



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA
EN ENDODONCIA

**REINTERVENCIÓN EN ENDODONCIA
ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS**

ALUMNO: Od. María Inés Vautier
DIRECTOR: Esp. Od. Mariana Carvajal
MENDOZA, JUNIO 2020

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer enormemente y en igual medida al equipo docente de la Carrera de Especialización en Endodoncia que hicieron posible alcanzar esta meta brindando generosamente todos sus conocimientos, apoyo y comprensión. A mi directora de tesis, Esp. Od. Mariana Carvajal que me ayudo y guió durante la realización de mi trabajo final.

A mi familia mi principal motivación, a mis padres Martha y Mario, a mis hermanos, a Juan por su colaboración, por su paciencia y ser siempre incondicional, por darme la oportunidad de estar hoy en este lugar, ya que sin ellos esto seria imposible, y por sobre todas las cosas a mi hijo Pedro, por su paciencia y espera en los días de cursado.

A mi grupo de compañeras, mis colegas y amigas y sobre todo a mi compañera de sillón por su ayuda y apoyo incondicional a lo largo de todo el cursado.

A la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Cuyo por brindar la posibilidad de formación y crecimiento profesional.

A todas aquellas personas que de alguna forma han sido participes de este proceso, Gracias.

ÍNDICE

Resumen.....	Pág. 4
Introducción.....	Pág. 6
Caso Clínico.....	Pág. 27
Discusión.....	Pág. 33
Conclusiones.....	Pág. 37
Referencias Bibliográficas.....	Pág. 38

RESUMEN

El fracaso de la terapéutica endodóntica se encuentra relacionado a una variedad de circunstancias. Los factores habituales que pueden relacionarse al fracaso endodóntico son principalmente la persistencia de bacterias, la obturación inadecuada del conducto, la sobreextensión en la obturación, la recontaminación bacteriana, la cual será objeto de esta investigación, la presencia de conductos no tratados, los errores en procedimientos iatrogénicos como un acceso deficiente o con diseño inadecuado, las complicaciones durante la instrumentación tales como escalones, perforaciones o instrumentos separados, entre otros. Existe evidencia científica que los tratamientos endodónticos que poseen restauraciones postendodónticas adecuadas conllevan a resultados significativamente más exitosos en comparación con aquellos que han recibido restauraciones postendodónticas deficientes; éstos últimos mostraban con mayor frecuencia, inflamación perirradicular en comparación con los primeros.

Aunque se ha demostrado que uno de los principales factores en el éxito del tratamiento endodóntico es la calidad de la obturación intraconducto, un sellado impermeable en el área coronal es vital para un pronóstico exitoso del mismo. Sin embargo, con frecuencia se evidencia un sellado coronal inadecuado posterior al tratamiento endodóntico; en consecuencia, los fluidos tisulares ricos en glicoproteínas se filtran en la obturación canalicular, proporcionando un sustrato a los microorganismos restantes, que pueden proliferar y alcanzar un número suficiente para generar o perpetuar una lesión perirradicular. La recontaminación del sistema de conductos ocurre tanto por disolución del sellador como por percolación de saliva en la interfaz entre el sellador y las paredes del conducto radicular y / o entre el sellador y la gutapercha. Asimismo, la exposición de la obturación radicular al medio bucal durante un período de tiempo relativamente corto podría considerarse una indicación para el retratamiento endodóntico. Además, la indicación de la reintervención endodóntica estará relacionada con la integridad del elemento dentario, el tamaño de la destrucción ósea, la calidad técnica del tratamiento previo, la accesibilidad al conducto radicular, los futuros requisitos de la restauración del diente y el costo del tratamiento. En suma, se propone como objetivo de este trabajo, analizar la

recontaminación bacteriana relacionada a los fracasos endodónticos y los procedimientos de reintervención requeridos para su resolución.

INTRODUCCIÓN

La Endodoncia, especialidad de la Odontología reconocida como tal por la Asociación Dental Americana en 1963, estudia la estructura, morfología y fisiología de la pulpa dental y trata las afecciones del complejo dentinopulpar y de la región periapical (Rodríguez-Niklitschek & Oporto V, 2014). La infección bacteriana del conducto radicular es la causa principal de la patogénesis endodóntica. El objetivo de los tratamientos endodónticos es lograr un minucioso desbridamiento y limpieza del sistema de conductos radiculares, lo cual incluye la eliminación de los tejidos duros y blandos infectados, el acceso adecuado de las sustancias de irrigación y desinfección hasta el tercio apical y la creación de un espacio canalicular adecuado y conformado para su posterior obturación. El desbridamiento o limpieza consiste principalmente en la eliminación del tejido necrótico y en la reducción de bacterias. Para que la endodoncia sea exitosa, la reducción o la eliminación de bacterias sigue siendo el objetivo principal en la preparación endodóntica (Cunningham *et al.*, 1982). En cuanto a la obturación su propósito es sellar el sistema de conductos previamente limpiado, conformado y desinfectado para prevenir su reinfección. Por lo tanto, una buena obturación tendrá como función principal prevenir la filtración coronal de microorganismos y también evitar la filtración de los fluidos periapicales o periodontales al sistema de conductos. Luego de ser realizada la endodoncia se pretende, histológicamente, una reparación completa de las estructuras periapicales con ausencia de células inflamatorias. Radiográficamente, la curación completa de la lesión ósea periapical existente y la apariencia normal de la lámina dura por un período de 6 meses a 24 meses, definirá el éxito (Prada *et al.*, 2019).

Está comprobado que el pronóstico del tratamiento está relacionado con la calidad del sellado radicular; sin embargo, mantener un efectivo sellado coronal y colocar una apropiada restauración coronal son actualmente considerados componentes esenciales en la evaluación del éxito del tratamiento endodóntico (Gupta *et al.*, 2013). El éxito se define como tal cuando el diente tratado no presenta síntomas y/o signos clínicos o radiográficos, cuando mantiene la salud apical o cuando la lesión apical existente antes del tratamiento ha disminuido su tamaño o desaparecido, la desaparición de inflamación y fístulas, si existieron antes del tratamiento, así como el mantenimiento

del diente funcional y firme en su alveolo. Y es considerado como fracaso cuando el diente presenta sintomatología, desarrolla una lesión apical o esta ha aumentado de tamaño (Olcay *et al.*, 2018).

Por otra parte, la tasa de éxito de los tratamientos endodónticos ha sido ampliamente estudiada y hay una marcada variación en cuanto a la capacidad de los operadores para lograr resultados exitosos (Tabassum & Khan, 2016). Los avances, las técnicas de asepsia y los principios de preparación y obturación de conductos radiculares han permitido incrementar las tasas de éxito del tratamiento endodóntico, sobre todo en los casos en los que se logra buen sellado apical; sin embargo, existen problemáticas posteriores que derivan en retratamientos, dependientes sobre todo de variaciones anatómicas y otras condicionantes que complican la terapia (Rodríguez-Niklitschek & Oporto V, 2014). El tratamiento endodóntico de primera instancia, es bastante predecible por naturaleza con tasas de éxito reportadas de hasta 86-98% (Song *et al.*, 2011). Un estudio informó que cuando se obtenían buenas restauraciones postendodónticas el resultado era significativamente más exitoso en comparación con elementos con tratamientos de buena calidad (80 vs 75.7%), mientras que las restauraciones postendodónticas deficientes, arrojaban más casos de inflamación perirradicular en comparación con endodoncias de mala calidad (30.2 vs 48.6%) (Ingle, 2008).

Asimismo, debe tenerse en cuenta que también el éxito o fracaso final de la terapéutica de conductos puede ser debido a varios factores. Para la revisión y evaluación clínica del diente tratado mediante endodoncia, se deben considerar los fracasos debidos a la condición pulpo-periapical previa, relacionados con la compleja anatomía del diente y los sistemas de conductos, así como también los errores dentro la técnica del tratamiento. Frente a todos los factores que pudieran afectar la terapia, se reconocen los aspectos anatómicos como los de más difícil control, por lo que resulta importante que el odontólogo conozca la anatomía del diente a tratar y sus posibles variaciones (Rodríguez-Niklitschek & Oporto V, 2014).

Los factores habituales que pueden atribuirse a la falla endodóntica son: persistencia de bacterias (intrarradicular o extrarradicular); obturación inadecuada del conducto (conductos mal conformados y limpiados); sobreextensiones de materiales de obturación; recontaminación bacteriana por un sellado coronal incorrecto lo cual será

nuestro objeto de investigación; canales no tratados (tanto principales como accesorios); errores de procedimiento iatrogénicos como acceso deficiente o deficiente diseño de cavidad; complicaciones de la instrumentación ya sea: escalones, perforaciones o instrumentos separados (Tabassum & Khan, 2016).

Igualmente, hay situaciones en las que los conductos radiculares sellados puede contaminarse desde la cavidad bucal como ocurre en filtraciones a través de materiales de restauración temporales o permanentes; fractura o pérdida de la restauración; fractura de la estructura del diente; caries recurrentes que exponen el material de relleno de la raíz; o retraso en la aplicación del material de restauración definitivo. En estas circunstancias, si el relleno de la raíz no impide la filtración de la saliva, los microorganismos pueden invadir y recolonizar el sistema de canales (Nair *et al.*, 1990). De igual forma, cuando se completa la obturación del conducto radicular, se aplica una restauración coronal temporal hasta la colocación de la restauración permanente. Dado que los cementos temporales son solubles en agua y tienen baja resistencia a la compresión, la restauración temporal debe reemplazarse lo antes posible con la restauración definitiva (Bayram *et al.*, 2013). Aunque se ha demostrado que el principal factor en el éxito de la endodoncia es la calidad de obturación intraconducto, un sello impermeable en el área coronal es vital para un pronóstico exitoso de una endodoncia. La presencia de la restauración coronal ayuda a proteger el diente tratado endodónticamente y el sistema de canales radiculares de filtración coronal y reinfección, y se define como adecuada cuando se mantiene íntegra en cuanto a anatomía y función, así como el ajuste a los márgenes cavitarios, sin presentar caries (Tandra Das & Pradeep, 2016). Una restauración coronal bien sellada es esencial después de la finalización de la obturación ya que evitaría ingreso de cualquier microorganismo presente en el ambiente (Bayram *et al.*, 2013). Por lo cual una filtración coronal es considerada un factor potencial de fallo endodóntico. La problemática fundamental es que, en un gran número de casos, el sellado coronal es inadecuado; por lo tanto, los fluidos tisulares ricos en glicoproteínas se filtran en el conducto radicular, proporcionando un sustrato a los microorganismos restantes, que pueden proliferar y alcanzar un número suficiente para generar o perpetuar una lesión perirradicular (Tandra Das & Pradeep, 2016).

