



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

FO
FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN ENDODONCIA

TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL TITULO DE
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA

**REABSORCIÓN DENTINARIA INTERNA:
DIAGNÓSTICO, PRONÓSTICO Y TRATAMIENTO.**

Alumno: Od. Villarroel, María Gabriela

Director: Prof. Esp. Alicia Rodríguez L.

Mendoza, junio de 2020

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, mis mentores, mi familia y Dios, sin su apoyo jamás habría sido posible llegar a estas instancias que elevan el alma y le dan una fragancia de satisfacción a nuestra noble profesión.

INDICE

Resumen.....	pag. 4
Introducción.....	pag. 6
Caso clínico.....	pag. 25
Discusión.....	pag. 35
Conclusión.....	pag. 43
Referencias bibliográficas.....	pag. 44

RESUMEN

La reabsorción dentinaria interna es la pérdida de los tejidos duros dentales en el interior del diente como resultado de actividades clásticas, se produce por una lesión, ya sea trauma, caries o cualquier otra injuria dentaria que desata este mecanismo destructivo del diente. Es frecuente encontrarlo en hombres, pero hay casos en mujeres. La edad promedio es 35 años, la mayoría presenta antecedentes de lesiones traumáticas en la zona de reabsorción, ortodoncia o lesiones periapicales con compromiso pulpar, pero también se presentan casos idiopáticos. Es probable que se deba a la dificultad de encontrar esta lesión, aun buscándola y generalmente se la encuentra por una radiografía convencional de rutina, se suma a esto que esta lesión, reabsorción radicular interna, tiene la particularidad histopatológica de presentar una triada muy peculiar para su aparición; una injuria, necrosis e infección y clastos activos. La imagen radiográfica 2D sigue siendo de gran ayuda en el diagnóstico y tratamiento de la reabsorción. Hoy la imagen 3D, CBCT, tiene una precisión y exactitud muy elevada para su diagnóstico, además, la instrumentación, limpieza y conformación están facilitadas por los nuevos sistemas mecanizados sumados a los dispositivos de irrigación sónica y ultrasónica, el uso de técnicas de obturación termoplastizadas y selladores bioactivos. Todo esto hace de esta lesión, la reabsorción dentinaria interna, un tratamiento con un pronóstico muy favorable. En este caso, se atendió una paciente de sexo femenino de 40 años de edad, sin antecedentes médicos.

El elemento 11 presentaba una reabsorción interna inflamatoria (RRII) en el tercio medio del canal radicular y proceso apical, con necrosis, siendo una periodontitis apical supurativa. Clínicamente se observó tracto sinusal y cambio de coloración del diente

El objetivo de este trabajo es describir las características clínicas, histológicas, radiográficas y terapéuticas de la reabsorción radicular interna para proporcionar una visión detallada de su etiopatogenia, prevalencia, clasificación y diferentes alternativas de tratamiento.

Con el advenimiento de nuevas tecnologías como el Cone Beam y los hallazgos de los señalizadores y mediadores histoquímicos, diagnosticar una reabsorción dentinaria interna no será a futuro una rareza o por casualidad, sino un diagnóstico preciso, veraz y a tiempo.

INTRODUCCION

La reabsorción radicular (RR) es una condición asociada a un proceso fisiológico o patológico, resultando en la pérdida dentinaria, cementaria y/u ósea. Puede ocurrir por injurias mecánicas, químicas o térmicas (Nilsson *et al.*, 2013). La reabsorción radicular interna (RDI) es un estado patológico que se produce en el interior del conducto radicular dental, reportada por primera vez hace más de cien años, aun así, actualmente, hay muchos vacíos en su conocimiento debido a la rara frecuencia con la que se produce y que, generalmente, su hallazgo es por casualidad o por síntomas que el paciente presenta cuando ya se encuentra en un estado avanzado o por fractura del elemento (Andreasen 1970; Trope 1998; Sak *et al.*, 2016).

Gartner *et al.*, (1976) señalaron que Bell informó por primera vez sobre la RRI en 1830, el punto rosa fue mencionado por Fothergilp en el año 1920 y Mummery, ese mismo año, publicó el primer estudio extenso de las manchas rosadas, mientras que Munch en el año 1937, señaló que la reabsorción interna se podía delinear mediante una radiografía. Desde entonces hasta la actualidad, numerosos informes encontramos en la literatura.

Nilson *et al.*, (2013) definieron a la reabsorción radicular interna (RRI) como una patología pulpar caracterizada por la pérdida de tejido dentinario. Caliskan, Turkun (1997) explicaron que la reabsorción interna se asociaba con una inflamación crónica en la pulpa y que el proceso era sostenido por la infección de tejido pulpar necrótico en el conducto radicular coronal a la zona de reabsorción.

Patel *et al.*, (2010) puntualizaron diciendo que la RR es la pérdida de los tejidos duros dentales como resultado de actividades clásticas, que podía ocurrir como un fenómeno fisiológico o patológico, siendo en la dentición primaria un fenómeno fisiológico normal, excepto si ocurría prematuramente, aclararon que los factores involucrados en la iniciación de la reabsorción de la raíz en la dentición primaria no se entendían completamente, pero parecería que están regulados por citocinas y factores de transcripción, similares a los involucrados en la remodelación ósea, especificando que la RR de los dientes permanentes no ocurre naturalmente y es inflamatoria por naturaleza,

por lo tanto, en la dentición permanente la remarcaron como un evento patológico que resultaría en la pérdida prematura de los dientes afectados.

Meire; De Moor (2008) establecieron que la reabsorción radicular interna era inflamatoria, caracterizada por una progresiva absorción de la substancia dental que se ubicaría en cualquier tercio del conducto radicular pero más comúnmente en la región cervical.

Dentro de las clasificaciones de la RR, la más ampliamente usada es la de Andreasen (1970) que describió la primera clasificación de la RR; a partir de allí numerosas clasificaciones fueron propuestas por varios autores con diversa terminología, pero su clasificación es la más usada aún. Andreasen clasificó a la RR según la localización, tipo y trauma en; reabsorción radicular externa (RRE) y reabsorción radicular interna (RRI), a su vez, la RRE se subdivide en inflamatoria, de superficie y de reemplazo y la RRI, se subdivide a su vez en de reemplazo e inflamatoria (Aidos *et al* 2018).

Heithersay, (2007) aseguró que Andreasen ha hecho una contribución única a la comprensión de la reabsorción dental y el trauma dental en los últimos 40 años y su clasificación original sigue siendo la más ampliamente aceptada, desempeñando un papel importante para el odontólogo en el proceso de diagnóstico, sin embargo, la clasificación original de Andreasen no incluye otros procesos de reabsorción que han sido identificados en las últimas dos décadas.

Kanas, Kanas (2011) distinguieron la RR de origen dental de la no dental y elaboraron una clasificación muy completa en dientes permanentes basadas en la localización, etiología y tipo. En la RRI de origen dental infecciosa, inflamatoria o por trauma, se subdivide a su vez en reabsorción radial ampliada de la pulpa, siendo ésta el “punto rosa” de Mummery en progreso y la reabsorción por reemplazo o metaplásica. De origen no dental, distinguieron la RRI por infección con Herpes Zoster. En la RRE de origen dental, la clasificaron en reabsorción apical fisiológica que se subdivide en superficial externa y apical transitoria; reabsorción por infección/inflamación que se subdivide en cervical y apical; reabsorción por trauma que se subdivide en colapso apical transitorio, periapical por reemplazo con anquilosis; inflamatoria cervical/apical; por presión que se subdivide

en ortodóncica y fuerzas oclusales; reabsorción idiopática que se subdivide en apical sin anquilosis, apical/cervical múltiple, y la reabsorción quirúrgica por injertos óseos en hendiduras alveolares mientras que en la RRE de origen no dental por neoplasias y quistes y desordenes sistémico.

Nilson *et al.*, (2013) consideraron a la RRI de una prevalencia rara, es por eso que muchos de los artículos que abordan la RR se enfocan más en la RRE mientras que la RRI no es bien conocida y con resultados ampliamente variados ya que, mientras las evaluaciones histológicas muestran una alta frecuencia, 55%, no es así por el diagnóstico radiográfico, 0,01%. Los recientes estudios histológicos muestran RRI en dientes con pulpitis y necrosis, pero el tamaño de la lesión no puede ser detectado radiográficamente en sus etapas tempranas por ser pequeñas o porque la radiografía convencional es, a menudo, inadecuada y eso resulta en la diferencia en los porcentajes de frecuencia. Se deduce que el diagnóstico de la RRI es generalmente difícil de establecer mediante las radiografías convencionales.

La etiología de la RRI es bastante confusa. Se han propuesto varios factores etiológicos para la pérdida de la predentina y capa de odontoblastos, y el trauma parece ser el más defendido. En un estudio con 27 pacientes, el trauma es el factor etiológico más común (43%), seguido de lesiones cariosas (25%). La infección persistente de la pulpa por bacterias, causa la colonización con invasión de células macrófagos. La fijación y esparcimiento de estas células, es el requisito previo primario para el inicio de la RRI, aunque los factores etiológicos completos, así como la patogénesis aún no se han aclarado completamente (Nilsson *et al.*, 2013). La causa exacta es desconocida en la mayoría de los casos. Andreasen (1970) afirmó que la progresión de la reabsorción interna siempre dependía del tejido vital. Así, el tratamiento de conducto en forma inmediata sería el único tratamiento necesario para los casos sin perforaciones externa o comunicantes (Hsien H. *et al.*, 2003).

Patel *et al.*, (2010); Caliskan, Turkun 1997, atribuyeron que la pérdida de la capa de predentina y odontoblastos tenía diversos factores etiológicos incluyendo, traumatismos, caries, infecciones periodontales, calor excesivo generado durante procedimientos

restaurativos en dientes vitales, procedimientos con hidróxido de calcio, recesiones de raíces vitales, anacoresis, tratamiento de ortodoncia, dientes agrietados o simplemente cambios idiopáticos dentro de las pulpas normales.

Podemos decir que el consenso es bastante común en lo que se refiere a factores etiológicos que contribuyen a la RRI. Wedenberg, Zetterqvist (1987) consideran que la reabsorción interna de la raíz es asintomática y se descubre durante una evaluación radiográfica de rutina. No hay diferencia entre los dientes primarios y permanentes, ya sea clínica o morfológicamente, excepto que el proceso de reabsorción progresa más rápidamente en los dientes primarios.

La RRI por ser asintomática, a menudo se la reconoce clínicamente a través de radiografías orales de rutina. El dolor va a depender de la condición pulpar o si hay perforación de la raíz resultando en una lesión periodontal. Sin embargo, los signos clínicos varían según la ubicación y amplitud de la lesión. Si la RRI se encuentra en la parte coronal del canal, se puede observar clínicamente un punto rosa. Este color rosa es tejido conectivo altamente vascularizado adyacente a las células de la reabsorción y se vuelve gris o gris oscuro cuando la pulpa está necrótica. La respuesta a las pruebas de sensibilidad, térmicas y eléctricas, es positiva hasta que la lesión crece significativamente en tamaño resultando en una perforación y necrosis. El tejido conectivo inflamado llena la zona de reabsorción, degenera, se somete a necrosis y desencadena una periodontitis apical. El diente en esas instancias puede presentar abscesos sintomáticos y periradiculares. Si hay perforación de la raíz, es generalmente seguida por el desarrollo de un tracto sinusal, que confirma la presencia de una infección del conducto radicular. El desarrollo de necrosis pulpar completa detiene el crecimiento de la reabsorción porque las células resorptivas necesitan del suministro de sangre y nutrientes (Nilsson *et al.*, (2013).

