

TAFG
Q27
REG
19742

1
A6682
2017



EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA XP - ENDO FINISHER EN LA DESINFECCIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS CON NECROSIS PULPAR SÉPTICA. ESTUDIO IN VIVO.

Trabajo de Investigación
Requisito para optar al Título
de Especialista en Endodoncia

Residentes: Dra. Romina Arce Saona
Dra. Natalia Cortés Campos
Dra. Francisca Silva Izurieta

Directora Del Programa
Prof. Dra. Alicia Caro Molina
Docente Guía: Prof. Dra. Patricia Nazar Misleh
Cátedra de Endodoncia

Valparaíso - Chile
2017

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	1 - 2
MARCO TEÓRICO	
1. Generalidades	3
2. Anatomía del sistema de conductos radiculares	4 - 7
3. Microbiología y biofilm endodóntico	8 - 11
4. Microbiota de dientes con periodontitis Apical	12
5. Inflamación y respuesta de los tejidos periodontales frente a los patógenos endodónticos	13 - 14
6. Destrucción de la matriz extracelular (MEC)	15
7. Destrucción del tejido óseo	15
8. Limpieza y conformación de conductos radiculares	16 - 18
9. Irrigación en Endodoncia	19 - 24
10. Smear Layer	25 - 26
11. Sistema rotatorio NiTi	27 - 32
PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS/OBJETIVOS	
Hipótesis	33
Objetivo general	33
Objetivos específicos	33
MATERIALES Y MÉTODOS	
Tipo de estudio	34
Universo	34
Criterios de inclusión/exclusión	34
Muestra (tamaño y forma de selección)	35
Unidad de estudio	35
Definición de variables a evaluar	35
Forma de recolección de la información	36 - 37
Estudio Microbiológico	38 - 39
Limitaciones del estudio	39
RESULTADOS	40 - 42
DISCUSIÓN	43 - 49
CONCLUSIONES	50

INDICE

SUGERENCIAS	51
RESUMEN	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53 - 59
ANEXOS	

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a nuestras familias por todo el apoyo durante nuestra formación como odontólogas y como especialistas, además a nuestros profesores de la Universidad de Valparaíso por su esfuerzo y dedicación.

Las infecciones microbianas juegan un papel preponderante en la necrosis pulpar y formación de lesiones apicales. Dada la importancia que tienen estas infecciones en el desarrollo de lesiones periapicales, la erradicación de bacterias del conducto radicular es de suma relevancia en el tratamiento endodóntico.

Se han descrito diversas bacterias participantes en el desarrollo de caries y procesos patológicos pulpares, las que van desarrollando un proceso de sucesión bacteriana en el que se observan cepas predominantes según el estado de evolución de la enfermedad. Dentro de estas se encuentran: *Fusobacterium*, *Porphyromonas*, *Prevotella*, *Peptostreptococcus* y *Campylobacter*. Se ha visto que estas bacterias pueden tener un papel importante en la persistencia de la infección incluso después de realizado el tratamiento de conductos (Siqueira y cols, 2004).

La naturaleza polimicrobiana de las infecciones de la cavidad oral, permite que se produzcan fenómenos de simbiosis y se sinergia bacteriana. Hasta el inicio de la pulpitis, las bacterias implicadas serán principalmente aerobias; sin embargo su proliferación originará condiciones de anaerobiosis y de necrosis vasculonerviosa pulpar, creándose así condiciones favorables para el crecimiento de bacterias anaerobias facultativas y posteriormente de anaerobias estrictas, las cuales son las principales responsables de los procesos infecciosos (Gutiérrez y cols 2004)

La instrumentación de los conductos mediante técnicas manuales o rotatorias por si solas no son capaces de eliminar completamente las bacterias alojadas en el sistema de conductos radiculares. En diversos estudios se ha visto que no hay diferencias significativas entre sistemas de instrumentación manual, rotatoria o rotatoria reciprocante en la disminución del recuento de colonias bacterianas del conducto (Rocas y cols 2013, Alves y cols 2012). Adicionalmente, se sabe que entre un 35-40% de las paredes del conducto radicular no son tocadas por las limas al realizar la instrumentación de estos (Peter O, 2004).

Debido a la infinidad de variaciones anatómicas tales como istmos, conductos en C, conductos accesorios y laterales, es necesario asistir con medidas complementarias, tales como irrigación, medicación y ultrasonido entre otras, sin embargo, con estos métodos se logra una adecuada desinfección de los tercios coronal y medio del conducto, no así en el tercio apical (O'Connell MS, 2000). Con la irrigación ultrasónica se consiguen mejores resultados que con la irrigación pasiva debido a que produce una desaglomeración de los biofilms bacterianos. Sin embargo no se consigue eliminar completamente las unidades formadoras de colonias, pudiendo persistir endotoxinas en los conductos infectados (Carrasco R. y cols, 2015).

Hasta el día de hoy no se ha podido demostrar que algún sistema de limas logre por si sólo una correcta desinfección del sistema de conductos, por lo que la firma FKG

plantea un nuevo sistema, la lima XP-endo Finisher, la cual es capaz de expandirse dentro del conducto radicular mejorando su limpieza y preservando la dentina.

El propósito de este estudio es evaluar si el uso de limas XP después de la preparación biomecánica es beneficioso en cuanto al incremento de los niveles de desinfección de los conductos que presentan un diagnóstico de necrosis pulpar asociado a un compromiso periapical.



1. GENERALIDADES

La "endodoncia" es una ciencia que comprende la etiología, prevención, diagnóstico y tratamiento de las alteraciones patológicas de la pulpa dental junto con las repercusiones en la zona periapical y por consiguiente con el organismo (Leonardo MR, 2005).

El objetivo más importante de la terapia endodóntica es reducir a la menor cantidad el número de microorganismos y residuos patológicos de los conductos radiculares y así prevenir o tratar la periodontitis apical (Baugh y cols, 2005). Para lograr éste objetivo es necesario realizar una serie de pasos en donde la preparación biomecánica es una de las etapas más importantes, ya que incluye la remoción de tejido vital y/o necrótico, dentina infectada y en casos de retratamiento, la remoción de obstáculos metálicos y no metálicos (Soares y Goldenberg, 2002).

La preparación biomecánica, tiene por finalidad limpiar, conformar y desinfectar el conducto radicular. Es necesaria una correcta instrumentación con una efectiva irrigación para lograr una desinfección suficiente durante el tratamiento del conducto radicular (Bystrom y Sundqvist, 1985).

La tecnología requerida para la realización de una correcta endodoncia ha ido evolucionando constantemente, haciendo de éste procedimiento un tratamiento altamente predecible, cuyos valores de éxito varían según diferentes autores entre un 75% y un 95% (Accurso R., 1999). Sin embargo, existe aún un número de casos no despreciables en que el tratamiento primario falla y esto se debe principalmente al desconocimiento de la anatomía del sistema de conductos radiculares por parte del odontólogo, lo que conduce a dejar restos pulpares en sitios poco accesibles o conductos completos sin tratar (Baugh y cols, 2005).

También hay que considerar el papel relevante que tiene la irrigación durante el tratamiento de conducto, ya que las limas serán capaces de limpiar la zona del conducto principal, pero conductos accesorios, laterales, colaterales, etc. Serán desinfectados mediante la acción del irrigante.

No obstante, a pesar de esta favorable evolución, la búsqueda por optimizar el manejo microbiológico durante la ejecución de la terapia endodóntica continúa siendo motivo de investigación.

2. ANATOMÍA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES

El estudio de la anatomía interna del sistema de conductos comenzó siendo estudiada en 1514. Vesalius, el fundador de la anatomía humana moderna, observó y describió la cámara pulpar en dientes extraídos. Más tarde en 1844 Carabelli detalló la anatomía externa e interna de los dientes en forma sistemática. Desde entonces numerosos autores como Fischer, Dieck, Pucci, Reig, Hess, etc. continuaron estas investigaciones, algunas de ellas válidas hasta nuestros tiempos por su precisión en la descripción. (Leonardo MR., 2005).

Además de un correcto diagnóstico y plan de tratamiento, el conocimiento de la morfología del sistema de conductos radiculares y sus variaciones son un requisito básico para el éxito en endodoncia (Vertucci, 2005), esto debido a que un adecuado desbridamiento y obturación tridimensional se basan en ésta información (Fan y cols, 2008). Vertucci, en el año 1974, identificó 8 configuraciones del espacio pulpar.



Figura 1. Disposición obtenida del sistema de conductos radiculares según la clasificación de Vertucci

- * Tipo I: Un conducto único que se extiende desde la cámara pulpar hasta el ápice.
- * Tipo II: Dos conductos separados salen de la cámara pulpar hasta el ápice.
- * Tipo III: Un conducto sale de la cámara pulpar y se unen cerca del ápice para formar un conducto.
- * 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 vuelven a unirse en el cuerpo de la raíz, y finalmente se divide otra vez en dos conductos distintos cerca del ápice.
- * Tipo VIII: tres conductos distintos y separados se extienden desde la cámara hasta el ápice.

Además de conocer la morfología de los conductos radiculares, hay que considerar la ubicación y forma de la constricción y el foramen apical. Comúnmente, se ha descrito que la constricción apical tiene una forma circular, aunque estudios demuestran que puede tener formas ovaladas o irregulares (Martos y cols, 2010). Esto es relevante ya que se ha determinado que la morfología de la constricción apical está directamente relacionada con la morfología que adoptará el foramen apical; una constricción apical circular tendrá un foramen cónico, mientras que una constricción ovalada tendrá un foramen con paredes paralelas (Dummer y cols., 1984; Briceño y cols., 2004) y ésta morfología se hace aún más compleja en constricciones de forma irregular.

Primer Molar Superior e Inferior

⇒ Forma del conducto MV

Superior: Es generalmente curvo, y alargado en sentido vestibulopalatino. En la mayoría de los casos existe un segundo conducto en la raíz mesiovestibular llamado MV2. También se han descrito casos con presencia de tres conductos. Cuando existen dos o más conductos, estos toman una forma más circular (Vertucci y cols., 2008).

Inferior: Suele ser curvo en el plano vestíbulo lingual, por lo que no se verá en la radiografía (Vertucci, 2008)

⇒ Forma y tamaño de la constricción apical y foramen apical

En el estudio de J. Abarca y cols. (2015) se evaluaron 89 molares de personas chilenas recién extraídos. Se seccionaron las raíces a 3-5mm del ápice para luego ser observadas en microscopio. Se tomaron fotografías de cada muestra (Motic Cam) bajo una ampliación de 40x y se midieron los diámetros máximos y mínimos de cada constricción apical utilizando el programa Motic Images Plus 2.0 ML. La forma de la constricción se determinó por la diferencia entre sus diámetros máximos y mínimos. Se clasificó como circular cuando la diferencia era igual o menor a 0.02mm; ovalado cuando la diferencia era mayor a 0.02mm; los casos que no seguían ningún patrón se determinaron como irregulares (Briceño y cols., 2004).

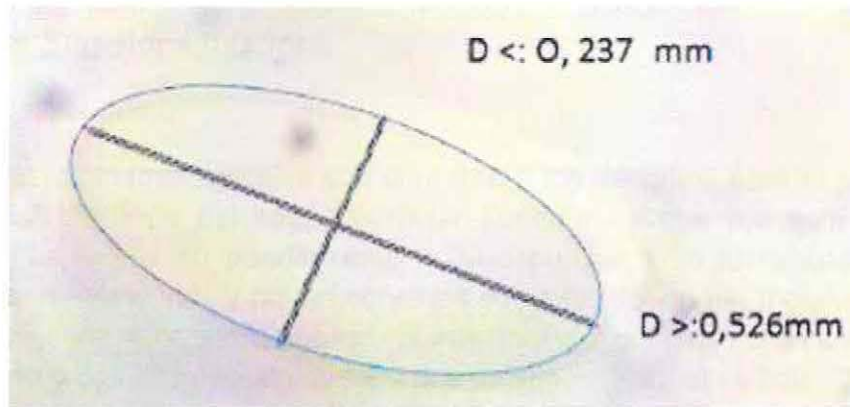


Figura 2. Técnica de medición utilizada para determinar los diámetros máximos y mínimos de la constricción apical de los 1ros molares maxilares y mandibulares (J. Abarca y cols., 2015)

La morfología más común de los 1ros molares superiores era ovalada (50%), seguido por irregular (32%) y circular (18%). En los 1ros molares inferiores, la forma ovalada también fue la más observada (59%), mientras que el 23% eran irregulares y un 18% circular.

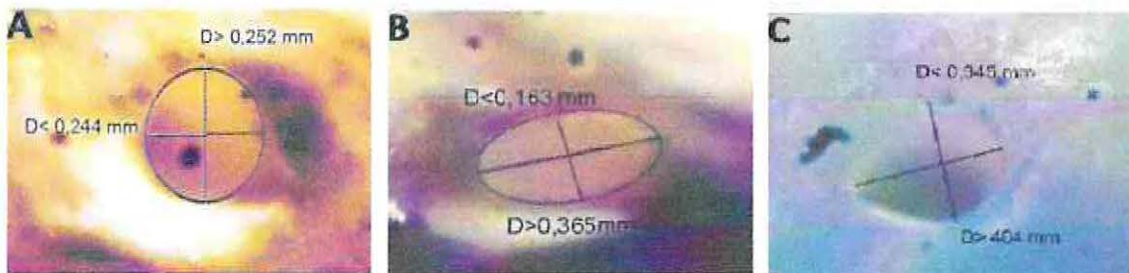


Figura 3. Forma de la constricción apical encontrada en los 1ros molares superiores e inferiores. A) Circular; B) Ovalada; C) Irregular (Abarca y cols., 2015)

Con respecto al diámetro de la constricción apical, se obtuvo un promedio de medición de 0,24mm (mínimo) y 0,34mm (máximo) en las raíces de los molares superiores y de 0,25mm (mínimo) a 0,33mm (máximo) en los molares inferiores, lo que es consistente con las mediciones proporcionadas anteriormente por Briceño y cols., (2004) y Morfís y cols., (1994).

Lo relevante del estudio mencionado anteriormente, es que nos ayuda a determinar el tamaño de la lima maestra final; ya que para poder preparar correctamente la zona apical de raíces MV según J. Abarca y cols., (2005), por lo menos se debe utilizar una lima #25 a #35.

Segundo Molar Superior e Inferior

⇒ Forma del conducto

Superior: Los diámetros apicales son similares a los descritos para el primer molar superior. La característica del segundo molar superior es que presenta sus raíces menos separadas, e incluso pueden estar total o parcialmente fusionadas. Además, generalmente son más cortas y no tan curvadas como las del primer molar. Suele tener un conducto en cada raíz; sin embargo, puede mostrar dos o tres conductos mesio vestibulares, uno o dos disto vestibulares, o dos palatinos (Kenneth y cols., 2011).

Inferior: Las raíces son aplanadas en sentido MD, la raíz mesial presenta una curvatura gradual hacia distal, y la raíz distal es recta o con una leve curvatura apical hacia distal. Los ápices de éste diente están con frecuencia muy cerca del conducto mandibular; por lo tanto, el clínico debe tener cuidado en que los instrumentos o el material de obturación invadan ese espacio, debido a que se pueden producir parestesias. (Leonardo MR, 2005).

3. MICROBIOLOGÍA Y BIOFILM ENDODÓNTICO

La pulpa dental se encuentra rodeada de dentina, esmalte y cemento, garantizando su aislamiento del ambiente séptico de la cavidad oral; pero si éste aislamiento es traspasado, ya sea por noxas de naturaleza biológica, química o física, la pulpa reaccionará inflamándose. A pesar de la protección natural que posee la pulpa dental, algunas bacterias pueden invadirla, aunque, normalmente, las defensas del hospedador detienen el proceso infeccioso.

El cuadro clínico y la gravedad de estas infecciones están relacionados con la interacción entre la microbiota, presente en los conductos radiculares y en la cámara pulpar tras la infección bacteriana, y la respuesta defensiva del hospedador. Es la causa más común e importante de la enfermedad endodóntica.

