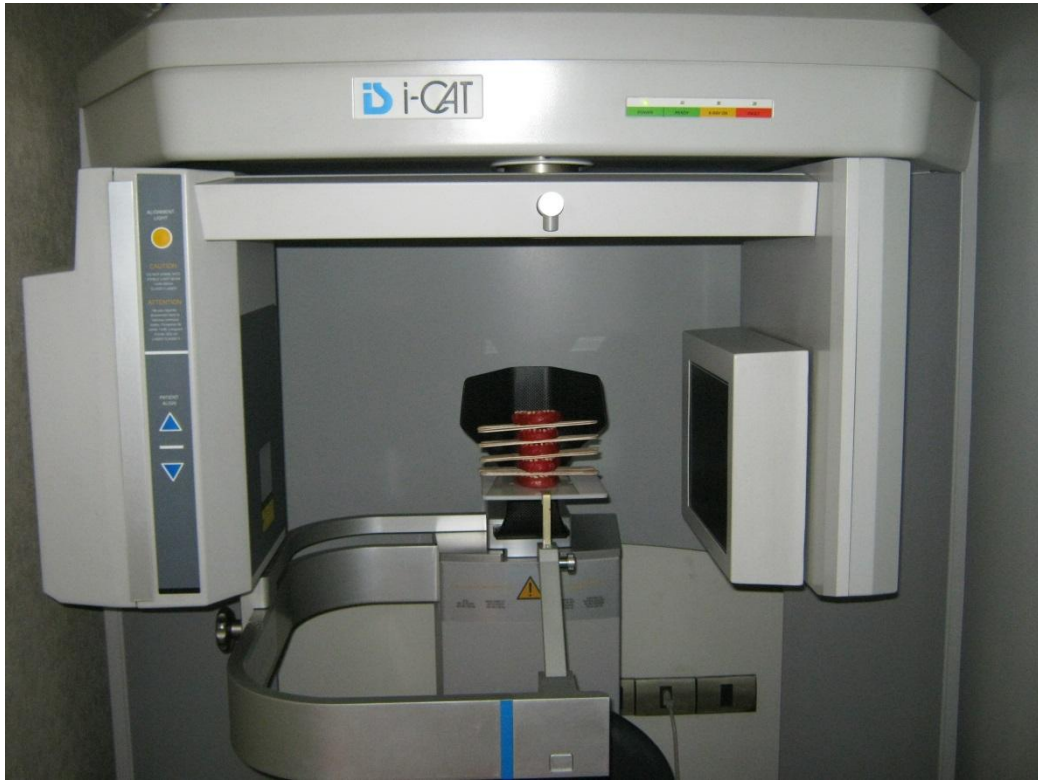


Figura XI: I-CAT con las 5 Arcadas de cera durante el proceso de Cone Beam

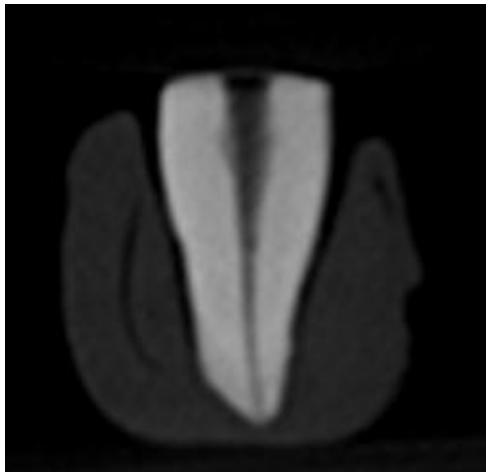


Figura XII: Diente desobturado con un grado ideal (1)

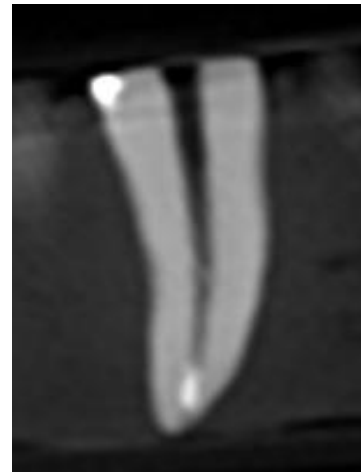


Figura XIII: Diente desobturado con un grado aceptable (2)