La recontaminación del sistema de conducto radicular por filtración coronal ocurre por disolución del sellador por saliva; percolación de saliva en la interfaz entre el sellador y las paredes del conducto radicular (particularmente si hay una capa de frotis presente) y / o entre el sellador y la gutapercha (Siqueira *et al.* 1999). Clínicamente, es imposible determinar si todo el sistema del conducto radicular se vuelve a contaminar después de la exposición a la saliva. Por lo tanto, desde un punto de vista clínico, la exposición coronal de la obturación del conducto radicular a la saliva durante un período de tiempo relativamente corto podría considerarse una indicación para el retratamiento. (Siqueira Junior *et al.*, 2018).

En referencia a los microorganismos presentes en el conducto radicular, éstos pueden aislarse como células planctónicas, suspendidas en la fase líquida del conducto radicular y en forma de agregados o congregaciones adheridas a las paredes de los conductos radiculares, dando lugar a varias capas de biopelículas. Las biopelículas son un modelo de crecimiento bacteriano donde las células sésiles interactúan para formar comunidades dinámicas unidas a un sustrato sólido y ubicadas en una matriz de sustancias poliméricas extracelulares. Los microorganismos que viven en la misma comunidad deben tener las siguientes características: capacidad de autoorganizarse, homeostasis (resistencia a las alteraciones del entorno en el que viven), sinergia (ser más eficaz en grupos que aislados) y la capacidad de responder a los cambios como una unidad en lugar de como individuos (Narayanan, 2010).

Ahora bien, para sobrevivir en un conducto sellado, los microorganismos deben poder resistir las medidas de desinfección intracanal tanto a la preparación quimiomecánica como a los irrigantes y deben adaptarse a un entorno con poca disponibilidad de nutrientes. Por lo tanto, solo las pocas especies que tienen estas habilidades pueden estar involucradas en el fracaso del tratamiento endodóntico (Sjögren & Sundqvist, 1987). Además, las bacterias ubicadas en áreas como deltas apicales, istmos, canales laterales, irregularidades y túbulos dentinarios, a menudo pueden no ser removidas en la endodoncia y es probable que el suministro de nutrientes de las bacterias permanezca sin cambios después del tratamiento. En contraste, las bacterias no podrán sobrevivir si el sustrato se reduce drásticamente o si el relleno de la raíz no permite que las bacterias accedan a los tejidos perirradiculares. Sin embargo, las especies de bacterias resistentes sobrevivirán. (Prada *et al.*, 2019)

En suma, la patogénesis de las infecciones endodónticas persistentes se asocia con la presencia de comunidades de biopelículas microbianas que interactúan con las células huésped y desencadenan una respuesta inflamatoria e inmune (Madison *et al.*, 1987). Las comunidades persistentes de biopelículas microbianas formadas en las paredes de la dentina o en el cemento extrarradicular son difíciles de eliminar en parte debido a su alta tolerancia / resistencia a las defensas del huésped y a los antimicrobianos; estas comunidades microbianas están compuestas principalmente por bacterias anaerobias facultativas grampositivas (Sundqvist *et al.*, 1998). *Streptococcus*, *Lactobacillus* y *Actinomyces* son ejemplos de especies que se consideran habitantes normales de la cavidad oral y que también se han aislado de los dientes endodonciados con periodontitis apical, aunque también se han encontrado otras especies no orales como *Enterococcus faecalis* con una frecuencia relativamente alta (de Paz, 2007). Hay dos procesos ecológicos principales a tener en cuenta que podrían afectar la composición y la función de la microbiota posterior al tratamiento (Bte & Abdul, 2015). El primer proceso ocurre directamente después o durante el tratamiento del conducto radicular, donde la aplicación de soluciones antibacterianas, irrigantes o medicación intraconducto, modificarían la flora presente y el segundo proceso comprende la resiliencia de la comunidad restante, donde los factores adaptativos fisiológicos juegan un papel crucial para establecerse como una comunidad microbiana resistente (de Paz, 2007). Está comprobado que las bacterias se asocian en forma de biopelículas como un mecanismo clave relacionado con la supervivencia microbiana, y su estudio ha llevado a comprender su participación en la patogenia de las infecciones endodónticas (Yamaguchi *et al.*, 2018). Por ello es que las bacterias agrupadas en las biopelículas también son menos susceptibles a la acción de los antibióticos, lo que puede contribuir al desarrollo de infecciones crónicas y recidivas (Siqueira *et al.*, 1999).

En el ecosistema oral, la deposición de componentes salivales proporciona un conjunto de moléculas receptoras que son reconocidas principalmente por los primeros colonizadores, como *estreptococos* y *actinomicas* (Kolenbrander *et al.*, 2010). Los colonizadores secundarios se agregan conjuntamente a las células adheridas después de que los primeros colonizadores se hayan adherido irreversiblemente a las superficies. En los conductos radiculares infectados, la presencia de *fusobacterias* se ha informado ampliamente y se ha relacionado con la aparición de casos con los

síntomas inflamatorios más graves. En tales casos, se encontraron *fusobacterias* en combinación con organismos altamente proteolíticos, *Prevotella* y *Porphyromonas*. Por lo tanto, es probable que los receptores de superficie de las *fusobacterias* promuevan la colonización de estos patógenos proteolíticos en los conductos radiculares.

Asimismo, la presencia de *E. faecalis* en los conductos radiculares infectados después del tratamiento ha recibido mucha atención, ya que este es un organismo que muestra, entre otras capacidades interesantes, una alta tolerancia al pH alcalino (Sundqvist *et al.*, 1998) *E. faecalis* ha sido aislado de la presentación de dientes que presentaron infecciones posteriores al tratamiento con prevalencia del 24% y 70% en estudios que utilizan métodos tradicionales de técnicas basadas en cultivo [4–7, 25, 26] y entre 66 y 77% cuando se aplicaron métodos moleculares (Hancock *et al.*, 2001)

De esta manera, la mayor tasa de supervivencia de las bacterias es una de las causas fundamentales del fracaso del tratamiento endodóntico y el motivo por el que las infecciones crónicas se presentan como un desafío complicado (Nair *et al.*, 1990). Para comprender los mecanismos por los cuales las bacterias sobreviven, es importante diferenciar dos conceptos principales: resistencia y tolerancia. La resistencia comprende los mecanismos que las bacterias ejercen específicamente en presencia de antimicrobianos y que tienen como objetivo inactivarlas, e incluyen la limitación física de que los antimicrobianos alcancen su objetivo (por ejemplo, baja difusión a través de la matriz de biopelículas) y la alteración del objetivo de modo que el antimicrobiano ya no lo reconozca (por ejemplo, la modificación de los receptores celulares). La tolerancia es fundamentalmente diferente, ya que no afecta la capacidad del antimicrobiano para interactuar con su objetivo (Bayles, 2007).

Sin embargo, está claro que una parte de la microbiota especialmente aquellas que están profundamente asentadas en áreas difíciles de alcanzar y que forman biopelículas multiespecies, pueden resistir y seguir siendo viables después del tratamiento con antimicrobianos. La microbiota posterior al tratamiento comprende un subconjunto de especies que tienen una alta tolerancia a los cambios ambientales provocados por los antimicrobianos, la falta de nutrientes y las células inmunes del huésped (Rodrigues *et al.*, 2015).

Se ha demostrado también que la preparación mecánica con irrigantes sin efectos antimicrobianos puede reducir significativamente los recuentos bacterianos intracanales (Clark Dalton *et al.*, 1998). Sin embargo, se ha demostrado que el uso de irrigantes antimicrobianos mejora significativamente la desinfección durante la preparación del conducto radicular (Siqueira *et al.*, 1999).

En consecuencia, la instrumentación y la irrigación deberían, en la medida de lo posible, inactivar las biopelículas para hacer que los microorganismos sean más susceptibles al efecto antiséptico del irrigante. Uno de los requerimientos es llegar a áreas que no pueden ser accesibles a los instrumentos. Por lo tanto, la baja tensión superficial es una propiedad importante. El irrigante debe ser capaz de tornar inviable o al menos inactivar permanentemente la microbiota dentro del sistema de conductos radicular. Al mismo tiempo, el agente debe ser mínimamente tóxico y no causar daño tisular si entra accidentalmente más allá del sistema de conductos radicular, es decir en la zona del periápice. Dependiendo del dispositivo de irrigación utilizado, la solución es, más o menos, capaz de alcanzar la longitud de trabajo sin penetrar en el área periapical (Svensater & Bergenholtz, 2004).

Posteriormente, luego de diagnosticado el fracaso endodóntico y analizado sus agentes causales se hace necesaria la evaluación de las opciones terapéuticas. (Swedish Council on Health Technology Assessment, 2012). Ello dependerá prácticamente del estado y pronóstico del elemento, el tamaño de la destrucción ósea, la calidad técnica del tratamiento previo, la accesibilidad al conducto radicular, los futuros requisitos de la restauración del diente, el costo del tratamiento, las preferencias del paciente, la atención que se le pueda brindar (Del Fabbro *et al.*, 2016). La primera opción consiste en dejar que el proceso siga su curso, explicándole al paciente el curso de la enfermedad y sus consecuencias, la decisión de realizar la exodoncia en cuyos casos el pronóstico del elemento es malo, o es imposible de realizar la restauración correspondiente, y si la opción del paciente es conservar el elemento dentario, existen tratamientos quirúrgicos o no quirúrgicos, o la combinación de ambos. Las opciones quirúrgicas se basan en raspados perirradicular, apicectomía, hemisección o reimplantación intencional. (Guide, 2008a); por consiguiente, la decisión entre la intervención quirúrgica o no, depende exclusivamente del caso al que nos enfrentemos. Los índices indican que la curación en la intervención no quirúrgica oscila entre 4 y

98%, cuando fueron combinados ambos procedimientos el 80% de éxito, mientras que cuando solo se ha realizado la intervención quirúrgica el éxito es menor rondando solo el 59% (Guide, 2008b).

Por lo general, el retratamiento no quirúrgico suele ser la opción más elegible, ya que es un procedimiento menos invasivo, con un postoperatorio más corto, y proporciona un mayor beneficio con mínimo riesgo, aunque suele llevar un poco más de tiempo y costo que el tratamiento por primera intención. La principal diferencia entre el tratamiento no quirúrgico de la enfermedad endodóntica primaria y el de la enfermedad postratamiento es la necesidad de recuperar el acceso al tercio apical del conducto radicular del diente tratado previamente. Con posterioridad, todos los principios del tratamiento endodóntico son aplicados a la reintervención endodóntica (limpieza, conformación, y obturación definitiva). Resumidamente, deben llevarse a cabo la apertura cameral, la eliminación de todo el material de obturación y las obstrucciones del conducto, el logro de la longitud de trabajo correcta para entonces proceder a realizar la correcta limpieza y conformación del conducto (Nair *et al.*, 1990).