Por lo tanto, para que exista una infección debe ocurrir lo siguiente:

Invasión (Penetración → Colonización → Multiplicación → vencer los mecanismos de defensa del huésped → cuadro patógeno)

Tipos de infecciones endodónticas

Existen 2 tipos de infecciones endodónticas:

Intrarradiculares:

a) Infección primaria del conducto radicular:

A través de las técnicas de cultivo y biología molecular se ha confirmado el carácter polimicrobiano de la infección endodóntica, con un predominio marcado de bacterias gram negativas anaerobias estrictas en las infecciones primarias. Corresponden a Porphyromonas (endodontalis, gingivalis); Tannerella (forsythia); Treponema (denticola, socranskii); Dialister (invisus, pneumosintes); Fusobacterium (nucleatum); Prevotella (intermedia, nigrescens, tanneriae); Campylobacter. También se pueden encontrar algunos Estreptococos facultativos y microaerófilos y anaerobios gram positivos como el Peptostreptococcus, y la Micromona.

Microbiota relacionada con la patología endodóntica en dientes vitales

La vía de acceso que utilice la microbiota para infectar a la pulpa de dientes vitales determina la composición microbiana de la infección.

Si la comunicación de la pulpa con la cavidad oral se produce a través de una caries amplia o de un traumatismo, la pulpa se encontrará expuesta a toda la microbiota oral. Las bacterias que se han aislado de forma más prevalente son estreptococos del

grupo viridans, y *Lactobacillus* spp. En las capas superficiales de la pulpa se pueden identificar *Neisseria* spp., *Haemophilus parainfluenzae*, *Coryne bacterium* spp. y *S. epidermidis*. A medida que la necrosis de la pulpa avanza apicalmente, las bacterias anaerobias estrictas serán las que predominen, en particular cocos gram positivos y bacilos gram negativos.

Cuando el acceso de las bacterias a la pulpa dental se produce a través de los túbulos dentinarios, serán las bacterias cariógenas las que predominen, principalmente estreptococos del grupo viridans, *Lactobacillus* spp. y *Actinomyces* spp., aunque también se han aislado *Propionibacterium* spp. y algunas bacterias gram negativas anaerobias estrictas.

Si las bacterias acceden a la pulpa dental a través de una bolsa periodontal, del agujero apical o por un conducto lateral, la cantidad de bacterias y la diversidad de especies encontradas son menores en la pulpa que en la bolsa periodontal, sin que tengan importancia las especies que predominan en la bolsa periodontal. Las bacterias más prevalentes en la infección pulpar, cuando el acceso es a través de ésta vía, son bacterias gram positivas, entre ellas *Peptostreptococcus* spp., *Streptococcus* spp. y *Propionibacterium* spp., aunque también se aíslan bacilos gram negativos como algunas especies de *Porphyromonas* y de *Campylobacter*.

Principales bacterias relacionadas con las infecciones de la pulpa vital	
Vía de acceso	Microbiota más frecuente
Caries amplia o traumatismo	<ul style="list-style-type: none"> • Cualquier bacteria oral • Predominio de estreptococos del grupo viridans y <i>Lactobacillus</i> spp.
Túbulos dentinarios	<ul style="list-style-type: none"> • Bacterias cariógenas. • Predominio de estreptococos del grupo viridans, <i>Lactobacillus</i> spp. y <i>Actinomyces naeslundii</i>
Vía periodontal	<ul style="list-style-type: none"> • Bacterias grampositivas • <i>Peptostreptococcus</i> spp., <i>Streptococcus</i> spp. y <i>Propionibacterium</i> spp., <i>Rothia dentocariosa</i>
Contigüidad	<ul style="list-style-type: none"> • Bacterias causantes del proceso original
Anacoresis	<ul style="list-style-type: none"> • Bacterias del proceso septicémico

Tabla I: Principales bacterias relacionadas con infecciones de la pulpa vital (Liébana, 2002).

Microbiota relacionada con la patología endodóntica en dientes con necrosis

La infección de la pulpa necrótica se puede producir a través de las mismas vías que la de la pulpa vital, pero a diferencia de estos casos, en los que la extensión de la infección es gradual, en la pulpa necrótica la evolución es incontrolable. No obstante, su infección se produce fácilmente debido a que los mecanismos de defensa son incompetentes. Normalmente, en las primeras etapas de las necrosis pulpares se aísla

un promedio de seis especies bacterianas, aunque en la exacerbación de la infección pueden aislarse de 12 a 15, predominando especies de los géneros *Porphyromonas* y *Prevotella*.

Bacterias aisladas frecuentemente en la pulpa necrótica

	Géneros	Especies
Bacterias anaerobias estrictas		
Bacilos gramnegativos	<i>Porphyromonas</i> <i>Prevotella</i>	<i>P. gingivalis</i> , <i>P. endodontalis</i> <i>P. oris</i> , <i>P. buccae</i> <i>P. intermedia</i> , <i>P. melaninogenica</i> , <i>P. nigrescens</i>
	<i>Mitsuokella</i> <i>Fusobacterium</i> <i>Selenomonas</i>	<i>M. dentalis</i> <i>F. nucleatum</i> <i>S. sputigena</i>
Bacilos grampositivos	<i>Eubacterium</i>	<i>E. lentum</i>
Cocos gramnegativos	<i>Peptostreptococcus</i>	<i>P. micros</i> , <i>P. anaerobius</i> , <i>P. prevotii</i> , <i>P. asaccharolyticus</i> , <i>P. magnus</i>
Cocos grampositivos	<i>Veillonella</i>	<i>V. parvula</i>
Espiroquetas	<i>Treponema</i>	<i>T. denticola</i>
Bacterias anaerobias facultativas		
Cocos grampositivos	<i>Streptococcus</i>	<i>S. mitis</i> , <i>S. anginosus</i> , <i>S. oralis</i> , <i>S. intermedius</i>
	<i>Enterococcus</i> <i>Staphylococcus</i>	<i>E. faecalis</i> , <i>E. faecium</i> <i>S. aureus</i> , <i>S. epidermidis</i>
Bacilos gramnegativos	<i>Campylobacter</i> <i>Eikenella</i> <i>Capnocytophaga</i>	<i>C. rectus</i> <i>E. corrodens</i> <i>C. ochracea</i>
Bacilos grampositivos	<i>Lactobacillus</i>	<i>L. acidophilus</i> , <i>L. casei</i> , <i>L.</i> <i>fermentum</i>
	<i>Actinomyces</i>	<i>A. odontolyticus</i> , <i>A. naeslundii</i> , <i>A. israelii</i> , <i>A. meyeri</i>

Tabla II: Principales bacterias relacionadas con infecciones de la pulpa necrótica (Liébana, 2002).

b) Infección secundaria del conducto radicular:

Las bacterias penetran durante el tratamiento, entre las sesiones o tras el término del tratamiento de conductos. Las causas pueden ser que no se eliminó totalmente la caries, contaminación de los materiales de endodoncia; filtración de la obturación temporal y fractura dental.

La flora bacteriana que se encuentra en ésta situación son las bacterias de la infección primaria y bacterias extraorales.

c) Infecciones persistentes del conducto radicular:

Se produce en el diente con tratamiento de endodoncia que presenta bacterias resistentes al desbridamiento y desinfección del conducto. Son las bacterias de la infección primaria y/o secundaria que han conseguido adaptarse al microambiente del conducto tratado y obturado. Esto lo pueden conseguir pocos tipos de bacterias, que serán las implicadas en los fracasos endodónticos. Su alta incidencia en casos de repeticiones de tratamiento se debe a la entrada de microorganismos durante la terapia endodóntica por una técnica de asepsia inadecuada, o entre citas, debido a un sellado coronario inadecuado.

Predominan las bacterias gram-positivas facultativas o anaerobias. Con frecuencia es una sola especie o una asociación de pocas especies. Se encuentran hongos con mucha más frecuencia que en las primarias y el conocido *Enterococcus faecalis*.

Extrarradiculares:

Producida por proliferación de microorganismos en los tejidos perirradiculares inflamados. La más frecuente es el absceso perirradicular agudo. Es una secuela de una infección intrarradicular primaria, secundaria o persistente. Es rara, de ahí el alto % de éxito del tratamiento de conductos. Está implicada en las infecciones persistentes y en el fracaso endodóntico. Predominan las bacterias gram-positivas. Los *Actinomyces*, *Propionibacterium propionicus* y algunos hongos parecen estar implicados.

4. MICROBIOTA DE DIENTES CON PERIODONTITIS APICAL

La periodontitis apical crónica se desarrolla después de que ocurra la necrosis pulpar; las condiciones ambientales en el conducto radicular necrótico conducen al establecimiento de una microbiota predominantemente anaerobia. Las bacterias encontradas varían de un individuo a otro (Siqueira y cols, 2004) lo que indica que éste proceso infeccioso tiene una etiología heterogénea.

En el estudio de Siqueira y Rôças (2008), se evaluó la presencia de 83 tipos de bacterias en los conductos radiculares necróticos que presentaran periodontitis apical. Varias especies fueron detectadas frecuentemente, incluyendo *O. Uli*; *E. Corrodens*; *P. Endodontalis* y *P. Anaerobius*. *O. Uli* estaba presente en $\frac{3}{4}$ partes de las muestras, lo que indica que ésta especie es un miembro común de la microbiota asociada a la periodontitis apical crónica.

Para que ocurra una periodontitis apical, el organismo como respuesta a las bacterias que causaron la necrosis, produce diversos tipos de células a nivel de los tejidos periapicales, además de mensajeros intercelulares, anticuerpos y moléculas de señalización. Cuando los factores microbianos y las defensas del hospedero se encuentran, se genera una destrucción de los tejidos, dando origen a algunos de los tipos de lesiones apicales, en su mayoría granulomas o quistes, con la reabsorción ósea del hueso adyacente a la raíz afectada. (Graunaitė y col. 2012)

5. INFLAMACIÓN Y RESPUESTA DE LOS TEJIDOS PERIODONTALES A LOS PATÓGENOS ENDODÓNTICOS

Para comprender el origen de la periodontitis apical y las lesiones periapicales es necesario comprender el sistema inmune relacionado con la inflamación y la respuesta del hospedero frente a los patógenos que están actuando directa o indirectamente sobre los tejidos blandos y duros en relación al ápice de las raíces.

Inmunidad Innata

En los conductos infectados, los microorganismos son predominantemente anaerobios gram negativos, los cuales producen lipopolisacáridos (LPS) con la capacidad de concentrarse en los tejidos periapicales. La respuesta de los tejidos frente a estas noxas en general se ve limitada por el ligamento periodontal y el tejido óseo circundante, pero al inicio de la fase de inflamación aguda, se producen cambios vasculares a nivel local, hiperemia de los vasos sanguíneos, edema del ligamento periodontal y por ende, una extravasación de neutrófilos, los cuales juegan un papel principal en los inicios del cuadro. A su vez, los LPS son endotoxinas que activan el sistema del complemento, generando péptidos quimiotácticos, los cuales son capaces de atraer a los neutrófilos en esta fase y posteriormente a los macrófagos. (Metzger, 2000)

La interleuquina 1 (IL1) ha sido identificada como un mediador principal de la inflamación pulpar y periapical. Esta es producida en forma local atrayendo también a los neutrófilos y los macrófagos al área dañada. A su vez, es secretada por estos mismos, también por osteoclastos y células epiteliales, con el propósito de regular muchas otras citoquinas. La IL1 además, aumenta la reabsorción ósea e inhibe su formación, permitiendo la destrucción del hueso alrededor de las raíces.

La interleuquina 8 (IL8) a su vez, ha sido encontrada en el 95% de los exudados periapicales de canales durante el tratamiento endodóntico de piezas con lesiones apicales, lo que sugiere que IL8 tiene un rol principal en la migración de neutrófilos durante la fase aguda de la lesión. Además, hay una asociación entre la presencia de IL8 en las lesiones y el dolor. (Silva y cols. 2007)

La interleuquina 6 (IL6) también es un mediador importante en la inflamación aguda, produciendo diferenciación linfocitos B, activando linfocitos T, aumentando la citotoxicidad de los neutrófilos e induciendo la reabsorción ósea.

Los neutrófilos producto de los factores quimiotácticos, salen de la circulación al tejido, fagocitando a las bacterias por medio de un pseudoporo y digiriéndolas mediante enzimas lisosomales. Los neutrófilos son de vida media corta, su muerte masiva ocurre principalmente en la fase aguda de la periodontitis apical dando espacio para la participación de los macrófagos.

Los macrófagos juegan un papel importante en la destrucción y reparación de tejido conectivo durante el proceso de inflamación crónica, son atraídos y activados por diversos mediadores, entre ellos los factores de crecimiento tipo b, los linfocitos Tb4, los LPS y el factor de necrosis temporal a (TNF a).

La infiltración de macrófagos es lenta comparada con la de los neutrófilos, pero son capaces de destruir casi cualquier patógeno y su presencia en el tejido inflamatorio dura más tiempo. Además de regular muchas citoquinas, también sirven como presentador de antígeno en los inicios de la inmunidad adquirida, ya que estos procesan y presentan el antígeno al linfocito T mediante el reconocimiento de la molécula MHC II del macrófago por parte del linfocito.

Para que se desarrollen los procesos de la inmunidad adaptativa, es necesario que las células de la inmunidad innata reconozcan y presenten de forma apropiada a los antígenos a las células de la inmunidad adaptativa, especialmente las células dendríticas, que son por excelencia las principales presentadoras de antígeno del sistema inmune.

Las células dendríticas tienen la capacidad de migrar de la circulación sanguínea a los tejidos para capturar los antígenos y llevarlos hasta los linfocitos T, los que es posible gracias a los receptores tipo Toll y a los RANKL. (Graunaite y cols, 2012)

Inmunidad Adaptativa

Cuando una infección es severa o continúa más allá de la capacidad de la inmunidad innata para limitarla, comienza a actuar todo el sistema específico de la inmunidad. La inmunidad adaptativa a su vez, tiene la capacidad de memorizar y responder en forma más potente y específica en forma repetida sobre el mismo antígeno.

Los linfocitos T CD4 interactúan directamente con los linfocitos b y los linfocitos TCD8 son citotóxicos y suprimen el efecto de otras células. Los linfocitos TCD4 se diferencian en dos tipos de células, los TH1 y TH2, dependiendo de los tipos de citoquinas que producen. Los linfocitos B son los responsables de la producción de anticuerpos al ser estimulados por los mismos antígenos y por los linfocitos TH2, transformándose en las inmunoglobulinas (Ig), IgG, IGA e IGM. (Graunaite y cols. 2012)

Se han observado concentrados de estas IG en el tejido de los granulomas apicales. (Liapatas y cols. 2003)

6. DESTRUCCIÓN DE LA MATRIZ EXTRACELULAR (MEC)

La destrucción del ligamento periodontal comienza con la degradación de la matriz extracelular. Las enzimas relacionadas con la degradación son las metaloproteinasas (MMPs) y proteasas.

Las MMPs juegan un papel importante en la inflamación del periodonto, la pulpa, los tejidos periapicales y en la desmineralización de la dentina. Las MMPs en la MEC, son capaces de degradar todos los componentes, incluyendo el colágeno y los proteoglicanos. Además de esto, las MMPs degradan el colágeno que se encuentra en la superficie del tejido óseo, estimulando la osteoclastogénesis (Graunaitė y cols. 2012).

Un estudio de Wahlgren y cols. 2012 demostró que la MMP-8 (uno de los subtipos de metaloproteinasas) era principalmente expresada por los neutrófilos en la periodontitis apical, por lo tanto su presencia se relacionaba con el dolor.

En un estudio de Reynaud Af Geijersstam y cols 2006 se evaluó el efecto de *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) en la producción de MMP-8. Se observó que en la mayoría de los casos *E. faecalis* prácticamente no inducía la expresión de MMP-8. Se concluyó que por esta razón las infecciones de los conductos con predominancia de *E. faecalis* se caracterizan por ser asintomáticas.