Generalmente la reabsorción interna puede ser transitoria o progresiva. Puede afectar a un diente o a muchos dientes. Los incisivos muestran la mayor incidencia (Caliskan; Turkun 1997). Según Gorlin; Goldman (1972) su ocurrencia es más común en hombres que en mujeres en las cuarta y quinta década de la vida y más frecuentemente ocurre en el tercio medio o apical de la raíz y suele ser asintomática.

Kerr *et al.* (1970) afirman que la ocurrencia de reabsorción interna es más frecuente en mujeres en la segunda y tercera décadas de vida.

Siendo así, la RRI es causada por una transformación del tejido normal pulpar en tejido granulomatoso con células gigantes que reabsorben la dentina y radiográficamente se presenta como un defecto irregular dentro del conducto (Jain, Ballal 2018). A fin de establecer un correcto diagnóstico Nilsson *et al.* (2013) dijeron que las RRI son difíciles de establecer y no son detectables en la radiografía en sus etapas tempranas o debido a las limitaciones de este método de dos dimensiones. Si se sospecha de RRI, se recomiendan varios disparos de rayos X bajo diferentes ángulos de incidencia ya que un diagnóstico preciso es esencial para elaborar un plan de tratamiento adecuado. El CBCT se ha utilizado con éxito para evaluar la verdadera naturaleza y gravedad de las lesiones de reabsorción, proporciona una apreciación 3-dimensional de la lesión de reabsorción con vistas axiales, coronales, parasagital de la anatomía. En la serie de vistas de corte seccional, el tamaño y la ubicación de la reabsorción se determina claramente con alta sensibilidad y una especificidad excelente, además, tiene una alta precisión en la detección de lesiones radiculares en etapas tempranas.

Nuestro conocimiento con peso sobre la histología de la reabsorción de raíces internas en humanos se basa en gran medida en el trabajo de Wedenberg, Zetterqvist (1987). Se examinaron lesiones de RRI en dientes primarios y permanentes con microscopia de luz, microscopia electrónica de exploración e histoquímica enzimática. El estudio examinó 6 dientes primarios y 7 permanentes que fueron extraídos como resultado de la reabsorción interna progresiva. La apariencia histológica y los perfiles histoquímicos de los dientes primarios y permanentes fueron idénticos, pero el proceso de reabsorción generalmente ocurrió a un ritmo más rápido en los dientes primarios (Nilsson *et al.*, 2013).

Los tejidos pulpares, aseguraron Nilsson *et al* (2013), se inflamaron en diversos grados en todos los dientes, con infiltrado inflamatorio compuesto predominantemente de linfocitos y macrófagos y con algunos neutrófilos. La RRI requiere de dos fases: lesión y estimulación. La primera está relacionada con la lesión de los tejidos no mineralizados que cubren la superficie interna del conducto radicular, la preentina y la capa de

odontoblastos. La segunda es la infección, siendo éste el principal factor de estimulación en la RRI. Los dientes no son sintomáticos en la etapa temprana de la RRI. El origen de las células resorptivas es pulpar, procedentes de la parte apical vital de la pulpa.

Patel *et al.*, (2010) mencionaron que los odontoclastos son morfológicamente similares a los osteoclastos se diferencian por ser más pequeños en tamaño, tener menos núcleos y menos zonas de sellado hermético, posiblemente como resultado de las diferencias en sus respectivos sustratos de reabsorción. Reabsorben sus tejidos de manera similar, poseen propiedades enzimáticas similares y crean depresiones llamadas lagunas resorptivas, para que se produzca la RRI, la capa de odontoblastos y la capa de predentina deben estar dañados, indefectiblemente, resultando en una exposición de la dentina mineralizada a las células clásticas.

En un estudio llevado a cabo por Arboleya; Castañeda (2014) mostraron las características de las células clásticas, poniendo de manifiesto que son las únicas células capaces de extraer matriz calcificada, digerir el colágeno y disolver fosfato cálcico a través de estructuras altamente especializadas. Mostraron, además, que las células clásticas son muy raras fuera de la superficie ósea y son una población escasa en el esqueleto (1-2%), tienen una vida media de dos semanas y luego sufren apoptosis. Cuando se activan se los reconoce fácilmente, son multinucleadas, polarizadas y con una región basal que sirve para intercambio de señales externas, poseen una zona ribeteada que se une a la matriz calcificada y tienen podosomas para desplazarse, debemos tener en cuenta que una sola célula puede dar lugar a la formación de varias lagunas resorptivas. La expresión del gen fosfatasa ácida resistente al tartrato (TRAP), es el marcador histoquímico de estas células, aun cuando el clasto es mononuclear.

Graves *et al.*, (2008), aseguraron que las células clásticas pertenecen a la estirpe monocito-dendrítico-macrofágica, que poseen la capacidad de unirse al tejido mineralizado. Primariamente, se va a producir una señal de activación, entonces, la célula clástica multinucleada se polariza, luego se enfrenta a la superficie mineralizada a través de su estructura de ribete, es en esos ribetes, donde se encuentran las integrinas alfa y beta3, estas integrinas interaccionan con proteínas de la matriz como son la

osteopontina y vitronectina, a partir de allí se va a producir un sellado hermético y este sellado va a permitir que se produzca el intercambio de iones y proteasas imprescindibles en el proceso de reabsorción. La zona basal de la célula no sufre ningún cambio, pero tiene un papel, que aún, no es bien conocido en la comunicación e intercambio de iones.

Dentro del citoplasma de estas células hay anhidrasa carbónica II que disociará el ácido carbónico en hidrógeno (H⁺) y bicarbonato (HCO₃) y en el extremo del ribete se va a producir el intercambio de un hidrógeno por dos cloros, consecuentemente, se formará en la laguna, ácido clorhídrico que provoca la disolución del tejido mineralizado como la hidroxiapatita y la liberación del calcio y fosfato, también se segregan una serie de metaloproteasas que provocan la disolución de la matriz orgánica (Kornak *et al.*, 2001).

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente descrito, Nilson *et al.*, (2013) refirieron que los odontoclastos que forman lagunas resorptivas en la dentina tienen 10 o menos núcleos, incluso algunos son oligonucleares llamadas así porque contienen menos de cinco núcleos, pero reabsorben más dentina que las células con un mayor número de núcleos.

Kraft, Terry, Gendelman (2011) manifestaron que las células madres hematopoyéticas van a dar lugar, a distintas poblaciones celulares: monocitos circulantes y macrófagos tisulares, mediante señales se van a definir sus características morfológicas y funcionales como por ejemplo las células clásticas óseas.

Las células dendríticas están presentes en la pulpa dental y posiblemente actúan como precursores de odontoclastos (Patel *et al.*, 2010). Actualmente se conoce que determinadas subclases de monocitos circulantes y células dendríticas tienen la capacidad de transformarse en células clásticas si son sometidas a señales específicas (Kikuta, Ishii 2012). También se ha visto que monocitos circulantes migran hacia la zona de reabsorción y sufren la transformación a clastos (Kotani *et al.*, 2013).

Por otra parte, Wang *et al.*, (2019) afirmaron que las células dendríticas tienen un alto nivel de plasticidad funcional, permitiendo que estas células se transformen en otros tipos celulares como células clásticas.

Desde una perspectiva de señalización molecular, las señales que atraen a la población precursora de clastos comienzan a ser conocidas, el sistema de factor de transcripción OPG/RANKL//RANK, que controla las funciones del remodelado óseo, también se ha identificado en la reabsorción radicular. Este sistema es responsable de la diferenciación de las células clásticas a partir de sus precursores, a través de interacciones celulares complejas. Se ha demostrado recientemente que la pulpa dental humana expresa osteoprotegerina (OPG) y el activador del receptor del factor nuclear Kappa-ligando B (RANKL) (Patel *et al.*, 2010).

Se produce, así, la expresión de RANK en la membrana de los precursores, lo que va a permitir la acción del RANKL sobre estas células y su diferenciación hacia células clásticas maduras de forma definitiva (Kikuta, 2013). Pang *et al.*, (2013), confirmaron que las células precursoras van a expresar el RANK en su membrana y tras recibir la señal RANKL procedente de las células mesenquimales medulares o de los osteocitos situados en la profundidad de la matriz, se transformaran en células clásticas maduras. Hasta el momento se han identificado varias señales que promueven el reclutamiento y la supervivencia de las células clásticas, entre ellas se destaca una quimioquina llamada CXCL 12 entre otras. Existe un mecanismo para evitar la formación de células clastos sin freno, una serie de reguladores negativos que van a inhibir su formación, entre ellas la IL-4, la IL-13, IL-10 y la IL-27.

De manera coordinada con la señal RANKL, Barrow *et al.*, (2011) y Takahashi *et al.*, (2011) han observado otras vías de señales inductoras cuyo papel puede ser determinante en estados patológicos, se conocen al menos dos, el OSCAR (receptor asociado-osteoclastos) y el TREM (receptor blanco m-celular), no se conoce con seguridad el ligando de estos receptores, pero se vio que contribuyen a la amplificación de la señal RANK y en situaciones patológicas su sobreactivación contribuye al estado de estimulación clástica marcada que las caracteriza, aunque no se conoce si estas vías son relevantes en estados fisiológicos.

Los odontoclastos tienen un borde ondulado igual a los osteoclastos, contienen menos núcleos y tienen una zona más pequeña o no clara de laguna resorptiva. Teniendo diez o

menos núcleos, los odontoclastos oligonucleares son células con menos de cinco núcleos y reabsorben más dentina por núcleo que las células con un mayor número de núcleos (Nilsson *et al.*, 2013)

Los odontoclastos no se adhieren a matrices de colágeno no mineralizadas, por lo tanto, el componente orgánico, como la capa de predentina y odontoblastos impide la reabsorción de la pared del conducto radicular. Los odontoclastos, al igual que los osteoclastos, podrían unirse a las proteínas extracelulares que contienen RGD (arginina-glicina-ácido aspártico) una secuencia de aminoácidos, esta unión se hace a través de las integrinas en los ribetes de los odontoclastos, en particular las alfa y beta3 que juegan un papel clave en la adhesión de estas células. Se ha especulado que la falta de péptidos RGD en predentina reduciría la unión de los odontoclastos, confiriendo así, resistencia a las paredes del canal cuando la capa de odontoblastos y predentina están dañadas dando como resultado una exposición de la dentina mineralizada (Patel, *et al.*, 2010)

La RRI se subdivide en reabsorción inflamatoria interna (RII), reabsorción por reemplazo (RR). La RII puede ocurrir en cualquier tercio del canal, radiográficamente tiene la apariencia de un óvalo, como la lesión está en el canal, este pierde su forma, hay una configuración alterada del canal en lo que se refiere a su trayecto, tiene un aspecto bien definido, generalmente simétrico y radiográficamente homogéneo, la condición no es advertida, sino, hasta un estado avanzado de la lesión que puede llegar a la perforación o síntomas o por la aparición de un tracto sinusal debido a la infección. Se lo diagnostica, generalmente, por una radiografía de rutina. Según su ubicación puede ser apical, medio o coronaria, esta última se observa un punto rosa. Un estudio reciente ha demostrado que la RII apical es mucho más común de lo que se pensaba en dientes con diversas patologías periapicales inflamatorias. El estudio reveló que el 74,7 por ciento de los dientes con lesiones periapicales tenían grados variables de reabsorción apical interna, entre leve siendo grado 1 y grave siendo grado 4 (Patel, *et al.*, 2010). Radiográficamente, la reabsorción apical interna puede ser difícil de diagnosticar cuando son de grados inferiores y tamaño pequeño (Heithersay, 2007).