A partir de lo antes expresado, el retratamiento no quirúrgico desafía al clínico a repetir un procedimiento que ya se ha realizado pero con un estándar y un beneficio más alto para el paciente (Bergenholtz, 2016). Por lo general una pieza dental endodonciada previamente suele tener una restauración coronal grande o una corona artificial. El estado de la restauración coronal debe evaluarse por varias razones ya que por los espacios entre el material de obturación y la dentina o las lesiones cariosas pueden ser la fuente de periodontitis apical persistente a través de los mecanismos de filtración coronal (Main *et al.*, 2004).

Seguidamente, el inicio de la reintervención endodóntica requiere la eliminación de la restauración coronal existente para obtener acceso al sistema del conducto radicular y esto puede incluir la eliminación ya sea de una restauración plástica, rígida o bien de la presencia de un poste cementado dentro del mismo conducto. La eliminación de cualquiera de estos elementos requiere cuidados y técnicas especiales para prevenir fractura o perforación de la raíz, por lo cual se han recomendado una serie de técnicas e instrumentos para la remoción de los mismos. Dependiendo del material o tipo de restauración que se encuentre presente se debe tener como opción para su remoción,

un extractor de postes, la técnica de Masserann, pinzas hemostáticas, fresas para perforación y el uso de sistemas de ultrasonido (Hülsmann M, 1993).

La instrumentación ultrasónica se introdujo originalmente en endodoncia en 1957, desde entonces se han recomendado instrumentos ultrasónicos para la limpieza y conformación de canales, eliminación de conos de plata, objetos y pastas del espacio del conducto radicular; eliminación de postes, obturación y preparación del extremo de la raíz durante la cirugía. Ante la introducción de los sistemas de ultrasonidos, éstos han sido usados en diversos procedimientos de endodoncia (Gaffney *et al.* 1981). Para la remoción de materiales restauradores como amalgama, resina compuesta y ionómero de vidrio, los insertos diamantados esféricos y en forma de bala son perfectos para esta finalidad, proporcionan un alto nivel de control y permiten un abordaje más conservador cuando se comparan con las fresas (Hülsmann M, 1993). Garrido, (2004) ha demostrado la eficacia de los ultrasonidos para eliminar postes, ya que la vibración ultrasónica quiebra la línea de cementación entre el perno y las paredes del conducto, facilitando su remoción, la cual es llevada a cabo por medio de distintos protocolos, según el caso a tratar, en donde se puede obtener mediante la colocación de la punta diamantada en la interfaz diente perno, o mediante perforación del muñón y su posterior activación de la punta ultrasónica, en la cavidad previamente realizada. Una vez removida la restauración, el examen coronal implica la inspección del piso de la cámara pulpar, en pos de diagnosticar la posible presencia de conductos obturados o istmos no tratados (Vertucci, 1984) así como también perforaciones previas. En consecuencia, el pronóstico dependerá del daño creado al periodonto y la posibilidad de sellar con éxito el área de perforación (Krupp *et al.*, 2013). Es necesario también, evaluar el tipo de material de obturación utilizado previamente. Hay muchos tipos diferentes de materiales, sin embargo, en la mayoría de los casos, se encuentra sellador junto con un núcleo de gutapercha. Pero a veces solo se han utilizado selladores o cementos. Es posible que también se hayan utilizado materiales básicos distintos de la gutapercha, como puntas de plata o postes. La coloración de los dientes a veces puede dar una pista sobre qué materiales se han administrado (Schwandt & Gound, 2003).

La preparación de acceso debe dar visibilidad y fácil acceso a los conductos radiculares y también permitir una remoción completa de los residuos de tejido pulpar y microorganismos. Al mismo tiempo, se debe tener cuidado para no eliminar demasiado

tejido dental. La cavidad de acceso debe ser lo suficientemente grande como para que el operador pueda ver e introducir los instrumentos en el conducto radicular con un "acceso en línea recta" (Lin *et al.*, 2014). Los instrumentos deben poder actuar libremente sin tocar las paredes de la cavidad. Si toca en las paredes de la cavidad durante la instrumentación, los instrumentos cónicos se transportarán dentro del conducto radicular y existe el riesgo de crear un escalón o fractura del instrumento (Molander *et al.*, 2007). Una vez que hemos accedido es relativamente fácil encontrar la entrada a los conductos, ya que por lo general se puede observar la gutapercha en su interior, se procede a explorar los conductos con el explorador endodóntico, y luego a la remoción de la misma con instrumental, el cual si el conducto no ha sido correctamente obturado, puede ser retirada fácilmente por instrumental manual (Limas H), si no es posible la remoción a través de la instrumentación puede hacerse uso de diferentes disolventes. El objetivo es eliminar el material de obturación de la raíz junto con tejido pulpar necrótico y / o microorganismos que puedan haber quedado atrapados, y así acceder y permitir un desbridamiento químico mecánico de la biopelículas persistente (Ng *et al.*, 2008).

En la actualidad se ha propuesto el uso de instrumental rotatorio para la remoción de gutapercha, debido a que tienen una mayor eficiencia y eficacia. La eliminación del material de obturación se realiza preferiblemente usando una estrategia gradual de "Crown Down". Se recomienda no empujar ni avanzar con ningún instrumento giratorio más allá de la longitud a la que se accedió por primera vez con una lima K 15 (correspondiente a la creación de una "trayectoria de deslizamiento" en tratamientos primarios). Se puede usar una fresa de baja velocidad para extraer la parte coronal de 1–2 mm (Molander *et al.*, 2007).

Se han propuesto diferentes métodos para eliminar el material de obturación, como limas manuales, sistemas rotativos e instrumentos alternativos con o sin insertos ultrasónicos y / o solventes. Además, la combinación de diferentes protocolos e instrumentos puede hacer que la eliminación del material sea aún más efectiva (Zandi *et al.*, 2019). Un instrumento ideal para el retratamiento endodóntico debería permitir la eliminación completa de la gutapercha, sin producir extrusión de detritos o alteración del espacio del conducto radicular, así como evitar separación del instrumento o algún otro obstáculo que se nos pueda presentar (Mangalam *et al.*, 2002).

Actualmente, ninguna técnica de retratamiento puede demostrar de manera efectiva todas estas características (Yeter *et al.*, 2013). Además de los instrumentos rotativos, los instrumentos ultrasónicos se utilizan como herramientas auxiliares para limpiar los conductos radiculares (Patel & Rhodes, 2007).

Según el material que encontremos dentro del conducto serán los instrumentos y los protocolos que deberán seguirse, las pastas blandas normalmente no requieren técnicas específicas para su eliminación del conducto radicular. Su consistencia suele facilitar la negociación del conducto radicular desde el orificio hasta el ápice con instrumentos endodónticos regulares. En la mayoría de los casos, la instrumentación del conducto radicular con abundante irrigación es suficiente para eliminar la pasta del interior del canal (Stabholz & Friedman, 1988).

Cuando en el interior del conducto se encuentra material de consistencia más dura, para eliminar estos cementos es necesario excavarlos o traspasarlos. Puede llevarse a cabo mediante instrumentos endodónticos rotatorios, siempre teniendo en cuenta la calidad de la condensación, la longitud de la obturación y la forma del conducto (Friedman *et al.*, 1990). En todos los casos, la porción coronal de la obturación, que a menudo es la más condensada, se puede quitar, con fresas Gates Glidden o escariadores Peeso (Friedman *et al.*, 1990). El espacio creado facilita la eliminación de la gutapercha restante al mejorar el acceso para la instrumentación adicional. También se puede usar un espaciador caliente o un portador de calor para eliminar la porción coronal de la gutapercha (Guide, 2008a). La gutapercha restante se elimina con disolventes y con instrumentos de endodoncia. El uso de solventes elimina la necesidad de una fuerza excesiva durante la negociación de los conductos obturados de gutapercha. Dicha fuerza puede conducir a un transporte no deseado del espacio canalicular (Stabholz & Friedman, 1988). Por otro lado, deben evitarse la extrusión del disolvente hacia los tejidos periapicales (Guide, 2008a) como también el uso de solventes en casos de retratamiento sobreextendidos (Stabholz & Friedman, 1988). La gutapercha en forma sólida puede extraerse del conducto radicular en una sola pieza o mediante instrumentos rotatorios. La elección del tratamiento depende de la calidad de la condensación y de la forma del conducto (Friedman *et al.*, 1990). Cuando la gutapercha está poco condensada existe la opción de la técnica que utiliza escariadores o limas de tipo K para eliminar la obturación, seguido de limas tipo Hedstroëm para

recuperarla (Guide, 2008a) la cual requiere cierto grado de precaución para evitar empujar la gutapercha apicalmente; hay que tener en cuenta que la lima debe enroscarse suavemente en el canal obturado en lugar de avanzar con movimiento de un cuarto de vuelta (Friedman *et al.*, 2003). La eliminación de la gutapercha con instrumentos rotatorios está indicada solo en conductos rectos (Friedman *et al.*, 1990; Stabholz & Friedman, 1988) y en aquellos casos en los que la gutapercha parece estar bien condensada y también existe un objeto sólido, ya sea un cono de plata, un fragmento de un instrumento o poste, el cual no se puede agarrar y extraer fácilmente, aflojarlo con vibración ultrasónica puede facilitar el procedimiento, particularmente si el objeto está cementado en el conducto (Mandel & Friedman, 1992). Esto puede facilitar la recuperación del objeto y la instrumentación del canal a la longitud deseada. En casos en que no puede ser removido se requiere precaución para evitar su desplazamiento apical ocasional. Se han recomendado el uso de escariadores y limas para sobrepasar un objeto obstructor en el conducto radicular generando efecto de bypass (Friedman *et al.*, 1990); se pueden usar solventes en conjunto para ablandar cualquier cemento que pueda estar presente (Patel & Rhodes, 2007). Ocasionalmente, el objeto puede aflojarse y recuperarse posteriormente durante el procedimiento (Guide, 2008a) y además, se refiere un alto potencial para recuperar conos de plata de difícil acceso e instrumentos rotos de los conductos radiculares mediante instrumentación ultrasónica en varios informes (Krell *et al.*, 1984). La vibración y la abundante irrigación pueden provocar el aflojamiento del objeto alojado en las paredes del conducto (Stojicic *et al.*, 2010) y su eventual recuperación. Según Krell *et al.* 1984. "el uso de un dispositivo ultrasónico en casos de retratamiento con presencia de conos de plata debe considerarse como un método primario para su remoción". Sin embargo, como con cualquier uso del dispositivo, la separación de limas y la perforación de las paredes del canal son posibles complicaciones (Souza *et al.*, 2015). Algunos protocolos clínicos han sugerido que la extracción de los pernos o conos de plata de los dientes con un solo orificio mediante ultrasonido facilita el procedimiento, reduce el tiempo operatorio y minimiza el riesgo de accidentes durante la extracción del mismo (Braga *et al.*, 2005).