7. DESTRUCCIÓN DEL TEJIDO ÓSEO

La integridad del tejido óseo depende de la mantención del equilibrio entre la reabsorción de los osteoclastos y la aposición de los osteoblastos. Existen muchas citoquinas que atraen a los osteoclastos de la circulación sanguínea hacia el tejido óseo, pero la activación de estos es gracias a los RANKL. Las células TCD4, TH1 en particular, son capaces de regular la osteoclastogénesis gracias a la producción de RANKL. La molécula RANKL promueve la maduración de los osteoclastos al unirse a RANK, que es una proteína de membrana presente en el precursor de osteoclastos. El receptor señuelo natural de RANKL es la osteoprotegerina (OPG), la cual es conocida como un inhibidor de la osteoclastogénesis, por lo tanto, la formación de osteoclastos depende del equilibrio entre RANKL y OPG. (Graunaitė y cols. 2012)

8. LIMPIEZA Y CONFORMACIÓN DE CONDUCTOS RADICULARES

Preparación del acceso radicular:

Una vez realizado el acceso coronario, se realiza el acceso radicular, el cual permite trabajar el tercio apical sin interferencias. Dentro de los instrumentos que se pueden utilizar para realizar ésta preparación se encuentran las fresas Gates Glidden. También es importante destacar que cuando se utilizan sistemas de limas rotatorias, cada sistema trae una lima "especial" con la cual se realiza la preparación del tercio cervical.

Posteriormente se realiza la Odontometría, en donde se determina la longitud de trabajo correspondiente al diente que se está tratando. Ésta medida se define mediante el uso de LAE (Localizador Apical Electrónico). Con ésta medida ya determinada, se comienza la Preparación Biomecánica (Soares y Goldberg, 2002).

Preparación Biomecánica:

El tallado y limpieza de los conductos radiculares ha sido reconocida como una fase importante de la terapia endodóntica (Schilder, 1974). Varios autores coinciden que el debridamiento del sistema de conductos radiculares es el aspecto clave del tratamiento endodóntico (Weine y cols, 1975; Lilley, 1979; Ruddle, 2002; Hülsmann y cols, 2005).

El objetivo de la preparación biomecánica es preparar el espacio del conducto para facilitar la desinfección a través de irrigantes y medicamentos. Por lo tanto, es ésta etapa la fase esencial que elimina la infección. La prevención de la reinfección se logra mediante un relleno radicular hermético (gutapercha) y una correcta restauración coronal. La preparación mecánica se realiza siempre junto a la desinfección mecánica, por lo que comúnmente se denominan como preparación quimicomecánica o biomecánica.

Schilder describe 5 objetivos de diseño para la instrumentación:

- Conicidad continua desde el ápice a la cavidad de acceso
- El diámetro de la sección transversal debe ser más estrecho en cada punto apicalmente
- La preparación del conducto radicular debe fluir con la forma original del conducto
- El foramen apical debe permanecer en su posición original
- La apertura apical debe permanecer lo más pequeña posible

Además, **Schilder** describe 4 objetivos biológicos:

- Confinamiento de la instrumentación a la raíz
- No forzar los desechos necróticos más allá del foramen
- Eliminar todos los tejidos del espacio del conducto
- Crear el espacio intraconducto suficiente para los medicamentos

Coincidiendo con Schilder, Hülsmann y cols, 2005. Señalaron que los objetivos principales de la preparación biomecánica son la prevención de las enfermedades periradiculares y/o la promoción de la curación en los casos en que la enfermedad ya exista. Esto logrado mediante:

- Eliminación del tejido necrótico y vital de los conductos radiculares principales
- Creación de un espacio suficiente para la irrigación y medicación
- Preservación de la integridad en la ubicación de la anatomía apical del conducto
- Evitar los daños iatrogénicos al sistema de conductos y a la estructura de la raíz
- Facilitar la obturación del conducto
- Evitar una mayor irritación y/o infección de los tejidos periradiculares
- Preservación de la dentina radicular sana para permitir la función del diente a largo plazo

⇒ Normas para una adecuada Preparación Biomecánica:

1. Correcto acceso, directo y sin interferencias
2. Se inicia con instrumentos de pequeño calibre y en secuencia progresiva de menor a mayor grosor. Si no se realiza con una correcta secuencia, se pueden formar escalones, fracturar instrumentos o pérdida de la longitud de trabajo.
3. Se debe preparar el conducto en forma cónico divergente hacia coronal, respetando la forma original del conducto. El foramen apical debe conservar su ubicación original, evitando la transportación lo que llevaría a un fracaso del tratamiento.

La PBM debe realizarse hasta encontrar dentina sana, Grossman en 1973 y Weine en 1976 recomiendan preparar el conducto radicular ampliándolo por lo menos 3 números más de limas con respecto a la lima apical inicial.

⇒ Selección Adecuada de los Instrumentos:

Para comenzar cualquier PBM es necesario determinar qué tipo de instrumento vamos a utilizar, para esto hay que considerar las características morfológicas que posea el o los conductos que se tratarán. Conformación Propiamente tal:



Dependiendo del orden en el que se preparen los diferentes tercios del conducto radicular, las técnicas de instrumentación se pueden clasificar de la siguiente manera:

1. Apicocoronarias: Después de preparar el tercio apical la instrumentación retrocede en forma gradual hasta alcanzar el 1/3 cervical.
2. Coronoapicales: La conformación comienza por el tercio coronario y avanza gradualmente hacia el tercio apical.
3. Mixtas: Se realiza primero la preparación del tercio cervical y luego la conformación de los tercio apical y medio respectivamente.

Actualmente las técnicas que se prefieren son en las que primero se realiza el acceso radicular ya que ofrece ciertas ventajas que las otras técnicas no poseen:

- Permite el desbridamiento de manera temprana de la parte coronal del conducto, que puede contener una gran masa de detritus orgánico y microbiano, reduciendo el riesgo de llevar este material al extremo apical y a través del foramen apical.
- El ensanchamiento coronal temprano permite una penetración del irrigante mejor y más profunda en la preparación, lo que reduce el riesgo de bloqueo apical con fragmentos de dentina y tejido pulpar.
- La preparación de la parte coronal tiende a acortar la longitud efectiva del conducto ya que el instrumento ingresa de forma recta.
- Permite un mejor control de la instrumentación apical debido a que existen menos puntos de contacto entre el instrumento y las paredes de la porción coronaria del conducto que dificultan la preparación.
- Facilita la obturación radicular, cualquiera sea la técnica utilizada.

9. IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA

Un estudio de Wu y cols, 2003, demostró que solo el 40% de las paredes de conductos ovalados en el área apical eran contactadas con las limas rotatorias; esto es debido a la compleja anatomía del sistema de conductos: presencia de irregularidades, istmos, conductos ovalados y delta apicales, entre otros (Wu y cols, 2003). Para lograr una limpieza y preparación adecuada, debemos complementar el tratamiento mecánico con la irrigación y así lograr mayor limpieza por efecto químico.

El objetivo de la irrigación de los conductos es remover los remanentes pulpares y los microorganismos, ya sea organizados en un biofilm o en estado planctónico; eliminar el barro dentinario y eliminar restos dentinarios (Mohammadi y cols, 2015).

Históricamente, se ha sugerido el uso de diversas soluciones irrigantes para endodoncia, incluidas sustancias inertes como el suero o sustancias muy tóxicas y alergénicas como el formaldehído. El yodo también fue utilizado anteriormente, pero posee un gran riesgo de generar alergias, al igual que el amonio cuaternario, en cambio la clorhexidina y el hipoclorito de sodio en cambio, han demostrado tener muy baja sensibilidad por parte de los pacientes.

Características de un irrigante ideal

- Presentar un amplio espectro antimicrobiano y alta eficiencia contra anaerobios estrictos y facultativos en un biofilm organizado.
- Capacidad de disolver remanentes pulpares necróticos.
- Capacidad de inactivar las endotoxinas.
- Prevenir la formación de barro dentinario durante la instrumentación y disolver el que ya se ha formado.
- No deber producir toxicidad sistémica ni reacciones alérgicas.
- No debe dañar los tejidos periodontales.

Compuesto en concentración recomendada	Tipo	Acción sobre el biofilm	Capacidad de disolver tejido orgánico	Inactivación de endotoxinas	Acción sobre el barro dentinario	Potencial alergénico
Peróxido de hidrógeno (3%-30%)	Peróxido	+	-	-	-	-
Hipoclorito de sodio (1%-5.25%)	Halógeno	++	+++	+	++ sobre parte orgánica	+
Yoduro de potasio (2%-5%)	Halógeno	++	-	N.I.P.	-	+
Clorhexidina (0.2% -2)	Bisguanida	++	-	+	-	+
Acetato de decualinio (0.5%)	Amonio acuaternario	N.D.P.	-	N.I.P.	+	++
Ácido etilendiamino tetra acético (10%- 17%)	Ácido poliprotico	+	-	-	++ sobre parte inorgánica	-
Ácido cítrico	Ácido orgánico	-	-	-	+++ sobre parte inorgánica	-

Tabla III: Resumen de las características de los distintos irrigantes que se utilizan en endodoncia. (Mohammadi y cols 2014) -: ausente o menor, +: reportado, ++: presente definitivamente, +++: fuerte, N.I.P.: no hay información disponible.

Irrigantes utilizados actualmente

➤ Hipoclorito de sodio

El hipoclorito de sodio ha sido utilizado como irrigante en endodoncia desde el año 1920. Es un oxidante e hidrolizante al mismo tiempo, y posee una acción bactericida y proteolítica. En endodoncia, el hipoclorito de sodio ha demostrado tener un amplio espectro antimicrobiano, eliminando incluso biofilm conformado por enterococos, actinomices y candidas.

La capacidad antibacteriana y de disolución de tejidos del hipoclorito de sodio es dependiente de su concentración y otros factores como la temperatura, pH y el almacenamiento.

Una solución de hipoclorito de sodio al 1% es suficiente para disolver la pulpa dentaria durante el tratamiento endodóntico, por lo que no existiría una razón real para

utilizar concentraciones mayores al 1%. A temperatura corporal, el cloro reactivo en solución acuosa puede tomar dos formas: hipoclorito (OCI) y ácido hipocloroso (HOCl) en valores de pH superiores o inferiores a 7.6, respectivamente. Ambas formas son agentes oxidantes muy reactivos. Las soluciones de hipoclorito puro como las que se utilizan en endodoncia tienen un pH de 12, y por lo tanto todo el cloro disponible está en forma de hipoclorito. Sin embargo, en niveles idénticos de cloro disponible, el ácido hipocloroso es más bactericida que el hipoclorito.

Una manera de aumentar la actividad del hipoclorito en bajas concentraciones es aumentando la temperatura, de esta manera se consigue una mayor capacidad de disolver tejidos. También se ha demostrado que el aumento de la temperatura en 5° duplica la actividad de este, eliminando restos orgánicos de las túbulos dentinarios en forma más eficiente (Rahimi y cols, 2014). Se ha demostrado que un aumento de temperatura (45-60°) y altas concentraciones (5-6%) proporcionan las mejores propiedades de disolución de tejidos.

El hipoclorito tiene desventajas claras en cuanto a otros irrigantes. Cuando ocurre una inyección a los tejidos periapicales de hipoclorito de sodio 5,25% se han reportado casos de irritaciones severas, además, se ha demostrado que esta solución al 5,25% disminuye el modulo elástico de la dentina en forma significativa debido a la acción proteolítica sobre la matriz colágena en comparación con el suero fisiológico (Zehnder 2006).

El hipoclorito de sodio es el irrigante más adecuado para ser usado en endodoncia debido a que cumple con la mayoría de las características de un irrigante ideal, siendo el único que produce disolución del tejido orgánico del barro dentinario y los restos necróticos. El hipoclorito elimina las bacterias organizadas en el biofilm y dentro de los túbulos dentinarios de manera mucho más eficiente que la clorhexidina y el yodo. En cuanto a la inactivación de endotoxinas, hay casos reportados de hipoclorito, pero no en forma tan eficiente como el hidróxido de calcio (Rahimi y cols, 2014). Además de esto, es un desinfectante económico con una vida útil razonable.

Su principal desventaja es la toxicidad que genera en los tejidos, además de que es un agente corrosivo para los metales. (Clarkson y cols, 1998)

➤ Ácido etilén diamino tetra acético (EDTA)

El EDTA es un quelante capaz de remover la parte inorgánica de la dentina, característica que lo hace un irrigante útil para complementar el uso del hipoclorito.

El EDTA reduce la capacidad antibacteriana del hipoclorito, por lo tanto, ambos líquidos no deben ser utilizados simultáneamente, sino que complementarse.

Durante el tratamiento se utiliza hipoclorito; cuando la fase de preparación está terminada, se procede a remover el barrio dentinario de las paredes de los conductos con EDTA 17%. (Zehnder, 2006)

➤ Clorhexidina

La clorhexidina es una molécula hidrofóbica y lipofílica que interactúa con los lipopolisacáridos y los fosfolípidos de la membrana bacteriana, esto ocurre gracias a las cargas positivas de la molécula y las cargas negativas de la pared bacteriana, lo que altera el equilibrio osmótico de esta. En concentraciones superiores al 2%, la clorhexidina tiene un efecto bactericida generando una precipitación de los contenidos citoplasmáticos, en cambio, a una baja concentración menor a 0.2% se produce una salida de fósforo y potasio de la estructura celular.

La acción de la clorhexidina sobre bacterias aisladas es distinta a la acción sobre las bacterias organizadas en un biofilm, que es la forma en que se encuentran principalmente en los tratamientos endodónticos, es importante considerar también que en un biofilm hay un crecimiento bacteriano de 2-1000 veces mayor que en su estado planctónico. La clorhexidina al 2% no permite la disolución del biofilm ni tampoco aumenta la limpieza de la dentina en comparación con el hipoclorito de sodio, pero sí tiene un efecto mayor en la eliminación de *E. fecalis*. Además, la dentina medicada con clorhexidina adquiere sustantividad antibacteriana, debido a las cargas positivas de ésta, que previenen la adhesión de bacterias a la superficie dentinaria por un tiempo mayor que el tiempo en que está en contacto la clorhexidina con el diente.

Si bien existen estudios que han mostrado el mismo efecto antibacteriano cuando la clorhexidina y el hipoclorito están a la misma concentración, está demostrado que el hipoclorito de sodio es el único irrigante capaz de disgregar el biofilm bacteriano, además, la clorhexidina no es capaz de disolver tejido orgánico. Debido a esto, la clorhexidina no se indica como el irrigante durante la preparación biomecánica de los conductos, pero sí en algunos casos puede ser utilizada como medicación entre sesiones en infecciones rebeldes en las cuales puede encontrarse *E. fecalis*. (Mohammadi y cols, 2014).

Activación ultrasónica de hipoclorito de sodio

La irrigación pasiva requiere de agujas finas con descarga lateral que logren entrar a una longitud apropiada en el conducto y así lograr mover los detritus hacia coronal, pero la verdad es que tiene limitaciones ya que se transforma en un reservorio estático de irrigante con una penetración limitada, que no permite la circulación ni potencia la capacidad de limpieza de éste.

Por otro lado, la activación del irrigante produce movimientos en el fluido que permite mejorar la desinfección del conducto, especialmente en aquellos que son irregulares, donde la activación del irrigante juega un rol fundamental.

Fenómeno físico del ultrasonido

El ultrasonido es una vibración con una frecuencia mayor a la detectable por el oído humano (20.000 Hz aproximadamente). Existen dos métodos básicos para producir el movimiento ultrasónico:

- El magnetoestrictivo: convierte la energía electromagnética en energía mecánica
- El piezoeléctrico funciona gracias a un cristal que cambia su forma mediante cargas eléctricas y así genera una oscilación mecánica.

Los dispositivos piezoeléctricos producen más ciclos por segundo que los magnetoestrictivos (40 v/s 24), además, producen un movimiento lineal que es más apropiado para endodoncia que el movimiento elíptico del magnetoestrictivo.