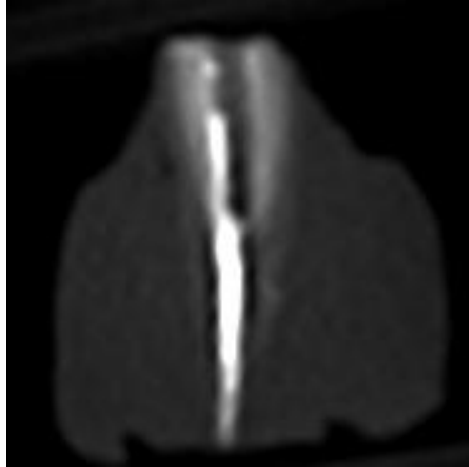


Figura XIV: Diente desobturado con un grado inaceptable (3)

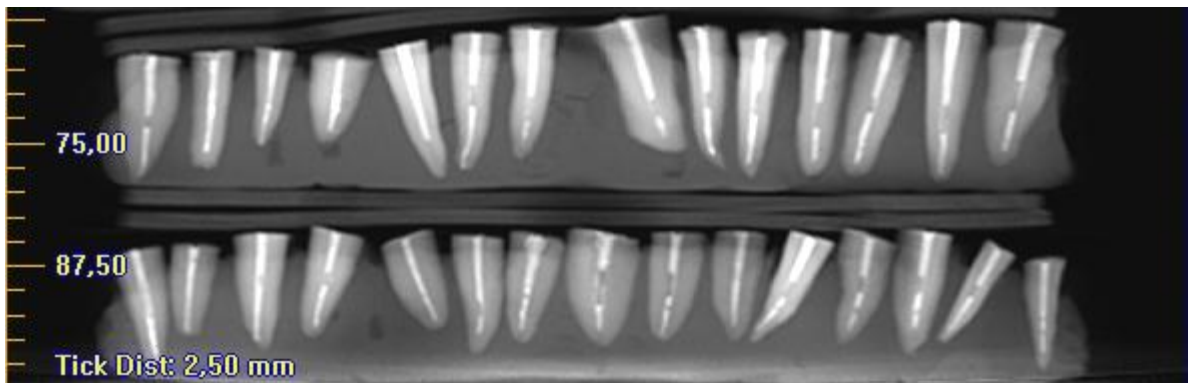


Figura XV: Cone Beam de las arcadas A (inferior) y B (superior) con los dientes sin desobturar

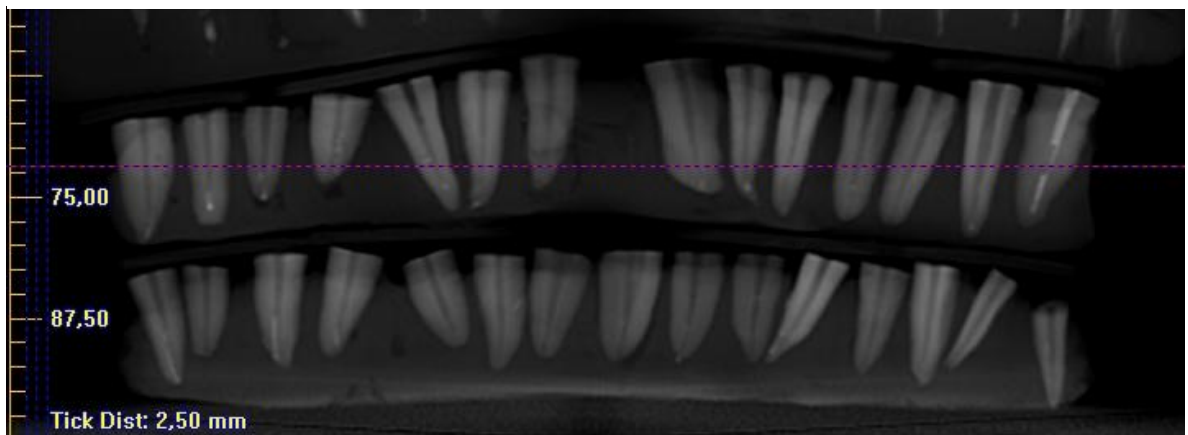


Figura XVI: Cone Beam de las arcadas A (inferior) y B (superior) con los dientes desobturados. Nota: El diente de la esquina superior derecha corresponde al N° 29 que no fue trabajado por ser un diente de reserva en caso de errores.