Los solventes de gutapercha y algunos selladores pueden ser un complemento valioso en el procedimiento de retratamiento cuando el conducto radicular está densamente

empacado o si los conductos radiculares están severamente curvados. Guttasolv™, Endosolv™ y cloroformo son sustancias destinadas para este propósito. Colocando algunas gotas del solvente en el canal suavizarán la gutapercha, y la lima puede alojarse en el material y seguir su camino. Dado que muchos de estos disolventes contienen productos químicos potencialmente alergénicos o incluso cancerígenos, deben considerarse un peligro ambiental para el trabajo. El disolvente también crea una capa de gutapercha en las paredes del conducto radicular que puede ser difícil de eliminar. Por lo tanto, deben usarse con precaución y solo cuando se considere necesario y no de forma rutinaria (Betti & Bramante, 2001).

Si bien el uso de solventes elimina la necesidad de una fuerza excesiva durante la negociación de los canales obturados de gutapercha (Lin *et al.*, 1992), debe evitarse la extrusión de solvente en los tejidos periapicales (Virdee & Thomas, 2017) y no deben usarse solventes en retratamientos con conductos sobreextendidos (Friedman *et al.*, 1990). La gutapercha es soluble en cloroformo, disulfuro de carbono, benceno, xileno y aceites esenciales, particularmente eucaliptol. Tamse *et al.* demostraron que el cloroformo era el solvente más efectivo para todas las marcas de gutapercha probadas (Tamse *et al.*, 1986). También informaron una diferencia en la solubilidad entre varias marcas de gutapercha, y los solventes probados tuvieron un efecto diferente sobre la gutapercha de cada una de las diversas marcas (Wennberg & Ørstavik, 1989). Se compararon varios solventes en busca de alternativas al cloroformo para disolver la gutapercha, ya que el cloroformo definido como el más fuerte y el más comúnmente utilizado, por su alta efectividad, también se lo han identificado como un posible carcinógeno (Wennberg & Ørstavik, 1989). Además, es tóxico y puede ser dañino para los tejidos periapicales. Se ha sugerido que la exposición repetida a los vapores de cloroformo puede tener efectos adversos para la salud (Tamse *et al.*, 1986). La disolución de la gutapercha en xileno es considerablemente peor que en cloroformo. Por esta razón, y debido a su lenta evaporación, el xileno no es práctico. Sin embargo, puede usarse como medicamento intracanal para la disolución a largo plazo de la gutapercha entre sesiones de tratamiento (Tamse *et al.*, 1986). El eucaliptol es algo menos irritante que el cloroformo y tiene actividad antibacteriana. Sin embargo, es tóxico cuando se ingiere y se encontró que es el solvente de gutapercha menos efectivo. Sólo cuando se calienta su efectividad puede ser comparable a la del cloroformo

(Wennberg & Ørstavik, 1989). Sin embargo, ha sido demostrado que los solventes solos no eliminan el material de obturación del interior del conducto radicular (Chutich *et al.*, 1998)

Por otra parte, las diversas técnicas para la eliminación del material de obturación implican riesgos. Haupt *et al.* (2018), informó una alta prevalencia en cuanto a la perforación de la raíz, desviación del eje y el consiguiente debilitamiento de las raíces, lo que conlleva un peor pronóstico de supervivencia para el diente (Haupt *et al.*, 2018). Aunque las complicaciones asociadas con un retratamiento son similares a las de la terapia endodóntica primaria, los elementos dentarios también son más vulnerables a las lesiones iatrogénicas como la perforación, la separación de limas o daño irreversible a una restauración coronal (Naumann *et al.*, 2012). Por lo tanto, es importante discutir estos detalles con el paciente para obtener el consentimiento informado (Main & Adair, 2015). A su vez la presencia de postes y pernos aumenta significativamente el riesgo de lesiones iatrogénicas, es decir, fracturas, perforaciones y fracturas verticales de la raíz, dando como resultado dientes no restaurables (Mulvay & Abbott, 1996).

Existen una gran cantidad de complicaciones que pueden ocurrir durante el procedimiento, incluidas la separación del instrumento, la perforación o la extrusión apical de escombros y gutapercha que pueden afectar negativamente el resultado del tratamiento o provocar dolor postoperatorio (Torabinejad *et al.*, 2009). Las causas principales de las separaciones de los instrumentos son su uso excesivo que conduce a la fatiga del metal, su cinemática incorrecta, sin conocer sus propiedades físicas, la utilización de limas deformadas y con defectos de fabricación, que actúan como zonas de concentración de fuerza (Mulvay & Abbott, 1996). Frente a un instrumento fracturado dentro del conducto y una lesión periapical, la decisión de un tratamiento particular depende de varios factores, como la ubicación del fragmento, la posibilidad de evitarlo o no y si hay acceso a la porción apical del canal (Nair PN., 2006).

Cuando el material de obturación anterior se ha eliminado con éxito, la instrumentación del conducto radicular debe continuarse como la de un tratamiento de primera intención. Se debe respetar la secuencia del sistema rotatorio elegido, o la secuencia de limas manuales, medir la longitud de trabajo mediante el estudio de las radiografías preoperatorias y acompañados del uso de un localizador de ápice. Dado

que el estrechamiento natural y posiblemente la constricción del conducto radicular están modificados por las instrumentaciones previas, el localizador del ápice probablemente sólo se mostrará si está dentro o fuera del conducto radicular y no si la constricción se acerca como se muestra normalmente. La radiografía intraoral agregará información sobre la posición y dirección de la lima en el conducto radicular (Bergenholtz, 2016) . Después de la determinación de la longitud de trabajo, la preparación del conducto radicular continúa de acuerdo con el sistema elegido. El respeto de la longitud de trabajo resulta indispensable ya que una sobreinstrumentación tiene un impacto negativo sobre el pronóstico del retratamiento endodóntico y siempre debe evitarse (Swedish Council on Health Technology Assessment, 2012).

Si bien una vez removido el material de los conductos radiculares, debe continuarse con la instrumentación y los procedimientos de un tratamiento de primera intención, resulta fundamental la aplicación de las soluciones irrigantes bactericidas durante todo el procedimiento. Uno de los irrigantes más utilizados es el hipoclorito de sodio (NaOCL) el cual tiene la capacidad de alterar las biopelículas dentro del conducto radicular y es un agente antiséptico potencial, por lo que es un irrigante de elección (Zehnder, 2006). Además de su eficacia de inactivación bacteriológica de amplio espectro, las preparaciones de hipoclorito son esporicidas, virucidas (McDonnell, 2001) y muestran efectos de disolución de tejidos mucho mayores en los tejidos necróticos que en los vitales (Austin, 1918). Estas características pusieron el uso de hipoclorito de sodio acuoso en endodoncia como irrigante principal (Crane, 1920). Además, las soluciones de hipoclorito de sodio son económicas en costo, fácilmente disponibles y demuestran una buena vida útil (Frais *et al.*, 2001). Como la solución original de hipoclorito de sodio al 0.5% de Dakin fue diseñada para tratar heridas, se supuso que, en el área confinada de un sistema de conductos radiculares deberían usarse concentraciones más altas, ya que serían más eficientes que la solución de Dakin (Grossman, 1943). La mayoría de los profesionales utilizan soluciones de hipoclorito de sodio al 5,25%. Sin embargo, se han informado irritaciones severas cuando tales soluciones concentradas fueron forzadas inadvertidamente a los tejidos periapicales durante la irrigación o se filtraron a través de la goma dique (Frais *et al.*, 2001). Además, una solución al 5,25% disminuye significativamente el módulo elástico y la resistencia a la flexión de la dentina humana en comparación con la solución salina

fisiológica, mientras que una solución al 0,5% no lo hace (Sim *et al.*, 2001). Como se sabe el cloro reactivo en solución acuosa a temperatura corporal puede, en esencia, tomar la forma de hipoclorito (OCl) o de ácido hipocloroso (HOCl). El estado del cloro disponible depende del pH. Por encima de un pH de 7,6, la forma predominante es el hipoclorito, por debajo de este valor es el ácido hipocloroso (Frais *et al.*, 2001). Ambas formas son agentes oxidantes extremadamente reactivos. Las soluciones de hipoclorito puro, tal como se usan en endodoncia, tienen un pH 12 (Grossman, 1943) y, por lo tanto, todo el cloro disponible está en forma de OCl. También se ha recomendado la activación ultrasónica del hipoclorito de sodio, ya que esto "aceleraría las reacciones químicas, crearía efectos de cavitación y lograría una acción de limpieza superior" (Martin, 1976).

Sin embargo, el hipoclorito de sodio es incapaz de eliminar la sustancia inorgánica del conducto radicular para lo cual se sugiere el uso de agentes quelantes como el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). Este se une al calcio y se permite eliminar la capa de frotis creada mientras se instrumenta el conducto radicular. La eliminación de la capa de frotis creará acceso para otros agentes bactericidas a la dentina radicular. La capa de frotis a menudo contiene residuos bacterianos que deben ser erradicados (Sen BH, Wesselink PR, 1995).

Además, existe otra solución utilizada por su efecto neutralizante de microorganismos, la Clorhexidina, desarrollada a fines de la década de 1940 en los laboratorios de investigación de Imperial Chemical Industries Ltd. (Macclesfield, Inglaterra) (Davies *et al.*, 1954). La clorhexidina es una base fuerte y es más estable en forma de sal. Las sales originales fueron acetato de clorhexidina e hidrocloreuro, los cuales son relativamente poco solubles en agua (Foulkes, 1973). Por lo tanto, han sido reemplazados por digluconato de clorhexidina. La clorhexidina es un potente antiséptico, que se usa ampliamente para el control químico de la placa en la cavidad oral (Addy & Moran, 1997). Para ello se recomiendan soluciones acuosas de 0.1 a 0.2%, mientras que 2% es la concentración de soluciones de irrigación del conducto radicular (Zamany *et al.*, 2003). Se sostiene comúnmente que la clorhexidina sería menos cáustica que el hipoclorito de sodio (Jeansonne, 1994). Al igual que con el hipoclorito de sodio, calentar un irrigante de clorhexidina de menor concentración podría aumentar su local eficacia en el sistema de conducto radicular mientras se

mantiene la toxicidad sistémica bajo (Evanov *et al.*, 2004). A pesar de su utilidad como irrigante, no puede comportarse como el irrigante principal en los casos de los tratamientos endodónticos estándar, porque la clorhexidina no posee capacidad de disolución de los tejidos orgánicos y restos de tejido necrótico, siendo además, menos efectiva en bacterias Gram negativas que en bacterias Gram positivas (Davies *et al.*, 1954). Asimismo, el resultado de mezclar NaOCl con clorhexidina produce un compuesto denominado para-cloroanilina como precipitado. Este podría cubrir la pared del conducto radicular e inhibir el efecto de NaOCl y ha sido referido su potencial cancerígeno (Portenier *et al.*, 2002) .