Acción sobre el hipoclorito de sodio

La irrigación con hipoclorito de sodio combinada con ultrasonido tiene muy buen efecto antibacteriano. Esta combinación permite un intercambio de la sustancia dentro del conducto, aumentando también la temperatura del irrigante, eliminando el barro dentinario y el detritus. En general, la literatura recomienda una activación entre 30 segundos y 3 minutos, pero no existe un consenso al respecto (Mohammadi y cols, 2015).

En cuanto al efecto sobre el biofilm, un estudio de Harrison y col. concluyo que después de la preparación de conductos rectos con hipoclorito de sodio al 1% y activación con ultrasonido por 1 minuto, hay un control microbiano adicional y beneficioso (Harrison y cols, 2010).

Otro estudio de Bhardwaj y cols. demostró que la irrigación con hipoclorito de sodio 1% y activación con ultrasonido por 1 minuto es potencialmente efectiva contra el biofilm de *E.fecalis*, mientras que un estudio de Neelakantan y col. demostró que el tratamiento con láser era aún más efectivo para este fin (Mohammadi y cols, 2015).

Sobre el barro dentinario, un estudio de Ahmad y cols. 1990 demostró que la limpieza y capacidad de remoción de este en tratamientos con ultrasonido e hipoclorito de sodio 1% era muy efectivo. Otro estudio de Martin y cols, 1990 en cambio, demostró que la activación ultrasónica de hipoclorito de sodio no era efectiva para eliminar el barro dentinario. Cameron y cols. también demostraron que el tiempo de activación era

relevante, debido a que una activación de 3 a 5 minutos dejaba las paredes libres de barro dentinario, en cambio, activaciones de 1 minuto eran inefectivas.

Ahmad y cols. 1990 también demostraron que la transmisión acústica del ultrasonido es maximizada cuando las puntas utilizadas son delgadas y pueden vibrar libres dentro de la solución. Se recomienda utilizar un equivalente a lima 15 para así lograr una mayor remoción de detritus. (Mohammadi y cols, 2015).

10. SMEAR LAYER

En la instrumentación de los conductos radiculares se produce una capa de materia orgánica e inorgánica denominada Smear Layer o Barro dentinario, compuesta principalmente por una matriz colágena mineralizada. La identificación de ésta capa fue posible gracias al uso del microscopio electrónico de barrido (SEM) y fue reportado por primera vez por Eick y cols, 1970. En este trabajo se demostró que el Smear Layer estaba formado por partículas de tamaño cercanos a los 0.5- 1.5 μm .

Los primeros investigadores que describieron la formación de barro dentinario sobre la superficie instrumentada de conductos radiculares fueron McComb y Smith (1975). Ellos sugirieron que esta capa no era sólo de dentina, como ocurre en la superficie coronal, sino que también poseía los restos de los procesos odontoblásticos, tejido pulpar y bacterias. Goldman y cols. 1981 calcularon el grosor de la capa en 1 μm , y estuvo de acuerdo con los investigadores anteriores que era en gran parte inorgánica en la composición. Ellos notaron su presencia a lo largo de la superficie del conducto radicular instrumentado.

Contiene bacterias, sus derivados y tejido necrótico (McComb y Smith, 1975). Las bacterias pueden sobrevivir y multiplicarse y pueden proliferar en los túbulos dentinarios que sirven como un reservorio de agentes irritantes microbianos (Violich y Chandler, 2010).

La generación de una capa de barro dentinario es casi inevitable durante la instrumentación del conducto radicular; sin embargo, la cantidad producida durante la preparación con instrumentos rotarios como la gates glidden, ha demostrado que se produce un mayor volumen en comparación con la preparación del conducto de forma manual (Czonstkowsky y cols. 1990).

Mientras que una técnica de instrumentación no se ha descrito para la preparación del conducto sin formación de barro, los esfuerzos más bien se centran en métodos para su eliminación, tales como los medios químicos y métodos como el ultrasonido y desinfección hidrodinámica.

Existen diversas formas de eliminar el barro dentinario. Dentro de las formas químicas se encuentra la irrigación con agentes quelantes como el EDTA, el cual reacciona con los iones de calcio de la dentina, secuestrándolos y debido a ello la dentina se desmineraliza en su superficie (Mondragón, 1995). Se ha informado que el EDTA descalcifica la dentina a una profundidad de 20 – 30 μm en 5 minutos, sin embargo, Fraser (1974) afirmó que el efecto quelante era casi insignificante en el tercio apical de los conductos radiculares. Otras desventajas del uso de EDTA son la erosión

dentinaria que produce en los tercios medio y superior del conducto radicular y su limitada actividad antibacteriana (Andrabi y cols. 2012).

Un método mecánico de eliminación del Smear Layer es el uso del ultrasonido, y uso de láser.

Takeda y cols (1999) realizaron un estudio comparativo de tres agentes de irrigación (EDTA al 17%, ácido fosfórico al 6% y ácido cítrico al 6%) y dos tipos de láser (láser CO2 y láser Er: YAG) sobre la remoción de la capa de barro dentinario de conductos previamente instrumentados. Los resultados obtenidos sugieren que los dientes tratados con ácido fosfórico al 6%, ácido cítrico al 6% y EDTA presentaron superficies radiculares limpias en los tercios coronal y medio, sin embargo, la capa de desecho permaneció en el tercio apical. Ambos tipos de láser fueron efectivos en la remoción total del sustrato en todos los tercios. Sin embargo, el láser CO2 calcinó, fundió y recristalizó los tercios medio y apical, donde el láser Er: YAG no produjo tales efectos. Kimura y cols. (2002), han confirmado la eficacia del láser de Er: YAG en la eliminación de la capa de barrillo, pero en microfotografías se ha descubierto la destrucción de la dentina peritubular.

La principal dificultad en la remoción del barro dentinario con láser es el acceso a los pequeños espacios del canal con las sondas relativamente grandes que están disponibles.

Ningún método por si solo es 100% eficaz, pero al parecer una combinación de irrigantes activados con US es el más certero.

11. SISTEMA ROTATORIO NITI

Gracias a la incorporación de la aleación níquel titanio a las limas endodónticas, los sistemas rotatorios han obtenido mayor protagonismo en la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares. A pesar de que el uso de limas manuales sigue siendo lo más popular, la mayoría de los endodoncistas y un número no menor de dentistas generales, ya utilizan instrumentos rotatorios.

Existen numerosos sistemas rotatorios, los cuales se diferencian en el taper o conicidad, que pueden ser en aumento o a intervalos (lugares específicos de la lima con más o menos taper); el ángulo de corte, la geometría de la sección transversal (forma de S, triple hélice, triangular o asimétrica); configuración de la punta (no cortante o cortante); diseño de las hojas; ángulo helicoidal (ángulo entre el borde cortante y el eje axial de la lima) y el pitch (distancia entre los bordes cortantes).

En una preparación de PBM manual se ha evidenciado varias desventajas, tales como transportación de conducto y mayor cantidad de tiempo clínico empleado, lo que se traduce en un mayor cansancio tanto para el clínico como para el paciente. Por éstos motivos es que se han desarrollado nuevas técnicas e instrumentos, surgiendo cada día distintos tipos de limas mecanizadas, lo que nos facilita el trabajo tanto en la preparación como en el tiempo utilizado.

Sistema Race

El sistema Race (Reamer with alternating cutting edges) fue desarrollado por la empresa Suiza FKG para la instrumentación mecanizada de los conductos radiculares. Todos los instrumentos del sistema tienen un diseño de bordes cortantes alternantes, una sección transversal triangular, punta inactiva y un tratamiento electroquímico que aumenta la resistencia a la fatiga y a la corrosión. Además de esto, poseen gran resistencia a la flexión para tratar conductos curvos y son capaces de mantener la centralidad durante la preparación.

Sistema BioRace

El sistema BioRace nace ante la necesidad de lograr trabajar los ápices con el diámetro requerido sin la necesidad de limas adicionales ni numerosos pasos. Si se usa de acuerdo a las instrucciones, la mayoría de los conductos se pueden limpiar con eficacia con cinco limas. El sistema BioRace está compuesto por 6 instrumentos, los cuales se describen según diámetro apical y conicidad: BR0 25/.08, BR1 15/.05, BR2 25/.04, BR3 25/.06, BR4 35/.04 y BR5 40/.04.

La lima BR0 es un instrumento de 19mm de longitud y 14mm de parte activa. Las otras limas de la serie se encuentran en longitudes de 21mm, 25 y 31mm, con una parte activa de 16mm.

La velocidad recomendada para su uso es de 600rpm y el torque recomendado es de 1Ncm.

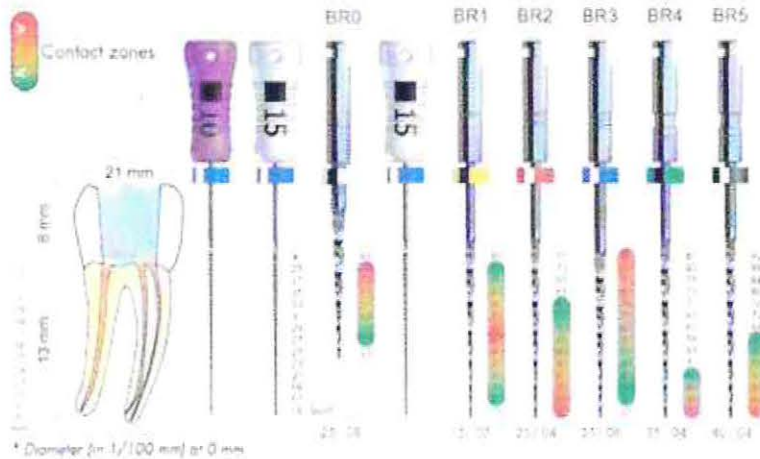


Figura 4. Sistema BioRace (tomada de la página de FKG)

Secuencia BioRace extendida

Generalmente, la mayoría de los conductos no requieren ser tratados en su tercio apical con limas mayores a 25 o 40 ISO, pero este sistema incluye también una secuencia extendida para conductos mayores: BR6 50/04 y BR7 60/02.

También dentro de la secuencia extendida hay limas para conductos con curvaturas severas: BR4C 35/02 y BR5C 40/02.

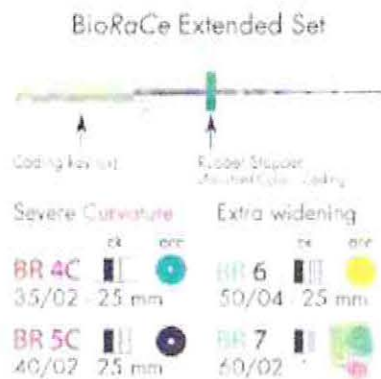


Figura 5. BioRace serie extendida: conductos con curvatura severa y conductos mayores.



Protocolo de trabajo propuesto por el fabricante

Maniobras preoperatorias:

- Radiografía preoperatoria.
- Aislación unitaria con dique de goma.
- Cavidad de acceso.
- Localización de conductos.
- Eliminación de interferencias y acceso en línea recta.
- Determinación electrónica de longitud de trabajo con limas SS 0.08 o 15.

Fase de instrumentación Manual:

- Irrigación abundante.
- Instrumentación manual con limas 0.08 a 15 a longitud de trabajo.
- Irrigación abundante entre cada instrumento.
- De ser necesario verificación radiográfica de la longitud de trabajo con lima 15.

Fase de Instrumentación Rotatoria:

- No comenzar esta fase sin haber verificado que la lima 15 alcanza la longitud de trabajo.
- Ajustar el motor a 500-600 rpm y un torque de 1 N/cm.
- Llenar el canal con solución de irrigación.
- Utilizar BR0 con 4 movimientos suaves, limpiar filos.
- Repetir hasta alcanzar los 4-6 mm del tercio cervical.
- Irrigación.
- Recapitular con lima 15 hasta la longitud de trabajo.
- Llenar el canal con solución de irrigación.
- Usar BR1 con 4 movimientos suaves. Si no se alcanza la longitud de trabajo, limpiar el instrumento y repetir hasta alcanzarla.
- Usar BR2 y BR3 del mismo modo.
- No utilizar BR3 si el canal presenta una curvatura severa.
- Irrigación abundante entre instrumentos.
- En la mayoría de los casos la preparación final apical se logra con BR4 y BR5, dependiendo de la anatomía BR6 y BR7 se pueden utilizar para ensanchar más. En el caso de curvaturas severas se debe utilizar BR4C y BR5C, del mismo modo descrito, pero sin forzarlos nunca dentro del canal.

Sistema XP-endo Finisher

Esta lima nace como un coadyuvante al sistema rotatorio Race, debido a que el sistema de conductos radiculares poseen una anatomía muy variable, y con las limas NiTi estándar no siempre se logra una limpieza adecuada. Se ha planteado que los métodos coadyuvantes tales como la irrigación activada por ultrasonido o laser conducen a resultados ligeramente superiores. La lima XP-endo Finisher propone ser una lima altamente flexible y puede ampliar su alcance 6mm en diámetro, 0-100 veces la de una lima equivalente, por esta razón la lima permite una limpieza mecánica en áreas que previamente eran imposibles de alcanzar.

Es un instrumento con punta ISO número 25, y conicidad del 0%, indicado para ser usado una vez finalizada la preparación químico mecánica del conducto y compatible con cualquier sistema mecanizado. La probabilidad de fractura es baja debido a que no sufre stress durante su accionar, ya que la preparación está terminada, como mínimo a un diámetro 25 en apical. Sin embargo, el fabricante recomienda su uso como único, quizás por el posible deterioro de sus propiedades durante la esterilización.

El protocolo del fabricante sugiere su uso durante 1 minuto a longitud de trabajo, con la cámara inundada en hipoclorito, en constante movimiento y pincelando las paredes del conducto. Así, ejerce su movimiento agitándose en el conducto y activando la solución irrigante. Se debe tener la precaución de introducirlo sin rotación y recto y retirarlo en movimiento, ya que en esta fase el instrumento se encontrará deformado y pudiese ofrecer cierta resistencia el sacarlo del conducto.

Al finalizar se debe irrigar copiosamente para eliminar los residuos y detritus que el instrumento ha dejado en suspensión en el conducto. El instrumento puede volver a su forma recta enfriándolo.

Las características técnicas de las limas XP-endo Finisher son las siguientes:

1. Capacidad de expansión:

La XP-endo Finisher es capaz de tratar conductos radiculares con morfologías muy complejas.

Debido a su núcleo de pequeño tamaño - diámetro de ISO 25 - y su conicidad cero, la XP-endo Finisher se beneficia de una flexibilidad increíble y muestra una resistencia sin igual a la fatiga cíclica. Además, la lima se pone en contacto y limpia la dentina, pero NO cambia la forma original del conducto.

Anatomía original del conducto

- Dentina
- El conducto se reduce (limpiar)
- Área limpiada



• Preparación del conducto radicular con limas NITI estándar



Conducto parcialmente limpiado. Los microtubos y los residuos dentinarios se acumulan en las zonas sin trabajar por los instrumentos.

• Preparación del conducto radicular con limas NITI estándar + XP-endo Finisher



La XP-endo Finisher es un instrumento idealmente diseñado para cualquier preparación del conducto, a la que se le agrega una limpieza profunda del conducto con un ángulo de limpieza de 360°.

Figura 6. Esquema demostrativo de la preparación del sistema de conductos con la lima XP endo Finisher. Fuente: www.fkg.ch



Instrumento Estándar

XP-endo Finisher

Figura 7. Capacidad de expansión de la lima XP endo Finisher. Debido a su núcleo de pequeño tamaño - diámetro de ISO 25 - y su conicidad cero, la XP-endo Finisher se beneficia de una flexibilidad increíble y muestra una resistencia sin igual a la fatiga cíclica. Además, la lima se pondrá en contacto y limpia la dentina, pero cambia la forma original del conducto. Fuente: www.fkg.ch

2. Material:

Se produce utilizando una aleación exclusiva de FKG el NiTi MaxWire (Electropulido Austenítico-Martensítico - Flex). Este material reacciona a diferentes niveles de temperatura y es altamente flexible. FKG ha patentado este procedimiento.