La RRI, explica Patel, *et al.*, (2010) implica una pérdida progresiva de la dentina intraradicular sin deposición de tejidos duros adyacentes a la lesión, se asocia frecuentemente con una inflamación crónica de la pulpa e infección bacteriana, además de otras condiciones que son imprescindibles y que se deben presentar simultáneamente para que se inicie el evento de reabsorción, estos son la activación de los odontoclastos y sus precursores, discontinuidad y daño a la capa de odontoblastos y predentina y quedar expuesta la dentina a los odontoclastos activos. Esto explica por qué la RRI es menos frecuente que la RRE. La cámara pulpar está, generalmente, necrótica, mientras que la pulpa apical se mantiene vital para que la lesión se mantenga y progrese en el interior del conducto.

Una hipótesis refiere que la porción pulpar necrótica sirve de estímulo a la inflamación en el sector de reabsorción, otra de las hipótesis, se basa en una reciente comprensión sobre el comportamiento de los osteocitos, sugiere que la apoptosis de los osteocitos induce la secreción de citoquinas osteoclastogénicas, por otra parte, ante la presencia de osteocitos, las células clásticas no reabsorben tejido mineralizado y no forman los característicos anillos resortivos (Heino, *et al.*, 2002).

Similar a los osteocitos, la apoptosis de las células de la pulpa y de los odontoblastos por diferentes injurias como trauma o caries, iniciaría la producción de citoquinas y el inicio de la reabsorción interna (Mitsiadis, *et al.*, 2008)

La RRI por reemplazo es asintomática, el diente puede responder normalmente a las pruebas térmicas o eléctricas, al menos que el avance de la lesión resulte en una perforación. Aparentemente se produce por una inflamación de bajo grado con pulpitis crónica o necrosis parcial. El proceso inflamatorio debe ocurrir en la región del canal donde la capa de odontoblastos y predentina están interrumpidos y dañados. La resorción de la dentina va acompañada de la deposición de un tejido duro metaplásico similar al hueso, cemento o dentina. Metaplasia se refiere a un cambio, en el cual un tipo de célula adulta, epitelial o mesenquimática, es reemplazada por otro tipo de célula. En este contexto, el tejido metaplásico es similar al tejido óseo (Patel, *et al.*, 2010).

Andreasen, Andreasen (1988) mostraron una variante de la RRI, es la reabsorción de túnel interna (RTI). Se encontró en todas las categorías de luxación, con excepción de la concusión. La RTI mostró las siguientes características: un proceso de reabsorción que se desarrolló de 3 semanas a 5 años después de la lesión y desapareció parcial o totalmente de 6 meses a 6 años después, mostró una fuerte preferencia por luxaciones extrusivas con curación por tejido conectivo. Patel, *et al.*, (2010) mencionaron que la RTI es usualmente encontrada en la porción coronal de las fracturas radiculares, la resorción en túnel se presenta en la dentina adyacente al canal con deposición de tejido similar a hueso esponjoso, tras lo cual se completa en algunos casos, la obliteración del canal con ese tejido.

Se han dado diferentes hipótesis sobre el origen del tejido metaplásico, la primera hipótesis refiere que este tejido es producido por las células madres de la pulpa dental postnatal presentes en la porción apical vital, como una respuesta reparativa a la reabsorción. Esto es análogo con la formación de dentina terciaria, la matriz depositada se asemeja a tejido osteoide (Patel *et al.*, 2010). En otras investigaciones realizadas, observamos que los odontoblastos son células post-mitóticas altamente diferenciadas, situadas en la periferia de la pulpa, son exclusivamente células productoras de dentina y participan en la formación dentaria primaria, secundaria y reaccionaria, mientras que las células que producen dentina reparadora después de una lesión pulpar, son reclutadas entre las células pulpares y se diferencian en odontoblastos produciendo un tejido mineralizado similar al hueso, llamado osteodentina (Goldberg, 2001). Una segunda hipótesis propone que ambos, el tejido de granulación y el tejido metaplásico no son de origen pulpar, sino que migran de compartimentos vasculares o del periodonto. Esto es compatible con estudios en donde se ve tejido conjuntivo junto al material de obturación del canal, este tejido consiste en un tejido de granulación de disposición floja que contiene cúmulos de linfocitos, especialmente hacia el ápice con un número creciente de fibras finas con presencia de odontoblastos. En la mayoría de las áreas este tejido de granulación bordeaba las paredes dentinas que presentaban pequeñas lagunas de reabsorción, a menudo mostrando una banda estrecha de formación de tejido duro. Después de 6 meses, el espacio

contenía un tejido conectivo fibroso rico en células y en una zona limitada, al lado del material de obturación con una agregación de linfocitos bordeando el tapón de partículas dentinarias (Horsted, 1987).

Patel *et al.*, (2010) explicaron sobre la dificultad de distinguir la RRI de la RRE, tema que ha sido destacado en la literatura. El problema en el diagnóstico diferencial ocurre cuando la lesión RRE no es accesible por sondeo y se proyecta radiológicamente sobre el conducto radicular. Ambas lesiones pueden tener un aspecto radiográfico similar.

Gartner *et al.*, (1976) describieron, en forma detallada, pautas que permitieron a los clínicos diferenciar los dos procesos radiográficamente. Los autores informaron que las lesiones de RRI son lisas, generalmente están distribuidas simétricamente, los márgenes son marcados y claramente definidos, son generalmente simétricas pero pueden ocurrir excéntricamente siempre manteniendo las características anteriores, el canal o cámara no pueden seguirse a través de la lesión ya que las paredes del sistema del conducto radicular parecen hincharse, mostrando un área ampliada y uniforme con forma de balón, se puede localizar en cualquier sector del conducto o en la cámara pulpar.

Por otra parte, las lesiones de RRE no son simétricas, pueden ocurrir en cualquier sector y tienen un aspecto apolillado.

Se pueden utilizar distintas tomas radiográficas para poder distinguir estas lesiones, usando la regla mesial-bucal-distal (MBD). Esta regla se aplica a menudo durante la terapia endodóntica para determinar la posición relativa de las raíces. Se exponen dos radiografías: una perpendicular al diente, la otra desde un ángulo mesial a la perpendicular en el mismo plano horizontal. Los objetos más cercanos a la fuente de radiación se desplazarán distalmente en relación con los objetos más lejos de la fuente (Gartner *et al.*, 1976).

Dentro de los márgenes de la lesión, la reabsorción interna mostrará una densidad uniforme y no cambiará su posición desde un ángulo mesial. En este contexto, la norma MBD puede aplicarse de dos maneras, la primera es ayudar en el diagnóstico diferencial entre la RRI y RRE. Si la lesión es RRE, se desplazará desde su posición sobre el sistema del canal con la radiografía de angulación mesial. Las lesiones de RRI, sin embargo, no

cambiarán, por mucho que sea el ángulo desde el que se tomó la radiografía, aunque su forma si puede cambiar. Por supuesto, las circunstancias pueden dictar la necesidad de exponer la radiografía angulada distalmente en lugar de mesial (Gartner *et al.*, 1976).

La segunda es para determinar la posición relativa en la superficie de la raíz. Esta información es esencial si la cirugía está indicada. Una consideración final es el diagnóstico diferencial entre caries, RRE y RRI, los dientes afectados periodontalmente a menudo muestran caries en una porción radicular, pero puede diferenciarse fácilmente de la RRI por el hecho de que hay una configuración inalterada del canal en caries que puede seguirse a través del área de la lesión, como en la reabsorción externa, la lesión cariosa no tiene un contorno definido, la RRI si lo tiene.

Otra particularidad es que la RRI, la RRE y la caries pueden ocurrir en el área coronal del diente. En el diagnóstico se puede utilizar el mismo enfoque explicado anteriormente con las angulaciones radiográficas (Gartner *et al.*, 1976).

La reabsorción interna por reemplazo presenta un moteado radiopaco, este tejido metaplásico depositado puede dar como resultado márgenes irregulares. Diferenciar esta lesión con una RRE, es un gran desafío especialmente si la metaplasia ha ocupado la totalidad de la lesión. El diagnóstico basado en la radiografía convencional es limitado por el hecho de que una imagen tridimensional se representa bidimensionalmente. En adición, las estructuras anatómicas pueden distorsionarse resultando en un incorrecto diagnóstico. Con el advenimiento de la tomografía computada cone bean (CBCT) que provee una imagen tridimensional la exactitud diagnóstica se ha mostrado en muchas series de casos y casos reportados (Patel *et al.*, 2010)

Simon *et al.*, (2006) concluyeron que la capacidad de CBCT para diferenciar lesiones puede ser para el clínico más precisa y útil que la biopsia misma y pueden influir en el proceso de toma de decisiones cuando se considera un enfoque no quirúrgico o quirúrgico del retratamiento endodóntico.

Patel *et al.*, (2007), observaron que la morfología radicular se puede visualizar en tres dimensiones con CBCT, así como el número de canales, si convergen o divergen entre sí, puede apreciarse el verdadero tamaño, localización y extensión de una lesión, por lo tanto,

hay una alta prevalencia de elegir el tratamiento correcto comparado con las radiografías periapicales de rutina. Las lesiones de RRI, presentan para el endodoncista un gran desafío por las dificultades únicas en la preparación y obturación del diente afectado. La preparación de la cavidad de acceso debe ser conservadora y debe evitar un mayor debilitamiento del diente ya comprometido. En los dientes con lesiones de reabsorción activa, el sangrado de la pulpa inflamada y los tejidos de granulación podrían ser profusos y podrían afectar la visibilidad durante las etapas iniciales de desbridamiento químico-mecánico. La forma del defecto de reabsorción generalmente lo hace inaccesible a la instrumentación mecánica directa (Patel *et al.*, 2010).

Una vez que la RRI ha sido diagnosticada, se deberá tomar una decisión en base al pronóstico del diente y si la corona puede ser restaurada o no. La única opción terapéutica es la realización del tratamiento de conducto, donde se deberá prestar especial atención en remover todo resto de pulpa vital, tejido necrótico y detritus. RRI presenta una dificultad única en la preparación y obturación (Patel *et al.*, 2010)

El objetivo primario de la terapia endodóntica, siempre, es la eliminación de todo el tejido vital o no, microorganismos y subproductos microbianos del sistema del conducto radicular, (Burleson *et al.*, 2007), la naturaleza intrincada de la anatomía en la RRI ha complicado el desbridamiento completo de todas las áreas del conducto e irregularidades, a menudo albergan tejido, microbios y desechos después de la instrumentación (Patel *et al.*, 2010). Con el uso de irrigación ultrasónica tras instrumentación manual/rotatoria in vivo, se produjo una reducción, significativamente mayor de colonias microbianas en los recuentos de molares humanos necróticos e infectados (Carver *et al.*, 2007).