Por otra parte, todas las soluciones irrigantes anteriormente citadas, suelen ser dispensadas en el interior del conducto radicular mediante una jeringa y una aguja, que es la técnica más común. Se encuentran disponibles agujas de diferentes diseños y materiales. El objetivo es encontrar una técnica que llegue a todo espacio del conducto radicular. Al mismo tiempo, el método de irrigación utilizado también debe evitar que la solución de irrigación penetre en el ápice del conducto radicular, con el riesgo de dañar el tejido circundante (Gulabivala *et al.*, 2010). Las Agujas para Irrigación son un tipo especial de agujas destinadas a la endodoncia. Su característica principal es que tienen la punta roma para no dañar el ápice del diente y la salida del líquido se produce por un lateral. Las agujas endodónticas para irrigación tienen en ocasiones un tipo de conexión con la jeringa llamado Luer Lock el cual consiste en un sistema de rosca que encajan entre la aguja y la jeringa que evitan que la aguja pudiera soltarse por la presión de líquido (Nguyen *et al.*, 2019).

Recientemente, han sido introducidos nuevos dispositivos de irrigación y/ o desinfección en endodoncia, entre ellos el Sistema Endoactivador (DENTSPLY Tulsa Dental Specialties), Irrigación ultrasónica pasiva, EndoVac (Discus, Culver City, CA, USA), Irrigación Vista (Vista Dental Products, Racine, WI, USA), Desinfección por foto activación y gas de Ozono, entre otros. Estos nuevos sistemas usan presión, vacío, oscilación y/o una combinación con succión (Gulabivala *et al.*, 2010). Los dispositivos ultrasónicos fueron introducidos por primera vez en Endodoncia por Richman (1957) y las limas para uso ultrasónico, tienen la posibilidad de preparar mecánicamente los conductos radiculares (Walmsley, 1987, Walmsley & Williams, 1989). Asimismo, se ha demostrado que las limas activadas por ultrasonido son

capaces de ayudar con la irrigación y desinfección del conducto, describiéndose dos tipos de irrigación por ultrasonido en la literatura: una donde la irrigación se combina con la instrumentación ultrasónica simultánea (IU) y otra sin instrumentación simultánea, por lo que se denomina irrigación ultrasónica pasiva (PUI). Durante IU la lima es intencionalmente puesta en contacto con la pared del conducto radicular y ha demostrado ser menos eficaz en la eliminación de tejido pulpar del sistema de conductos radiculares o capa de barro dentinario de la pared del conducto radicular que la PUI (Weller *et al.*, 1980). Esto se explica por la reducción de la cavitación acústica que se produce cuando la lima entra en contacto con la pared del diente. (Ahmad *et al.*, 2009). Además, la activación de la solución de irrigación mediante un dispositivo ultrasónico agitará el fluido y creará una mayor posibilidad de disolución del tejido y una interrupción de la biopelículas dentro del conducto radicular (Stojicic *et al.*, 2010). La irrigación ultrasónica pasiva (PUI) tiene el potencial de eliminar restos de dentina, tejido orgánico e hidróxido de calcio de áreas inaccesibles del conducto radicular (Braga *et al.*, 2005).

Sin embargo, como la anatomía del conducto radicular es compleja, un instrumento nunca podrá estar en contacto con toda la pared del conducto radicular. De este modo UI, podría resultar en el corte no controlado de la pared del conducto radicular sin una limpieza efectiva (Walmsley, 1987). La irrigación pasiva por ultrasonido fue descrita por Weller y col. (1980). PUI se basa en la transmisión de energía acústica desde una lima oscilante o a una solución de irrigación en el conducto radicular. La energía se transmite por medio de ondas de ultrasonido y puede inducir la transmisión acústica y la cavitación de la irrigación (Van Der Sluis *et al.*, 2007). Si se va a utilizar la activación ultrasónica de hipoclorito de sodio, resulta importante aplicar el instrumento de ultrasonido después que la preparación del conducto se haya completado. Un instrumento de libre oscilación causará mayores efectos de ultrasonido en la solución de irrigación que una contraparte que se encuentre en contacto a las paredes del conducto (Ray & Trope, 1995). Además, las limas ultrasónicas pueden causar el corte sin control de las paredes del conducto radicular, especialmente si se usan durante la preparación. Por lo tanto, parece mejor colocar un instrumento delgado cortante, de manera controlada después de la preparación del conducto radicular. Recientemente se están comercializando, insertos lisos montados

en un dispositivo de ultrasonido. Sin embargo, en este momento no se pueden dar directivas claras en cuanto a su relación riesgo / beneficio (Zendher 2006).

Asimismo, en ocasiones, está indicada para el control de la microbiota la medicación intersesiones. Existe un acuerdo casi universal de que cuando se requiere medicación intraconducto entre sesiones, el hidróxido de calcio es el material de elección. Sjögren *et al.*(1977), mostró un aumento significativo en el pronóstico favorable cuando los conductos radiculares infectados se trataron con hidróxido de calcio durante una semana antes de la obturación (Sjögren *et al.*, 1997). El hidróxido de calcio se aplica con un lentulo o se puede usar una jeringa de punta fina. Siempre se debe tener cuidado de no extruir el material más allá de la constricción apical si esto sucede, puede producirse una inflamación que puede tardar varios días en desaparecer (Ørstavik *et al.*, 1991). El hidróxido de calcio en solución acuosa es una solución alcalina fuerte con un pH de 12.5. Se disocia en iones calcio e hidroxilo, de los cuales los últimos tienen un fuerte efecto antimicrobiano cuando entran en contacto directo con la microflora. El efecto de disolución de tejido de los iones hidroxilo también es útil en la alteración de las biopelículas. Un estudio ha demostrado que el apósito entre citas con hidróxido de calcio reduce la cantidad de microflora dentro del conducto radicular, aunque el efecto antiséptico del hidróxido de calcio en anaerobios facultativos como *Enterococcus faecalis* y levadura, por ejemplo, *Cándida albicans*, ha sido cuestionado (Vianna *et al.*, 2005).

Si bien se ha referido que los objetivos principales a largo plazo de cualquier procedimiento de retratamiento endodóntico son la supervivencia de un diente asintomático y curación del periapical tejidos (Iqbal *et al.*, 2007), hay ocasiones en las cuales debe replantearse la opción de utilizar un enfoque de retratamiento quirúrgico. Las técnicas de cirugía endodóntica tienen la capacidad de eliminar efectivamente las causas de la patología apical persistente con relativas molestias postoperatorias (Penarrocha *et al.*, 2006). Las ventajas de un enfoque quirúrgico en lugar de no quirúrgico para un retratamiento incluyen la preservación de la estructura coronal del diente, la conservación de las restauraciones prostodónticas sin necesidad de perforarlas o eliminarlas, la visualización directa de la raíz y los tejidos circundantes para diagnóstico e intervenciones, la posibilidad de realización de una biopsia del tejido patológico que puede ser tomado y enviado para un examen histológico. Sin

embargo, también presenta desventajas tales como la falta de control de posibles filtraciones coronales y lesiones cariosas bajo restauraciones, el acceso limitado al conducto radicular de longitud completa y la imposibilidad de usar métodos químicos como coadyuvantes (Ray & Trope, 1995).

Los objetivos de la cirugía endodóntica es mantener un diente en funcionamiento sin signos y síntomas de infección persistente. Desafortunadamente, no hay evidencia científica sólida para elegir entre cirugía y tratamiento no quirúrgico. Cada caso es único y la decisión debe tomarse de manera individual. Es de gran importancia evaluar la calidad de la restauración coronal. Si la calidad es deficiente, las restauraciones presentan extensión excesiva o insuficiente o si hay lesiones cariosas secundarias, esto puede sugerir que el origen de la enfermedad persistente se origina de una filtración coronal. Si es así, el retratamiento no quirúrgico, incluido el reemplazo de la restauración, parece obligatorio para cumplir con los objetivos del retratamiento (Ng *et al.*, 2008). El retratamiento quirúrgico se considera la primera opción cuando el retratamiento no ha logrado controlar la infección o no se puede realizar debido a los canales bloqueados causados por calcificaciones y errores iatrogénicos como escalones, instrumentos rotos y la presencia de postes (McMullen *et al.*, 1990). El retratamiento quirúrgico está indicado cuando se sospecha una infección persistente que resiste el efecto de un tratamiento impecable del conducto radicular. Aunque las infecciones persistentes están principalmente localizados en el sistema de conducto radicular, los microorganismos pueden establecer una infección extrarradicular formada como una biopelícula en la superficie de la raíz adyacente al ápice de la raíz e incluso colonizar el tejido periapical (Nair PN., 2006).

La cirugía endodóntica se ha desarrollado a partir de un procedimiento quirúrgico en el que el legrado y la eliminación del tejido blando que rodea el ápice de la raíz son la única acción hacia un enfoque causal orientado con el objetivo de erradicar o cerrar la infección del conducto radicular (Siqueira Junior *et al.*, 2018). Las partes infectadas no tratadas del sistema del conducto radicular se localizan y se tratan mecánicamente. En cambio, las infecciones persistentes en áreas inaccesibles se entierran con un relleno retrógrado que evita la fuga de microorganismos y sus subproductos en el tejido perirradicular (Mulvey & Abbott, 1996).

Así pues y en relación a lo expuesto en el marco teórico de este trabajo, se establece como objetivo principal del mismo analizar la recontaminación bacteriana relacionada a los fracasos endodónticos y los procedimientos de reintervención requeridos para su resolución.

CASO CLÍNICO

Una paciente de sexo femenino de 42 años de edad y de nacionalidad argentina, concurrió a consulta a la Carrera de Especialización en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Cuyo, derivada desde la Especialización en Odontología Restauradora de la misma institución para el retratamiento endodóntico del elemento 22.

Se inició la consulta con la confección de la historia clínica completa sin registros de patologías sistémicas relevantes en cuanto a la anamnesis general. Los tejidos blandos evidenciaron características normales tanto en el examen clínico extra como intraoral.

A la inspección, el elemento problema presentaba fractura coronaria, la cual abarcaba superficie de esmalte y dentina del tercio medio y distal, y también contaba con la presencia caries dejando expuesto al medio bucal los materiales obturadores del tratamiento endodóntico primario. La paciente refirió no tener ninguna sintomatología y a la palpación no se detectó alteración a nivel de los tejidos blandos que rodean el elemento (Fig.1).



Fig. 1 Vista oclusal del elemento 22 al iniciar la consulta.

Una vez realizada la toma radiográfica inicial utilizando placa radiográfica periapical (Dental Intraoral E-Speed, Kodak Co., EEUU), se procedió a la evaluación de la misma la cual evidenció en el elemento 22 un tratamiento endodóntico con una

obtención deficiente. Se podía observar, subobtención, la cual no tenía longitud ni condensación adecuada, y ausencia de imagen radiolúcida a nivel apical (Fig.2).