3. Efecto memoria-forma:

La creación y producción de las limas de acabado XP-endo Finisher se basan en los principios de memoria de forma de la aleación NiTi.

La lima es recta en su fase M que se logra una vez enfriada. Cuando la lima es expuesta a la temperatura corporal (el conducto) cambia su forma debido a su memoria molecular a la fase A. La forma de la fase A en el modo de rotación permite que la lima acceda y limpie las áreas que de otro modo serían imposibles de alcanzar con instrumentos estándar.



Figura 8. Efecto memoria de forma. Fuente: www.fkg.ch

Actualmente hay pocos estudios relacionados con la efectividad de la lima XP-endo Finisher. Wigler y cols., 2016 evaluó la eficacia del sistema XP-endo comparado con la irrigación ultrasónica pasiva y la irrigación convencional en eliminar la pasta de hidróxido de calcio de los conductos radiculares, obteniendo como resultado que ningún sistema la eliminó por completo, pero si el sistema XP-endo y la irrigación ultrasónica pasiva son más eficaces que la irrigación tradicional con jeringa.

Hipótesis

Ho: No hay un aumento significativo en la eficacia de la desinfección de conductos de molares con lesión apical al utilizar el sistema XP-endo finisher posterior al uso del sistema BioRace.

H1: Existe un aumento significativo en la eficacia de la desinfección de conductos de molares con lesión apical al utilizar el sistema XP-endo finisher después de utilizar el sistema BioRace.

Objetivo General

Evaluar en términos microbiológicos la eficiencia del uso de la lima XP finisher en la instrumentación mecanizada de las limas BioRace.

Objetivos Específicos

- Determinar el porcentaje de reducción bacteriana en conductos tratados después de utilizar el sistema BioRace, en relación al conducto no tratado.
- Determinar el porcentaje de reducción bacteriana en conductos tratados después de utilizar el sistema BioRace + XP endo Finisher, en relación al conducto no tratado.
- Determinar si existe diferencia en la reducción de UFC después de utilizar el sistema XP endo Finisher como complemento al sistema BioRace, en comparación con el sistema BioRace por sí solo.
- Comparar los resultados obtenidos con estudios similares con respecto a la desinfección de los conductos radiculares.

Tipo de estudio

Estudio Piloto Experimental.

Universo

Conductos mesiales de molares superiores e inferiores con diagnóstico de necrosis pulpar y lesión periapical de pacientes asistentes a la clínica de Endodoncia durante los meses de septiembre a octubre del 2016 de la Especialidad de Endodoncia de la Universidad de Valparaíso, Chile.

Criterios de inclusión/exclusión

- * Inclusión:
 - Conductos en dientes con diagnóstico de necrosis pulpar y lesión periapical en raíces mesiales de primeros y segundos molares superiores e inferiores.
 - Pacientes ASA I, ASA II.
 - Raíces con desarrollo radicular completo.

- * Exclusión:
 - Retratamientos.
 - Dientes con terapia endodóntica previamente iniciada.
 - Dientes con diagnóstico de lesión endoperiodontal.
 - Dientes que hayan recibido tratamiento de curetaje/alisado radicular
 - Dientes con periodontitis en cualquiera de sus grados
 - Dientes que presenten gingivitis sobre periodonto reducido
 - Dientes en estado de resto radicular
 - Dientes coronados



Muestra (tamaño y forma de selección)

- * Tamaño: 15 conductos mesiovestibulares de primeros y segundos molares superiores e inferiores. En el caso de molares superiores se consideró el MV1.
- * Forma de selección: Los molares fueron seleccionados en las dependencias de la Escuela de Odontología de la Universidad de Valparaíso de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión por muestreo no probabilístico por conveniencia. Los molares seleccionados fueron derivados directamente de UCEOT, de alumnos de Pre Grado mediante interconsulta y de la lista de espera. Los pacientes fueron atendidos durante el segundo semestre del año 2016, hasta llegar a un número de 15 molares seleccionados idóneamente para realizar el estudio. Los molares fueron tratados previo consentimiento informado firmado por el paciente.

Unidad de Estudio

Conductos mesiovestibulares necróticos que presenten lesión apical de primeros y segundos molares superiores e inferiores.

Definición de variables a evaluar

Variables independientes:

- Instrumentación con limas Bio Race
- Instrumentación con limas XP endo Finisher.
- Irrigación con hipoclorito de sodio 4,9%.
- Técnica aséptica.

Variable dependiente:

- Recuento microbiológico

Forma de recolección de información

Se seleccionaron 15 pacientes asistentes a la Clínica de la Especialidad de Endodoncia de la Universidad de Valparaíso, de acuerdo a los criterios de inclusión mencionados anteriormente. Se determinó el diagnóstico clínico por medio de la anamnesis, examen clínico y ausencia de respuesta en las pruebas de sensibilidad pulpar (prueba pulpar térmica y vitalómetro); así como por la observación de una imagen radiolúcida periapical en la radiografía retroalveolar. Una vez que los pacientes fueron seleccionados, antes de comenzar el estudio debieron firmar un consentimiento informado escrito, además de cancelar el arancel clínico del tratamiento de conducto. A todos los pacientes se les otorgó un descuento del 50% en la atención por participar en el estudio.

La técnica endodóntica utilizada fue corono apical; el acceso a la cámara pulpar, instrumentación radicular y toma de muestras se realizó en una misma sesión. Todas las muestras fueron obtenidas por el mismo operador.

Con el fin de prevenir la contaminación por exposición del diente a la cavidad oral durante la recolección de las muestras, éstas se tomaron usando técnicas asépticas estrictas. El paciente se enjuagó con colutorio de clorhexidina 0,12% durante 1 minuto y se realizó una profilaxis supragingival del diente a tratar con piedra pómez. Se aisló el campo operatorio con goma dique y clamps. Luego se limpió el campo circundante con clorhexidina al 2%. Si había destrucción de una o más paredes que impidiera el adecuado aislamiento, se realizó en primer lugar un refuerzo de las paredes con cemento de vidrio ionómero.

La apertura endodóntica se realizó con fresa redonda estéril de alta velocidad n°12. Después se completó la apertura con fresa redonda estéril de baja velocidad hasta observar por completo la cámara pulpar, la cual se limpió con suero fisiológico y se secó con motas de algodón estéril. Posteriormente, con una fresa troncocónica de punta inactiva estéril (Endo Z) se alisaron y despejaron las paredes de la cámara pulpar para comenzar con el acceso radicular.

Se permeabilizó y determinó la lima apical inicial del conducto mesio vestibular con lima K #10 o 15 (según el caso). Se realizó el acceso radicular con la lima BR0 para luego determinar la longitud de trabajo mediante el uso del localizador electrónico Raypex 6 (VDW, Munich, Germany), llevando la lima K #15 hasta ápex y retrociendo 0,5 mm. Se realizó la conductometría con radiografía retroalveolar. Luego se amplió el conducto con una lima K #20 irrigando sólo con suero, para después, tomar la primera muestra con una punta de papel estéril #20 introducido a longitud de trabajo. El cono de papel se dejó 1 minuto dentro del conducto para posteriormente introducirlo en el tubo caldo cerebro corazón.

Después de obtener la primera muestra, se procedió a instrumentar todos los conductos con limas BioRace (FKG Dentaire, La Chaux de Fonds, Suiza) de acuerdo al

protocolo indicado por el fabricante. Se utilizó hipoclorito de Sodio al 4,9% como irrigante y luego se lavó con suero.

La PBM se completó utilizando el sistema BioRace hasta conformar un conducto acorde a lo medido con la lima apical inicial (MAF 30 generalmente), todo esto alternando con irrigación de NaOCl 4,9%. A continuación se irrigó el conducto radicular con suero fisiológico estéril y se procedió a secar el conducto con conos de papel. Se tomó la segunda muestra según el protocolo mencionado anteriormente.

Una vez terminada la instrumentación con las limas BioRace, se instrumentó el conducto MV con la lima XP-endo Finisher. Para esto, el conducto y la cámara pulpar debió estar inundado en NaOCl.

Se trabajó la lima a longitud de trabajo durante un minuto utilizando movimientos longitudinales lentos y suaves haciendo contacto con todas las paredes del conducto. Luego se retiró la lima XP-endo Finisher del conducto mientras estaba aún en rotación.

Al finalizar la instrumentación, se irrigó con suero fisiológico, se secaron los conductos para tomar la tercera muestra con conos de papel estéril según protocolo antes mencionado.



Figura 9. Fotografía de las tres muestras obtenidas de un paciente

Una vez finalizada la PBM, los conductos se medicaron con hidróxido de calcio, se cubrieron con una mota de algodón estéril y se obturó en forma temporal con fermín más vidrio ionómero.

En la segunda sesión clínica, se repasó la PBM, se activó el irrigante con ultrasonido y se obturaron los conductos según el protocolo de la Universidad de Valparaíso.

Estudio Microbiológico

Los resultados fueron obtenidos mediante el cálculo del promedio de unidades formadoras de colonias (UFC) de los quince pacientes en cada una de las etapas: etapa inicial o pre instrumentación, etapa posterior a la instrumentación con BioRace, y etapa posterior al uso de la lima complementaria XP endo finisher. Se inocularon 9 placas de cultivo por cada paciente, 3 para el control negativo, 3 para después de la instrumentación con limas rotatorias Race, y 3 para las limas XP endo Finisher, las cuales se utilizaron después del sistema Race.

Para el estudio microbiológico de conteo de UFC se siguió protocolos anteriores que aseguraban mayor rendimiento de las muestras obtenidas (Siqueira y cols,2010; Barthel y cols, 2014; Peters y cols 2011). Las 3 muestras obtenidas por paciente, se dejaron en un horno a 37°C durante 24 horas. Posteriormente cada muestra fue diluida 5 veces en tubos de suero fisiológico de 3ml.

Con una jeringa estéril de tuberculina, se tomaron 0.3ml de la muestra inicial (pre) para diluirla en el 1er tubo de suero fisiológico estéril. Luego de éste primer tubo se tomaron 0.3ml para diluirlo en el 2do tubo de suero fisiológico. Se realizó el mismo procedimiento hasta completar las 5 diluciones de todas las muestras (Pre, Race y XP). Entonces las diluciones utilizadas fueron $1:10^{1-5}$.

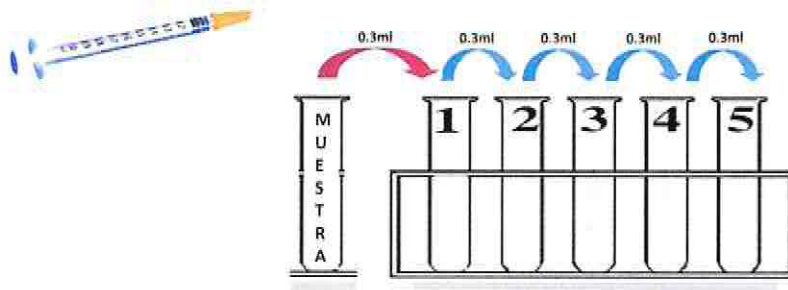


Figura 10. Dibujo esquemático de la forma en que se diluyeron las muestras

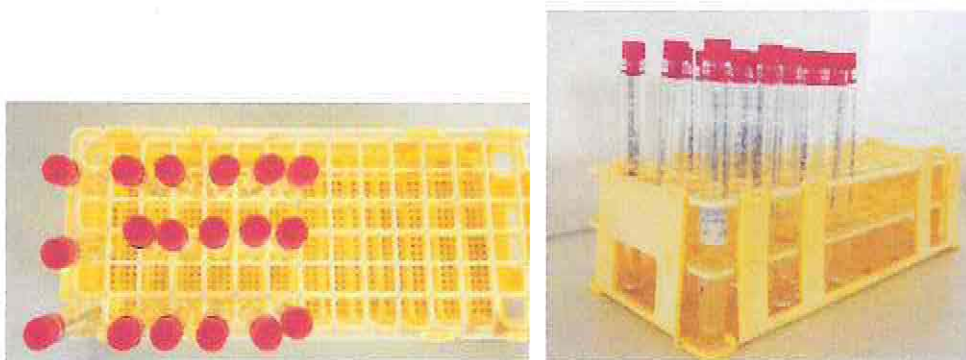


Figura 11. Fotografías tomadas de las diluciones realizadas de las muestras

Después de haber realizado todas las diluciones, con una jeringa de tuberculina estéril, se tomaron 0.1ml de las últimas 3 diluciones (-3; -4 y a la -5) para sembrarlas en un medio de cultivo agar sangre, el cual se dejó incubando en un horno a temperatura de 37°C durante 24 horas. Al día siguiente, se contaron las unidades formadoras de colonias (UFC) con un cuenta colonias.

Para calcular las UFC/ml se utilizó la siguiente ecuación

$$\text{UFC/ml} = \frac{N \text{ de UFC} \times \text{Factor de Dilución}}{\text{ml de muestra sembrada}}$$

Limitaciones del estudio

Tamaño de la muestra: Se seleccionaron 15 pacientes de la Clínica de Endodoncia de la Universidad de Valparaíso debido a que dentro de la lista de pacientes no había mayor número que cumpliera con los requisitos.

Limitaciones de recursos: El estudio no disponía de elementos para poder realizar un estudio en PCR, con la cual se hubiese podido identificar que microorganismos fueron más resistentes a la PBM. Tampoco se pudo realizar cultivo de bacterias anaerobias. Otro alcance es que dado que el origen clonal de una única UFC no es necesariamente una sola célula (por ejemplo, para estreptococos) el análisis basado en UFC puede conducir a una subestimación del número de células reales (Vianna y cols 2006).

Limitaciones externas: falta de cooperación de los pacientes para poder hacer seguimiento de los casos o para entregar información confiable al momento de realizar la anamnesis. Debido a la falta de pacientes no se obtuvo un mayor tamaño muestral para así poder realizar un ensayo clínico.

El estudio se basó en la evaluación de la eficiencia antibacteriana del sistema XP endo Finisher como coadyuvante de desinfección combinado con la irrigación con NaOCl 4.9%.








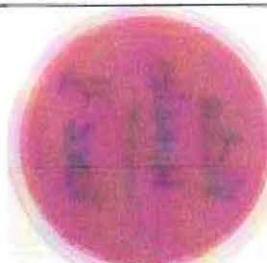
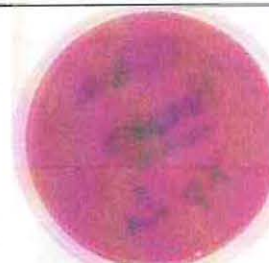
	Pre	Race	XP
Dilución -3			
Dilución -4			
Dilución -5			

Figura 12. Fotografías de las UFC encontradas en un paciente.

En la tabla n°4, se puede observar que el 73,4% de los pacientes era de sexo masculino y el 26,6% de sexo femenino. El promedio de edad de los pacientes fue de 33,5 años. El 33,4% de los dientes eran molares superiores y el 66,6% eran molares inferiores. El diagnóstico periapical era de un 60,1% periodontitis apical sintomática, un 26,6% con periodontitis apical asintomática y un 13,3% con absceso apical crónico.