La irrigación del conducto radicular es otro de los pasos más importantes en el tratamiento. Se utilizan normalmente soluciones químicas para aumentar la eficacia de la limpieza mecánica. El hipoclorito de sodio es el irrigante endodóntico más usado en la práctica moderna debido a sus propiedades disolventes de tejidos, antibacterianas y lubricantes. Se comprobó que los pretratamientos con solución hidróxido de calcio e hipoclorito de sodio al 0,5% mejoraron la eficacia de disolución y limpieza cuando era combinado con ultrasonido, puede utilizarse eficazmente en la irrigación del conducto radicular en lugar

del hipoclorito de sodio al 5% que ha demostrado ser altamente citotóxico. (Turkun, Cengiz., 2003).

En el tratamiento endodóntico también encontramos el uso combinado de EDTA al 17% y de hipoclorito de sodio al 5,25% con instrumentación apical mínima, nos hace predecibles los canales libres de bacterias. El presente apoya estudios anteriores que muestran la importancia de una instrumentación apical adecuada para eliminar o reducir bacterias. Además de la instrumentación adecuada, la irrigación, un medicamento intracanal como el hidróxido de calcio puede ser necesario para aumentar el éxito a largo plazo (Mcgurkinsmith *et al.*, 2005).

La irrigación ultrasónica es un dispositivo ultrasónico que convierte la energía eléctrica en ondas ultrasónicas de cierta frecuencia por magneto estrictivo o por piezoelectricidad. Por un lado, el magnetostrictivo es generada por la deformación de un material ferromagnético sometido a un campo magnético; por otro lado, la piezoelectricidad es la generación de estrés en cristales dieléctricos sometidos a una tensión aplicada. Las propiedades del dispositivo ultrasónico determinan la frecuencia del instrumento oscilante, que en la práctica dental se fija a 30 kHz. La intensidad o flujo de energía del instrumento oscilante se puede ajustar mediante una potencia. La frecuencia y la intensidad de la oscilación ultrasónica juegan un papel importante en la transmisión de energía desde la punta al irrigante (Van der Sluis *et al.*, 2007). Se propuso el uso de ultrasonidos (Burlison *et al.*, 2007) como una posible solución al problema de desbridar y desinfectar el sistema del conducto radicular, sobre todo en anatomías complejas y se demostró que su uso tras la finalización de la instrumentación manual o rotatoria reduce el número de bacterias. Carver *et al.*, (2007) encontraron que el uso de irrigación ultrasónica tras instrumentación manual/rotativa in vivo produjo una reducción significativamente mayor en los recuentos de bacterias en molares humanos necróticos infectados. Además, un porcentaje significativamente más alto de canales no cultivó bacterias después de la adición de riego ultrasónico (80%) luego de la instrumentación manual/ rotatoria solo, sin el uso de ultrasonido.

El paso siguiente a la preparación y desinfección del sistema de conductos es la obturación con un adecuado cemento sellador para prevenir la reinfección, por los defectos naturales propios de la RRI, resulta dificultosa una obturación adecuada. Para sortear estos defectos se deberá optar por un cemento fluido y se utilizarán técnicas de gutapercha termoplastificada (Patel *et al.*, 2010). En un estudio realizado por Gencoglu *et al.*, (2008) examinaron la calidad de relleno en dientes con RRI creadas artificialmente y encontraron que el Microseal y Obtura II fueron significativamente mejores obturando las RRI creadas artificialmente. Los análisis estadísticos revelaron que la técnica de condensación lateral en caliente (Microseal) se asoció con una mayor área de llenado total gutta-percha y sellador. Las técnicas de condensación lateral caliente (Microseal) y vertical (System B) y la técnica de condensación lateral en frío tenían más contenido de gutta-percha y sellador que las técnicas de núcleo. Para AlRahabi, Ghabbani (2019) el sistema de obturación dual 3-D de Calamus, que tiene cánulas de plata flexibles, lo hacen adecuado para su uso en canales radiculares curvos y resorciones dentinarias, esto puede atribuirse al material del núcleo, mínimo sellador y a una mayor homogeneidad.

Calamus (Ozkurt *et al.*, 2017) es uno de esos sistemas que combina relleno de gutapercha termoplastificada después de la condensación vertical caliente en el tercio apical del conducto radicular. El sistema de obturación 3D de Calamus se utiliza conos de gutapercha Protaper Next prefijado y un tope de silicona para asegurar que se alcance una longitud de trabajo de 4 a 5 mm. La unidad de Calamus se fija en 200° C para retirar y bajar el cono de gutapercha ablandado. Después de la condensación vertical del relleno apical, la punta de la cánula se coloca en el canal para la obturación del espacio medio y coronal con gutapercha plastificada a 180° C con condensación de 2 o 3 mm de espesor de gutapercha inyectado hasta la obturación completa.

La pieza de mano de Calamus se utiliza con un cartucho de gutapercha de una pieza y cánula integrada para dispensar la gutapercha caliente. Calamus "Pack" posicionado lado a lado, se crea un denso tapón apical, entonces calamus "Flow" será usado para entregar la gutapercha termoplastificada. Es una pieza de mano de diseño ergonómico, tiene un manguito de activación de 360 grados que proporciona una expresión suave y continua de

gutapercha. En un estudio realizado con las técnicas de condensación lateral, Thermafill y Calamus resultó que la obturación 3D fue mejor con Calamus en comparación con Thermafill y la condensación lateral. Los mejores resultados con Calamus podrían explicarse sobre la base del material de núcleo inerte máximo, cantidad mínima de sellador y un mayor grado de homogeneidad asociado al calamus (Gupta., 2015).

El uso de selladores endodónticos en procedimientos de obturación de conductos radiculares es un pilar importante en la endodoncia y juega un papel clave en el éxito del tratamiento. Por lo tanto, estos materiales deben presentar un conjunto de características que permitan un sellado satisfactorio del conducto radicular con resolución de procesos inflamatorios y/o infecciosos periapicales y evitar una mayor contaminación microbiana (Fonseca *et al.*, 2019). En este contexto un sellador ideal debe exhibir espesor cuando se mezcla para proporcionar buena adherencia a la pared del canal, establecer un sello hermético, ser radiopaco, ser fácilmente mezclado con líquido, no encoger, no manchar y no ser irritante para los tejidos periodontales (Grossman, 1958).

En situaciones de RRI con perforaciones el material de elección es el MTA (Patel *et al.*, 2010). El agregado de trióxido mineral (MTA) tiene muchas propiedades favorables, incluyendo buena capacidad de sellado, biocompatibilidad, radiopacidad y resistencia a la humedad. Hay muchos estudios o casos clínicos de reparación de perforaciones con MTA y algunos informes sobre la reparación de perforación en la RRI (Hsien *et al.*, 2003). El uso clínico de MTA en humanos ha demostrado que puede ser usado en ambientes húmedos, previniendo reinfección y alcalinizando el medio. Debido a la presencia predominante de óxido de calcio en su fórmula, sus propiedades biológicas muestran similitud con las del hidróxido de calcio, por lo que es útil para la cicatrización de tejidos y perforaciones (Jacobovitz, De lima, 2008). En un estudio de revisión sistemática del MTA, Camilleri, Ford (2006) han demostrado que el uso de MTA en combinación con hidróxido de calcio, el periodonto puede regenerarse más rápidamente que cualquiera de los materiales utilizados por sí solo en los procedimientos de apexificación. Todos estos estudios in vivo han mostrado una respuesta tisular favorable al MTA. Un hallazgo interesante sobre la coexistencia de infiltrado inflamatoria y la generación de tejido duro.

La presencia persistente de un infiltrado de linfocitos indica la existencia de materiales irritantes sin resolver, incluyendo microorganismos o cuerpos extraños. Sin embargo, junto al infiltrado inflamatorio, el nuevo tejido es similar al cemento, hueso o ligamento periodontal, sugiriendo que la presencia de esas células inflamatorias no interfiere o incluso puede servir como un estímulo de las células involucradas para hacer un nuevo tejido (Wang *et al.*, 2010).

Se puede usar una técnica híbrida para obturar lesiones de RRI, en donde la porción apical a la lesión de reabsorción es obturada con gutapercha con una técnica convencional como la técnica de compactación lateral en frío y compactación lateral mecánica, y la lesión de RRI, con cementos a base de hidróxido de calcio o MTA si existe perforación, en conjunto con técnicas termoplastificadas (Jacobbovitz, De lima 2008). Gencoglu *et al.*, (2003) encontraron que las técnicas de núcleo contenían más gutapercha que la técnica de condensación en caliente, condensación vertical y técnicas de condensación lateral en frío.

La técnica de compactación lateral en frío es una técnica de obturación que implica el uso de espaciadores manuales de níquel-titanio. Se cree que la fricción entre el espaciador y gutapercha puede hacer que se ablande, aumentando la penetración del espaciador y la densidad y adaptación de gutapercha. La seguridad térmica, la rentabilidad, el control de la longitud de trabajo y el logro de una mayor densidad son algunas de las ventajas, pero los defectos en las paredes del conducto, como grietas y fracturas pueden ser uno de los efectos adversos de la obturación y, por lo tanto, deben prevenirse. En la técnica de compactación lateral mecánica, el espaciador se activó durante la penetración y eliminación de los canales radiculares. En la técnica de compactación lateral en frío, el espaciador se activó sólo durante la eliminación de los canales radiculares para evitar la eliminación de la gutapercha. El procedimiento de obturación se considera completo si el espaciador podía penetrar 9 mm más corto que la longitud de trabajo. Un estudio demostró que la técnica de compactación lateral en frío ejerció mayores fuerzas verticales en comparación con la obturación de Thermafil y Protaper. Los espaciadores de Niti en comparación con los de acero inoxidable penetran más profundamente en el canal, tienen

menos potencial para crear fracturas verticales de la raíz en canales con anatomías complejas y producen menos fuerza en la pared del canal, pero no hay diferencia significativa en la microfiltración entre estos espaciadores (AlRahabi, Ghabbani, 2019)

El propósito de este trabajo es describir las características clínicas, histológicas, radiográficas y terapéuticas de la resorción radicular interna para proporcionar una visión detallada de su etiopatogenia, prevalencia, clasificación y diferentes alternativas de tratamiento.

CASO CLINICO

Un paciente de sexo femenino de 40 años de edad, sin antecedentes médicos-quirúrgico, nos refiere que no toma ningún medicamento bajo prescripción médica. Consulta en Centro de Salud N°17 por cambio de coloración de un diente y por la aparición de una “pelotita”, como lo describe la paciente, en la encía sobre el mismo diente. A la inspección clínica podemos observar que el elemento 11 presenta un cambio de coloración de la corona y la presencia en la encía correspondiente a ese elemento del punto de salida de un tracto sinusal. Como antecedentes la paciente no pudo recordar con detalles, pero cree que tuvo un traumatismo en esa zona producto de un golpe. Se tomó una placa radiográfica periapical convencional y la imagen obtenida era compatible con una reabsorción radicular interna y fue derivado para control y tratamiento en la Carrera de Especialización en Endodoncia de la Facultad de odontología de la Universidad Nacional de Cuyo.

Al realizar el examen intraoral era evidente el punto de salida de una fístula perteneciente al elemento 11 necrosado. En el examen extraoral no había presencia de inflamación que diera asimetría al tercio medio de la cara. Se observó la presencia de caries dentales en algunos elementos. La paciente nunca tuvo tratamientos de ortopedia y/u ortodoncia como antecedente. Al examen periodontal se encontró que el diente presentaba tejido óseo que respetaba las características generales de integridad y espesor.