Fig. 2 Radiografía preoperatoria.

Una vez informado a la paciente los pasos a realizar, se procedió a anestésiar al paciente con solución inyectable de clorhidrato de carticaína al 4 % - L Adrenalina 1:100.000. (Anescart 4 % Sidus SA, Argentina) utilizando la técnica infiltrativa a fondo de surco del elemento 22 y cierre de circuito por palatino. Una vez anestésiado, con la previa eliminación de caries de la superficie y habiendo preparado la porción coronaria, que consistió en dejar la zona libre de caries, y eliminado cualquier tipo de interferencia para acceder al conducto, para poder realizar una correcta instrumentación, se continuó con el aislamiento absoluto del elemento utilizando arco de Young metálico, goma dique Dental Dam (Sanctuary Health Son BHD, Malasia) y clamp N° 9 Hygenic (The Hygenic Corporation, USA), (Fig.3 y Fig.4). Se procedió a instrumentar el conducto con limas hedström (Maillefer, Denstply, Brasil) de calibres 30 a 40, en primer momento, para realizar la extirpación de la gutapercha dentro del mismo con movimientos de limado, evitando la rotación dentro del conducto. Se logró la remoción de la misma rápidamente ya que presentaba una obturación deficiente, una vez que con la instrumentación manual no se removió más material procedente del conducto, se procedió a realizar una segunda radiografía para asegurarnos la remoción completa de la obturación (Fig.5).



Fig. 3 Vista frontal elemento 22.



Fig. 4 Vista indirecta del elemento 22.



Fig. 5 Radiografía intraoperatoria del conducto libre de gutapercha.

Una vez realizada la radiografía de control, y evidenciando que se había eliminado la gutapercha del conducto, se procedió al registro de la longitud de trabajo con una lima tipo K calibre 25 mediante el Localizador Apical Woodpex Iii Gold (Woodpecker®, China) el cual determinó una longitud de 22mm. Asimismo, en esta instancia se logró alcanzar sin dificultad alguna la permeabilidad del conducto. Luego se prosiguió con la instrumentación del conducto con instrumental rotatorio de níquel titanio del sistema mecanizado Reciproc Blue #40 (VDW, GmbH, München), con movimientos de vaivén y también IN-OUT de la lima en movimiento. Simultáneamente se realizaba abundante irrigación del conducto con solución de hipoclorito de sodio al 5,25 %, durante todo

el procedimiento, al igual que el uso de glicerina (Endo-quim, Tedequim, Argentina) para la lubricación de los conductos. Una vez realizada la correcta limpieza y conformación del conducto, con la ayuda de puntas de papel estériles (Meta Biomed, Corea), se secó el conducto para poder comenzar la obturación (Fig. 6).



FIG. 6 Conos de papel. Extraído de <https://www.vdw-ental.com/fileadmin/Dokumente/Service/Informationsmaterial/Kataloge-Broschueren/VDW-Dental-Product-Catalogue-EN.pdf>

Una vez que el elemento se encontraba limpio y conformado de manera correcta, el conducto seco sin presencia de exudado ni sangrado; procedimos a la adaptación del cono maestro elegido, en este caso usamos conos Reciproc #40 (VDW, GmbH, München) (Fig. 7), con su verificación visual y táctil, corroborando la longitud de trabajo a la que hemos llegado y su ajuste a nivel apical, además se corroboró la adaptación del cono dentro del conducto con una radiografía intraoperatoria (Fig.8) la cual nos indicó una correcta adaptación del cono y se continuo a realizar la obturación final del mismo, previa irrigación final con agua destilada y gluconato de clorhexidina 2% (Tedequim SRL, Argentina).



FIG.7 Conos Reciproc extraído de <https://www.vdw-ental.com/fileadmin/Dokumente/Service/Informationsmaterial/Kataloge-Broschueren/VDW-Dental-Product-Catalogue-EN.pdf>



FIG. 8 Radiografía intraoperatoria de control de adaptación del cono maestro.

Para la obturación final usamos el cono maestro (Reciproc #40) y conos accesorios, con la técnica de condensación lateral, utilizando espaciadores ABCD (Dentsply Maillefer, USA) y cemento Sealer 26 (Dentsply, Brasil) a base de hidróxido de calcio y resina epóxica. Ya habiendo terminado la obturación se realizó el corte del remanente de los conos de gutapercha con un instrumento Peter-Thomas, calentado previamente a temperatura adecuada, se realizó compactación vertical y se procedió a realizar la obturación provisoria con un cemento de ionómero vítreo ChemFil® (Dentsply, Brasil). Habiendo terminado la endodoncia del elemento se realizó la radiografía postoperatoria (Fig. 9) la cual dejo en evidencia la nueva obturación y su correcta longitud y se le explicó a la paciente la importancia de la realización de la

rehabilitación definitiva del elemento para evitar una nueva recontaminación y filtración del conducto.



Fig. 9. Radiografía Posoperatoria

DISCUSIÓN

Olcay *et al.* (2018, Tabassum & Khan (2016) y Rodríguez-Niklitschek & Oporto V (2014), refieren como fracaso endodóntico cuando la pieza dentaria presenta sintomatología, desarrolla una lesión apical o la ya presente ha aumentado de tamaño. A diferencia de ellos, Gupta *et al.* (2013), sostiene que mantener un efectivo sellado coronal y colocar una apropiada restauración coronal son actualmente considerados componentes esenciales en la evaluación del éxito del tratamiento endodóntico y, en consecuencia, si no se cumplen estos requerimientos, las posibilidades de fracaso son altas, aun cuando no está presente la sintomatología antes mencionada. Asimismo, Rodríguez-Niklitschek & Oporto V (2014) y Tabassum & Khan (2016), concuerdan en relación a los factores habituales que pueden atribuirse a la falla endodóntica diferenciándolos en : persistencia de bacterias; obturación inadecuada del conducto; sobreextensiones de materiales de obturación; recontaminación bacteriana por un sellado coronal incorrecto lo cual será nuestro objeto de investigación; canales no tratados, errores de procedimiento iatrogénicos como acceso deficiente o deficiente diseño de la cavidad. El presente caso, si bien no presentaba sintomatología alguna que apremiara la realización de la reintervención, carecía de los sellados tanto apical como coronal, necesarios que garantizaran las posibilidades de éxito a largo plazo, en concordancia con Rodríguez-Niklitschek & Oporto V (2014) y Tabassum & Khan (2016), que citan dichos factores como causales de fracaso.

Por otro lado, Siqueira Junior *et al.* (2018), deja en claro en sus estudios que la restauración temporal debe reemplazarse lo antes posible con la restauración definitiva, si bien clínicamente, es imposible determinar si todo el sistema del conducto radicular se vuelve a contaminar después de la exposición a la saliva, la exposición coronal de la obturación del conducto radicular a la saliva durante un período de tiempo relativamente corto podría considerarse una indicación para el retratamiento. En concordancia con ellos Sundqvist *et al.* (1998), demuestran que en los casos donde la restauración coronaria no está presente o es de calidad deficiente, dejando expuesto a la cavidad bucal el sistema de conductos obturados, estos sufren una colonización bacteriana persistente compuestas principalmente por bacterias anaerobias facultativas grampositivas. Asimismo, Bayram *et al.* (2013), refiere que los cementos temporales

son solubles en agua y tienen baja resistencia a la compresión, con lo cual la restauración temporal debe reemplazarse lo antes posible con la restauración definitiva.

En el presente caso clínico, al evaluar el elemento y corroborar que el mismo no presentaba la restauración provisoria, que se solicitaba la restauración final y, tomando como fundamento lo expresado por los autores anteriormente citados, se decidió la realización del retratamiento endodóntico.

No obstante, Ingle, 2008 informó que las tasas de éxito aumentaban cuando estábamos en presencia de buenas restauraciones postendodónticas, por lo que se comprobó que el pronóstico del tratamiento endodóntico está relacionado con la calidad del sellado radicular. Por otra parte, la tasa de éxito de los tratamientos endodónticos ha sido ampliamente estudiada y hay una marcada variación en cuanto a la capacidad de los operadores para lograr resultados exitosos (Tabassum & Khan, 2016), sin embargo, existen problemáticas posteriores que derivan en retratamientos, dependientes sobre todo de variaciones anatómicas y otras condicionantes que complican la terapia (Rodríguez-Niklitschek & Oporto V, 2014)

Tandra Das & Pradeep (2016) y Siqueira *et al.* (1999), sostienen que una filtración coronal es considerada un factor potencial de fallo endodóntico. La problemática fundamental es que, en un gran número de casos, el sellado coronal es inadecuado; por lo tanto, los fluidos tisulares ricos en glicoproteínas se filtran en el conducto radicular, proporcionando un sustrato a los microorganismos restantes, que pueden proliferar y alcanzar un número suficiente para generar o perpetuar una lesión perirradicular. La recontaminación del sistema de conducto radicular por filtración coronal ocurre por disolución del sellador por saliva; percolación de saliva en la interfaz entre el sellador y las paredes del conducto radicular (particularmente si hay una capa de frotis presente) y / o entre el sellador y la gutapercha. Sundqvist *et al.* (1998) y de Paz (2007), determinaron que *Streptococcus*, *Lactobacillus* y *Actinomyces* son ejemplos de especies que se consideran habitantes normales de la cavidad oral y que también se han aislado de los dientes endodonciados con periodontitis apical, aunque también se han encontrado otras especies no orales como *Enterococcus faecalis* con una frecuencia relativamente alta.

Bte & Abdul (2015), Yamaguchi *et al.* (2018) y de Paz (2007), detallaron que hay dos procesos ecológicos principales a tener en cuenta que podrían afectar la composición y la función de la microbiota posterior al tratamiento que se basan en resistencia y tolerancia de la misma. Nair *et al.*, 1990, determinó que la mayor tasa de supervivencia de las bacterias es una de las causas fundamentales del fracaso del tratamiento endodóntico y el motivo por el que las infecciones crónicas se presentan como un desafío complicado.

Siqueira *et al.* (1999), por otra parte demostró, que el uso de irrigantes antimicrobianos mejora significativamente la desinfección durante la preparación del conducto radicular, por lo cual es fundamental mantener durante toda la preparación la irrigación constante con sustancias antimicrobianas para tener un correcto manejo de la desinfección del mismo. De manera similar, Zehnder (2006), determina como solución de primera elección al Hipoclorito de Sodio, así como McDonnell (2001) y Austin (1918), que describen la solución de hipoclorito de sodio como una sustancia que tiene la capacidad de alterar las biopelículas dentro del conducto radicular y es un agente antiséptico potencial. A su vez, entre otras sustancias antimicrobianas se cita a la Clorhexidina la cual Addy & Moran (1997), describe como un potente antiséptico, que se usa ampliamente para el control químico de la placa en la cavidad oral y sostiene comúnmente que la clorhexidina es menos cáustica que el hipoclorito de sodio (Jeansonne, 1994). Sin embargo, a pesar de ser menos cáustica y de gran utilidad como irrigante antibacteriano, no es considerada como el irrigante principal en los casos de endodoncia estándar, por su incapacidad de disolver los restos de tejido necrótico. Además, la clorhexidina es menos efectiva en bacterias Gram negativas que en bacterias Gram positivas (Davies *et al.*, 1954). Es por lo cual, al momento de seleccionar sustancias irrigadoras para el presente caso, se procedió a la realización del mismo con solución de hipoclorito de sodio, con irrigación final de agua destilada y clorhexidina.

Swedish Council on Health Technology Assessment (2012), sostiene que luego de diagnosticado el fracaso endodóntico es necesaria la evaluación de las opciones terapéuticas, ello dependerá prácticamente del estado y pronóstico del elemento, por consiguiente, la decisión entre la intervención quirúrgica o no, depende exclusivamente del caso al que nos enfrentemos (Guide, 2008a). Los índices indican

que la curación en la intervención no quirúrgica oscila entre 4 y 98%, cuando fueron combinados ambos procedimientos el 80% de éxito, mientras que cuando solo se ha realizado la intervención quirúrgica el éxito es menor rondando solo el 59% (Guide, 2008b). A partir de lo antes expresado, Bergenholtz, 2016 sostiene que el retratamiento no quirúrgico desafía al clínico a repetir un procedimiento que ya se ha realizado, pero con un estándar y un beneficio más alto para el paciente.

CONCLUSIONES

Los procedimientos de una reintervención endodóntica son desde el inicio un desafío para el especialista, ya que se pretende la remoción de la obturación radicular y la completa limpieza y desinfección del sistema de conductos, minimizando la posibilidad de accidentes y errores que puedan comprometer el éxito del retratamiento. Actualmente, el avance de la tecnología permite minimizar los potenciales riesgos y optimizar la aplicación de recursos químicos y físicos en pos del cumplimiento de los propósitos finales de la reintervención, es decir la conservación y/o recuperación de la salud de los tejidos periapicales.

Sin embargo, la rehabilitación integral, multidisciplinaria y definitiva de la pieza dentaria, mediante técnicas y materiales de alta calidad, será la que asegure en el tiempo el éxito de todos los procedimientos efectuados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Addy, M., & Moran, J. M. (1997). Clinical indications for the use of chemical adjuncts to plaque control: Chlorhexidine formulations. *Periodontology 2000*, 15(1), 52–54. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.1997.tb00104.x>

Ahmad, M., Pitt Ford, T. R., Crum, L. A., & Walton, A. J. (2009). Ultrasonic debridement of root canals: Acoustic cavitation and its relevance. *International Endodontic Journal*, 42(5), 391–398. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01560.x>

Austin, B. Y. J. H. (1918). *behavior of hypochlorite and of chloramine - t in oral tissues in vivo*. 627–633.

Bayles, K. W. (2007). *The biological role of death and lysis in biofilm development*. 5(September), 721–726.

Bayram, H. M., Çelikten, B., Bayram, E., & Bozkurt, A. (2013). Fluid flow evaluation of coronal microleakage intraorifice barrier materials in endodontically treated teeth. *European Journal of Dentistry*, 7(3), 359–362. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.115421>

Bergenholtz, G. (2016). Assessment of treatment failure in endodontic therapy. *Journal of Oral Rehabilitation*, 43(10), 753–758. <https://doi.org/10.1111/joor.12423>

Betti, L. V., & Bramante, C. M. (2001). Quantec SC rotary instruments versus hand files for gutta-percha removal in root canal retreatment. *International Endodontic Journal*, 34(7), 514–519. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2001.00424.x>

Braga, N. M. A., Alfredo, E., Vansan, L. P., Fonseca, T. S., Ferraz, J. A. B., & Sousa-Neto, M. D. (2005). Efficacy of ultrasound in removal of intraradicular posts using different techniques. *Journal of Oral Science*, 47(3), 117–121. <https://doi.org/10.2334/josnusd.47.117>

Bte, S., & Abdul, H. (2015). *The Root Canal Biofilm*. 9, 23–54. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-47415-0>

Clark Dalton, B., Ørstavik, D., Phillips, C., Pettiette, M., & Trope, M. (1998). Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*, 24(11), 763–767. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(98\)80170-2](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(98)80170-2) Crane AB. *A predictable root canal technique*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1920

Cunningham, W. T., Martin, H., Pelleu, G. B., & Stoops, D. E. (1982). A comparison of antimicrobial effectiveness of endosonic and hand root canal therapy. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 54(2), 238–241. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(82\)90223-7](https://doi.org/10.1016/0030-4220(82)90223-7)

Davies, G. E., Martin, J. F. A R., Rose, F. L., & Swain, G. (1954). (" HIBITANE "). LABORATORY INVESTIGATION OF A NEW ikh N1H. *Brit. J. Pharmacol.*, 9(10), 192–196.

de Paz, L. C. (2007). Redefining the Persistent Infection in Root Canals: Possible Role of Biofilm Communities. *Journal of Endodontics*, 33(6), 652–662. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.11.004>

Del Fabbro, M., Corbella, S., Sequeira, P., Tsesis, I., Rosen, E., Lolato, A., & Taschieri, S. (2016). Endodontic procedures for retreatment of periapical lesions (Review) SUMMARY OF FINDINGS FOR THE MAIN COMPARISON. *The Cochrane Database of Systematic*

Reviews, 10(10), CD005511--CD005511.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD005511.pub3>.www.cochranelibrary.com

Evanov, C., Liewehr, F., Buxton, T. B., & Joyce, A. P. (2004). Antibacterial efficacy of calcium hydroxide and chlorhexidine gluconate irrigants at 37°C and 46°C. *Journal of Endodontics*, 30(9), 653–657. <https://doi.org/10.1097/01.DON.0000121620.11272.22>

Foulkes, D. M. (1973). Some toxicological observations on chlorhexidine. In *Journal of Periodontal Research* (Vol. 8, pp. 55–60). <https://doi.org/10.1111/j.1600-0765.1973.tb02165.x>

Frais, S., Ng, Y. L., & Gulabivala, K. (2001). Some factors affecting the concentration of available chlorine in commercial sources of sodium hypochlorite. *International Endodontic Journal*, 34(3), 206–215. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2001.00371.x>

Friedman, S., Abitbol, S., & Lawrence, H. P. (2003). Treatment outcome in endodontics: The Toronto study. Phase 1: Initial treatment. *Journal of Endodontics*, 29(12), 787–793. <https://doi.org/10.1097/00004770-200312000-00001>

Friedman, S., Stabholz, A., & Tamse, A. (1990). Endodontic retreatment-Case selection and technique. Part 3. Retreatment techniques. *Journal of Endodontics*, 16(11), 543–549. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(07\)80219-6](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(07)80219-6)

Gaffney JL, Lehman JW, Miles MJ (1981) *Expanded use of the ultrasonic scaler*. J Endod 7, 228-229

Garrido ADB, Fonseca TS, Alfredo E, Silva-Sousa YTC, Sousa-Neto MD (2004) *Influence of ultrasound, with and without water spray cooling, on removal of posts cemented with resin or zinc phosphate cements*. J Endod 30, 173-176

Grossman LI. *Irrigation of root canals*. J Am Dent Assoc 1943;30:1915–7.

Guide, O. S. (2008a). Endodontic Retreatment: An Online Study Guide. *Journal of Endodontics*, 34(5 SUPPL.), 125–130. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.08.012>

Guide, O. S. (2008b). Success and Failure in Endodontics: An Online Study Guide. *Journal of Endodontics*, 34(5 SUPPL.), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.04.012>

Gulabivala, K., Ng, Y. L., Gilbertson, M., & Eames, I. (2010). The fluid mechanics of root canal irrigation. *Physiological Measurement*, 31(12). <https://doi.org/10.1088/0967-3334/31/12/R01>

Gupta, S., Khatri, R. K., & Khullar, P. (2013). A Survey Report on Effect of Root Canal Fillings and Coronal Restorations on the Periapical Status of Endodontically Treated Teeth in a Selected Group of Population. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 6(2), 89–94. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1196>

Hancock, H. H., Sigurdsson, A., Trope, M., & Moiseiwitsch, J. (2001). Bacteria isolated after unsuccessful endodontic treatment in a North American population. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 91(5), 579–586. <https://doi.org/10.1067/moe.2001.113587>

Hülsmann M (1993) *Methods for removing metal obstructions from the root canals*. Endod Dent Traumatol 9, 223-237

Ingle JJ. *Ingle's endodontics. 6th ed*. Ontario: BC Decker; 2008. p. 1091-1094.

- Iqbal, M. K., Kratchman, S. I., Guess, G. M., Karabucak, B., & Kim, S. (2007). Microscopic Periradicular Surgery: Perioperative Predictors for Postoperative Clinical Outcomes and Quality of Life Assessment. *Journal of Endodontics*, 33(3), 239–244. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.11.017>
- Jeansonne, M. J. (1994). A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. *Journal of Endodontics*, 20(6), 276–278. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)80815-0](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)80815-0)
- Kolenbrander, P. E., Palmer, R. J., Periasamy, S., & Jakubovics, N. S. (2010). Oral multispecies biofilm development and the key role of cell-cell distance. *Nature Reviews Microbiology*, 8(7), 471–480. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2381>
- Krell, K. V., Fuller, M. W., & Scott, G. L. (1984). The conservative retrieval of silver cones in difficult cases. *Journal of Endodontics*, 10(6), 269–273. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(84\)80061-8](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(84)80061-8)
- Krupp, C., Bargholz, C., Brüsehaber, M., & Hülsmann, M. (2013). Treatment outcome after repair of root perforations with mineral trioxide aggregate: A retrospective evaluation of 90 teeth. *Journal of Endodontics*, 39(11), 1364–1368. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.06.030>
- Lin, P. Y., Huang, S. H., Chang, H. J., & Chi, L. Y. (2014). The effect of rubber dam usage on the survival rate of teeth receiving initial root canal treatment: A nationwide population-based study. *Journal of Endodontics*, 40(11), 1733–1737. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.07.007>
- Madison, S., Swanson, K., & Chiles, S. A. (1987). An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part II. Sealer types. *Journal of Endodontics*, 13(3), 109–112. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(87\)80175-9](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(87)80175-9)
- Main, C., Mirzayan, N., Shabahang, S., & Torabinejad, M. (2004). Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: A long-term study. *Journal of Endodontics*, 30(2), 80–83. <https://doi.org/10.1097/00004770-200402000-00004>
- Mandel, E., & Friedman, S. (1992). Endodontic retreatment: A rational approach to root canal reinstrumentation. *Journal of Endodontics*, 18(11), 565–569. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81216-1](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81216-1)
- Mangalam, S., Rao, C. V., & Lakshminarayanan, L. (2002). Evaluation of apically extruded debris and irrigant using three instrumentation techniques. *Endodontology*, 14, 19–23.
- Martin, H. (1976). Ultrasonic disinfection of the root canal. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 42(1), 92–99. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(76\)90035-9](https://doi.org/10.1016/0030-4220(76)90035-9)
- McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clin Microbiol Rev* 1999;12:147–79.
- McMullen, A. F., Himel, V. T., & Sarkar, N. K. (1990). An in vitro study of the effect endodontic access preparation and amalgam restoration have upon incisor crown retention. *Journal of Endodontics*, 16(6), 269–272. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81628-6](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81628-6)
- Molander, A., Caplan, D., Bergenholtz, G., & Reit, C. (2007). Improved quality of root fillings provided by general dental practitioners educated in nickel-titanium rotary instrumentation. *International Endodontic Journal*, 40(4), 254–260. <https://doi.org/10.1111/j.0143-2885.2007.01208.x>

- Mulvey, P. G., & Abbott, P. V. (1996). The effect of endodontic access cavity preparation and subsequent restorative procedures on molar crown retention. *Australian Dental Journal*, *41*(2), 134–139. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.1996.tb05927.x>
- Nair, P. N. R., Sjögren, U., Krey, G., Kahnberg, K. E., & Sundqvist, G. (1990). Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: A long-term light and electron microscopic follow-up study. *Journal of Endodontics*, *16*(12), 580–588. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(07\)80201-9](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(07)80201-9)
- Nair PN. (2006). On the Causes of Persistent Apical Periodontitis-a Review. *International Endodontic Journal*, *39*(4), 249–281.
- Narayanan LL, Vaishnavi C. Microbiología endodóntica. *J Conserv Dent* 2010; 13: 233-9
- Ng, Y. L., Mann, V., Rahbaran, S., Lewsey, J., & Gulabivala, K. (2008). Outcome of primary root canal treatment: Systematic review of the literature - Part 2. Influence of clinical factors. *International Endodontic Journal*, *41*(1), 6–31. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01323.x>
- Nguyen, T. A., Kim, Y., Kim, E., Shin, S.-J., & Kim, S. (2019). Comparison of the Efficacy of Different Techniques for the Removal of Root Canal Filling Material in Artificial Teeth: A Micro-Computed Tomography Study. *Journal of Clinical Medicine*, *8*(7), 984. <https://doi.org/10.3390/jcm8070984>
- Olçay, K., Ataoglu, H., & Belli, S. (2018). Evaluation of Related Factors in the Failure of Endodontically Treated Teeth: A Cross-sectional Study. *Journal of Endodontics*, *44*(1), 38–45. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.08.029>
- 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), 1–7. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1991.tb00863.x>
- Patel, S., & Rhodes, J. (2007). A practical guide to endodontic access cavity preparation in molar teeth. *British Dental Journal*, *203*(3), 133–140. <https://doi.org/10.1038/bdj.2007.682>
- Penarrocha, M., Garcia, B., Marti, E., & Balaguer, J. (2006). Pain and inflammation after periapical surgery in 60 patients. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *64*(3), 429–433. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2005.11.014>
- Portenier, I., Haapasalo, H., Ørstavik, D., Yamauchi, M., & Haapasalo, M. (2002). Inactivation of the antibacterial activity of iodine potassium iodide and chlorhexidine digluconate against *Enterococcus faecalis* by dentin, dentin matrix, type-i collagen, and heat-killed microbial whole cells. *Journal of Endodontics*, *28*(9), 634–637. <https://doi.org/10.1097/00004770-200209000-00002>
- Prada, I., Micó-Muñoz, P., Giner-Lluesma, T., Micó-Martínez, P., Collado-Castellano, N., & Manzano-Saiz, A. (2019). Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*, *24*(3), e364–e372. <https://doi.org/10.4317/medoral.22907>
- Ray, H. A., & Trope, M. (1995). Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *International Endodontic Journal*, *28*(1), 12–18. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1995.tb00150.x>
- Rodrigues, R. C. V., Antunes, H. S., Neves, M. A. S., Siqueira, J. F., & Rôças, I. N. (2015).

Infection control in retreatment cases: In vivo antibacterial effects of 2 instrumentation systems. *Journal of Endodontics*, 41(10), 1600–1605. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.06.005>

Rodríguez-Niklitschek, C., & Oporto V, G. H. (2014). Determinación de la Longitud de Trabajo en Endodoncia: Implicancias Clínicas de la Anatomía Radicular y del Sistema de Canales Radiculares. *International Journal of Odontostomatology*, 8(2), 177–183. <https://doi.org/10.4067/s0718-381x2014000200005>

Schwandt, N. W., & Gound, T. G. (2003). *Resorcinol-Formaldehyde Resin “ Russian Red ” Endodontic Therapy*. 2, 2–4.

Sen BH, Wesselink PR, T. M. (1995). *Smear Layer Phenomena .Pdf* (pp. 28:141-8.).

Sim, T. P. C., Knowles, J. C., Ng, Y. L., Shelton, J., & Gulabivala, K. (2001). Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *International Endodontic Journal*, 34(2), 120–132. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2001.00357.x>

Siqueira, J. F., Lima, K. C., Magalhães, F. A. C., Lopes, H. P., & De Uzeda, M. (1999). Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by three instrumentation techniques. *Journal of Endodontics*, 25(5), 332–335. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81166-0](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81166-0)

Siqueira Junior, J. F., Rôças, I. das N., Marceliano-Alves, M. F., Pérez, A. R., & Ricucci, D. (2018). Unprepared root canal surface areas: Causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Brazilian Oral Research*, 32, 1–19. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0065>

Sjögren, U., Figdor, D., Persson, S., & Sundqvist, G. (1997). Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *International Endodontic Journal*, 30(5), 297–306. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1997.tb00714.x>

Sjögren, U., & Sundqvist, G. (1987). Bacteriologic evaluation of ultrasonic root canal instrumentation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 63(3), 366–370. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(87\)90208-8](https://doi.org/10.1016/0030-4220(87)90208-8)

Song, M., Kim, H. C., Lee, W., & Kim, E. (2011). Analysis of the cause of failure in nonsurgical endodontic treatment by microscopic inspection during endodontic microsurgery. *Journal of Endodontics*, 37(11), 1516–1519. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.06.032>

Souza, S. N., Sponchiado Júnior, E. C., Marques, A. A. F., Martins, L. D. M., & Garrido, Â. D. B. (2015). Evaluation of a new protocol for removing metal retainers from multirrooted teeth. *Journal of Endodontics*, 41(3), 405–408. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.11.014>

Stabholz, A., & Friedman, S. (1988). Endodontic retreatment-Case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. *Journal of Endodontics*, 14(12), 607–614. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(88\)80058-X](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(88)80058-X)

Stojicic, S., Zivkovic, S., Qian, W., Zhang, H., & Haapasalo, M. (2010). Tissue dissolution by sodium hypochlorite: Effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *Journal of Endodontics*, 36(9), 1558–1562. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.06.021>

Sundqvist, G., Figdor, D., Persson, S., & Sjögren, U. (1998). Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 85(1), 86–93.

[https://doi.org/10.1016/S1079-2104\(98\)90404-8](https://doi.org/10.1016/S1079-2104(98)90404-8)

Svensater, G., & Bergenholtz, G. (2004). Biofilms in endodontic infections. *Endodontic Topics*, 9(1), 27–36. <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2004.00112.x>

Swedish Council on Health Technology Assessment. (2012). Methods of Diagnosis and Treatment in Endodontics. *Graphic Production: Anna Edling, SBU, 2012*(June), 49–155.

Tabassum, S., & Khan, F. R. (2016). Failure of endodontic treatment: The usual suspects. *European Journal of Dentistry*, 10(1), 144–147. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.175682>

Tandra Das, T., & Pradeep, S. (2016). Microbial etiology of root canal treatment failure. *International Journal of Pharmacy and Technology*, 8(3), 4558–4566.

Van Der Sluis, L. W. M., Versluis, M., Wu, M. K., & Wesselink, P. R. (2007). Passive ultrasonic irrigation of the root canal: A review of the literature. *International Endodontic Journal*, 40(6), 415–426. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01243.x>

Vertucci, F. J. (1984). Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 58(5), 589–599. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(84\)90085-9](https://doi.org/10.1016/0030-4220(84)90085-9)

Vianna, M. E., Gomes, B. P. F. D. A., Sena, N. T., Zaia, A. A., Ferraz, C. C. R., & De Souza Filho, F. J. (2005). In vitro evaluation of the susceptibility of endodontic pathogens to calcium hydroxide combined with different vehicles. *Brazilian Dental Journal*, 16(3), 175–180. <https://doi.org/10.1590/s0103-64402005000300001>

Walmsley, A. D. (1987). Ultrasound and root canal treatment: the need for scientific evaluation. *International Endodontic Journal*, 20(3), 105–111. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1987.tb00600.x>

Weller, R. N., Brady, J. M., & Bernier, W. E. (1980). Efficacy of ultrasonic cleaning. *Journal of Endodontics*, 6(9), 740–743. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(80\)80185-3](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(80)80185-3)

Yamaguchi, M., Noiri, Y., Itoh, Y., Komichi, S., Yagi, K., Uemura, R., Naruse, H., Matsui, S., Kuriki, N., Hayashi, M., & Ebisu, S. (2018). Factors that cause endodontic failures in general practices in Japan. *BMC Oral Health*, 18(1), 1–5. <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0530-6>

Yeter, K. Y., Evcil, M. S., Ayranci, L. B., & Ersoy, I. (2013). Weight of apically extruded debris following use of two canal instrumentation techniques and two designs of irrigation needles. *International Endodontic Journal*, 46(9), 795–799. <https://doi.org/10.1111/iej.12060>

Zamany, A., Safavi, K., & Spångberg, L. S. W. (2003). The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 96(5), 578–581. [https://doi.org/10.1016/S1079-2104\(03\)00168-9](https://doi.org/10.1016/S1079-2104(03)00168-9)

Zandi, H., Petronijevic, N., Mdala, I., Kristoffersen, A. K., Enersen, M., Rôças, I. N., Siqueira, J. F., & Ørstavik, D. (2019). Outcome of Endodontic Retreatment Using 2 Root Canal Irrigants and Influence of Infection on Healing as Determined by a Molecular Method: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Endodontics*, 45(9), 1089–1098.e5. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.05.021>

Zehnder, M. (2006). Root Canal Irrigants. *Journal of Endodontics*, 32(5), 389–398. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.09.014>