Sexo	Edad	Diente	Diagnóstico Periapical	UFC Inicial	UFC Race	UFC XP
F	15	3.6	P. Apical asintomática	280	7	1
F	24	4.7	P. Apical asintomática	290	8	0
M	58	3.7	P. Apical sintomática	324	5	0
F	25	2.6	P. Apical sintomática	312	26	3
M	40	4.7	P. Apical sintomática	259	0	7
M	47	1.7	Absceso apical crónico	290	0	40
M	36	3.6	P. Apical sintomática	273	0	1
M	25	2.6	Absceso apical crónico	262	2	0
M	50	1.7	P. Apical sintomática	76	1	0
M	35	4.6	P. Apical sintomática	145	95	1
F	16	3.6	P. Apical sintomática	220	2	0
M	47	2.7	P. Apical sintomática	182	33	0
M	21	4.7	P. Apical asintomática	206	11	0
M	21	4.6	P. Apical asintomática	72	0	5
M	42	3.6	P. Apical sintomática	245	0	5

Tabla IV. Resumen de los datos obtenidos. Sexo, diente, diagnóstico periapical y promedios de UFC en quince pacientes. Inicial: toma de muestra después del acceso al diente necrótico. RACE: toma de muestra después el realizar la preparación biomecánica con el sistema BioRace. RACE + XP: toma de muestra después de utilizar las limas complementarias XP Finisher.

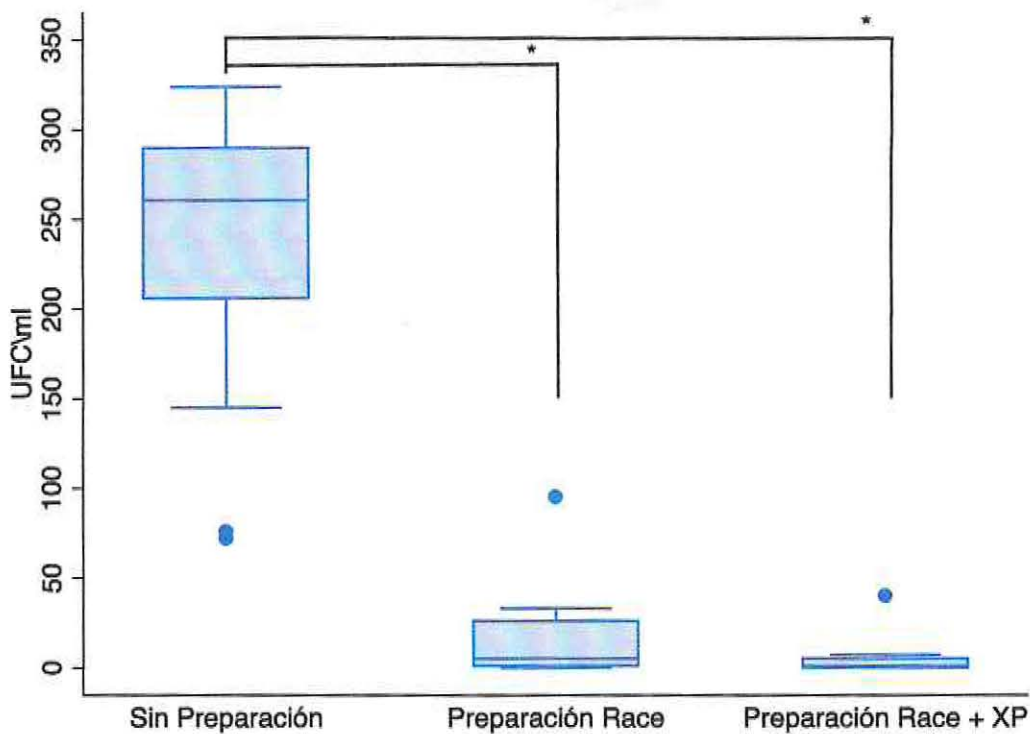


Grafico I. Número de UFC de acuerdo a grupo experimental (n=15).
 * $p < 0.05$ Test de Kruskal Wallis ($p = 0.0083$).

En el gráfico 1 se observa el número UFC de acuerdo a los diferentes grupos experimentales. Se detectó que los conductos sin preparación presentaron significativamente un mayor número de UFC en comparación a los otros 2 grupos experimentales con una mediana de 260.5 IQR 84 ($p < 0,05$). Los conductos tras la preparación biomecánica con el sistema BioRace presentaron un mayor número de UFC en comparación a los mismos conductos tras la utilización de las limas complementarias XP Finisher, 5 IQR 25 vs 1 IQR 5 respectivamente, aunque sin una diferencia significativa ($p > 0,05$).



Varios autores han investigado la irrigación activada con ultrasonido, no así el uso de la lima XP endo Finisher, de la cual hay muy pocos estudios relacionados con la desinfección del conducto radicular. Por lo mismo, es que el propósito de este estudio fue evaluar la eficacia del sistema XP endo Finisher en la desinfección del sistema de conductos de dientes con necrosis séptica, con el fin de buscar una potencial herramienta para la limpieza y desinfección de los conductos, debido a que estos presentan morfologías complejas e irregulares que no son totalmente abarcadas por la preparación biomecánica. El fabricante declara que esta herramienta es especialmente eficaz en la limpieza de cavidades inaccesibles, sin embargo hay pocos estudios publicados que evalúen la eficacia de la desinfección utilizando esta lima como método complementario de la instrumentación biomecánica, y hasta el momento, ninguno de estos estudios se ha realizado de forma in vivo. Hay una serie de estudios que han demostrado la efectividad de varios agentes antimicrobianos contra las bacterias, sin embargo muchos son estudios in vitro que no reflejan el crecimiento de las bacterias dentro del conducto de forma in vivo (Schoop y cols, 2007).

Los resultados obtenidos en esta investigación dan cuenta que el sistema BioRace disminuye en un 93 % la carga bacteriana medida en UFC en relación a la carga encontrada inmediatamente después de realizar el acceso coronario. Si se utiliza la lima XP en Finisher, se obtiene una reducción adicional de un 5,2% (98,2% en relación a la carga después del acceso coronario). Este hallazgo confirma la importancia de realizar la preparación biomecánica combinada con un sistema que mejore la desinfección del sistema de conductos, tal como el uso de las limas XP endo Finisher o Ultrasonido (Sjogren y cols, 1997).

La preparación biomecánica redujo considerablemente el número de UFC, a pesar de que hubo un determinado número de placas que mostraron desarrollo bacteriano. Así mismo, la combinación BioRace + XP endo Finisher mostró una gran reducción de bacterias sin embargo, también se observó crecimiento bacteriano en algunas placas. Estos resultados se pueden deber a que quizás el tiempo de activación de la lima, que fue en total 1 minuto dentro del conducto, fue insuficiente; a pesar de que se siguieron las instrucciones del fabricante. Además uno de los alcances de la metodología del estudio fue la sensibilidad de la técnica, debido a que se tomó las muestras in situ, por lo que el riesgo de contaminación de la lima es alto.

Se utilizó una técnica de cultivo microbiano en un modelo experimental con toma de muestras in situ, que reproduce con mayor exactitud la situación clínica que los métodos ex vivo o in vitro. En este tipo de estudio se debe tener en cuenta la presencia de los tejidos periradiculares que rodea la superficie de la raíz, la presión de los fluidos en los túbulos dentinarios, y la temperatura del cuerpo, los cuales pueden cambiar los resultados obtenidos respecto a una investigación in vitro. Además añadir la naturaleza

de los estudios con toma de muestra in situ hace que el aislamiento, el acceso, la determinación de la longitud de trabajo, la limpieza y la conformación del sistema de conductos sean más relevantes que en los estudios in vitro. Estos últimos mencionados son capaces de controlar el mal acceso, determinar con precisión las longitudes de trabajo visualizando la punta de las limas en el extremo apical de los dientes sin tener en cuenta la accesibilidad de los dientes o las restricciones de tiempo clínico. Por lo tanto, los estudios in vivo podrían ser clínicamente más relevantes que los estudios in vitro. (Carver y cols, 2007)

Reducción de bacterias e Irrigación

Carver y cols, 2007 encontraron que un minuto de irrigación activada con ultrasonido redujo significativa del recuento de UFC en comparación con las muestras tomadas de los conductos utilizando solo irrigación sin activación del hipoclorito de sodio.

Es importante recalcar el papel del NaOCl como desinfectante durante la limpieza y conformación del sistema de conductos. En el estudio de Machado y cols 2010, se quiso comparar el nivel de desinfección de las preparaciones realizadas mediante el uso del sistema Protaper o MTwo en conductos infectados con *E. faecalis*. Se estudiaron 28 raíces distovestibulares de molares superiores extraídos, se esterilizaron, y luego se contaminaron con un cultivo de *E. faecalis*. Después del período de incubación, se recogieron muestras bacterianas y se sembraron en placas para el análisis de unidades formadoras de colonias (UFC/ml). Las muestras se dividieron en dos grupos, Protaper y Mtwo y se instrumentaron con los respectivos protocolos utilizando agua destilada como irrigante. La reducción bacteriana fue de 81,94% para ProTaper y de 84,29% para Mtwo. No hubo diferencia estadísticamente significativa ($P > 0,05$). El conteo de UFC/ml dio como resultado inicial 7.05×10^5 y 1×10^6 para el grupo Protaper y Mtwo respectivamente, y para el resultado después de la instrumentación con cada sistema 5.2×10^4 para Protaper y $1,2 \times 10^4$ para Mtwo. Estos resultados muestran que a pesar de que con la instrumentación se logra eliminar una gran cantidad de bacterias, existe un porcentaje no menor de bacterias residuales que sin la ayuda de un irrigante desinfectante no se podrían eliminar. A pesar de que en este estudio al ser in vitro los factores estaban controlados, se obtuvo una menor eficacia de desinfección que en el presente estudio, donde se obtuvo una reducción de UFC después de utilizar el sistema Race de 93%. Si a esto le adicionamos el uso de la lima XP endo Finisher, la reducción de UFC aumenta en un 98,2%. Estos mejores resultados se deben a que en el presente estudio se utilizó la irrigación con NaOCl 4,9% y además se activó con la lima XP endo Finisher.

La irrigación en endodoncia tradicionalmente se ha realizado mediante el uso de jeringas monoject, y la mayoría de las publicaciones utilizan este método como control (Gu y cols., 2009, Haapasalo y cols., 2014). Aunque algunos autores han recomendado

un flujo relativamente alto (0,25 ml x 1min con calibre 30G) en protocolos de irrigación a presión positiva (Boutsioukis y cols, 2007, Khan y cols, 2013), en un estudio reciente ex vivo, una irrigación de 4 ml x 1 min utilizando una aguja de calibre pequeño 30 G colocada a 3 mm de la longitud de trabajo, consiguió la máxima eficacia del irrigantes (Park et al. 2013). En el presente estudio, la irrigación pasiva después de utilizar el sistema BioRace se aplicó con una aguja de extremo abierto a 2 mm de longitud de trabajo con 3 ml de NaOCl 4.9%, y con esto se logró reducir el porcentaje de UFC a 93% con una diferencia significativa ($p < 0,05$).

Cohenca y cols 2013 en un estudio in vivo evaluaron la eficacia de la irrigación con presión apical negativa (PAN), presión apical positiva (PAP) e irrigación ultrasónica pasiva (IUP) en la reducción de bacterias intraconducto en dientes de perros con necrosis pulpar y periodontitis apical. Se realizaron recuentos de UFC. Todos los grupos experimentales fueron eficaces en la reducción de bacterias Gram-positivas en comparación con el grupo control ($p < 0,05$). No se encontró diferencia estadísticamente significativa entre PAP y IUP ($p > 0,05$).

Guerreiro-Tanomaru y cols, 2015 en un estudio in vitro evaluaron el efecto de la irrigación pasiva con ultrasonido en comparación con el uso de jeringa de irrigación en la desinfección del conducto radicular infectado con *E. faecales* inmediatamente después de la preparación biomecánica. Los resultados mostraron que hubo una reducción significativa de UFC/ml en ambos métodos (1.41×10^1 ; 0.89×10^1 ; Grupo IUP y IP respectivamente) en comparación al grupo control (7.18×10^1 ; 7.15×10^1 ; Grupo IUP y IP respectivamente). En el presente estudio, el conteo de UFC/ml fue de 2.8×10^7 ; 1.6×10^6 y 4.2×10^5 para la muestra inicial, después de instrumentar con BioRace y después de complementar la PBM con XP endo Finisher respectivamente. La diferencia en los resultados de Guerreiro-Tanomaru y cols respecto a los del presente estudio se puede deber a diversos factores. En primer lugar el protocolo de irrigación fue distinto, ellos irrigaron por 2 minutos con NaOCl 1%, mientras que en este estudio se irrigó con NaOCl 4,9%. El autor señala que eligió esta concentración debido a que según Bhuva y cols, 2010 y Tardivo y cols 2010, el NaOCl 5,25% combinado con la IUP no incrementaba el efecto antibacteriano frente a *E. faecalis*, en comparación con la irrigación manual con esta solución. Otro alcance a este estudio es que se realizó solo una dilución, por lo que consideraron dentro de sus resultados las placas con número mayor a 300 UFC, las cuales en este estudio no se contaron.

Marinho y cols, 2015 evaluaron la efectividad de distintos sistemas rotatorios para eliminar bacterias de los conductos radiculares. Se comparó el sistema Reciproc (VDW) - Mtwo (VDW); ProTaper Universal (Dentsply Maillefer); y Race (FKG Dentaire). Se seleccionaron 40 premolares mandibulares y se contaminaron con una suspensión de *Escherichia coli* durante 21 días; luego se asignaron aleatoriamente a cuatro grupos según el sistema de instrumentación. Se tomaron muestras de bacterias y endotoxinas con un cono de papel estéril antes (s1) y después de la instrumentación (s2). Las técnicas de cultivo determinaron las unidades formadoras de colonias (UFC). Después de la instrumentación, todos los sistemas se asociaron con una reducción altamente

significativa de la carga bacteriana: Reciproc (99,34%) Mtwo (99,86%); ProTaper (99,93%) y FKG Race (99,99%). No se encontraron diferencias estadísticas entre los sistemas de instrumentación con respecto a la eliminación de bacterias y endotoxinas ($P > 0,01$). Estos resultados se asemejan a los obtenidos en nuestro estudio, probablemente debido a que las premolares se inocularon con bacterias antes de ser instrumentados.

Azim y cols. (2016) realizó un estudio in vitro donde evaluó la eficiencia de 4 sistemas de irrigación para eliminar bacterias de los conductos radiculares. Se evaluó la irrigación pasiva con jeringa, Endovac, láser de transmisión foto acústica (PIPS) y la lima XP endo Finisher. Se obtuvo como resultado que los 4 métodos disminuyeron significativamente el número de bacterias, siendo la más efectiva la lima XP. Como alcance a este estudio, el cual fue in vitro, todos los conductos fueron preparados hasta la misma lima maestra 25/04, sin considerar el diámetro inicial del foramen. La preparación biomecánica se realizó antes de que los molares fueran esterilizados y posteriormente inoculados, por lo que los resultados no podrían extrapolarse al ámbito clínico. Además, solo se inocularon con *E. faecalis*, por lo tanto se estaría obviando la naturaleza polimicrobiana predominante en lesiones apicales. Respecto a la irrigación, no señala si la solución irrigadora se fue renovando a medida que se realizaba la PBM y la activación con XP endo Finisher. A diferencia del estudio de Azim y cols. (2016), en el presente estudio se instrumentó el conducto de acuerdo al diámetro apical inicial y se realizó de forma in vivo, por lo que si se estarían evaluando otros microorganismos además del *E. faecalis*. En cuanto a la irrigación, la solución de NaOCl 4,9% se fue renovando mientras se realizaba la PBM, pero al momento de utilizar la lima XP endo Finisher la solución no se renovó; se trabajó con la lima por 1 minuto utilizando solo una cantidad de irrigante en el conducto, por lo que se podría estar disminuyendo el efecto desinfectante.