Al examen de movilidad y percusión, el diente se encontró normal, sin movilidad, no tenía respuesta a la percusión vertical ni horizontal. Al realizarle las pruebas de sensibilidad térmica, al frío con Spray Endo Ice -50°C (Coltene, Whaledent, Suiza) no obtuvimos respuesta, con la prueba del calor con barra de gutapercha caliente y tomando como referencia los dientes vecinos, se halló que el elemento 11 tampoco tenía respuesta. La radiografía preoperatoria (E-speed, Kodak, NY, EEUU) reveló una lesión radiolúcida ovalada en el tercio medio del trayecto del canal radicular correspondiente a una reabsorción radicular interna inflamatoria (RRII), a nivel apical presentaba un proceso, siendo una periodontitis apical supurativa (**Fig.1**).



Fig. 1- Imagen radiográfica preoperatoria

Se tomaron otras imágenes radiográficas con una angulación distal que confirmaron que el elemento 11 presentaba una reabsorción interna inflamatoria (RRII) en el tercio medio del canal radicular y proceso apical, con necrosis, por eso el cambio de coloración del diente (**Fig. 2**).



Fig. 2- Cambio de coloración de la corona.

Antes de iniciarse el procedimiento se le explica correctamente a la paciente su diagnóstico, las alternativas terapéuticas y el pronóstico. Se acordó el tratamiento, se le explicó el tiempo necesario que requeríamos para tratarlo y el paciente firmó el consentimiento informado.

La decisión de realizar el tratamiento de conducto fue tomada por los criterios basados en el diagnóstico y el examen radiográfico, teniendo en cuenta la edad de la paciente, la localización del elemento dentario, la forma y estado de la corona clínica, la oclusión, la localización y ancho de la RRII, el estado periodontal y la facilidad para restaurar la corona luego de realizado el tratamiento.

Se comenzó el tratamiento con la colocación de anestesia infiltrativa a fondo de surco y unas gotas en el nervio palatino. Se utilizó un tubo de anestesia (Carticaína clorhidrato 4%, adrenalina 1:100.000-laboratorio Sidus, Arg.). Se eliminó esmalte y dentina con fresa redonda N°6 de carburo tungsteno (MDT, Eurodent, Colombia) con abundante irrigación, hasta caer en la cámara pulpar, la preparación de la cavidad de acceso fue lo más moderada posible para preservar la mayor cantidad de estructura dentaria y proyectar una restauración definitiva más conservadora. Al efectuar la apertura encontramos tejido necrótico que fue eliminado con abundante irrigación. Se eliminó la totalidad del tejido necrótico y se aisló con goma dique (Lencol De Borracha Madeitex, French) y clamps N° 212 (Ivory, USA) (**Fig. 3**).



Fig. 3- Clamps 212

Se realizó cateterismo con lima tipo K N°10 de acero (Dentsply-Maillefer, USA). Se usó la lima N° 10 para llegar a la porción apical, se hizo mucho énfasis en una abundante irrigación con solución de hipoclorito de sodio al 5,25% (Tedequim S.R.L. Industria Argentina) mediante una jeringa descartable luer lock de 5ml y aguja hipodérmica, calibre 27, aspirando simultáneamente con microsuctor. A continuación, se utilizaron fresas Gates Glidden N°1, 2 y 3 (Dentsply-Maillefer, USA) en forma secuencial, posteriormente, se tomó la longitud de trabajo con un localizador apical Woodpex III (Woodpecker, USA) (**Fig. 4**)



Fig. 4 – Localizador apical Woopex III (Woodpecker)

Se confirmó la longitud de trabajo radiográficamente con una lima N° 30 corroborando la medida dada por el localizador apical. Se tomó esa medida como referencia de trabajo para realizar la biomecánica de limpieza y conformación de la porción apical a la lesión de resorción primariamente.

Se preparó el conducto con limas de acero tipo K N°10, 15, 20 y 25 , se utilizó una lima N° 10 como lima de pasaje. Se preparó la porción apical a la lesión de resorción de forma manual hasta una lima N°30 de acero (Dentsply-Maillefer, USA), alternando con lima de pasaje N°10 constantemente entre cada lima usada, para la conformación manual,

evitando la formación de un tapón apical y el pasaje de detritus hacia el periápice, se realizó abundante irrigación, aspiración y nueva irrigación entre lima y lima y se utilizó también, instrumentación mecanizada de rotación continua (iRace, FKG, Dident, Perú) (**Fig.5**) con una lima de níquel-titanio N° 30/04. Considerando la localización de la reabsorción en el canal radicular se realizaron abundantes lavajes con hipoclorito de sodio al 5,25% con ultrasonido.



Fig. 5-iRace limas rotación continua.

Se decidió utilizar irrigación por ultrasonido (Woodpecker UDS-E, USA) para mejorar la limpieza de la RRI con inserto E 5 durante todo el procedimiento de limpieza y conformación del canal (Woodpecker, USA) (**Fig. 6 y 7**).



Fig. 6– Ultrasonido Woodpecker.



Fig. 7–Inserto 5 Woodpecker.

Se utilizó ácido etilendiaminotetraacético (EDTA, Farmadental, Argentina) al 17%, pH 7,3 durante dos ciclos de 30 segundos con ultrasonido como emulsificante final y removedor del barro dentinario. Luego se irrigó con hipoclorito de sodio como solución irrigante final (**Fig. 8**).



Fig. 8- Ácido etilendiaminotetraacético al 17%.

Se secó el conducto con conos de papel absorbente N°30 (Meta Biomed, Made in Korea) y se corroboró estuviera seco en su totalidad por la forma del balón. Se usó un cono maestro N° 30 taper 0,4 y se tomó un radiografía control.

La obturación se realizó en dos tiempos, primero la porción apical y luego el balón. En la porción apical se colocó un cono maestro N° 30 taper 0,4 (Diadent, Canadá), se introdujo un espaciador, entre el cono y la pared del canal (DentsplyMaillefer, USA) y se insertó, en el lugar dejado por el espaciador a 2mm de la longitud de trabajo, un cono 25 con taper 0.2. Se compactó verticalmente con condensador portador/calor (Machtou, DentsplyMaillefer, USA). Para la obturación del balón se decidió usar una técnica de gutapercha termoplastizada por condensación central mediante una onda continua más gutapercha inyectable (3 D Calamus, DentsplyMaillefer, USA) (**Fig.9**).



Fig. 9– Calamus (Dentsply-Maillefer)

Se combinó con un cemento sellador con buen escurrimiento a base de hidróxido de calcio y resina epóxica (Sealer 26, DentsplySirona, USA) (**Fig. 10 y 11**).



Fig. 10- Conos de gutapercha.



Fig. 11- Cemento sellador a base de hidróxido de calcio.

Una vez obturado el sistema de conducto se selló la cámara pulpar con un material provisorio (3M White Cavit, Alemania) (**Fig. 12**) y se derivó a la paciente a la especialidad de restauradora para la obturación definitiva de la corona dental.



Fig. 12- Material provisorio Cavit White.

Se realizó una placa radiográfica convencional para controlar la obturación final de la reabsorción radicular interna. Se observa en la imagen la radiolucidez uniforme de todo el balón y el buen espesor de paredes radiculares dando por terminado el tratamiento de esta lesión (**Fig. 13**).



Fig.13 – Elemento 11 obturación final.

DISCUSIÓN

La reabsorción radicular interna (RRI) es la pérdida de los tejidos duros dentales debido a actividades clásticas reguladas por un complejo sistema de mediadores químicos que se pone de manifiesto ante una injuria como trauma, caries, etc. La reabsorción interna de la raíz es inflamatoria por naturaleza y es un proceso patológico insidioso, iniciado dentro del espacio pulpar.

Se describe como un agrandamiento de forma ovalada en el espacio del conducto radicular, generalmente asintomático y detectable por radiografías tal como lo describen Patel *et al.*, (2010); Jacobovitz *et al.*, (2008).

A pesar de que el diagnóstico precoz juega un importante papel en la resolución del caso para no llegar a la pérdida del elemento comprometido, es frecuente encontrarnos con lesiones periapicales y perforaciones por diagnósticos tardíos. En el caso clínico que aquí se presenta el diagnóstico fue realizado por una placa radiográfica 2D convencional debido a que la paciente consultó por un cambio de coloración de la corona clínica.

El presente caso describe un incisivo central superior derecho, elemento 11, con un cambio cromático de la corona clínica, la radiografía muestra una amplia reabsorción radicular interna inflamatoria (RRI) ubicada en el tercio medio del elemento dentario. Como lo señala Bashar *et al.*, (2019), el 95% de los elementos dentales traumatizados rara vez tienen buen pronóstico ya que generalmente presentarían complicaciones futuras. El caso aquí presentado muestra una reabsorción radicular interna inflamatoria, la paciente no recuerda bien pero cree haber sufrido un traumatismo en su adolescencia, estos datos obtenidos de la anamnesis confirman los reportes realizados por Vier *et al.*, (2004), quienes documentaron que las RRI tienen como unas de las etiologías más relevantes, una injuria como un trauma entre otros y la única opción de tratamiento es el tratamiento de conducto.

El diagnóstico de la RRI se realizó en base a las características aportadas por algunos autores como Gartner *et al.*, (1976), Patel *et al.*, (2010) quienes lo describen tal como se ve en el caso clínico tratado; ahí se puede ver que el canal pierde su forma en el trayecto

tomando la forma de balón, es decir, hay una alteración en su forma, presenta sus bordes definidos, el tamaño puede ser variable, generalmente es simétrico y puede ubicarse en cualquier sector del trayecto del canal radicular pero, generalmente se lo ubica en el tercio medio. Esto no es consistente con otros estudios como los de Gulabivala, Searson (1995) en donde muestran que las características antes mencionadas no son siempre aplicables para el diagnóstico de RRI, ellos mostraron una RRI que histológicamente comenzó en la pared lingual del canal y se expandió lateralmente dejando las paredes mesial y distal intactas con apariencia radiográfica indefinida desde cualquier ángulo.

Por eso, como menciona Hsien *et al.*, (2003) para la intervención de la RRII, el tratamiento de conducto es el tratamiento de elección, eso es preferible antes que sufra la pérdida del elemento dentario por exodoncia. Concordando con todos los reportes e informes de estos autores, es que se decide realizar el tratamiento de conducto en el caso clínico que presentamos.

Los trabajos aportados por Torabinejad, *et al.*, (1995), muestran resultados satisfactorios puesto que la RRII, es instrumentada y obturada en dos tiempos. El tratamiento de conducto convencional se realiza siempre en la porción apical al balón y también se utiliza instrumentación mecanizada, es importante recalcar que siempre se hace incapié en una irrigación ultrasónica abundante y profusa. La obturación también se realiza en dos tiempos, primero la porción apical con técnica de condensación lateral y vertical y el balón con gutapercha termoplastificada y cemento a base de hidróxido de calcio con muy buen escurrimiento, tal como el caso clínico en cuestión. En este caso clínico se demuestra que los dientes con RRI pueden ser tratados en forma manual y mecanizada priorizando siempre la permanencia del elemento en boca para preservar la estética y la funcionalidad del sistema estomatognático (Marquezin *et al.*, 2013).

Desde luego que basados en los últimos conocimientos histológicos sobre el comportamiento de los clastos, es que este caso clínico, con una amplia RRII puede ser exitosamente tratada. Ya que, clásicamente los clastos siempre fueron considerados células gregarias, esa visión simplista actualmente se ha transformado, hoy se sabe que comparten orígenes comunes con las células del sistema inmunitario, añadiendo nuevos

roles por su capacidad de secreción de citoquinas y células presentadoras de antígenos como lo explican Arbóleda, Castañeda., (2014), Heino *et al.*, (2002). Al ser una RRII necesitan del aporte vascular apical que al necrosarse deja de ser viable como explica Oguntebi., (1994). Otros autores como Franquin *et al.*, (1998) explican que la capa normal de odontoblastos en el inicio de la dentinogénesis es de 5 micras y con el tiempo va decreciendo en número, se ha sugerido que desaparecen por apoptosis, habría que evaluar una injuria, como el trauma, sumada a esta pérdida de odontoblastos con la edad.

En el caso clínico mostrado, una vez que se obtiene el acceso al conducto nos orientamos con lima 10 de acero como glidepath. Esto proporciona seguridad para la realización de limpieza y conformación sin cometer errores como desvíos o falsas vías. Se sabe que nunca dos canales radiculares son idénticos entre sí anatómicamente hablando, por lo tanto, no pueden ser estandarizados en lo que a instrumentación se refieren, menos si presentan alguna dificultad como en el caso de las reabsorciones dentinarias internas, es por eso que se hace un plan de ruta y la vista previa como explica Neves, *et al.*, (2017). Este esquema da mayor seguridad de trabajo al profesional, reduce la tensión del instrumental durante la conformación, resultando en un movimiento de picoteo menos dramático necesario para alcanzar el segmento apical, tal como menciona Berutti *et al.*, Uslu *et al.*, (2019).

En este caso se toma la longitud de trabajo con un dispositivo electrónico, localizador apical para medir la longitud de trabajo, pero también se decide hacer un control radiográfico de tal longitud, no solo como control, sino también para que quede documentada la precisión y exactitud del localizador foraminal como sugieren, Martins *et al.*, (2014), Ricucci, Langeland (2002). La desventaja del método radiográfico es el hecho de que esta determinación se basa en una estimación de la ubicación de la constricción apical, descrita como el área anatómica donde la instrumentación del conducto radicular y la obturación debe terminar. Puesto que esta estimación se encuentra bien documentada siempre presenta alguna variación de posicionamiento de la misma, es por eso que se recomiendan localizadores apicales de tercera generación o superiores debido a sus mejores mediciones, en comparación con la primera y segunda generación.

De todos los estudios encontrados, sólo tres presentan cortes histológicos para comparar la precisión del método electrónico con el método radiográfico como muestra LoGiudice *et al.*, (2018). Una de las características importantes de la determinación electrónica, es que se obtiene una referencia mediante el uso de una marca visible en la pantalla digital, esto es sumamente importante sobre todo en dificultades como resorciones, además son de fácil uso y alta precisión como el usado en el caso clínico presentado.

En el caso clínico, una vez determinada la longitud de trabajo comenzamos con los procedimientos químico-mecánicos, siguiendo los lineamientos de los autores Nilsson *et al.*, (2013) la RRII se trata en dos tiempos, primero la porción apical a la RRII con instrumentación manual. Hay que tener en cuenta que la instrumentación químico mecánica reduce sustancialmente el número de bacterias independientemente del método usado para su análisis como lo muestra en su estudio Zandi *et al.*, (2018), como en el caso clínico presentado, sabemos que la invasión bacteriana y el conteo de microorganismos en el periápice es un tema de investigación que no se puede calcular en forma exacta, tampoco podemos asegurar la eliminación total de microorganismos, pero si podemos minimizar, a través de la limpieza y conformación, el daño que producen, además, los microorganismos que puedan persistir son anulados por el sistema defensivo, falta de nutrientes y de oxígeno. La identificación de la fuente de infección en una periodontitis apical supurativa es importante porque la fisiopatología, la microbiología y el manejo difieren de otras patologías y si a ello le sumamos una resorción dentinaria interna debemos esforzarnos aún más en su manejo, tal como muestran Chapman *et al.*, (2013), Stockdale *et al.*, (1988). El uso de irrigación ultrasónica en la lesión de resorción es aconsejada por la dificultad propia que tiene el instrumental de acceder a todos los espacios del balón y porque no existe un instrumental capaz de apoyarse en todas sus paredes, además la compleja anatomía presenta un gran desafío en lo que a desinfección se refiere como lo demuestran Wilson, Barnes., (1987), Tran *et al.*, (2013) investigaciones previas han recolectado información sobre su eficacia Haapasalo *et al.*, (1987), Sathorn *et al.*, (2007).

El desbridamiento completo del sistema del conducto radicular se considera uno de los pasos más importantes en el tratamiento, es aquí donde buscamos el principal objetivo de la biomecánica que es la eliminación total del tejido necrótico o no como lo explican Smith *et al.*, (1993), Zmener *et al.*, (2005). Además, restos de pulpa, desechos y una capa de frotis producidos por la instrumentación de las paredes del conducto radicular deben ser totalmente eliminados. Este caso clínico se optimiza con una limpieza biomecánica del canal tanto manual como con dispositivos automatizados. Se elige la técnica incremental apico-coronal, como método de instrumentación manual en la porción apical a la RRII con limas K de acero, pero, a pesar de esta instrumentación varios investigadores han demostrado que ni los instrumentos ni las técnicas de instrumentación en la preparación de canales con anatomías complejas logran una limpieza completa de las paredes de los conductos radiculares, así lo admiten Peters, Barbakow (2000), Ahlquist *et al.*, (2001). Por ello, el uso de un método manual con instrumentos de acero inoxidable en la zona apical a la RRII y el uso de irrigación ultrasónica para mejorar la limpieza y conformación fue probablemente clave para predecir el éxito del tratamiento, sabemos que la irrigación ultrasónica es más eficaz que el riego con jeringuillas, tal como menciona Caputa *et al.*, (2019), también el uso de limas de níquel titanio de rotación continua en la porción apical a la resorción, como las limas iRace que son adecuadas por la mayor flexibilidad de sus instrumentos debido a que poseen a un mayor pretratamiento térmico de la aleación durante la fabricación, haciéndolos más dúctil como mencionan Cunningham *et al.*, (1982), Saber *et al.*, (2018), Gutmann, *et al.*, (2011). Esta instrumentación anterior sirve como guía anatómico del balón ya que estas anatomías complejas deben tratarse cuidadosamente para no excederse en la instrumentación porque puede debilitar aún más las paredes del conducto radicular, los instrumentos de níquel-titanio utilizados con movimiento de rotación continua y sin presión, tienden a eliminar parcialmente la estructura dental dejando áreas intactas en las paredes del conducto apical a la lesión de resorción, como se demuestra en diferentes estudios realizados por Zmener *et al.*, (2005), Short *et al.*, (1998). De todos modos hay RRI tratados solo con instrumentación manual y el balón tocado con fresa redonda desde su porción más apical, luego obturados

completamente que han permanecido en boca y han mostrado recuperación con tomas radiográficas como vemos en Frank (1981), Goultchin *et al.*, (1982).

Se han realizado muchas investigaciones para determinar qué irrigante debe ser usado que pueda cumplir con todos los objetivos propuestos. Se comparan varias soluciones y la eficacia antimicrobiana. En el caso clínico en cuestión, el irrigante de elección fue hipoclorito de sodio al 5,25% durante un minuto a temperatura ambiente. Sabemos por Yared *et al.*, (2020), Kato *et al.*, (2020) que el calentamiento del hipoclorito de sodio y su agitación sónica y ultrasónica aumentan su descomposición intracanal, este calentamiento conduce a una actividad antibacteriana más rápida y mayor, la temperatura no debe exceder de 47 °C ya que los tejidos periodontales podrían dañarse. En el caso clínico no se aumentó la temperatura del hipoclorito pero si se agitó el irrigante, algo que dichos autores recomiendan. En contraposición no se recomienda el uso de hidróxido de calcio como medicación intraconducto en casos de traumatismos porque puede favorecer una RRI aún como sustancia química limpiadora como lo mencionan Cabrini *et al.*, (1957), Para eliminar el barro dentinario se propone el uso de EDTA al 17% como lo recomiendan algunos autores como Patel *et al.*, (2010), Gallacher *et al.*, (2016). Dutner *et al.*, (2012) estas investigaciones muestran que la mayoría de los endodoncistas quitan la capa de frotis con EDTA antes de obturar del sistema del conducto radicular, más aún si se trata de una RRI, por eso decidimos hacerlo así en este caso clínico, se combina el hipoclorito de sodio y EDTA de manera muy efectiva. En contraposición, como muestra Uzunoglu *et al.*, (2012) cuando usamos EDTA en concentraciones de 15-17%, alta, por un período de dos minutos podemos minimizar el impacto de acción sobre las propiedades mecánicas dentinaria. Teniendo en cuenta que la vida útil efectiva del hipoclorito de sodio con un quelante a temperatura ambiente, es del orden de 60 minutos podemos asegurar la eficacia de ambas soluciones, el aumento de la temperatura es debido a que reduce la ventana terapéutica de 60 minutos a 20 pero es solo un detalle a tener en cuenta como lo explica Wright *et al.*, (2018). Sin embargo, Dotto *et al.*, (2020) nos muestra que no es claro aún como las sustancias que se usan como irrigantes intraconducto pueden afectar las propiedades mecánicas de la estructura dental, los resultados muestran que depende de la

concentración y el tiempo de aplicación. Acorde con este dato se ve el efecto directo que tiene el hipoclorito de sodio en las propiedades mecánicas dentinaria cuando es usado en alta concentración. La concentración recomendada es del 1% sin superar los 10 minutos. En lo referente a la cementación y relleno de la RRI se recomienda la utilización de gutapercha fluida para obturar el balón, debe incluirse la compactación vertical en caliente y otras técnicas basadas en el uso de gutapercha termoplastizada (Gencoglu *et al.*, 2008; Patel *et al.*, 2010). Otros autores como Goldberg, Massone (2000) encuentran un excelente resultado con obturación termoplastizada Thermafil y técnica híbrida que combina la compactación lateral y termomecánica de la gutapercha porque logra sellar las irregularidades. Para otros como Torabinejad *et al.*, (1978) los mejores resultados en la obturación de las resorciones internas es con el uso de Obtura gun donde se ve que la obturación es muy completa y la gutapercha es el material de relleno más importante. En contraposición Capurro *et al.*,(1993) notan que con la técnica de compactación lateral hay mayor relleno de cemento y menor cantidad de gutapercha por eso recomienda la obturación de las resorciones con gutapercha termoplastizada totalmente. Otros como Jacobovitz *et al.*, (2008), recomienda el uso de medicación intraconducto en casos de resorciones dentinarias internas cuyas paredes siempre se encontraran debilitadas, esta medicación generalmente es hidróxido de calcio y la obturación final es reforzada con poste de fibra de vidrio. En el caso clínico analizado se decide usar la técnica termoplastizada por condensación central mediante una onda continua más gutapercha inyectable con compactación vertical para lograr una obturación exitosa del balón, además de la técnica termoplastizada se elige la utilización de un cemento a base de hidróxido de calcio, varios autores confirman exitosos resultados con cementos de hidróxido de calcio y también con cementos bioactivos como el MTA (Bystrom *et al.*, 1985; Main *et al.*, 2004; Torabinejad *et al.*, 1995, Arruda *et al.*, 2018). Varios autores como Langeland *et al.*, (1974), Peters (1986) notan que con el tiempo la obturación del canal tiene mayor cantidad de gutapercha y menos cemento debido a que este sufre contracción y disolución. La decisión de usar un cemento a base de hidróxido de calcio también se fundamenta en informes realizados por Dorileo *et al.*, (2014) que nos detalla ventajas como su

radiopacidad, capacidad antimicrobiana y que estimula el proceso de curación. En contraposición, Donnermeyer *et al.*, (2018), explica que su solubilidad podría comprometer la calidad de obturación.

Las radiografías convencionales tanto periapicales como panorámicas se utilizan a diario por el clínico en general y aunque la información obtenida a través del examen radiográfico es limitada, el clínico experimentado puede realizar un diagnóstico y tratamiento correcto. El examen diagnóstico de este caso clínico se hizo con una placa radiográfica convencional, por lo tanto, su uso no debe subestimarse (Patel *et al.*, 2009, Tyndall *et al.*, 2008). Cabe destacar que, en este caso clínico, el número de radiografías y la exposición radiológica necesaria se redujo significativamente con el uso del localizador, ya que solo se tomaron dos placas radiográficas convencionales, preoperatoria y postoperatoria como aseveran distintos autores, Martins *et al.*, (2014), Lin *et al.*, (1992), Silveria *et al.*, (2010). Sin embargo, Barton *et al.*, (2003), Matherne *et al.*, (2008) confirman que aún con múltiples radiografías intraorales no se garantiza la identificación anatómica con exactitud y no son necesarias, a veces es mejor una radiografía simple y única muy bien realizada, la observación capsiosa y el conocimiento de la anatomía sumada a la experiencia del operador. También, el advenimiento de nuevas técnicas diagnóstica, CBCT, que actualmente son un método altamente confiable, válido y tiene un rendimiento significativamente mejor en contraposición con las tomas radiográficas simples como aseguran algunos autores como Patel *et al.*, (2009), pero una de sus mayores desventajas como dice Bartling *et al.*, 2007 es el alto costo que implica su uso habitual y que recaería sobre el paciente. Oponiéndose a esta opinión es que Hashimoto *et al.*, (2007) compara el alto costo que supone con la alta resolución de la imagen, que no permitiría fallas diagnósticas y una menor exposición aduciendo que eso equilibra el costo.

Actualmente se habla mucho sobre procedimientos regenerativos y se ha transformado en una palabra deseable en cuanto a transformarse en realidad, pero hay que ser prudentes y tener siempre una estrategia que se adapte a un diente, por ejemplo, con resorción dentinaria interna. Hay diferencias y similitudes, las similitudes se refieren al frustrado intento por reparar.

CONCLUSIÓN

Hasta hoy el único tratamiento posible en un diagnóstico de resorción radicular interna es el tratamiento de conducto. Esta patología del interior del diente no es totalmente comprendida aún por eso es muy difícil el diagnóstico precoz y diferencial. Aunque los avances tecnológicos han colocado al Cone Beam a la vanguardia no solo por la precisión y exactitud, la cantidad de cortes observables en 3D y la baja emisión de radiación comparado con la radiografía periapical y panorámica, no debemos menospreciar el valor diagnóstico de una buena radiografía 2D, ya que bien conocemos que una buena toma radiográfica y un ojo entrenado son la habilidad más importante para realizar cualquier diagnóstico. Sabemos que esta entidad es de una rara ocurrencia y que no hay, hasta hoy un modelo “in vivo” para reproducirla, lo que la hace difícil de estudiar por réplicas.

En lo que respecta a la histología, los avances en el entendimiento y comprensión de los mediadores, enlazadores y moléculas de señalización han marcado la diferencia y han puesto a la patología un toque de entusiasmo para hacer una lectura más dinámica de la resorción interna, pero falta mucho por discernir y poder manejar estos mediadores, frenarlos, activarlos o limitarlos mediante la farmacología y/o medicación intraconducto. Aun así, los avances han sido fenomenales y nos marcan el camino, el nuevo horizonte de una odontología basada en una farmacología molecular, sin duda alguna.

Debemos sentirnos satisfechos como profesionales de la salud, en poder dar una solución bastante acertada a los pacientes con resorción radicular interna utilizando lo último que hay en tecnología, en lo que respecta a preparación químico-mecánica y obturación, pues es allí donde encontramos ciencia, tecnología y la habilidad que nos aporta la especialización en estos temas. Espero que este informe sea de utilidad a futuros odontólogos interesados en ampliar conocimientos y facilite el acceso a una lectura científica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aidos H. *et al* Root Resorption Classifications (2010): A Narrative Review and a Clinical Aid Proposal for Routine Assessment 3, 134.

Andersen, M., Lund, A., Andreasen, J. O., Andreasen, F. M. (1992). In vitro solubility of human pulp tissue in calcium hydroxide and sodium hypochlorite. *Dental Traumatology*, 8(3), 104–108.

Andreasen, F. M., Andreasen, J. O. (1988). Resorption and mineralization processes following root fracture of permanent incisors. *Dental Traumatology*, 1988, 4(5), 202–214.

Andreasen, J. O. Luxation of permanent teeth due to trauma A clinical and radiographic follow-up study of 189 injured teeth (1970). *European Journal of Oral Sciences*, 78, 86.

AlRahabi, M. K., Ghabbani, H. M. (2019). Endodontic management of a three-rooted maxillary premolar: A case report. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 14(3), 312–316.

Arboleya, L., Castañeda, S. (2014). Osteoclastos: mucho más que células remodeladoras del hueso. *Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral*, 6(4), 109–121.

Barrow, A.D., Raynal, N., Andersen, T.L., Slatter, D.A., Bihan, D., Pugh, N. *et al.*, (2011) OSCAR is a collagen receptor that costimulates osteoclastogenesis in DAP 12 deficient humans and mice. *J. Clin. Invest*, 121: 3505-16.

Bartling, SH., Majdani, O., Gupta, R., *et al.*, (2007). Large scan field, high spatial resolution flat-panel detector based volumetric CT of the whole human skull base and for maxillofacial imaging. *Dentomaxillofacial Radiology* 36, 317-27.

Barton, DJ., Clarck, SJ., Eleazer, PD., Scheetz, JP., Farman, AG., (2003). Tuned-aperture computed tomography versus parallax analog and digital radiographic images in detecting second mesiobuccal canals in maxillary first molars. *Oral surg., Oral Med., Oral Pathol.*, 96, 223-8.

Bernardes, R. A., de Paulo, R. S., Pereira, L. O., Duarte, M. A. H., Ordinola-Zapata, R., de Azevedo, J. R. (2012). Comparative study of cone beam computed tomography and intraoral Dental Traumatology, 13(2), 75–81.

Burleson, A., Nusstein, J., Reader, A., Beck, M. (2007). The In Vivo Evaluation of Hand/Rotary/Ultrasound Instrumentation in Necrotic, Human Mandibular Molars. *Journal of Endodontics*, 33(7), 782–787.

Bystrom, A., Claesson, R., Sundqvist, G. (1985). The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Dental Traumatology*, 1(5), 170–175.

- Bystrom A, Sundqvist G (1985). The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J*, 18:35–40.
- Cabrini, R. L., Maisto, O. A., & Manfredi, E. E. (1957). Internal Resorption of dentine. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 10(1), 90–96.
- Camilleri, J., Pitt Ford, T. R. (2006). Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. *International Endodontic Journal*, 39(10), 747–754.
- Capurro, M. A., Goldberg, F., Balbachan, L., Macchi, R. L. (1993). Evaluation of the dimensional stability of different thermoplasticized gutta-percha fillings using simulated glass root canals. *Dental Traumatology*, 9(4), 160–164.
- Căpută, P. E., Retsas, A., Kuijk, L., Chávez de Paz, L. E., Boutsoukis, C. (2019). Ultrasonic Irrigant Activation during Root Canal Treatment: A Systematic Review. *Journal of Endodontics*, 45(1), 31–44.e13.
- Carver, K., Nusstein, J., Reader, A., Beck, M. (2007). In Vivo Antibacterial Efficacy of Ultrasound after Hand and Rotary Instrumentation in Human Mandibular Molars. *Journal of Endodontics*, 33(9), 1038–1043. doi:10.1016.
- Chapman, M. N., Nadgir, R. N., Akman, A. S., Saito, N., Sekiya, K., Kaneda, T., Sakai, O. (2013). Periapical Lucency around the Tooth: Radiologic Evaluation and Differential Diagnosis. *RadioGraphics*, 33(1), E15–E32.
- Cunningham WT, Martin H, Pelleu GB Jr, Stoops DE, (1982). A comparison of antimicrobial effectiveness of endosonic and hand root canal therapy. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol*;54(2):238-41
- Jacobovitz, M., de Lima, R. K. P. (2008). Treatment of inflammatory internal root resorption with mineral trioxide aggregate: a case report. *International Endodontic Journal*, 41(10), 905–912.
- Dotto, L., Sarkis Onofre, R., Bacchi, A., Rocha Pereira, G. K. (2020). Effect of Root Canal Irrigants on the Mechanical Properties of Endodontically Treated Teeth: A Scoping Review. *Journal of Endodontics*.
- Durack, C., Patel, S., Davies, J., Wilson, R., Mannocci, F. (2010). Diagnostic accuracy of small volume cone beam computed tomography and intraoral periapical radiography for the detection of simulated external inflammatory root resorption. *International Endodontic Journal*, 44(2), 136–147.
- Estrela, C., Bueno, M. R., De Alencar, A. H. G., Mattar, R., Valladares Neto, J., Azevedo, B. C., De Araújo Estrela, C. R. (2009). Method to Evaluate Inflammatory Root Resorption by Using Cone Beam Computed Tomography. *Journal of Endodontics*, 35, 1491–1497.

- Fonseca, D. A., Paula, A. B., Marto, C. M., Coelho, A., Paulo, S., Martinho, J. P., Ferreira, M. M. (2019). Biocompatibility of Root Canal Sealers: A Systematic Review of In Vitro and In Vivo Studies. *Materials*, 12(24), 4113.
- Frank, A. L. (1981). External-internal progressive resorption and its nonsurgical correction. *Journal of Endodontics*, 7(10), 473–476.
- Franquin, JC., Remusat, M., Hashieh, IA., Dejou, J., (1998). Immunocytochemical detection of apoptosis in human odontoblasts . *European Journal of Oral Sciences*, 106(S1), 384-387.
- Gartner, A. H., Mack, T., Somerlott, R. G., Walsh, L. C. (1976). Differential diagnosis of internal and external root resorption. *Journal of Endodontics*, 2(11), 329–334.
- Gallacher A, Ali R, Bhakta S (2016). Dens invaginatus: diagnosis and management strategies. *Br Dent J*;221 (7): 383-387.
- Gencoglu, N., Yildirim, T., Garip, Y., Karagenc, B., Yilmaz, H. (2008). Effectiveness of different gutta-percha techniques when filling experimental internal resorptive cavities. *International Endodontic Journal*, 41(10), 836–842.
- Goldberg, M., Six, N., Decup, F., Buch, D., Soheili Majd, E., Lasfargues, J.-J., ... Stanislawski, L. (2001). Application of Bioactive Molecules in Pulp-capping Situations. *Advances in Dental Research*, 15(1), 91–95.
- Goldberg, F., Massone, E. J., Esmoris, M., Alfie, D. (2000). Comparison of different techniques for obturating experimental internal resorptive cavities. *Dental Traumatology*, 16(3), 116–121.
- Goultshin, J., Nitzan, D., Azaz, B. (1982). Root resorption. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 54(5), 586–590.
- Graves, A. R., Curran, P. K., Smith, C. L., Mindell, J. A. (2008). The Cl⁻/H⁺ antiporter CIC-7 is the primary chloride permeation pathway in lysosomes. *Nature*, 453(7196), 788–792.
- Grossman, L.I. (1958) An improved root canal cement. *JADA* 56: 381-385, 1958.
- Gulabivala, K., Searson, L. J. (1995). Clinical diagnosis of internal resorption: an exception to the rule. *International Endodontic Journal*, 28(5), 255–260.
- Gupta, R. (2015). Comparative Evaluation of Three Different Obturating Techniques Lateral Compaction, Thermafil and Calamus for Filling Area and Voids Using Cone Beam Computed Tomography: An Invitro study. *Journal of clinical and diagnostic research*, 9(8), 15-17.
- Haapasalo, M., Ørstavik, D. (1987). In vitro Infection and of Dentinal Tubules. *Journal of Dental Research*, 66(8), 1375–1379.

- Hasheminia, S.M., Farhad, A.R., Saatchi, M., Nejad, H., Sanei, M., (2015). Mechanical or cold lateral compaction: The incidence of dentinal defects, 12, 513-519.
- Hashimoto, K., Kawashima, S., Kameoka, S., *et al.*, (2007). Comparison of image validity between cone beam computed tomography for dental use and multidetector row helical computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology* 36, 465-71.
- Heino, T. J., Hentunen, T. A., Väänänen, H. K. (2002). Osteocytes inhibit osteoclastic bone resorption through transforming growth factor- β : Enhancement by estrogen*. *Journal of Cellular Biochemistry*, 85(1), 185–197.
- Heithersay, G. (2007). Management of tooth resorption. *Australian Dental Journal*, 52, S105–S121.
- Jacobovitz, M., de Lima, R. K. P. (2008). Treatment of inflammatory internal root resorption with mineral trioxide aggregate: a case report. *International Endodontic Journal*, 41(10), 905–912.
- Jain, H., Ballal, N., (2018). Comparison between the use of thermoplasticized gutta-percha and a polydimethyl siloxane-based material in filling internal resorptive cavities using spiral computed tomography, 1-7
- Kanas R.J., Kanas S.J. (2011). Dental root resorption: a review of the literature and a proposed new classification. *Compend Contin Edu Dent*, 32(3): e, 38-52.
- Kato, T., Fujiwara, N., Kuraji, R., Numabe, Y. (2020). Relationship between periodontal parameters and non-vital pulp in dental clinic patients: a cross-sectional study. *BMC Oral Health*, 20(1).
- Kikuta, J., Ishii, M. (2013). Osteoclast migration, differentiation and function: novel therapeutic targets for rheumatic diseases. *Rheumatology*, 52(2), 226–234.
- Kornak, U., Kasper, D., Bösl, M. R., Kaiser, E., Schweizer, M., Schulz, A., Jentsch, T. J. (2001). Loss of the ClC-7 Chloride Channel Leads to Osteopetrosis in Mice and Man. *Cell*, 104(2), 205–215.
- Kotani, M., Kikuta, J., Klauschen, F., Chino, T., Kobayashi, Y., Yasuda, H., Ishii, M. (2012). Systemic Circulation and Bone Recruitment of Osteoclast Precursors Tracked by Using Fluorescent Imaging Techniques. *The Journal of Immunology*, 190(2), 605–612.
- Kraft-Terry, S. D., Gendelman, H. E. (2011). Proteomic biosignatures for monocyte–macrophage differentiation. *Cellular Immunology*, 271(2), 239–255.
- Langeland, K. (1974). Root canal sealant and paste. *Dent. Clin. North Am.*, 8: 309-27.
- Lo Giudice, R., Nicita, F., Puleio, F., Alibrandi, A., Cervino, G., Lizio, A. S., Pantaleo, G. (2018). Accuracy of Periapical Radiography and CBCT in Endodontic Evaluation. *International Journal of Dentistry*, 2018, 1–7.

- Marquezin, M., Gavião, M., Alonso, M., Ramirez-Sotelo, L., Haiter-Neto, F., Castelo, P. (2013). Relationship between orofacial function, dentofacial morphology, and bite force in young subjects. *Oral Diseases*, 20(6), 567–573.
- Matherne, RP., Angelopoulos, C., Kulilid, JC., Tira, D., (2008). Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. *Journal Endodontics* 34, 87-9.
- Mcgurkinsmith, R., Trope, M., Caplan, D., Sigurdsson, A. (2005). Reduction of Intracanal Bacteria Using GT Rotary Instrumentation, 5.25% NaOCl, EDTA, and Ca(OH)₂. *Journal of Endodontics*, 31(5), 359–363.
- Main, C., Mirzayan, N., Shaahang, S., Torabinejad, M. (2004). Repair of Root Perforations Using Mineral Trioxide Aggregate: A Long-term Study. *Journal of Endodontics*, 30(2), 80–83.
- Meire, M., De Moor, R. (2008). Mineral Trioxide Aggregate Repair of a Perforating Internal Resorption in a Mandibular Molar. *Journal of Endodontics*, 34, 220–223.
- Mitsiadis, T. A., De Bari, C., About, I. (2008). Apoptosis in developmental and repair-related human tooth remodeling: A view from the inside. *Experimental Cell Research*, 314(4), 869–877.
- Neves, V. C. Q., Toledo, B. E. C., Camargo, G. A. C. G., Souza, A. A., Zuza, E. P. (2017). Determination of the Influence of Chronic Periodontitis on Pulp Sensibility by Means of Electric and Thermal Cold Testing. *Journal of Endodontics*, 43(11), 1802–1805.
- Nilsson, E., Bonte, E., Bayet, F., Lasfargues, J.-J. (2013). Management of Internal Root Resorption on Permanent Teeth. *International Journal of Dentistry*, 1–7.
- Oguntebi, B. R. (1994). Dentine tubule infection and endodontic therapy implications. *International Endodontic Journal*, 27(4), 218–222.
- Özkurt-Kayahan, Z., Barut, G., Ulusoy, Z., Oruçoğlu, H., Kayahan, M. B., Kazazoğlu, E., Haznedaroğlu, F. (2017). Influence of Post Space Preparation on the Apical Leakage of Calamus, Single-Cone and Cold Lateral Condensation Obturation Techniques: A Computerized Fluid Filtration Study. *Journal of Prosthodontics*, 238, 1-5.
- Pang, H., Wu, X.-H., Fu, S.-L., Luo, F., Zhang, Z.-H., Hou, T.-Y., Xu, J.-Z. (2013). Co-culture with endothelial progenitor cells promotes survival, migration, and differentiation of osteoclast precursors. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 430(2), 729–734.
- Patel, S., Dawood, A., Ford, T. P., Whaites, E. (2007). The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *International Endodontic Journal*, 40(10), 818–830.
- Patel, S., Dawood, A., Wilson, R., Horner, K., Mannocci, F. (2009). The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam

- computed tomography - anin vivo investigation. *International Endodontic Journal*, 42(9), 831–838.
- Patel, S., Durack, C., Abella, F., Roig, M., Shemesh, H., Lambrechts, P., Lemberg, K. (2014). European Society of Endodontology position statement: The use of CBCT in Endodontics. *International Endodontic Journal*, 47(6), 502–504.
- Patel, S., Ricucci, D., Durak, C., Tay, F (2010). Internal Root Resorption: A Review. *Journal of Endodontics*, 36, 1107-1121.
- Peters, D. D. (1986). Two-year in vitro solubility evaluation of four gutta-percha sealer obturation techniques. *Journal of Endodontics*, 12(4), 139–145.
- Sathorn, C., Parashos, P., Messer, H. (2007). How Useful Is Root Canal Culturing in Predicting Treatment Outcome? *Journal of Endodontics*, 33(3), 220–225.
- Simon, J. H. S., Enciso, R., Malfaz, J.-M., Roges, R., Bailey-Perry, M., Patel, A. (2006). Differential Diagnosis of Large Periapical Lesions Using Cone-Beam Computed Tomography Measurements and Biopsy. *Journal of Endodontics*, 32(9)
- Siqueira JF Jr, Machado AG, Silveira RM, Lopes HP, Uzeda M. (1997). Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal. *Int Endod J*, 30:279–82.
- Stockdale, C. R., Chandler, N. P. (1988). The nature of the periapical lesion—a review of 1108 cases. *Journal of Dentistry*, 16(3), 123–129.
- Takahashi, N., Maeda, K., Ishihara, A., Uehara, S., Kobayashi, I., (2011): Regulatory Mechanism of Osteoclastogenesis by RANKL and Wnt Signals. *Frontiers in Bioscience*, 16(1), 21-30.
- Torabinejad, M., Hong, C.-U., Pitt Ford, T. R., Kariyawasam, S. P. (1995). Tissue reaction to implanted super-EBA and mineral trioxide aggregate in the mandible of guinea pigs: A preliminary report. *Journal of Endodontics*, 21(11), 569–571.
- Torabinejad, M., Skobe, Z., Trombly, P. L., Krakow, A. A., Grøn, P., Marlin, J. (1978). Scanning electron microscopic study of root canal obturation using thermoplasticized gutta-percha. *Journal of Endodontics*, 4(8), 245–250.
- Tran, K. T., Torabinejad, M., Shabahang, S., Retamozo, B., Aprecio, R. M., Chen, J.-W. (2013). Comparison of Efficacy of Pulverization and Sterile Paper Point Techniques for Sampling Root Canals. *Journal of Endodontics*, 39(8), 1057–1059.
- Türkün, M., Cengiz, T. (2003). The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *International Endodontic Journal*, 30(5), 335–342.

- Tyndall, D. A., Rathore, S. (2008). Cone-Beam CT Diagnostic Applications: Caries, Periodontal Bone Assessment, and Endodontic Applications. *Dental Clinics of North America*, 52(4), 825–841.
- Uzunoglu, E., Aktemur, S., Uyanik, MO., *et al.*, (2012). Effect of ethylenediaminetetraacetic acid on root fracture with respect to concentration at different time exposures. *J Endod*, 38:1110-3.
- 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.
- Vier, F. V., Figueiredo, J. A. P. (2004). Internal apical resorption and its correlation with the type of apical lesion. *International Endodontic Journal*, 37(11), 730–737.
- Wang, X., Thibodeau, B., Trope, M., Lin, L. M., & Huang, G. T.-J. (2010). Histologic Characterization of Regenerated Tissues in Canal Space after the Revitalization/Revascularization Procedure of Immature Dog Teeth with Apical Periodontitis. *Journal of Endodontics*, 36(1), 56-63.
- Wang, C., Wang, Y., Liu, N., Cai, C., Xu, L. (2019). Effect of tumor necrosis factor alpha on ability of shed to promote osteoclastogenesis during physiological root resorption. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 114:2.
- Wedenberg, C. Zetterqvist, L. (1987). Internal resorption in human teeth—a histological, scanning electron microscopic, and enzyme histochemical study. *Journal of Endodontics*, 13, 255–259.
- Wilson, P. R., Barnes, I. E. (1987). Treatment of internal root resorption with thermoplasticized gutta-percha. A case report. *International Endodontic Journal*, 20(2), 94–97.
- Zandi, H., Kristoffersen, A. K., Ørstavik, D., Rôças, I. N., Siqueira, J. F., & Enersen, M. (2018). Microbial Analysis of Endodontic Infections in Root-filled Teeth with Apical Periodontitis before and after Irrigation Using Pyrosequencing. *Journal of Endodontics*, 44(3), 372–378.