Bao y cols 2016 evaluó en un estudio in vitro la eficacia de la XP endo Finisher para remover el biofilm comparándola con la irrigación pasiva y con el ultrasonido. Este estudio determinó sus resultados por microscopia electrónica de barrido. Se observó que la lima XP endo Finisher redujo el biofilm en un 99,2% frente a un 98,8% y un 88,4% obtenidos por el ultrasonido y la irrigación pasiva respectivamente ($p < 0,05$). En el presente estudio la reducción bacteriana utilizando la lima XP adicional a la PBM fue de 98,2% ($p < 0,05$), porcentaje que se podría correlacionar con los resultados obtenidos por Bao y cols, 2016. Del estudio de Bao y cols cabe destacar que realizaron la irrigación activada con lima XP endo Finisher en 3 etapas, activándola por 20 segundos con NaOCl 3%, seguido de otro riego de 10 segundos con 0,5 ml de NaOCl 3%. Este ciclo se repitió 3 veces. Esta técnica de recambio de irrigantes probablemente explica los mejores resultados obtenidos respecto al presente estudio. La posible razón puede ser que la solución de irrigante se renueva, eliminando los desechos y biofilm (por ejemplo, aflojada por la agitación de XP), lo que conlleva a que el nuevo irrigante tenga una mayor capacidad para continuar con la desinfección del sistema de conductos (Bao

y cols 2016). Se podría pensar que el efecto desinfectante de la lima XP endo Finisher se debe a la acción mecánica de la lima sobre las paredes, la cual va desprendiendo bacterias y biofilms del conducto radicular, siendo esta la principal razón por la que se cree que la lima XP mejora la desinfección de los conductos radiculares.

Tanto del estudio de Azim y cols 2016 y del estudio de Bao y cols 2016 hay que resaltar que al ser estudios in vitro se utilizó el irrigante a temperatura ambiente, y una de las propiedades descritas por el fabricante de la lima XP endo Finisher es que al ser expuesta a la temperatura corporal, la lima cambia de su fase recta M a una fase A. La forma de la fase A en el medio de rotación permitiría que la lima acceda y limpie las áreas que de otro modo serían imposibles de alcanzar. En el presente estudio este punto referente a la temperatura corporal fue superado.

A pesar de que en el presente estudio se realizó durante el tratamiento a pacientes, se pudo haber realizado las muestras en dos grupo diferentes, un grupo experimental utilizando la lima XP endo Finisher, y un grupo control. De esta manera se puede obtener un nivel de evidencia mayor.

Hasta esta etapa se puede comparar la presente investigación con estudios pasados.

Instrumentación y Smear Layer

El tratamiento del conducto radicular no es sólo matar bacterias, sino también eliminar los residuos celulares (Martin, 1991). Cualquier remanente en el conducto radicular puede ser un riesgo, ya que pueden servir como sustrato para microbios viables presentes en los túbulos dentinarios y así inducir una respuesta inflamatoria del hospedero en los tejidos circundantes. Por ejemplo, la endotoxina liberada (LPS) de bacterias Gram-negativas así como otros productos de degradación bacteriana pueden causar una reacción inflamatoria y reabsorción ósea periapical (Pitts y cols., 1982, Leonardo y cols 2004).

Elnagy y cols 2016 evaluaron la efectividad del sistema XP endo Finisher para remover el barro dentinario después de la preparación biomecánica. Se seleccionaron los conductos mesiales de 70 molares extraídos, se prepararon con el sistema BT-Race (FKG) y se dividieron en 5 grupos (N: 15) de acuerdo a las siguientes técnicas de irrigación: control positivo, sin activación, activación con lima, XP endo Finisher (FKG), y EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialities, Tulsa, OK, USA). Los conductos se evaluaron con microscopia electrónica de barrido. Como resultado se obtuvo que el sistema XP endo Finisher junto con el EndoActivator mostraron reducción significativa de barrillo dentinario respecto a los otros grupos, sin haber diferencia significativa entre ambos ($P > 0.05$)

Leoni y cols 2016 evaluaron la capacidad de cuatro sistemas de irrigación final para eliminar desechos de tejidos duros en las raíces mesiales de molares inferiores usando tomografía micro computarizada. Se examinaron 40 molares extraídos, los cuales fueron instrumentados con sistema Wave One. Los protocolos de irrigación fueron los siguientes: irrigación apical positiva, ultrasónica pasiva, sistema SAF, y sistema XP endo Finisher. Todos los métodos se utilizaron por 2 minutos y con NaOCl 2,5%. Los resultados fueron que en el sistema XP endo Finisher y en la irrigación ultrasónica pasiva hubo mayor porcentaje de reducción de desechos (89.7% y 94.1% respectivamente), obteniendo mejores resultados que con la Irrigación positiva y que con el sistema SAF (45,7% y 41,3%, respectivamente).

Irrigación y capacidad de remover medicación

En el estudio de Wigler y cols 2016, se evaluó la eficacia de la lima XP endo Finisher en la remoción de depósitos de hidróxido de calcio en el tercio apical de la raíz, frente a métodos de irrigación convencional e irrigación activada con ultrasonido. Los resultados mostraron la ineffectividad de la irrigación convencional pasiva con jeringa de irrigación, quedando un 95% de la superficie con depósitos de Ca(OH)_2 , mientras que en los grupos de irrigación activada con ultrasonido quedo un 15% de residuos frente a un 20% del grupo XP- endo Finisher, sin embargo, no hubo una diferencia significativa entre estos dos grupos. Dentro de las desventajas que encontró Wigler y cols., 2016, fue el poco control del operador para lograr contacto de la lima con un área específica del conducto, siendo el tiempo de trabajo el único factor influyente, desventaja que también se encontró en el presente estudio. El tiempo de operación es de 1 minuto, sugerido por el fabricante, no de tiempo de operación más largo.

El estudio más reciente que se ha publicado sobre la lima XP endo Finisher, lo realizó Uygun y cols, 2016. Se comparó la eficacia de XP-endo Finisher y el sistema TRUShape 3D Conforming File de Dentsply con técnicas de irrigación convencionales y ultrasónicas para eliminar el hidróxido de calcio de ranuras artificiales en los conductos de 32 premolares extraídos, los cuales fueron instrumentados con ProTaper Universal hasta F5 (Dentsply Maillefer, Ballagües, Suiza). Los dientes se dividieron longitudinalmente, se prepararon dos ranuras estandarizadas en las porciones apical y coronal y se llenaron con hidróxido de calcio. Cada diente fue re ensamblado con cera. Las muestras se almacenaron a 100% de humedad a 37°C durante 1 semana, después de lo cual las muestras se agruparon y se irrigaron con irrigación pasiva, riego por ultrasonidos y XP-endo mediante irrigación continua o TRUShape 3D Conforming File. La irrigación pasiva tuvo los puntajes más bajos ($p < 0,001$), mientras que la XP-endo, TRUShape 3D conforming File y la irrigación ultrasónica tuvo resultados similares en la eliminación del hidróxido de calcio.

Aunque el presente estudio es innovador al tener una metodología de muestra in situ en pacientes, también tiene diversas limitaciones. Entre ellas la forma en que se toma la

muestra con conos de papel, la cual se restringe generalmente a ser tomadas en el conducto principal, algunas áreas como istmos e irregularidades podrían no ser muestreadas. Además debido a que la muestra con papel no distingue el segmento del conducto radicular, sigue siendo desconocido en que parte del conducto quedan más bacterias. Otra limitación respecto al conteo de unidades formadoras de colonias es que se cultivan solo las células que son viables, pero no hay distinción de que especies se trata, y al ser un estudio de microorganismos aerobios y anaerobios facultativos, se podría subestimar el número total de especies contenidas en el conducto radicular.

CONCLUSIONES

Los hallazgos obtenidos a partir de este estudio con pequeño número muestral concluyen que hay una disminución en la cantidad de UFC al utilizar la lima XP Finisher adicionalmente al sistema BioRace, aunque no es significativo. La tendencia en el número de UFC en la mayoría de placas observadas es hacia cero en los casos XP; los cuales indican que las técnicas son eficaces frente la presencia de microorganismos del conducto radicular.

La presencia de placas con un número variable de UFC por paciente podría estar asociada a bacterias residuales, las cuales podrían ser uno de los principales factores responsables de la enfermedad posterior al tratamiento. Las estructuras bacterianas restantes (ejemplo: proteínas, carbohidratos y lípidos) son también un factor de riesgo ya sea como sustratos para microbios presentes en los túbulos dentinarios o como potenciales estimuladores (Viana 2006).

Debido al poco tiempo de la lima XP endo Finisher en el mercado, aun no es posible realizar comparaciones más veraces de este estudio con otras investigaciones, así como también encontrar metodologías similares; todos los estudios publicados hasta la fecha (6 estudios) son en modelos in vitro y no se refieren a la carga microbiológica residual.

Se podría sugerir a partir de este estudio los siguientes puntos:

- Evaluar si es que incrementando el tiempo de acción de la lima XP endo Finisher dentro del conducto radicular mejora su eficacia en la eliminación de bacterias del conducto radicular.
- Evaluar si la lima XP endo Finisher además de limpiar las paredes del conducto es capaz de aumentar la temperatura del irrigante por el movimiento que posee.
- Comparar el efecto desinfectante de la lima XP endo Finisher frente al uso de ultrasonido.
- Aumentar el número de muestras para obtener un resultado más significativo en estudios futuros.
- Realizar el estudio con un grupo experimental (utilizando la lima XP endo Finisher) y un grupo control.

INTRODUCCIÓN: Se han desarrollado variadas técnicas de activación de la irrigación con el objetivo principal de mejorar la desinfección del conducto radicular. Este estudio de casos clínicos tiene como objetivo evaluar la eficacia del sistema XP endo Finisher en la desinfección de conductos de molares con pulpa necrótica séptica. Estudio in vivo.

METODOLOGIA: Se trataron 15 molares superiores e inferiores in vivo con diagnóstico de necrosis pulpar séptica y lesión periapical. Se tomaron 3 muestras de cultivo bacteriológico. (Inicial) antes de ser instrumentados e irrigados, (RACE) después de haber sido instrumentados a longitud de trabajo con el sistema BioRace e irrigados de forma pasiva con NaOCl 4.9%, (XP) después de utilizar la lima XP endo Finisher como coadyuvante a la irrigación con NaOCl 4.9%. Cada muestra se diluyó 5 veces, sembrando las últimas 3 diluciones de cada muestra. A las 24 horas se contó la cantidad de unidades formadoras de colonias (UFC).

RESULTADOS: La reducción de las poblaciones bacterianas fue altamente significativa en el grupo RACE y XP respecto al grupo Inicial. No hubo diferencias significativas entre las técnicas RACE Y XP.

CONCLUSION: Existe una reducción bacteriana al utilizar la lima XP endo Finisher respecto a solo utilizar el sistema BioRace, aunque la diferencia no es significativa.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Accurso R. (1999) Trabajo especial de grado: Éxito y fracaso en tratamientos de conductos convencionales. Caracas. Universidad Central de Venezuela.
- Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA, Wilson RF, (1990): Effectiveness of ultrasonic files in the disruption of root canal bacteria. *Oral Surg Med Oral Pathol*, 09:70(3)328-32.
- Alves FR, Rocas IN, Almeida BM, Neves MA, Zoffoli J, Siqueira JF. (2012): Quantitative molecular and culture analyses of bacterial elimination in oval-shaped root canals by a single-file instrumentation technique. *Int Endod J*, Sep; 45(9):871-7
- Andrabi (2012) "An In Vitro SEM Study of the Effectiveness of Smear Layer Removal of Four Different Irrigations". *Iranian Endodontic Journal*; Jul (4): 171-176.
- Azim A, Aksel H, Zhuang T, Mashtare T, Babu JP, Huang GT.(2016): Efficacy of 4 Irrigation Protocols in Killing Bacteria Colonized in Dentinal Tubules Examined by a Novel Confocal Laser Scanning Microscope Analysis. *J Endod*. Jun; 42(6):928-34
- Baugh D, Wallace J. (2005) The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. *J Endod*. May; 31(5):333–340.
- Bao P, Shen Y, Lin J, Haapasalo M. (2016) In Vitro Efficacy of XP-endo Finisher with 2 Different Protocols on Biofilm Removal from Apical Root Canals. *J Endod*. 2016 Dec 7.
- Briceño M, El-Sayed MA, Willershausen-Zonnchen B. (2004): Morphology of the physiological foramen: I. Maxillary and mandibular molars. *J Endod*. ;30(5):321–8
- Bhuva B, Patel S, Wilson R, Niazi S, Beighton D, Mannocci F (2010). The effectiveness of passive ultrasonic irrigation on intraradicular *Enterococcus faecalis* biofilms in extracted single-rooted human teeth. *Int Endod J*; 43:241-250.
- Bystrom A, Sundqvist G (1981) Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scandinavian Journal of Dental Research* 89, 321–8.
- Bystrom A, Sundqvist G. (1985): The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J*. 18(1):35-40
- Carabelli, (1844) *Systematisches Handbuch der Zahnheilkunde*, *Systematisches Handbuch der Zahnheilkunde* (2nd ed.), Braumuller und Seidel, Vienna, p. 114.

Carver K, Nusstein J, Reader A, Beck M.(2007) The in vivo antibacterial efficacy of ultrasound after hand and rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod.* 33(9): 1038-1043

Carrasco R, Román R, Ojeda M & Vergara C (2015). Sonic versus ultrasonic activation for the cleaning of the root canal after post space preparation: an in vitro study. *J Oral Res*; 4(4):255-262.

Clarkson, R. M., & Moule, A. (1998). Sodium hypochlorite and its use as an endodontic irrigant. *Australian dental journal*, 43(4), 250-256

Cohen, S. y Hargreaves, (2008) K., "Vías de la pulpa", 9° Edición, España. Editorial Elsevier, , pp 152-238

Cohenca N, Silva L, Silva R, Nelson-Filho P, Heilborn C, Watanabe E, Saraiva MC, . (2013) Microbiological evaluation of different irrigation protocols on root canal disinfection in teeth with apical periodontitis: an in vivo study. *Braz Dent J*24(5):467-73

Czonstkowsky M, Wilson EG, Holstein FA (1990). "The smear layer in endodontics". *Dental Clinics of North America* 34, 13–25.

Dummer PM, McGinn JH, Rees DG. (1984) The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *Int Endod J.* 17(4):192–8

Eick JD, Wilko RA, Anderson CH, Sorensen SE (1970). "Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe". *Journal of Dental Research* 49(Suppl), 1359–68.

Elnaghy A, Mandorah A, Elsaka S. (2016) Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. *Odontology*. May 20.

Fan B, Yang J, Gutmann JL, Fan M. (2008): Root canal systems in mandibular first premolars with C-shaped root configurations. Part I: Microcomputed tomography mapping of the radicular groove and associated root canal cross-sections. *J Endod.* 34(11):1337–41.

Fraser JG (1974) Chelating agents: their softening effect on root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 37, 803–11.

Fujii, R., Saito, Y., Tokura, Y., Nakagawa, K. I., Okuda, K., & Ishihara, K. (2009). Characterization of bacterial flora in persistent apical periodontitis lesions. *Oral microbiology and immunology*, 24(6), 502-505.

Guerreiro-Tanomaru J, Chávez-Andrade G, Batista de Faria N, Watanabe E, Tanomaru-Filho M, (2015) Effect of Passive Ultrasonic Irrigation on *Enterococcus faecalis* from Root Canals: An Ex Vivo Study, *Braz. Dent. J.* vol.26 no.4

Graunaite, I., Lodiene, G., & Maciulskiene, V. (2012). Pathogenesis of apical periodontitis: a literature review. *Journal of oral & maxillofacial research*, 2(4), e1.

Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, Lin PS (1981). "The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study". *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 52, 197–204.

Gutiérrez Pérez JL, Perea Pérez EJ, Romero Ruiz MM, Girón González JA. (2004) Infecciones orofaciales de origen odontogénico. *Med Oral* 9:280-7.

Harrison, A. J., Chivatxaranukul, P., Parashos, P., & Messer, H. H. (2010). The effect of ultrasonically activated irrigation on reduction of *Enterococcus faecalis* in experimentally infected root canals. *International Endodontic Journal*, 43(11), 968-977.

Hulsmann M., Schade M., Schafers F. (2001): A comparative study of root canal preparation with HERO 642 and Quantec SC rotary Ni-Ti instruments. *Int. Endod. J.* 34:538–546.

J. Abarca, C. Zaror, H. Monardes, V. Hermosilla, C. Muñoz, M. Cantin. (2015) Morphology of the Physiological Apical Foramen in Maxillary and Mandibular First Molars. *Int J Morphol.* Author manuscript; available in PMC Apr 29.

Kenneth M. Hargreaves, Louis.H. Berman, Stephen Cohen. (2011). *Cohen vías de la pulpa.* ed 10, España: Elsevier.

Kimura Y, Yonaga K, Yokoyama K, Kinoshita J, Ogata Y, Matsumoto K (2002) Root surface temperature increase during Er: YAG laser irradiation of root canals. *Journal of Endodontics* 28, 76–8

Leonardo MR, Silva RAB, Assed S, Nelson-Filho P (2004) Importance of bacterial endotoxin (LPS) in endodontics. *Journal of Applied Oral Science* 12, 93–8.

Leonardo, M(2005): *ENDODONCIA: Tratamiento de conductos radiculares*, Tomo I. Editorial artes médicas latinoamericanas,

Leoni G, Versiani M, Silva-Sousa Y, Bruniera J, Pécora J, Sousa-Neto M (2016): Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. *Int Endod J.* Mar 18

Liapatas S, Nakou M, Rontogianni D. (2003): Inflammatory infiltrate of chronic periradicular lesions: an immunohistochemical study. *Int Endod J.* Jul; 36(7):464-71.

Liébana, J. (2002): *Microbiología oral*, 2° Edición, McGraw-Hill-Interamericana, Madrid

Lilley J.D. (1985): Instrumentation. *International Endodontic Journal*. January

Machado M, Sapia L, Cai S, Martins G, Nabeshima C (2010) Comparison of two rotary systems in root canal preparation regarding disinfection. *J Endod.*36(7):1238-40.

Marinho A, Martinho F, Gonçalves L, Rabang H, Gomes B (2015) Does the Reciproc file remove root canal bacteria and endotoxins as effectively as multifile rotary systems? *Int Endod J.* 48(6):542-8

Martin H (1991): Cleanliness, disinfection, and sterilization of the root canal. *Current Opinion in Dentistry* 1, 734–6.

Martos J, Lubian C, Silveira LF, Suita de Castro LA, Ferrer Luque CM (2010) Morphologic analysis of the root apex in human teeth. *J Endod.* 36(4):664–7.

McComb D, Smith DC (1975). "A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures". *Journal of Endodontics* 1,238–42.

Metzger Z. (2000) Macrophages in periapical lesions. *Endod Dent Traumatol.* 16(1):1-8.

Mohammadi, Z., Jafarzadeh, H., & Shalavi, S. (2014). Antimicrobial efficacy of chlorhexidine as a root canal irrigant: a literature review. *Journal of oral science*, 56(2), 99-103.

Mohammadi, Z., Shalavi, S., Giardino, L., Palazzi, F., & Asgary, S. (2015). Impact of Ultrasonic Activation on the Effectiveness of Sodium Hypochlorite: A Review. *Iranian endodontic journal*, 10(4), 216.

Mondragón, J. D. (1995) "Endodoncia". México: Nueva Editorial Interamericana. Primera Edición. 109-125 p.

Morfis A, Sylaras SN, Georgopoulou M, Kernani M, Prountzos F. (1994) Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology.* 77(2):172–6.

O'Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC. (2000) A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *J Endod* (26):739-44.

Ørstavik D, Kerekes K, Molven O (1991) Effects of extensive apical reaming and calcium hydroxide dressing on bacterial infection during treatment of apical periodontitis-a pilot study. *International Endodontic Journal* 24, 1–7.

Park E, Shen Y, Khakpour M, Haapasalo M (2013) Apical pressure and extent of irrigant flow beyond the needle tip during positive-pressure irrigation in an in vitro root canal model. *Journal of Endodontics* 39, 511–5.

Pitts DL, Williams BL, Morton TH (1982) Investigation of the role of endotoxin in periapical inflammation. *Journal of Endodontics* 8, 10–8

Plotino A, Cortese T, Grande N, Leonardi, Di Giorgio G, Testarelli L, Gambarini G. (2016) New Technologies to Improve Root Canal Disinfection. *Brazilian Dental Journal* 27(1): 3-8

Rahimi, S., Janani, M., Lotfi, M., Shahi, S., Aghbali, A., Pakdel, M. V, Ghasemi, N. (2014). A review of antibacterial agents in endodontic treatment. *Iranian endodontic journal*, 9(3), 161-8.

Reynaud af Geijersstam A, Sorsa T, Stackelberg S, Tervahartiala T, Haapasalo M. (2005) Effect of *E. faecalis* on the release of serine proteases elastase and cathepsin G, and collagenase-2 (MMP-8) by human polymorphonuclear leukocytes (PMNs). *Int Endod J.* 38(9):667-77.

Rocas IN, Lima KC, Siqueira JF. (2013) Reduction in bacterial counts in infected root canals after rotary or hand nickel-titanium instrumentation- a clinical study. *Int Endod J.* 46(7):681-7

Ruddle CJ. (2002) Cleaning and shaping the root canal system. In: Cohen S., Burns RC, editors. *Pathway of the pulp.* 8. St. Louis: Mosby-Year Book.

Schilder. (1974): Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 18(2):269-96

Schoop, U, Goharkhay K, Klimscha J, Zagler, M, Wernisch, J, Georgopoulos, A, Sperr, W, Moritz, A (2007) The use of the erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser in endodontic treatment, *J American Dental Association*, 138 (7) 949–955

Silva TA, Garlet GP, Fukada SY, Silva JS, Cunha FQ. (2007): Chemokines in oral inflammatory diseases: apical periodontitis and periodontal disease. *J Dent Res.* 86(4):306-19

Siqueira JF, Rocas IN, Favieiri A, Lima KC. (2000) Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2, 5% and 5, 25% sodium hypochlorite. *J Endod*, 26(6):331-4.

- Siqueira, J., Rôças, I., Alves, F., Santos, K. (2004) Selected Endodontic Pathogens in the Apical Third of Infected Root Canals: A Molecular Investigation. *J Endod* 30:638–43.
- Siqueira JF Jr1, Rôças I. (2008) Root Canal Microbiota of Teeth with Chronic Apical Periodontitis. *J Clin Microbiol.* 46(11): 3599–3606.
- Sjögren U, Figdor D, Spångberg L,(1991) Sundqvist G The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *Int Endod J.* 24(3):119-25.
- Smadi L, Khraisat A. (2007)Detection of a second mesiobuccal canal in the mesiobuccal roots of maxillary first molar teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* Mar;103(3):e77-81
- Soares y Goldberg, (2002) ENDODONCIA: Técnica y fundamentos, Editorial medica panamericana,
- Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. (2006) *Enterococcus faecalis*: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J Endod.* 32(2):93-8
- Takeda FH, Harashima Y, Matsumoto K (1999): A comparative study of the removal of the smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser.*Int Endod J* 32:32-39.
- Tardivo D, Pommel L, La Scola B, About I, Camps J.(2010) Antibacterial efficiency of passive ultrasonic versus sonic irrigation. *Ultrasonic root canal irrigation.* *Odontostomatol Trop* 33:29-35.
- Vertucci FJ. (2005): Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod Top.* 10(1):3–29..
- Violich D. R. Chandler N. P. (2010): “The smear layer in endodontics- a review”. *Int Endod J,* 43, 2-15,
- Wahlgren J, Salo T, Teronen O, Luoto H, Sorsa T, Tjäderhane L. (2002) Matrix metalloproteinase-8 (MMP-8) in pulpal and periapical inflammation and periapical root-canal exudates. *Int Endod J.* 35(11):897-904.
- Weine F.S., Kelly R.F., Leo P.J. (1975) The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *Journal of Endodontics.* 1:255–262.
- Wigler R, Dvir R, Weisman A, Matalon S, Kfir A. (2016).Efficacy of XP-endo finisher files in the removal of calcium hydroxide paste from artificial standardized grooves in the apical third of oval root canals. *International Endodontic Journal*

Wu MK, van der Sluis LW, Wesselink PR. (2003) The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals. *Int Endod J.* 36(3):218-24.

Zehnder, M. (2006) Root canal irrigants. *J Endod* 32:389-398.

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN ODONTOLÓGICA

Título de proyecto: Evaluación de la eficiencia del sistema XP-ENDO FINISHER en la desinfección del sistema de conductos con necrosis pulpar séptica. Estudio in vivo.

Sede donde se realizará el estudio: Clínicas Odontológicas de la Universidad de Valparaíso.

Nombre del paciente:

A usted se le está invitando a participar en este estudio de investigación en odontología. Antes de decidir si participar o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes puntos. Siéntase en absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

Una vez haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento.

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Las infecciones bacterianas juegan un papel importante en el pronóstico del tratamiento de endodoncia. Dada la importancia que tienen estas infecciones en el desarrollo de lesiones en el diente y hueso circundante, la erradicación de bacterias del conducto radicular es de suma importancia, debido a que si no se trata, se crea un depósito de pus en la punta de la raíz y se puede formar un absceso provocando destrucción del hueso de la zona.

Para eliminar las bacterias del conducto es necesario realizar un tratamiento de conducto o endodoncia, el que consiste en extirpar la pulpa enferma que se encuentra al interior del diente. El espacio que queda se limpia, se prepara el interior con diversos instrumentos pequeños, se da forma y se rellena con un material.

A pesar de todos los procedimientos y esfuerzos que realiza el dentista por eliminar la infección del conducto radicular y trabajar todas las zonas al interior del diente, estudios han demostrado que entre un 35-40% de las paredes de la raíz no alcanzan a ser tratadas por los instrumentos, por lo que es necesario complementar este trabajo con irrigación con líquidos desinfectantes, medicación con pastas antibióticas, entre otras medidas. Sin embargo, se ha visto que a pesar de utilizar todos estos métodos, aun

puede quedar bacterias cerca de la punta de la raíz del diente, **perpetuando así la infección.**

OBJETIVO DEL ESTUDIO

A usted se le está invitando a participar en este estudio que tiene como objetivo evaluar el instrumento XP-endo Finisher de la marca FKG para limpiar el interior del diente, como nuevo método de desinfección del conducto.

BENEFICIOS DEL ESTUDIO

Este estudio ayudará a evaluar si el nuevo instrumento XP-endo Finisher mejora la limpieza del conducto radicular, eliminando un mayor número de bacterias, incluso en zonas que los instrumentos convencionales no pueden alcanzar, mejorando así el pronóstico a largo plazo del diente en boca. En lo personal, el tratamiento de endodoncia que usted se realice en la Universidad de Valparaíso tendrá un descuento del arancel y eventualmente también usted se verá beneficiado (a) por la acción de este sistema de última generación.

PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO

Si reúne las condiciones para participar en este protocolo y de aceptar participar se le realizarán las siguientes pruebas y procedimientos:

1. Se completará una ficha clínica indicando su estado de salud general y específica.
2. Se le solicitarán radiografías previas del diente a tratar.
3. Una vez hecho lo anteriormente mencionado, se realizará el ingreso a tratamiento.
4. Para iniciar el tratamiento se anestesiará el diente a tratar, se realizará una perforación en la corona del molar con el objetivo de ingresar al interior de este.
5. Después de retirar la pulpa enferma, se limpia, se agranda y se da forma al interior del diente con ayuda de instrumentos especiales que alcanzan la longitud del diente.
6. Se irrigará con líquidos desinfectantes para eliminar los diversos restos de pulpa que puedan quedar en el interior.
7. Para finalizar el tratamiento, se trabajará al final de la primera sesión con el instrumento XP-endo Finisher de la marca FKG, el cual pretende eliminar un gran número de microorganismos que estén causando la infección.
8. Se tomarán tres muestras de bacterias al interior del diente con ayuda de puntas de papel estéril.

9. Al finalizar la primera sesión se rellenará el conducto con una pasta antibiótica, y encima de esto se obturará con un material provisorio.
10. En la segunda visita, se limpiará nuevamente el interior del diente, y se rellenarán los conductos con un material definitivo. La corona del diente se obturará con un material provisorio, y se realizará la interconsulta a UCEOT para realizarse el tratamiento de la corona de forma definitiva
11. El paso final es colocar una corona u obturación de resina o material metálico sobre el diente para devolverle su forma y aspecto natural.

Observación: los pasos 7 y 8 son los únicos que difieren de un tratamiento convencional. Todos los otros pasos son obligatorios en cualquier endodoncia que se haga en las clínicas UV.

RIESGOS ASOCIADOS AL TRATAMIENTO DE ENDODONCIA

- 1.- Después de la atención y entre una sesión y otra pueden aparecer o aumentar síntomas del proceso infeccioso: aumento del dolor, hinchazón de la cara, etc. que generalmente se alivian con analgésicos, antiinflamatorios y/o antibióticos.
- 2.- Debido al debilitamiento que sufre un diente bajo tratamiento de conducto, variaciones anatómicas, compromiso infeccioso del hueso, calcificación de conductos, trizaduras dentarias u otras situaciones complejas de prever, existe un porcentaje de dientes que sufren accidentes como fractura de instrumentos, paso de material más allá de la raíz, perforaciones dentarias, fracturas dentarias u otras lo que puede modificar el costo del tratamiento, el pronóstico del diente, y la planificación inicial pudiendo ser necesaria la extracción dentaria.
- 3.- Ocasionalmente el diente puede requerir tratamientos adicionales, como procedimientos de cirugía bucal, que significan un costo y riesgos anexos, sin embargo siempre tendrá la oportunidad de decidir la continuidad del tratamiento.
- 4.- Después de terminado el tratamiento puede producirse cambio de coloración del diente, lo que obliga a un tratamiento correctivo estético anexo.
- 5.- Hay pacientes que responden de manera inesperada a la anestesia local: alergia, taquicardia, etc.

He comprendido claramente las explicaciones que se me han entregado, y el profesional que me ha atendido me ha permitido realizar todas las consultas para aclarar todas las dudas que le he planteado.

En caso de urgencia:

Ante cualquiera de las complicaciones antes mencionadas o bien para otras consultas que no hayan sido respondidas en su cita, no dude en contactarnos. Si esto ocurriera fuera de los horarios habituales de consulta el número de teléfono de contacto es:.....

Cuidados e instrucciones post operatorios:

1.- Hasta que la anestesia haya desaparecido, debo ser cuidadoso, para así evitar un posible daño inadvertido a mi labio, lengua o mejilla que estarán insensibles por un par de horas.

2.- Evitar aplicar fuerzas desmedidas a la pieza en tratamiento (alimentos pegajosos (calugas), excesivamente duros o hábitos como comerse las uñas, morder lápices, hielo, etc.).

3.- Si mi tratamiento ha requerido algún medicamento (anti- inflamatorio y/o antibiótico), debo seguir exactamente las indicaciones de la prescripción en cuanto a dosis, frecuencia y días de ingesta incluso si todos los síntomas han desaparecido, especialmente si se trata de antibióticos, incluso si todos los síntomas han desaparecido. De lo contrario, la infección podría reagudizarse o bien crear una resistencia bacteriana al antibiótico.

4.- Entiendo que puedo solicitar que se me repitan las explicaciones sobre este tratamiento en todas las fases de mi asistencia, solo con solicitarlo.

ACLARACIONES

Su decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.

No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.

Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee, aun cuando el investigador responsable no se lo solicite, pudiendo informar o no, las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad.

No recibirá pago por su participación.

En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.

La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores.

Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la carta de consentimiento informado que forma parte de este documento.

Yo _____ Rut: _____

Domiciliado en _____

Declaro que se me ha informado sobre la necesidad y conveniencia de realizar una endodoncia en dos o más sesiones de mis piezas dentarias, con el o los siguientes diagnósticos _____ y

con el respectivo pronóstico del tratamiento:

Además he leído y comprendido que la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo participar en este estudio de investigación. Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Firma del participante o del tutor legal

Fecha:

Esta parte debe ser completada por el investigador:

He explicado al Sr(a): _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda.

Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar este documento.

Firma del investigador

Fecha: