



Sellado de reabsorción radicular externa utilizando Biodentine: Reporte de caso

**Trabajo de investigación para optar
al título de especialista en Endodoncia**

**Alumno: Felipe Aguilera M.
Docente guía: Dra. Alicia Caro M.
Director del programa: Dra. Alicia Caro M.**

**Valparaíso-Chile
2016**

AGRADECIMIENTOS

A mis docentes, por la entrega de sus conocimientos.

A mi familia, en especial a mi hermana Patricia por su apoyo incondicional en cada uno de mis proyectos académicos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
MARCO TEÓRICO	6
METODOLOGÍA.....	36
DISCUSIÓN.....	46
CONCLUSIONES.....	49
RESUMEN	50
BIBLIOGRAFÍA.....	51

INTRODUCCIÓN

Las reabsorciones radiculares son una patología compleja y su causa aún no se conoce del todo, aunque sí los factores asociados, tales como: necrosis pulpar, traumas, inflamación pulpar crónica, clareamiento dental, entre otros (Fuss Z et al, 2003). Habitualmente son hallazgos clínicos y/o radiográficos rutinarios, ya que pocas veces la sintomatología es detectable y es de incidencia baja.

Dentro de estas podemos encontrar la reabsorción interna y externa. La externa, es un proceso patológico casi irreversible que genera pérdida de cemento, dentina y hueso alveolar, en donde se pueden ver afectados tanto dientes vitales como no vitales (Bartok RI et al, 2012).

Esta puede ser tratada con ciertos tratamientos, técnicas quirúrgicas y el uso de determinados materiales. Se ha usado el MTA como material para el tratamiento de esta patología, el cual ha demostrado tener excelentes propiedades como, biocompatibilidad (Koh ET et al, 1998), adherencia a las paredes del diente (Torabinejad M et al, 1995), baja microfiltración (Torabinejad M et al, 1993), aposición de dentina reparativa (Camilleri J & Pitt Ford TR, 2006), entre otras.

Por otra parte, un nuevo material lanzado al mercado en el año 2009 bajo el nombre Biodentine (Septodont, Saint Maur des Fosses, Francia) es un cemento reparador en base a silicato de calcio con propiedades mecánicas similares a la dentina, tiene un efecto positivo en células de la pulpa vital, estimula la formación de dentina terciaria, entre otras (Malkondu Ö et al, 2014).

El Biodentine tiene un tiempo de fraguado menor en contraste con el MTA (Grech L et al. 2013). Esta propiedad podría ser una ventaja, ya que se ha visto que una de las desventajas que presenta el MTA es que existe la posibilidad de solubilizarse al estar en contacto con fluidos orales mientras fragua.

Hasta el momento existen pocos reportes en donde se evalúe la efectividad del Biodentine para ser utilizado como material para tratar reabsorciones radiculares, es por lo mencionado anteriormente que el objetivo de este reporte de caso es evaluar la efectividad del Biodentine como alternativa de tratamiento para reabsorciones radiculares.

MARCO TEÓRICO

REABSORCIÓN RADICULAR

La reabsorción radicular, según la Asociación Americana de Endodoncia se define como una condición asociada a un proceso fisiológico o patológico que resulta en la pérdida de dentina, cemento, o hueso alveolar (Ne R.F et al, 1999).

Como ejemplo de las reabsorciones fisiológicas, podemos encontrar las que ocurren en el proceso normal de exfoliación de los dientes temporales. Las patológicas, pueden ocurrir debido a factores como fuerzas mecánicas, fuerzas biomecánicas, traumas químicos o quirúrgicos, patógenos endodónticos y sus toxinas, defectos del desarrollo, neoplasias, trastornos hormonales.(Soares. 2002)

Según Andreasen y su clasificación modificada, las reabsorciones radiculares las podemos clasificar de la siguiente manera:

Reabsorción radicular

- I) Reabsorción radicular interna
 - a. Reabsorción interna inflamatoria
 - b. Reabsorción interna de reemplazo
 - c. Ruptura apical transitoria

- II) Reabsorción radicular externa
 - a. Reabsorción externa de superficie
 - b. Reabsorción externa inflamatoria
 - c. Reabsorción externa de reemplazo
 - d. Reabsorción externa cervical
 - e. Ruptura apical transitoria

Andreasen modificada. Priya et al. 2014

Según lo señalado anteriormente, las reabsorciones radiculares las podemos clasificar en internas y externas. La reabsorción interna es un proceso patológico raro e insidioso, que comienza en el espacio pulpar y avanza hacia la dentina circundante. Su diagnóstico y manejo han sido un desafío para los odontólogos, ya que en general estas cursan de manera asintomática por lo que puede progresar bastante antes de su detección que la mayoría de las veces es radiográfica. En algunos casos de mayor severidad incluso pueden ser perforantes y comunicarse con el tejido periodontal por medio del cemento.

Según Fuss et al. 2003, el factor de estimulación de éstas es la infección intrapulpar. El tratamiento para este tipo de lesiones, corresponde al correcto debridamiento y obturación del espacio pulpar, el sellado con la comunicación externa, si es que existe, y la restauración de la función normal del diente.

La reabsorción radicular externa, comienza desde el exterior o desde la superficie del diente y progresa hacia el interior. Es un proceso patológico casi irreversible que genera pérdida de cemento, dentina y hueso alveolar, en donde se pueden ver afectados tanto dientes vitales como no vitales (Bartok RI et al, 2012). La sintomatología pocas veces es detectable y su causa aún no se conoce del todo, aunque sí los factores asociados, tales como:

Necrosis pulpar, traumas, re-implantación de dientes, tratamientos de ortodoncia, clareamiento dental, periodontitis o cirugía periodontal previa, quistes, tumores, impactación de dientes inflamación crónica de la pulpa (Rathe F, et al 2006). También puede ocurrir como resultado de una enfermedad y trastornos endocrinos sistémicos, tales como el hiperparatiroidismo, enfermedad de Paget, calcinosis, la enfermedad de Gaucher y el síndrome de Turner, así como posterior a terapia de radiación (Carrotte P, 2004). También hay algunos casos raros de causa desconocida, generalmente llamados "de causa idiopática" (Heithersay GS, 2007).

Dentro de la clasificación de la reabsorción radicular externa, tenemos:

a) Reabsorción de superficie: La reabsorción superficial es asociada con un daño limitado al ligamento periodontal (Buttke & Trope, 2003). En caso de daño a la capa íntima del ligamento periodontal, el sitio será reabsorbido por macrófagos y osteoclastos, resultando en una cavidad con forma cóncava en la superficie radicular. Si esta cavidad no expone túbulos dentinarios y la capa de cementoblastos adyacentes esté intacta, la cavidad reabsorbida será reparada por nuevo cemento y nueva inserción de fibra de Sharpey. Este ligamento es normal y sigue el contorno del defecto (Andreasen et al, 1999). En contraste con otro tipo de reabsorciones, la reabsorción superficial es auto limitante y muestra reparación con nuevo cemento (Andreasen & Andreasen, 1994).

Diagnóstico:

- Radiográficamente se observa una cavidad en la superficie radicular o acortamiento apical, rodeado por un espacio normal del ligamento periodontal y lámina dura.
- Clínicamente el diente se encuentra normal.
- Generalmente es diagnosticada luego de 1 año (Andreasen et al, 1995)

b) Reabsorción externa inflamatoria: La reabsorción inflamatoria es causada principalmente por la infección bacteriana (Nishioka et al, 1998). En el caso que la reabsorción haya penetrado el cemento y expuesto túbulos dentinarios, las toxinas bacterianas presentes en los túbulos dentinarios y/o en el conducto infectado pueden ser transmitidas vía túbulos

expuestos al ligamento periodontal. Estos resultados en continuación al proceso osteoclástico y a la inflamación asociada en el ligamento periodontal, llevan a la reabsorción de la lamina dura y del hueso adyacente. Este proceso generalmente es progresivo mientras el conducto radicular se encuentra infectado. Si las bacterias son eliminadas del conducto radicular y de los túbulos dentinarios con una terapia endodóntica adecuada, el proceso reabsortivo será detenido y la cavidad reabsorbida será rellenada con cemento o hueso según sea el tipo de tejido vital que se encuentre cercano al sitio de la reabsorción (ligamento periodontal o tejido derivado de hueso medular). (Andreasen et al, 1999).

Diagnóstico:

- Radiográficamente se observan cavidades reabsortivas radiculares asociadas a zonas radiolúcidas en el hueso adyacente.
- Clínicamente el diente se encuentra sensible a la percusión, al percutir el tono es apagado, la movilidad se encuentra aumentada y se puede encontrar extruido. La movilidad se mantiene hasta que se detiene el proceso inflamatorio por medio de una terapia endodóntica (Andreasen et al, 1999), (Andreasen & Andreasen, 1994).
- Usualmente es observada después de 1 mes. También puede ocurrir tardíamente, por la reinfección del conducto radicular (Andreasen et al, 1999). La reabsorción inflamatoria tiene un comienzo anterior a la reabsorción por reemplazo (Donaldson & Kinirons, 2001).

La reabsorción puede progresar rápidamente, la raíz entera se puede reabsorber dentro de unos pocos meses. Este tipo de reabsorción es bastante frecuente y agresiva después del reimplante en pacientes entre 6-10 años. La explicación para ello es una posible combinación de dos factores; los túbulos dentinarios anchos y/o la delgada capa protectora de cemento. En pacientes mayores, el proceso de reabsorción sigue un curso mas prolongado (Andreasen & Andreasen, 1994).

c) Reabsorción externa de reemplazo: La reabsorción por reemplazo o sustitución es causada por el daño al ligamento periodontal, y es una condición progresiva (Schatz et al, 1995). Puede ser provocada por daño mecánico extenso en los tejidos periodontales, incluso en condiciones asépticas estrictas (Nishioka et al, 1998).

En el caso de daño extenso a la capa interna del ligamento periodontal, tendrán lugar eventos de cicatrización en competencia, desde la pared alveolar creando hueso vía células derivadas de hueso medular y desde el ligamento periodontal adyacente a la superficie radicular creando cemento y fibras de Sharpay (Andreasen & Andreasen, 1994).

Diagnóstico:

- Radiográficamente existe pérdida del espacio periodontal normal y un continuo reemplazo de sustancia radicular por hueso.

- Clínicamente la movilidad dentaria se encuentra disminuida. Además, se escucha un sonido metálico a la percusión, incluso sin tener la movilidad disminuida, y puede presentar infra oclusión.
- Es la complicación más frecuente y más difícil de diagnosticar, puede ser diagnosticada entre el primer y segundo mes. Los signos radiográficos no se presentan en todos los casos y por lo general aparecen tardíamente (después de un año), esto puede ser debido a la posición vestibular o lingual inicial de la anquilosis (Andreasen et al, 1995).

d) Reabsorción externa cervical: Usualmente la reabsorción cervical ocurre debajo el epitelio de unión del diente en la región cervical. Los defectos de la reabsorción pueden dificultar el diagnóstico y el tratamiento.

Muchos factores etiológicos han sido sugeridos como los que producen daño a la superficie de la región cervical de la raíz y es por esto que se inicia la reabsorción. Estos incluyen trauma dental, tratamientos de ortodoncia, clareamiento intracoronal, terapia periodontal (Heithersay GS, 1999) y etiología idiopática (Gunraj MN, 1999).

Diagnóstico:

Clínicamente podemos observar con frecuencia una mancha rosada en la zona cervical del diente. Esta decoloración es el resultado de una granulación vascular que se hace visible a través del adelgazamiento dentinario. Es importante diferenciar este tipo de reabsorción con la presencia de caries subgingival, la cual no es causa de una mancha rosada (pink spot).

e) Ruptura apical transitoria: En caso de daño de tamaño moderado (1-4mm²) se formará una anquilosis inicial que posteriormente puede ser reabsorbida según estímulo funcional, esta se conoce como anquilosis transitoria, en la cual existe una movilidad dentaria disminuida que luego vuelve a la normalidad (Andreasen et al, 1999) (Andreasen et al, 1995). A la radiografía presenta áreas pequeñas en las cuales el espacio periodontal ha desaparecido. Se puede diagnosticar por el tono de percusión alto. En anquilosis, por lo general desaparece dentro del año, y el tono de percusión vuelve a la normalidad (Andreasen & Andreasen, 1994).

El tratamiento de la reabsorción radicular externa, dependerá de la gravedad, la ubicación, si existe o no perforación del sistema de conductos radiculares, y de su restaurabilidad posterior. El tratamiento endodóntico podría también ser necesario en los casos en que la lesión haya perforado el conducto radicular de la raíz. Algunos artículos, sugieren varias opciones de tratamiento dependiendo de la etiología y tipo de reabsorción radicular externa, como la terapia de conducto radicular sola, cirugía periodontal sola, terapia de conducto radicular más cirugía periodontal o la extracción del diente e implantación (Segal GR, et al, 2004). Sin embargo, una revisión sistemática reciente demuestra que no existe una fuente confiable de evidencia sobre los medios más apropiados para el tratamiento. Por otra parte, revela que en la mayoría de los casos, la alternativa de tratamiento es caso-dependiente y

está relacionado con la experiencia del médico o la opinión de un experto (Ahangari Z et al, 2010).

En algunas situaciones, se deben realizar procedimientos quirúrgicos complejos con el fin de obtener acceso para el tratamiento (Heithersay G. S, 1985).

Actualmente, con la ayuda del microscopio se ha reducido bastante la cirugía para corregir estos defectos, ya que la primera opción es sellarlas vía intraconducto a través de visión directa y magnificada. Si el caso no lo permite, por dificultad en el acceso, por el tamaño de la perforación ó porque hay que combinarla con otro procedimiento se procede a realizar la cirugía correctiva, la cual es un tipo de cirugía paraendodontica.

Cirugía Paraendodontica.

La cirugía paraendodontica es un término propio acuñado por la Universidad de Valparaíso para todo tipo de cirugías que resuelven patologías de origen endodóntico que no pueden ser resueltas con una endodoncia convencional. Derivado y modificado del original “Cirugía Parendodóntica”, de consenso en el IV Congreso Internacional de Endodoncia, en Río de Janeiro, en 1979, para referirse a este tipo de intervenciones. (Caro, A.2013)

Las cirugías paraendodónticas las podemos dividir en:

- a) Cirugía Fistulativa
- b) Cirugía Apical
- c) Cirugía perirradicular
- d) Cirugía Correctiva
- e) Cirugía Exploratoria

a) Cirugía Fistulativa

Se realiza en urgencias, cuando tenemos un absceso, que corresponde a una acumulación de material infectado (pus) resultante de una infección bacteriana de la pulpa del diente.

Se realiza en dientes donde el drenaje vía conducto es inviable o desaconsejable (dientes coronados con o sin retenedores al conducto, dientes tratados endodónticamente).

En algunos casos incluye la maniobra de trepanación cortical, que corresponde a una perforación quirúrgica de la lámina cortical alveolar sobre el diente implicado para eliminar la presión. El exudado está contenido a nivel óseo y difuso en los tejidos blandos (celulitis).

b) Cirugía Apical

Es aquella cirugía que tiene como fin el tratamiento de la porción apical del canal radicular, con el fin de eliminar la causa del problema endodóntico, esta puede aplicarse en:

- Errores de técnica (separación de instrumentos, sobreobturaciones sintomáticas, curvaturas no abordadas, etc).

- Anomalías Anatómicas (Conductos no abordables por vía ortógrada, dens in dente, anomalías radiculares)
- Patología Dental (lesión apical persistente, ápice abierto, reabsorción apical).

c) Cirugía Perirradicular

Involucra procedimientos como:

- Alargamiento quirúrgico de la corona, cuyo objetivo es colocar un margen dentinario sólido aproximadamente a 1 -2 mm o más por sobre el margen gingival libre.
- Procedimientos resectivos (Amputación radicular o radectomía, hemisección o premolarización)

d) Cirugía Correctiva

Involucra procedimientos como:

- Sellado de perforaciones iatrogénicas.
- Sellado de perforaciones por endo o exorizalisis.

e) Cirugía exploratoria: Corresponde al tipo de cirugía en donde se expone la zona en cuestión, en ciertos casos en donde no se puede determinar la patología y luego de haber agotado todos los exámenes complementarios. Esta puede derivar en diferentes cirugías según lo encontrado.

La cirugía correctiva, la cual fue realizada en el caso que se presenta más adelante, es un procedimiento que pretende exponer la zona de la raíz que está dañada o perforada. Tradicionalmente, la presencia de una reabsorción radicular externa que perfora la raíz ha sido difícil de diagnosticar y manejar. Hoy en día, el uso de magnificación e iluminación proporcionadas por lupas o microscopio endodóntico, nos ha facilitado el manejo de perforaciones por vía ortógrada, sin embargo, en casos más complejos es necesario de la cirugía correctiva.

Como se mencionó anteriormente existen perforaciones iatrogénicas y patológicas, éstas se producen principalmente a través de tres posibles mecanismos: errores de procedimiento durante la endodoncia o la preparación para alojamiento de postes, procesos reabsortivos y caries (Regan JD, Witherspoon DE, Gutmann JL, 1998). El diagnóstico, manejo y reparación de las perforaciones radiculares requiere de gran habilidad (Sinai IH, 1977). Sin embargo, la reparación de las perforaciones frecuentemente proporciona una alternativa muy atractiva y exitosa a la extracción dental. En los últimos años, el procedimiento se ha convertido más predecible debido al desarrollo de nuevos materiales, técnicas y procedimientos, como lo es la cirugía correctiva (Regan et al, 2005). Considerando que la reabsorción radicular externa en este caso se comunica con el medio externo, el pronóstico del tratamiento mediante esta cirugía dependerá de algunos factores como lo son:

Diagnóstico: El tiempo transcurrido entre la creación de la perforación y la reparación es crítica para el pronóstico del diente. El diagnóstico se establece basándose en la evaluación clínica e imagenológica. Con frecuencia es difícil determinar la presencia o ubicación de una perforación y es esencial considerar toda la información diagnóstica. Se debe ayudar con radiografías en diferentes angulaciones, incluso considerando radiografías bitewing. Esto es especialmente útil para determinar la ubicación del defecto, en particular cuando se encuentra por vía bucal o lingual, ya que la imagen del defecto a menudo se superpone sobre la raíz (Regan, 2005). Por otra parte, hoy en día existen exámenes complementarios como el ConeBeamCT el cual nos ayuda con imágenes detalladas en distintos planos del área a estudiar.

El uso localizador apical en endodoncia, también nos ayuda a confirmar la presencia de alguna perforación cuando los otros indicadores clínicos son inconclusos. El uso de éste proveerá al clínico una advertencia temprana de la presencia de una perforación y puede evitar una mayor extensión del defecto o la extrusión de materiales de obturación o soluciones de irrigación (Regan, 2005).

Etiología

- Errores de Procedimiento: Los errores de procedimiento pueden ocurrir en cualquier etapa del tratamiento endodóntico y es muy probable que influya en el pronóstico del diente. La perforación iatrogénica del diente puede ocurrir durante la preparación de acceso, instrumentación del conducto o durante la preparación del espacio para el poste antes de la restauración definitiva del diente. La perforación puede ser el resultado de una falta de atención o de experiencia por parte del clínico o puede ser el resultado del intento de localizar la cámara pulpar, el conducto o de permeabilizar los conductos calcificados (Kuttler S et al, 2004).

Las perforaciones también pueden resultar de una remoción excesiva de estructura dentaria durante la instrumentación del conducto, esto suele ocurrir en lugares anatómicamente vulnerables, como las zonas de riesgo en las raíces mesiales de los molares inferiores. En todos los casos, la prevención es imprescindible y se facilita a través del conocimiento de la anatomía del diente y mediante una evaluación cuidadosa de la radiografía disponible y de la información clínica antes del tratamiento.

- Reabsorciones: La etiología real de las reabsorciones patológicas no es completamente entendida, como se mencionó anteriormente, generalmente los factores que las desencadenan como fuerzas mecánicas, fuerzas biomecánicas, traumas químicos o quirúrgicos, patógenos endodónticos y sus toxinas, defectos del desarrollo, neoplasias, trastornos hormonales (Soares, 2002).

- Caries: Este proceso involucra la destrucción del tejido dental como resultado de la acción microbiana. Una lesión cariosa no tratada puede invadir el piso de la cámara pulpar o extenderse a lo largo de la raíz. El tratamiento de estas perforaciones puede requerir una combinación de alargamiento coronario, extrusión radicular (quirúrgica u ortodóntica) o

resección del diente o raíz para retener segmentos radiculares (Stevens BH & Levine RA, 1998).

Localización de la perforación: Cuando se planifica el tratamiento de la reparación de la perforación, la localización de la perforación es probablemente el factor más importante y primordial en el proceso de toma de decisiones. Fuss y Trope, 1996 presentaron una clasificación que enfatiza en la relación del sitio de la perforación con la “zona crítica crestral”. Esta clasificación divide a la raíz en porción coronal, crestral y apical. Coronal se define como “coronal a la cresta alveolar y epitelio de unión”; crestral “a nivel del epitelio de unión y cresta alveolar” y apical se define como “apical a la cresta alveolar y epitelio de unión”. Además de considerar la posición de la perforación en relación con la “zona crítica crestral” su posición en los planos distal, mesial, vestibular y lingual también deben tenerse en cuenta.

El tratamiento no quirúrgico es indicado, siempre que sea posible, en el manejo de las perforaciones. La intervención quirúrgica debe reservarse para casos no susceptibles o que no han respondido al tratamiento no quirúrgico. La decisión de reparar las perforaciones de forma quirúrgica solo se puede tomar cuando un número de consideraciones se han tenido en cuenta (Fuss y Trope, 1996).

Acceso y visibilidad de la perforación: El acceso y la visibilidad están determinados principalmente por la localización de la perforación. Independiente de la localización en la zona crítica crestral, la localización de la perforación con respecto al eje horizontal del diente influirá considerablemente en su manejo. Las perforaciones vestibulares son siempre más fáciles de manejar que aquellas ubicadas lingual o proximalmente y en consecuencia tendrán una reparación más favorable; esto a su vez favorece el abordaje quirúrgico. Las perforaciones linguales, especialmente en la mandíbula, frecuentemente son excluidas de la opción quirúrgica y son manejados de forma no quirúrgica, con ortodoncia u otras alternativas, el diente puede ser destinado a la extracción dental (Regan et al, 2005).

La introducción de una mejor iluminación y magnificación proporcionada por el Microscopio ha sido beneficiosa en el manejo de las perforaciones, ya sea quirúrgica o no quirúrgica.

Estructuras Anatómicas adyacentes: La protección de las estructuras anatómicas adyacentes es una consideración importante cuando se planifica la reparación de la perforación de forma quirúrgica. Entre las estructuras anatómicas que más probablemente se pueden dañar, están incluidas las estructuras radiculares adyacentes, estructuras neurales, el seno maxilar, y el tejido blando del colgajo reflejado. Durante el procedimiento quirúrgico, la localización, identificación y el aislamiento de las estructuras podrá prevenir los daños permanentes de largo plazo (Gutmann JL, Harrison JW, 1985).

Manejo de las perforaciones según su ubicación

Perforaciones Supracrestales: Las perforaciones coronales a la cresta alveolar son frecuentemente manejadas de forma no quirúrgicas. La perforación es usualmente reparada con materiales de restauración estándar como la amalgama, oro, composite o restauraciones metálicas. Los márgenes de las restauraciones coladas se pueden extender hasta incluir el defecto (McLean A, 1998). Para facilitar la reparación, puede que sea necesario, la extrusión ortodóntica, hasta el punto que la perforación se convierte en supragingival y es poco probable que incida en el ancho biológico (Biggerstaff RH, et al 1986). Alternativamente, el defecto se puede exponer quirúrgicamente o puede ser intencionalmente reimplantado quirúrgicamente seguido de la reparación del defecto (Poi WR, Sonoda CK, Salineiro SL, Martin SC,1999). El alargamiento coronario quirúrgico puede ser indicado o usado para mejorar el acceso quirúrgico de la perforación del tercio coronal de la raíz, especialmente cuando el defecto es subgingival y se puede convertir en supragingival. Un mínimo de 4 mm de estructura dental sana debe ser expuesto en el procedimiento quirúrgico. Los 4 mm corresponde a la medida entre la cresta ósea alveolar hasta la estructura dentaria sana e incluye los 2 mm mínimos del ancho biológico. El ancho biológico es la cantidad de espacio requerida para mantener la salud del tejido gingival (1.07 mm de tejido conectivo y 0,97 mm de epitelio de unión).

Perforación en tercio apical: Las perforaciones en el tercio apical radicular se pueden considerar simplemente como una salida adicional del sistema de conductos y se puede manejar tanto de forma quirúrgica como no quirúrgica. Si el defecto no puede ser manejado no quirúrgico, la resección apical suele ser el método más efectivo siempre y cuando la relación corono radicular sea favorable. Este tipo de perforaciones incluye las perforaciones apicales de la raíz durante la instrumentación del sistema de conducto o la colocación de un poste, perforación seguida de un zip, desviación del conducto por la instrumentación durante la limpieza y conformación o en el intento de traspasar una obstrucción en el conducto. La perforación apical rara vez se comunica con la cavidad oral, por lo tanto no está expuesta a la contaminación microbiana constante.(Regan et al, 2005)

Perforación en zona crítica crestal: Las perforaciones de zona crítica crestal son invariablemente asociadas con resultados menos favorables y frecuentemente con un manejo más difícil. Estas perforaciones son más susceptibles a la migración epitelial y a la rápida formación de bolsas periodontales. El manejo para reparar estas perforaciones dependerá de varios factores. Los que requieren intervención quirúrgica son los siguientes:

1. Perforaciones en áreas no accesibles con método no quirúrgico.
2. Perforaciones radiculares con componente periodontal concomitante.
3. Perforaciones que no responden favorablemente a la reparación no quirúrgica.

4. Defectos extensos que no proporcionan límites físicos para contener un material.
5. Perforaciones de la raíz que requieren procedimiento quirúrgico apical por separado.
6. Perforaciones de origen reabsortivos que son difíciles de manejar de manera ortógrada.
7. Defectos en los que hay gran cantidad de material de obturación, que ha sido extruido y actúa como cuerpo extraño.

Manejo quirúrgico del defecto de las perforaciones

El objetivo de la cirugía de sellado de perforación debe ser producir un ambiente propicio para la regeneración del periodonto. Se ha estudiado la reacción del tejido periodontal a las perforaciones inducidas en animales y perforaciones accidentales en humanos. La regeneración exitosa del tejido periodontal devolverá al diente una función asintomática en la dentición (Regan, 2005).

Existen tres grandes categorías de perforación de la zona crestral que potencialmente pueden ser reparadas de forma quirúrgica:

1. Perforaciones por stripping: Penetración completa de la pared del conducto debido a una remoción excesiva de la estructura lateral durante la preparación.
2. Perforación furcal: Comunicación mecánica o patológica entre el sistema de conductos y la superficie externa del diente y ocurre en la superficie anatómica de los dientes multiradiculados donde las raíces divergen.
3. Perforaciones relacionados con la reabsorción radicular cervical externa. Es poco común, reabsorción externa insidiosa y con frecuencia agresiva, que puede ocurrir en cualquier diente en la dentición permanente.

Idealmente, las perforaciones furcales y los stripping deberían ser manejadas inicialmente usando técnicas no quirúrgicas. Este enfoque preservará el periodonto, por lo tanto, aumenta la probabilidad de éxito a largo plazo. Solo cuando la enfermedad persiste debería manejarse de forma quirúrgica. (Fuss Z, Abramovitz I, Metzger Z, 2000).

Por otro lado, el manejo de la reabsorción cervical externa, idealmente debiese ser manejado de forma externa para intentar mantener la vitalidad pulpar siempre que sea posible. Solo cuando la pulpa está inflamada de forma irreversible o está necrótica, o cuando se remueve la dentina enferma e inevitablemente causa pulpitis irreversible, se debe realizar el tratamiento endodóntico (Heithersay GS, 1999). Con esto en mente, el manejo de la reabsorción cervical externa categoría I y II como lo describió Heithersay, deben ser abordados por el exterior o por la estructura periodontal. El manejo de la categoría III de Heithersay puede ser abordada ya sea de forma interna o externa dependiendo de qué procedimiento produce menos destrucción de diente y periodonto. El defecto categoría tipo IV se consideran sin reparación. (Heithersay, 2004).

Hemostasia local: La hemostasia localizada es esencial en todo el procedimiento quirúrgico, particularmente en la colocación del material de restauración, para asegurar el éxito de reparación de la perforación. Una buena hemostasia disminuirá el tiempo de intervención, la pérdida de sangre, hemorragia postoperatoria y la hinchazón. Los agentes hemostáticos usados durante la cirugía endodóntica intentan controlar el sangramiento de vasos pequeños o de capilares. El control de la hemorragia localizada mejora la visibilidad y mejora la evaluación de la estructura radicular y asegura un ambiente seco para colocar el material de restauración. Varios agentes se han recomendado para el control de la hemostasia durante la cirugía. La acción de estos materiales, su habilidad para controlar la hemorragia y sus efectos sobre la curación varían considerablemente. Estos ayudan en la coagulación ya sea por la acción de tamponamiento físico, mejorando el mecanismo de coagulación, vasoconstricción o mezclando varios de estos. Ningún agente hemostático local es ideal, cada uno de los materiales disponibles tienen ventajas y desventajas. Los agentes hemostáticos locales incluyen materiales basados en colágeno, sulfato férrico, sulfato de calcio, algodón embebido en epinefrina o cauterización/electrocirugía. A diferencia de otros procedimientos perirradiculares, la cirugía en la región cervical a veces puede ser aislada usando goma dique. El uso de goma dique, si es físicamente posible, provee un control ideal del sangramiento. Frecuentemente, en los defectos reabsortivos cervicales, la lesión estará en la región de unión del tercio coronal y medio. Una pequeña cantidad de hueso puede ser cincelado para revelar el cuello de estructura sana (1 mm). Este cuello de estructura dentaria se puede usar como soporte para un clamp anterior. Esta forma de “control de hemostasia” es ideal en casos que se utilizan materiales adhesivos para restaurar el defecto (Witherspoon,1996).

Los procedimientos quirúrgicos para reparar las perforaciones involucran la pérdida o compromiso de la cortical ósea, ya sea como el resultado del progreso de la enfermedad o del procedimiento quirúrgico en sí. Este daño de la cortical ósea puede reducir el éxito para el procedimiento de cirugía correctiva. Además, la presencia de un defecto ápico-marginal o dehiscencia, disminuye el éxito de la cirugía perirradicular significativamente, la causa de fracaso en este escenario se ha identificado como no crecimiento de tejido osteogénico en el sitio quirúrgico y bajo crecimiento de tejido epitelial a lo largo de la superficie radicular (Pecora G et al, 1997). En estos casos, el tratamiento exitoso puede depender más del control del crecimiento epitelial que del manejo del defecto. La regeneración tisular guiada se ha recomendado para el uso en tales casos (Leder,1997), y en el caso en particular presentado más adelante fue indicado esta técnica mediante fibrina rica en plaquetas.

Regeneración tisular guiada: El principio básico de la regeneración guiada y regeneración ósea está basada en el hecho que diferentes tipos de células repueblan la herida en diferentes rangos durante la curación. Las células del tejido blando son consideradas más móviles que las células del tejido duro. Por lo tanto, ellas tienden a migrar hacia la herida más rápido durante la curación. Una barrera interpuesta entre el tejido gingival y la

superficie radicular expuesta y hueso alveolar de soporte previene la colonización de la superficie radicular expuesta por células gingivales. Esto anima a la repoblación selectiva de la superficie radicular por células del ligamento periodontal (Pecora G et al, 1995). El uso de barreras semi permeables teóricamente permitiría que las células del ligamento periodontal y que otras células con potencial osteogénico repueblen el defecto, resultando en una nueva inserción de tejido conectivo y formación ósea. Varias series de casos se han discutido el uso de regeneración tisular guiada en conjunto con la cirugía de sellado de perforación (Uchin, 1996).

Las barreras se pueden agrupar en dos grandes categorías: En membranas no reabsorbible y reabsorbibles. Las membranas reabsorbibles son por lo general más adecuadas para aplicaciones endodónticas, ya que no requiere una segunda cirugía para remover la membrana. Frecuentemente, las membranas requieren soporte para que la membrana no colapse hacia el defecto. En estos casos, ya sea el uso de membrana de titanio o materiales de soporte de injerto pueden proveer el soporte necesario para la membrana. Los materiales de injerto tienen dos funciones principales: primero como una subestructura mecánica para soportar una membrana y los tejidos blandos suprayacentes y segundo como un componente biológico que mejora la formación de hueso. El uso de técnicas de regeneración tisular guiada requiere de varias cosas adicionales que deben ser discutidas con el paciente. Esto incluye el costo del material adicional, el origen de los materiales (sintético, animal o humano), la necesidad de manejar la herida por un periodo de tiempo más largo y las potenciales complicaciones postoperatorias relacionadas directamente con la técnica y los materiales (Dohan, 2006).

Si la regeneración tisular guiada se va a utilizar en la reparación de perforaciones, es aconsejable usar una membrana reabsorbible. La membrana debe ser extendida 2-3mm más allá de los márgenes del hueso. La herida debe ser suturada para asegurarse que el tejido cubra la membrana completamente (Pinto, 1995). La compresión de los tejidos postoperatorio no es recomendada ya que la membrana puede colapsar hacia el defecto. Además, la administración postoperatoria de antibióticos no ha mostrado la mejora en el pronóstico en los casos; sin embargo, muchos clínicos recomiendan el uso de antibióticos de forma empírica. Por último, no es aconsejable el uso de regeneración tisular guiada en fumadores, ya que se ha demostrado consistentemente un resultado adverso (Douthitt, 2001).

Uso de matrices en base a plaquetas: La sangre y sus productos han sido utilizados por más de un siglo con varios propósitos, incluyendo el uso del suero y sus componentes por separado. A principios del siglo XX ya se reconocían varias funciones plaquetarias, como su participación en la hemostasia y en la formación del tapón plaquetario. Esto dio paso a la investigación de los factores encargados de tales acciones, reconociendo la presencia de variados factores de crecimiento con funciones específicas (Vaishnavi, 2011).

Dentro de los carriers que permiten concentrar una gran cantidad de estos factores encontramos los sellantes de fibrina, plasma rico en plaquetas y fibrina rica en plaquetas.

Sellantes de fibrina: Fueron los primeros aditivos quirúrgicos utilizados, disponibles en comercio Europeo desde 1970. Corresponden a adhesivos de tejidos derivados del plasma humano que imitan las últimas etapas de la coagulación sanguínea, formando un coágulo de fibrina. Se utilizó por mucho tiempo como hemostático tópico. Debido a que eran preparados con materiales halogénicos, existía mucho riesgo de infección cruzada y dejaron de fabricarse (Prakash y Thakur, 2011).

Plasma rico en plaquetas (Primera generación de plaquetas): El plasma rico en plaquetas (PRP) es un componente sanguíneo con alto contenido de plaquetas en un volumen limitado de plasma. El conteo normal de plaquetas sanguíneas está en un rango entre 150000/ul a 350000/ul, el uso de PRP en zonas quirúrgicas las aumenta hasta 1000000/ul. (Marx, 2001). Este plasma autólogo es una fuente rica en factores de crecimiento, alcanzando hasta un 38% más en las zonas en que se utiliza, se cree que su aplicación es una forma efectiva para inducir la reparación y regeneración tisular. (Goyal, 2011; Torabinejad y Turman, 2011; Vaishnavi, 2011). En el año 1997, Whitman y colaboradores introdujeron el PRP. Posteriormente, Marx y cols, reportaron los primeros resultados del uso de PRP en el área dental registrando una velocidad mayor de regeneración de tejido óseo al aplicar este elemento. Las membranas de plaquetas han demostrado estimular la actividad mitótica de las células osteoblásticas. Determinaron que el factor de crecimiento derivado de las plaquetas (PDGF) y el factor de crecimiento transformante β (TGF- β) eran responsables de aumentar la velocidad de regeneración y que podían ser separados mediante centrifugación para ser aplicados (Vaishnavi, 2011)

Otros factores importantes encontrados en el PRP son el factor de crecimiento tipo insulina, factor de crecimiento epidérmico, proteína ósea morfogenética (BMP), factor de crecimiento endotelial vascular. Varios estudios han demostrado la actividad de estas sustancias en la estimulación de la angiogénesis, inducción de la quimiotaxis, proliferación y diferenciación de las células progenitoras y síntesis de colágeno (Sáez-Torres, 2007).

El PRP contiene factores de crecimiento que estimulan la producción de colágeno, recluta otras células en las zonas de afección tisular, producen agentes antiinflamatorios, inician la revascularización, inducen la diferenciación celular, controlan la respuesta inflamatoria local y mejoran la reparación de tejidos duros y blandos. Ha sido ampliamente utilizado en el campo de la odontología, principalmente en cirugía e implantología, endodoncia y periodoncia. (Torabinejad & Turman, 2011)

La técnica de obtención era inicialmente la aféresis, actualmente, se obtiene mediante venopunción del paciente que será intervenido y almacenamiento de la sangre en un tubo con anticoagulante para evitar activación plaquetaria. Se efectúan dos centrifugaciones para su obtención, una inicial de baja velocidad que separa tres fases de la sangre a partir de la

cual se aspira la parte rica en plaquetas y se transfiere a un tubo sin anticoagulante que posteriormente es sometido a un centrifugado de mayor velocidad, juntando en el fondo las plaquetas, facilitando su extracción y separación para su uso. Posteriormente se aplica cloruro de calcio y trombina permitiendo su gelificación. (Prakash & Thakur, 2011)

Las ventajas del PRP son entregar mayor soporte para la reparación de tejidos, mineralización más rápida, ayuda a dar estabilidad en caso de utilizar injertos, se logra localizar las citoquinas y factores de crecimiento que contiene, formación de un coágulo firme, ausencia de transmisión de enfermedades, alto grado de osteoconducción y osteoinducción. (Reyes, 2002; Sunitha y Munirathnam, 2008).

La limitación mayor de este agente se asocia a los problemas que puede implicar el uso de trombina de bovino para la gelificación (Prakash & Thakur, 2011).

Fibrina rica en plaquetas (Segunda generación de plaquetas): En las dos últimas décadas el aumento de la comprensión de las funciones fisiológicas de las plaquetas en la cicatrización de heridas y reparación en la lesión de los tejidos ha llevado a utilizar las plaquetas como herramientas terapéuticas (Anitua E et al, 2006). La fibrina rica en plaquetas (PRF) descrito por Dohan et al, 2006 es un concentrado de plaquetas de segunda generación que consiste en una membrana de fibrina enriquecido con plaquetas y leucocitos. Esta técnica no requiere anticoagulante ni trombina bovina (o cualquier otro agente gelificante). El protocolo de obtención es bastante simple: se obtiene una muestra de sangre mediante venopunción, se almacena en un tubo sin anticoagulante (aproximadamente 10 ml) que se lleva inmediatamente a centrifugación en una relación de 3000 rpm (aproximadamente 400 g) por 10 minutos. Por la expulsión de los fluidos atrapados en la matriz de fibrina, los profesionales obtendrán membranas de fibrina autóloga muy resistentes (Dohan et al, 2006). Por lo tanto, la membrana de PRF puede actuar como una membrana de tercera generación con su fuente de factores de crecimiento (GFs) de las células atrapadas dentro de la matriz de fibrina. La PRF es de naturaleza autóloga y rentable comparada con cualquier otra membrana ofreciendo ventajas significativas sobre las membranas disponibles comercialmente. Figura 1.

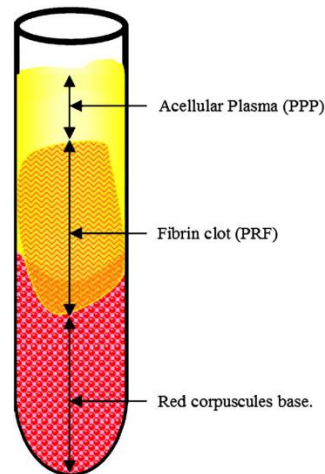


Figura 1. Representación esquemática de los 3 estratos obtenidos luego de la elaboración del PRF.

Hemos mencionado una breve descripción del PRF el cual contiene fibrina pero, ¿Qué es la fibrina? La fibrina es la forma activada de una molécula plasmática llamado fibrinógeno. Esta molécula fibrilar soluble está presente tanto en el plasma y como en los gránulos alfa de las plaquetas y juega un papel determinante en la agregación plaquetaria durante la hemostasia. Este es transformado en una especie de “pegamento biológico” capaz de consolidar la agregación plaquetaria inicial, lo que constituye una protección de las rupturas vasculares durante la coagulación. De hecho, el fibrinógeno es el sustrato final de todas las reacciones de coagulación. Siendo una proteína soluble, el fibrinógeno es transformado a fibrina que es insoluble por efectos de la trombina mientras que el gel de fibrina polimerizado constituye la primera matriz cicatrizal de los sitios afectados (van Hinsbergh et al, 2001).

Las plaquetas están teóricamente atrapadas de forma masiva en la malla de fibrina. El éxito de esta técnica depende de la velocidad de obtención de la sangre y traslado a la centrifuga. Esto ya que las muestras de sangre comienzan a coagular casi inmediatamente tras el contacto con el tubo de vidrio, y es requerido un mínimo minutos de centrifugación para obtener el concentrado de fibrinógeno en el centro y la parte superior del tubo. El manejo rápido es la única manera de obtener un coágulo de PRF clínicamente utilizable (Figura. 2).

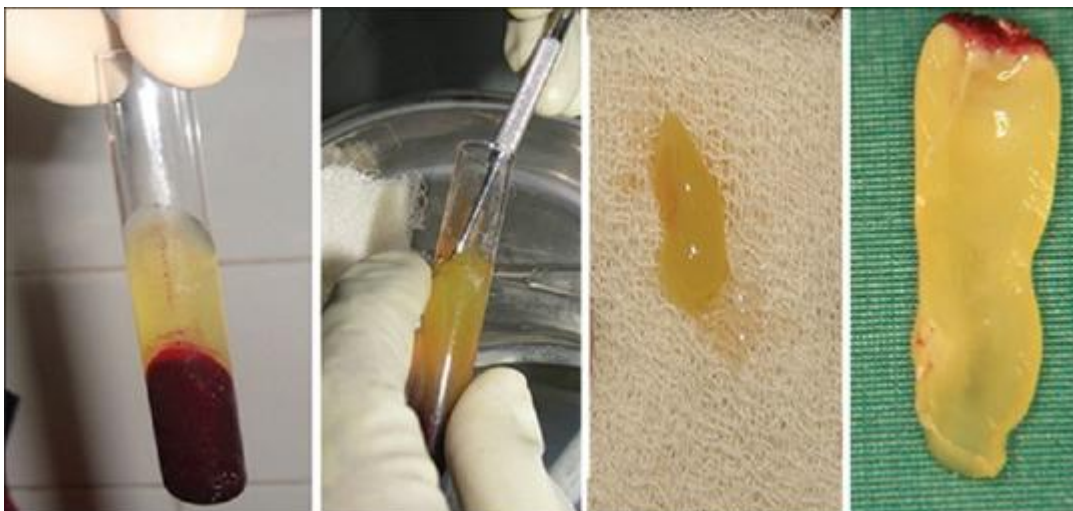


Figura 2. Coágulo de PRF

El interés del empleo de esta fibrina es doble, por un lado aporta estabilidad y una matriz de soporte y, por otro lado, entrega sustancias mediadoras capaces de acelerar o mejorar los procesos regenerativos (Sáez-Torres, 2007).

En cuanto al almacenamiento y vida útil de estos preparados, los estudios indican que el FRP fresco muestra entre un 3 a 5% de plaquetas activadas, mientras que a las 24 horas, entre un 7 y 25%. Desde el punto de vista funcional, se han observado buenos resultados ante una activación de un 20 a un 30% de plaquetas activadas. Siendo lo ideal utilizarlo dentro de las primeras 6 horas (Marx, 2004).

Los concentrados de FRP han sido ampliamente utilizados en la última década como complemento en las técnicas de regeneración de tejidos. No existe riesgo alguno de infección ni transmisión de enfermedades. Sin embargo, se ha relacionado con la sobreexpresión de factores de crecimiento y sus receptores en tejidos tumorales y displásicos, lo cual hace pensar en dos posibles peligros: la carcinogénesis y la posibilidad de favorecer la metástasis (Saéz-Torres, 2007). A pesar de las relaciones anteriores, no existen pruebas contundentes con respecto a este punto, por lo cual se hace necesario contar con mayor cantidad de estudios.

Aplicaciones clínicas: A pesar de las diferencias existentes entre los protocolos descritos en la literatura, la mayoría de los estudios muestran la eficacia de los adhesivos de fibrina en el control del sangramiento, así como exudados linfáticos, colecciones serosas, y toda hemorragia difusa del parénquima. Sin embargo, estos adhesivos no garantizan hemostasia de hemorragias vasculares graves (Gibble & Ness, 1990). Además de su capacidad de acelerar la curación, el sellado con fibrina rica en plaquetas tiene la propiedad de reducir la

presencia de hematoma postoperatorio (Matras H, 1985). En cirugía, la fibrina rica en plaquetas ayuda principalmente en actividades biológicas de adherencia de tejidos. El PRF acelera la curación fisiológica del tejido óseo luego de la enucleación de algún quiste. Eso se explica ya que la matriz de PRF está mejor organizada y el tejido es capaz de aprovechar de mejor manera las células madres contenidas en el PRF. Así, una cavidad quística llena de PRF será totalmente sanado en 2 meses en lugar de los 6 a 12 meses requerido para la curación fisiológica. Su estructura molecular con baja concentración de trombina es una matriz óptima para la migración de las células endoteliales y fibroblastos. Permite una rápida angiogénesis y un fácil remodelado en un tejido conectivo más resistente. Por lo tanto, estas membranas de PRF pueden ser utilizadas en todo tipo de curación de superficies cutáneas o mucosas. Sin embargo, el PRF no es sólo una membrana simple de fibrina. Es también una matriz que contiene todos los elementos moleculares y celulares que permiten la curación óptima. La matriz lleva todos los componentes favorables presentes en una muestra de sangre. Por eso, este biomaterial puede ser considerado un concentrado fisiológico. El PRF actualmente también ha sido utilizado como membrana de relleno para cubrir defectos óseos, en regeneración tisular guiada y en terapia de diente permanente joven con fines de realizar regeneración pulpar.

MATERIALES DISPONIBLES PARA EL SELLADO DE PERFORACIONES

Históricamente, una gran cantidad de materiales se han sugerido para el uso en reparaciones de perforación. Muchos de estos materiales fueron, obviamente, no aptos para su uso en reparación de perforaciones, mientras que otros tales como la amalgama, Cavit, lamina de Indio, cementos en base a óxido de zinc eugenol, ácido etoxibenzoico (Super EBA), Composite y cemento ionómero de vidrio, se han utilizado con éxito por varios años. Sin embargo, muchos de estos procedimientos de reparación han resultado en defectos periodontales, comprometiendo así el pronóstico a largo plazo de la retención del diente

La elección del material será determinada en parte por el sitio de la perforación. Las perforaciones supracrestales demandan el uso de materiales tales como la amalgama o Composite que son resistentes a la disolución a los fluidos orales o a la abrasión y erosión producida por los alimentos, pastas de dientes o elementos de higiene. Los materiales de restauración intermedia (IRM), Super EBA, Diaket o MTA, son considerados materiales no adecuados para esta situaciones (Alhadainy HA, Himel VT,1993).

Un sin número de materiales se han desarrollado especialmente para reparar la estructura dentaria en el área subgingival ya sea por caries, perforaciones o erosiones cervicales. Estos incluyen suspensiones de resina-ionómero tal como Geristore y compómeros como el Dyract. Este grupo de materiales intenta combinar las propiedades de los composites y ionómero de vidrio. Tanto el Geristore como el Dyract se han recomendado para el uso de restauración de defectos subgingivales ya sea por caries, reabsorciones externas, perforaciones iatrogénicas y fracturas oblicuas subgingivales (Nakazawa Y et al, 1994).

El Geristore ha demostrado ser un material aceptable para reparar caries radiculares y erosiones cervicales en un número de estudios clínicos. Cuando se utilizan para reparar perforaciones radiculares en conjunto con regeneración tisular guiada, se ha determinado que tienen buen resultado en reporte de casos aislados. Cuando se utiliza como materiales de obturación del extremo radicular in vitro, los resultados de filtración del Geristore y Dyract filtran menos que IRM, amalgama o Super EBA. En comparación con el MTA, Geristore tiene un patrón de filtración similar. Geristore y Dyrac son menos sensibles a la humedad que el ionómero de vidrio, sin embargo, los ambientes secos producen adhesión más fuerte. Geristore parece facilitar la regeneración de los tejidos periapicales. Estudios han investigado la adherencia de los tejidos epiteliales y conectivos al material, y muestra evidencia de la adhesión celular al material cuando se coloca en cavidades subgingivales (Loftus D, 2003).

La reparación de perforaciones en la región subcrestal se ha visto facilitada en los últimos años por el desarrollo de nuevos materiales y nuevas técnicas innovadoras. Sin duda, el material que ha tenido el mayor impacto en el manejo de estos casos es el MTA. El MTA se introdujo en el mercado a mediados de la década de 1990 por Torabinejad y colegas. Posteriormente obtuvo la certificación de la FDA para su uso en recubrimiento pulpar, sellado retroapical, y sellado de perforaciones (Pitt Ford TR et al, 1995).

Otros materiales de reparación contemporáneos incluyen Diaket, resina de polivinilo, resinas compuestas, ionómero de vidrio, Super EBA, IRM y compómeros. Cuando se combinan con técnicas de regeneración tisular guiada, el pronóstico de muchas perforaciones ha mejorado. Tanto el MTA como el Diaket han demostrado que facilita la generación del aparato periodontal, y se ha descrito que tienen naturaleza osteoconductiva. La regeneración del aparato periodontal puede ocurrir cuando estos materiales se utilizan en sellado periapical o de perforaciones (Lee SJ et al, 1993).

Como se dijo anteriormente, el agregado de trióxido mineral (MTA) está siendo cada vez más utilizado como material de obturación del conducto radicular en estos tipos de reabsorciones, debido a que ha mostrado tener buenas propiedades, como biocompatibilidad, buena capacidad de sellado, y capacidad de inhibición bacteriana. La razón más importante para elegir MTA como material de reparación permanente en este caso es porque tiene la capacidad para promover la formación de tejido duro e inhibir la resorción ósea osteoclástica (Hashiguchi D et al, 2011).

A fines de la década pasada se descubrieron los materiales bioactivos, con aplicación tanto en medicina como en odontología, conocidos actualmente como biocerámicos. Estos poseen propiedades osteoconductivas, ausencia de toxicidad, son químicamente estables y son biocompatibles (Malhotra S et al, 2014) (Beast S et al, 2008).

Los biocerámicos son materiales especialmente diseñados para el uso clínico, que incluyen alúmina, zirconio, vidrio bioactivo, vidrios cerámicos, hidroxiapatita y fosfatos de calcio reabsorbibles (Koch K et al, 2013). Existen tres categorías de biocerámicos (Malhotra S et al, 2014):

- **Bioinertes:** capaces de rellenar tejidos y ser tolerados por el organismo.
- **Bioactivos:** tolerados por el organismo con capacidades de osteoconducción. Dentro de este grupo podemos encontrar los siguientes cementos selladores endodónticos: I-Root SP (IBC, Canadá), el Endosequence BC Sealer (Brasseler, USA) y el TotalFill BC Sealer (FKG, Suiza), entre otros.
- **Biodegradables:** con capacidad de ser degradados en ambiente biológico y reemplazado por hueso.

Características de los cementos: Los cementos biocerámicos (BC) son biocompatibles porque no producen respuesta inflamatoria de los tejidos periapicales cuando entran en contacto con ellos. Son estables en ambientes biológicos, no sufren contracción de fraguado; todo lo contrario, tienen una expansión de 0,002mm y no se reabsorben.

Otra característica que poseen es su capacidad de producir hidroxiapatita durante su proceso de fraguado, generando un enlace químico entre la dentina y el material de obturación. Presentan además un pH muy alcalino (12,8) durante las primeras 24 horas de fraguado (elevada actividad antibacteriana). Son fáciles de usar, ya que poseen un tamaño de partícula menor a 2 μm , lo que permite ser usados en una jeringa premezclada (puede ser usado con “capillarytips” de 0,12mm de diámetro u otras) (Koch K et al, 2012).

Tiene un tiempo de trabajo aproximado de tres a cuatro horas a temperatura ambiente, y se introduce directamente dentro del canal. Tiene una duración aproximada de dos años y no requiere refrigeración para su almacenamiento.

Mecanismo de acción: Los cementos Endosequence® y Totalfill® comparten una reacción de fraguado común, en que los silicatos de calcio del polvo al hidratarse forman un gel de silicato de calcio e hidróxido de calcio. Posteriormente el agua reacciona con los silicatos de calcio, para que estos precipiten generando un hidrato-silicato de calcio, generándose finalmente un precipitado de Hidroxiapatita. Durante este proceso, el agua juega un papel fundamental en el control del nivel de hidratación y el fraguado del material (Koch K et al, 2013).

Desde el punto de vista clínico, la ventaja de la presentación premezclada es evidente, ya que se ahorra tiempo y se obtiene un cemento homogéneo y bien proporcionado en sus componentes, a diferencia de los demás cementos de obturación, cuya preparación está supeditada al manejo del operador (Koch K et al, 2012). Además son hidrofílicos, fraguan sólo ante la exposición a un ambiente húmedo, humedad que es proporcionada por los túbulos dentinarios (Koch K et al, 2013). De acuerdo a lo relatado por Koch (2010), al

contener la dentina un 20% de agua en relación a su volumen, esta agua sería la que inicia el proceso de fraguado del cemento y la consecuente formación de hidroxiapatita.

De esta manera, si el canal después del secado final quedara húmedo, no se vería afectada de manera negativa su capacidad de sellado. El ser hidrofílico, tener un tamaño de partícula pequeño, y adherirse de manera química a la dentina le otorga buenas propiedades hidráulicas.

Biocerámicos como cementos selladores: Estudios realizados recientemente respecto a cómo se comportan los biocerámicos en relación a los ideales de un material de obturación, concluyen que estos son altamente biocompatibles. Zhang W et al, 2009 concluyen que serían menos citotóxicos que el cemento AH Plus (Zhang W et al, 2010). También se postula que poseen propiedades antibacterianas altamente efectivas, eliminando al enterococcus faecalis en dos minutos, más rápido que los cementos AH Plus, Apexit, Tubliseal y Sealapex) (Zhang W et al, 2009). Jingzhi M et al 2011, en su estudio compara su biocompatibilidad con la del MTA, concluyendo que son muy similares, resultado que concuerda con el obtenido por Alanezi AZ et al, 2010, quien concluye que poseen una biocompatibilidad comparable con MTA gris y blanco. Ciasa et al, 2012 también comparan BC con MTA, concluyendo que ambos compuestos producen una cantidad similar de citoquinas.

Shuang Shi et al, 2015 comparó la capacidad de sellado apical de un material biocerámico (iRoot FS) con agregado trióxido mineral (MTA), midiendo el grado de penetración de un colorante bajo microscopio de fluorescencia (Rhodamine B 0,2%). Los valores medios de fuga en las muestras de MTA y iRoot FS fueron 35,63 y 35,15 μm , respectivamente. No hubo diferencias significativas entre los dos materiales en este sentido ($P = 0,584$). iRoot FS tenía habilidad similar de sellado apical que el MTA y podría ser considerado como un material de relleno de la raíz.

Por lo mencionado anteriormente, los biocerámicos pueden ser otra alternativa para el sellado de perforaciones, pero aún faltan estudios o reportes de casos similares para poder utilizarlos en casos como este.

Detallaremos con más profundidad dos materiales que fueron utilizados en este caso clínico. El MTA y el Biodentine. MTA fue utilizado en la primera intervención quirúrgica del caso y se describe a continuación.

El MTA, “Agregado de Trióxido Mineral”, consiste en un polvo que contiene partículas hidrofílicas que endurecen en presencia de humedad formando un gel coloidal que fragua y se transforma en una estructura dura entre tres a cuatro horas (Cordero M & Espinosa I, 2001).

La composición del MTA se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1. Composición del MTA		
%	Componente	
75%	Silicato tricálcico (3 CaO- SiO ₂) Aluminato tricálcico (3CaO-Al ₂ O ₃) Silicato dicálcico (2CaO- SiO ₂) Aluminato férrico tetracálcico (4CaO-Al ₂ O ₃ - Fe ₂ O ₃)	
20%	Oxido de bismuto (Bi ₂ O ₃)	
4,4%	Sulfato de calco dihidratado (CaSO ₄ ·2H ₂ O)	
0,6%	Residuos insolubles	Sílice cristalino Oxido de calcio Sulfato de potasio y sodio

El MTA se comercializa actualmente en 2 formas: gris (GMTA) y blanco (WMTA). El MTA fue introducido inicialmente en color gris, pero debido a la decoloración potencial de GMTA, WMTA fue desarrollado (Kratchman SI, 2004).

Un estudio evaluó el polvo seco de GMTA y WMTA, así como el cemento Portland (PC), encontrando que todos los materiales estudiados tienen componentes principales similares: silicato tricálcico, aluminato tricálcico, silicato de calcio y aluminato tetracalcio (Islam I et al, 2006).

GMTA consiste básicamente en silicato dicálcico, silicato tricálcico y óxido de bismuto, mientras que WMTA se compone principalmente de silicato tricálcico y óxido de bismuto (Camilleri J et al, 2005). Cuando el polvo del MTA es mezclado con agua, inicialmente es formado hidróxido de calcio (CH) y silicato de calcio hidratado que eventualmente son transformados en un cristalizado y un gel poroso sólido (Camilleri J. 2007). El calcio precipitado produce CH, que es la causa de la alta alcalinidad del MTA después de la hidratación (Camilleri J, 2008).

El Bismuto afecta la precipitación del CH después de la hidratación del MTA (Camilleri J. 2007). Dado que el óxido de bismuto se disuelve en un ambiente ácido, se ha sugerido que la colocación del MTA en un entorno ácido tal como tejidos inflamatorios podrían resultar en la liberación de óxido de bismuto (Camilleri J. 2007). Esto podría disminuir la biocompatibilidad del MTA ya que el óxido de bismuto no favorece la proliferación celular en cultivos celulares (Camilleri J et al, 2004). El Bismuto está presente en tanto MTA hidratado y no hidratado y es también una parte del silicato de calcio hidratado. Este compuesto le entrega la propiedad de radiopacidad al MTA (Camilleri J. 2007).

El MTA se prepara mezclando el polvo con agua estéril en una relación polvo/líquido 3: 1 (Torabinejad M et al, 1993). El tiempo medio de fraguado del MTA es 165±5 minutos, lo que es más largo que la amalgama, Super EBA, e IRM (Torabinejad M et al, 1995). El largo tiempo de fraguado del MTA es uno de los principales inconvenientes del material.

Propiedades físico-químicas del MTA:

El tiempo de fraguado del material está entre tres y cuatro horas. El MTA es un cemento muy alcalino, con un pH de 12,5, tiene una fuerza compresiva baja, baja solubilidad y una radio- opacidad mayor que la dentina. Además el MTA ha demostrado una buena biocompatibilidad, un excelente sellado a la microfiltración, una buena adaptación marginal y parece que reduce la microfiltración de bacterias.

Valor del pH

El pH obtenido por el MTA después de mezclado es de 10,2 y a las 3 horas, se estabiliza en 12,5. Esta lectura se realizó a través de un pH-metro en vista que el MTA presenta, un pH similar al cemento de hidróxido de calcio, por lo que puede posibilitar efectos antibacterianos y luego de aplicar esta sustancia como material de obturación apical, probablemente, este pH pueda inducir la formación de tejido duro.

Radio- opacidad

La medida de radio- opacidad del MTA es de 7.17 mm equivalente al espesor de aluminio. Entre las características ideales para un material de obturación, encontramos que debe ser más radio- opaco que sus estructuras limitantes cuando se coloca en una cavidad. En cuanto a la radio- opacidad de materiales de obturación retrógrada, se encontró que la amalgama es el material más radio- opaco (10mm equivalentes al espesor del aluminio). La radio- opacidad de otros materiales es la siguiente: gutapercha 6.14mm, IRM 5.30mm, Super-EBA 5.16mm, MTA 7,17mm y la dentina 0.70mm. Por lo que el MTA es más radio- opaco que la gutapercha convencional y la dentina siendo fácilmente distinguible sobre las radiografías.

Tiempo de endurecimiento

La hidratación del MTA resulta en un gel coloidal que solidifica de 3 a 4 horas, las características del agregado dependen del tamaño de la partícula, de la proporción polvo líquido, temperatura, presencia de agua y aire comprimido.

La amalgama ha sido el material que muestra el tiempo de endurecimiento más corto y el MTA el más largo. Se considera preferible que el material utilizado ya sea para el sellado de perforaciones, o como obturación retrógrada endurezca tan pronto como sea colocado en la cavidad sin sufrir una contracción significativa.

Resistencia compresiva

La resistencia compresiva es un factor importante para considerar cuando se coloca el material de obturación en una cavidad que soporte cargas oclusales. Debido a que los materiales de obturación apical no soportan una presión directa, la resistencia compresiva de estos materiales no es tan importante, como en los materiales usados para reparar defectos en la superficie oclusal. La fuerza compresiva del MTA en 21 días es de alrededor

de 70 Mpa (Megapascales), la cual es comparable a la del IRM y Super-EBA, pero significativamente menor que la amalgama, que es de 311 Mpa.

Solubilidad

La falta de solubilidad es una de las características ideales de un material de obturación (Grossman, 1962). El desgaste de los materiales de restauración puede ocurrir por los ácidos generados por la bacteria, ácidos presentes en comidas y bebidas, o por desgaste por contacto oclusal.

Los materiales comúnmente utilizados para el sellado de perforaciones y de obturación retrógrada están normalmente en contacto con el fluido del tejido periapical hasta que son cubiertos por un tejido conectivo fibroso o cemento. En términos generales, los trabajos que se han realizado respecto a la solubilidad concluyen que no se evidencian signos relevantes de solubilidad en agua para el Super-EBA, la amalgama y el MTA, mientras que si se observan para el IRM.

Adaptación marginal

Un material de obturación ideal debe adherirse y adaptarse a las paredes de la dentina. En este sentido, Torabinejad y col. (1993), realizan un estudio, al evaluar la capacidad de adaptación marginal del MTA, el Super EBA y la amalgama. Los resultados muestran que excepto para las muestras obturadas con MTA, la mayoría de las raíces seccionadas longitudinalmente muestran la presencia de brechas y vacíos entre el material de obturación y las paredes de la cavidad. El tamaño y la profundidad de las brechas varían entre la amalgama y el cemento Super-EBA. Las cavidades apicales obturadas con amalgama, tienen un grado más bajo de adaptación a las paredes dentinarias; por el contrario, con el MTA se observa la mayor adaptación y menor cantidad de brechas; presentando también el MTA un significativo menor grado de microfiltración. (Seung-Jong Lee et al, 1993)

Microfiltración

Cuando un tratamiento no quirúrgico fracasa en la reparación de una lesión periapical de origen endodóntico o el retratamiento es contraindicado, el tratamiento quirúrgico es necesario. Este tratamiento consiste en la exposición del ápice involucrado, apicectomía, preparación de la cavidad y la obturación retrógrada de ésta. Las cavidades deben ser obturadas idealmente con sustancias biocompatibles que prevengan el egreso de potentes contaminantes a los tejidos periapicales.

Debido a las insuficiencias inherentes de los estudios de filtración por tinción y de radioisótopos y a la ausencia de correlación entre la filtración bacteriana y a las moléculas de tinción y de isótopos, los estudios de filtración bacteriana han sido recomendados para medir el potencial de los materiales de obturación retrógrada.

En un estudio in Vitro se determinó el tiempo necesario para que el *Staphylococcus epidermidis* penetre 3 mm de espesor en la amalgama, Super-EBA, IRM y MTA cuando se utilizan como materiales de obturación retrógrada. La mayoría de las muestras que fueron obturadas con amalgama, Super-EBA, o IRM comienzan a filtrar desde los 6 hasta los 57 días. En contraste la mayoría de las muestras cuyos ápices fueron obturados con MTA no mostraron filtración durante el período experimental (90 días). El análisis estadístico de los datos no mostró diferencias significativas entre la filtración de amalgama, Super-EBA, e IRM. Sin embargo, el MTA filtró significativamente menos que los otros materiales de obturación. La capacidad selladora del MTA es probablemente debida a su naturaleza hidrofílica y su poca expansión cuando endurece en un ambiente húmedo (Minana Gomez M. 2002).

Indicaciones Clínicas del MTA

Recubrimientos pulpares y pulpotomías:

El recubrimiento pulpar y la pulpotomía sólo están indicados en dientes con ápices inmaduros cuando se expone la pulpa, y se quiere mantener su vitalidad. Estos tratamientos están contraindicados si existe sintomatología de pulpitis irreversible.

La reparación de las exposiciones pulpares no dependen del material de recubrimiento, pero sí está relacionado con la capacidad de estos materiales para evitar la filtración bacteriana, y por otro lado también depende de las condiciones de asepsia en las que se realiza este tipo de procedimientos. En algunos estudios, el MTA ha demostrado prevenir la filtración bacteriana, además de tener un alto grado de biocompatibilidad, por tal motivo ha sido usado como material de recubrimiento directo en pulpas expuestas mecánicamente en monos.

Los resultados de estos estudios demuestran que el MTA estimula la formación de un puente de dentina adyacente a la pulpa. La dentinogénesis del MTA se puede deber a su sellado, biocompatibilidad, alcalinidad o posiblemente otras propiedades asociadas a este material.

Terapia en pulpas no vitales (Apexificación):

La creación de una barrera apical con MTA está indicada en dientes con pulpas necróticas y ápices abiertos. Varios materiales (hidróxido de calcio, fosfato tricálcico, colágeno, fosfato de calcio, etc.) se han empleado anteriormente como barrera apical, para que la gutapercha pueda condensarse, y así prevenir una posible extrusión de material durante el tratamiento de dientes con el ápice abierto.

Después de una primera cita en la que realizamos la limpieza y conformación del conducto, colocamos hidróxido de calcio durante 7 a 14 días para ayudar a la desinfección y limpieza.

En la segunda cita, eliminamos el hidróxido de calcio, y secamos el conducto con puntas de papel. Si lo consideramos necesario, se puede colocar una matriz, para evitar una sobreobturación del MTA. Para ello se pueden utilizar materiales biocompatibles como son: colágeno absorbible (CollaCote, Calcitek, Plainsboro, NJ, EE.UU.), hidroxiapatita, polvo de hidróxido de calcio, etc.

El MTA se transporta al conducto por medio de un porta-amalgamas, y se condensa suavemente hasta crear unos 3-4 mm de barrera apical. La barrera se comprueba radiográficamente. Si no conseguimos el resultado esperado, conviene lavar con agua estéril para retirar el MTA, y volver a intentar el procedimiento. Si nos parece apropiada la barrera apical de MTA, colocamos una bolita de algodón húmeda en el conducto junto al MTA, y sellamos la apertura con una obturación provisional.

En una tercera cita se quita el provisional (como mínimo tres o cuatro horas después), se obtura el resto del conducto con gutapercha o composite y se coloca el material de obturación permanente.

El MTA puede, por tanto, utilizarse como barrera apical en dientes con ápices inmaduros y pulpa necrótica. Este material estimula la formación de tejido duro sin producir inflamación en el área adyacente al ápice de las raíces inmaduras.

Reparación de perforaciones dentales

Las perforaciones dentales pueden ocurrir durante el procedimiento endodóntico o en la preparación para postes y también como resultado de la extensión de una reabsorción en los tejidos radicales. La reparación de la perforación después de un procedimiento accidental o como consecuencia de una reabsorción interna puede ser realizada intracoronalmente o mediante un procedimiento quirúrgico.

La reparación de las perforaciones se puede intentar de forma quirúrgica o no quirúrgica. Los factores que afectan al pronóstico son el tamaño de la perforación, el daño al hueso y ligamento, el tiempo entre la perforación y la reparación, la habilidad para conseguir un sellado hermético, y si la perforación es supraósea o infraósea. Muchos materiales se han utilizado para la reparación de perforaciones como son la gutapercha, hidroxiapatita, la amalgama de plata, el ionómero de vidrio, el composite, el Super EBA® (Harry J. Bosworth, EE.UU.), el Cavit® (ESPE, Seefeld, Alemania) o el hidróxido de calcio.

El MTA fue evaluado experimentalmente para reparar perforaciones de furca en dientes de perro. Se observó que en ausencia de contaminación la respuesta del tejido fue

caracterizada por una ausencia de inflamación y por la formación de cemento en la mayoría de los dientes estudiados. Igualmente algunos autores han reportado resultados en casos clínicos de dientes humanos en la reparación de perforaciones de furca con MTA, y observaron que este material permite la reparación de hueso y la eliminación de síntomas clínicos.

Cuando sellemos una perforación, hay que evitar la extrusión de material a los tejidos perirradiculares. Una matriz interna nos proporciona biocompatibilidad y control del material restaurador, evitando la sobre o subobturación del MTA en la perforación. Se pueden utilizar con este fin materiales biocompatibles como son: colágeno absorbible (CollaCote, Calcitek, Plainsboro, NJ, EE.UU.), hidroxiapatita, polvo de hidróxido de calcio, etc. La matriz se utilizará en perforaciones mayores de un milímetro. El procedimiento clínico depende de la localización de la perforación:

Concorde con el caso clínico a presentar más adelante, el MTA se ha utilizado en varios reportes para reparar los defectos de la reabsorción radicular externa. Los autores han utilizado tanto los métodos quirúrgico, no quirúrgico, o una combinación de estos para el tratamiento de dientes que presentan esta patología.

Schwartz RS et al, 1999 concluyó que el MTA permite reparar defectos de reabsorción radicular externa y a su vez permite el crecimiento de cemento y ligamento periodontal alrededor de él. Un caso reportado por White C Jr & Bryant N, 2002 en donde se realizó la corrección de un defecto reabsortivo mediante un método quirúrgico utilizando MTA y relleno óseo tipo aloinjerto concluyó que, el uso de MTA es una buena alternativa para el tratamiento de dientes con este tipo de lesiones. Park JB & Lee JH, 2008 utilizaron MTA para corregir una reabsorción radicular cervical. El diente corregido con un seguimiento de 27 meses tanto clínico como radiográfico estaba en función, no presentaba defectos periodontales, y la reabsorción se había detenido. Un estudio reciente realizado por Zheng Huang et al, 2014 realizó el sellado con MTA en un canino con diagnóstico de reabsorción radicular externa y fue controlado por 3 años, luego de este periodo, el canino se encontraba asintomático, no se encontró evidencia de ninguna resorción más y radiográficamente manifestó curación casi completa. MTA puede ser un material para ser utilizado con éxito en el tratamiento no quirúrgico de la reabsorción radicular externa.

Recientemente varios materiales a base de silicato de calcio se han desarrollado (Camilleri J, 2008), con el objetivo de mejorar algunos inconvenientes presentados por el MTA como su difícil manejo y el extenso tiempo de fraguado (ProRoot MTA). A partir del año 2009, Septodont lanzó al mercado un nuevo producto con propiedades similares a MTA conocido como Biodentine, el cual fue diseñado como un material “reparador de dentina”. Según el fabricante, Biodentine tiene una amplia gama de aplicaciones, incluyendo sellado de perforaciones radiculares, apexificación, reabsorciones radiculares, material de relleno retrógrado en cirugía endodóntica, y en recubrimiento pulpar se puede utilizar como

dentina de reemplazo. Por lo mencionado anteriormente, BioDentine fue utilizado durante la segunda cirugía correctiva y las propiedades de este material se describen a continuación.

BioDentine consiste en un polvo y líquido. El polvo contiene principalmente silicato tricálcico y dicálcico, el principal componente del cemento Portland, así como también carbonato de calcio. El dióxido de circonio sirve como medio de contraste. El líquido se compone de cloruro de calcio, que se utiliza como un acelerador de fraguado y agente reductor de agua en solución acuosa con una mezcla de policarboxilato (un agente superplastificante). El material puede ser aplicado directamente en la cavidad afectada sin ningún tratamiento acondicionador (Malkondu Ö et al, 2014). Una de las características que lo hacen ser diferente comparado con otros materiales en base a silicato de calcio es su período de fraguado rápido (inicial 9-12 minutos, fraguado final 45 minutos).

Según el fabricante, Biodentine tiene la capacidad de aumentar su resistencia a la compresión a medida que pasa el tiempo hasta alcanzar valores en un rango similar a la dentina. Grech et al, 2013 evaluó la microdureza de este material. Los resultados mostraron que Biodentine mostró valores superiores en comparación con Bioaggregate e IRM. Camilleri, 2013 en un estudio comparativo de las propiedades físicas de Biodentine con vidrio ionómero convencional (Fuji IX) y vidrio ionómero modificado con resina (Vitrebond), mostró que Biodentine exhibió una microdureza superficial más alta en comparación con los otros materiales, siempre y cuando no exista grabado de superficie previo.

El óxido de circonio se utiliza como un radio-opacador en el Biodentine a diferencia de otros materiales donde se prefiere el óxido de bismuto. La razón de tal preferencia puede ser debido a que algunos estudios muestran que el óxido de circonio posee características biocompatibles y resistencia a la corrosión (Piconi C & Maccauro G, 199). Tanalpet al, 2013 encontró que la radiopacidad de Biodentine era menor en comparación con otros materiales (MM-MTA, y MTA Angelus) y ligeramente inferior al valor de referencia establecida por la ISO (3mm Al).

Debido al elevado pH alcalino del Biodentine, posee propiedades antimicrobianas produciendo un efecto inhibitorio sobre microorganismos. Además, el cambio a un medio alcalino conduce a la desinfección de los alrededores de tejidos duros y blandos (Dr.Med.Dent.Markus)

Con respecto a la solubilidad del material, Grech et al, 2013 demostró valores de solubilidad negativa para un cemento prototipo, Bioaggregate, y Biodentine, en un estudio de evaluación de las propiedades físicas de los materiales. Ellos atribuyeron estos resultados a la aposición de sustancias tales como la hidroxiapatita en la superficie del material cuando entran en contacto con los tejidos. Por otra parte, se ha evaluado la

solubilidad de BioDentine como material de relleno retroapical el cual mostró una solubilidad significativamente mayor que el MTA (Singh S et al, 2015).

Con respecto a la biocompatibilidad del Biodentine, éste ayuda a preservar la vitalidad pulpar y promueve el proceso de curación pulpar (Septodent Biodentine scientific file,.2010). Laurent et al, concluyó que Biodentine no afecta las funciones específicas de las células dianas y por lo tanto podía ser utilizado con seguridad (Laurent P et al, 2008).

About et al, 2010 investigaron la actividad del biodentine mediante un estudio de los efectos sobre la activación de células progenitoras, diferenciación y regeneración dentinaria en dientes humanos. El estudio concluyó que la dentina es estimulada mediante la inducción en la diferenciación odontoblástica de células progenitoras pulpares.

Laurent et al, 2010 hizo un estudio más para investigar la capacidad de biodentine para afectar en la secreción de TGF- β 1 a partir de células pulpares e inducir la síntesis de dentina reparativa. Biodentine fue aplicado directamente sobre la pulpa dental en un modelo de diente humano, resultando un aumento significativo en la secreción de TGF- β 1 a partir de células pulpares e induciendo así la mineralización temprana de la pulpa dental poco después de su aplicación. También actúa por estimulación de odontoblastos y diferenciación celular, facilitando la formación de dentina reaccional y terciaria. Los reportes disponibles en general muestran no ser un material citotóxico y poseer una buena compatibilidad con los tejidos (Laurent P et al, 2008).

Biodentine, ayuda a controlar el dolor post operatorio, cuando se utiliza como sustituto de dentina para realizar restauraciones de composite en clase 1 y clase 2 (Briso AL et al, 2007). Posee un módulo elástico de 22,0 Gpa, que es similar a la de la dentina la cual es de 18,5; y tiene una resistencia a la compresión de aproximadamente 220 MPa, similar a la dentina que es de 290 MPa (Dr. Med, Dent & Markus Th, Firl, 1996).

Con respecto a la adaptación marginal y capacidad de sellado del Biodentine, la adhesión micromecánica de biodentine es causada por el efecto alcalino durante la reacción de fraguado. El alto pH causa que los tejidos orgánicos sean disueltos fuera de los túbulos dentinarios. Este medio alcalino en el área de contacto entre Biodentine y la sustancia dura del diente abre una vía en la cual el sustituto de dentina pueda entrar por los canalículos abiertos de dentina expuesta. Esto permite que Biodentine penetre la dentina por medio de porosidades microscópicas y cree un anclaje estable favoreciendo el sellado (Priyalakshmi S & Manish Ranjan, 2014).

Para demostrar la efectividad del BioDentine Tran et al, 2012 realizaron un estudio en el que se aplicó el material directamente en pulpas de rata expuestas mecánicamente. En este estudio, se comparó Biodentine, MTA y hidróxido de calcio en términos de formación de puentes de dentina reparativa, se vio que la estructura inducida por Ca (OH) 2 contenía varias inclusiones celulares, también llamados defectos del túnel como se informó

anteriormente por Cox et al, 1996. Estas regiones eran defectuosos considerados como áreas indeseables que facilitan la migración de los microorganismos hacia la pulpa y predisponen al diente a una infección endodóntica. Por el contrario, la formación de puentes de dentina inducida por Biodentine mostró un patrón bien organizado en el lugar de la lesión. La calidad de la dentina formada era también mucho más favorable en comparación con el hidróxido de calcio y se observó una organización de ésta.

El MTA ha sido propuesto como un material para tratamientos de la pulpa vital en recubrimientos pulpares debido a su excelente compatibilidad con los tejidos. Es muy superior al hidróxido de calcio usado rutinariamente el cual se basa en la reacción de los tejidos. El hidróxido de calcio se asocia con necrosis de los tejidos e inflamación durante el período inicial a su aplicación, pero tal inflamación o necrosis no se observó en el tejido de la pulpa adyacente al MTA. Puesto que no hay necrosis el tejido pulpar la reparación es más rápida con el MTA, sin embargo MTA tiene algunos inconvenientes. Para superar estos, Biodentine puede ser utilizado como agente protector, ya que induce la mineralización temprana por la liberación de TGF - β a partir de células pulpares y estimula al odontoblasto a la formación de un puente dentinario para proteger el órgano pulpar (Priyalakshmi.S, Manish Ranjan, 2014). Alicja Mowicka et al, 2013 hicieron un estudio sobre la respuesta de la pulpa dental humana utilizando Biodentine y MTA e informaron que en la mayoría de las muestras en donde se utilizó Biodentine, se formó puente de dentina completo y existía ausencia de respuesta inflamatoria pulpar. Capas bien organizadas de odontoblastos y células tipo odontoblasticas se formaron en la dentina tubular bajo la osteodentina. Por lo tanto, concluyeron que dentro de las limitaciones del estudio, Biodentine tiene una buena eficacia en el entorno clínico y puede ser considerado como una alternativa interesante al MTA en la tratamiento de la pulpa vital.

Otro estudio, en donde se realizó un recubrimiento pulpar directo en terceros molares con indicación de exodoncia por motivos de ortodoncia, BioDentine demostró ser similar al MTA al compararlos clínica e histológicamente. Ambos formaron puente dentinario con ausencia de respuesta inflamatoria (Nowicka A et al, 2013).

Con respecto al sellado de perforaciones radiculares y apexificación por mucho tiempo el hidróxido de calcio ha sido utilizado para tratamientos de esta índole, pero debido a su mala unión a dentina, reabsorción del material, inestabilidad mecánica, en los últimos años se ha dejado de utilizar para la reparación de perforaciones radiculares, apexificación, y relleno retroapical. Así, el MTA se ha utilizado comúnmente en endodoncia desde 1990. El problema del MTA es su fraguado lento y dificultad en su manejo. Biodentine, por su parte es utilizado por su facilidad en el manejo del material, fraguado más rápido, biocompatibilidad, y mineralización temprana (Dr. Francois Bronnec).

Otro estudio realizado por Ceci M et al, 2015 el cual evaluó propiedades biológicas y fisicoquímicas de materiales de relleno retroapical (IRM, MTA, BioDentine), concluyó que Biodentine, en comparación con MTA, no causó zona de inhibición microbiana y mostró valores más bajos de radiopacidad. Por lo tanto, MTA-Angelus y ProRoot MTA pueden ser considerados mejores materiales para el sellado retroapical.

Otro estudio con reporte del uso de Biodentine como material de relleno retrógrado, describe la presencia de una gran lesión periapical asociado a incisivos centrales y laterales maxilares de un paciente de 24 años de edad, quien tenía historial de trauma anterior. Tras el uso de Biodentine como material de sellado retrógrado durante la cirugía apical, el paciente tuvo un seguimiento durante un período de 18 meses, durante el cual la curación periapical fue evidente (Pawar M et al, 2013).

Borkar S & de Noronha de Ataíde, 2015 reportaron un caso en el cual un primer molar mandibular presentaba una gran reabsorción interna con múltiples perforaciones. Las perforaciones fueron selladas con BioDentine y además fue utilizado para reforzar la raíz mesial, adicionalmente fue colocado un poste de fibra de vidrio. A los 18 meses de seguimiento se confirmó la remineralización del defecto óseo y el diente estaba asintomático en su función. Los autores concluyen que un diente con múltiples perforaciones y con pérdida severa de tejido dental habría sido destinado a la exodoncia, sin embargo, con las técnicas de diagnóstico contemporáneos como de haz cónico tomografía computarizada y la utilización de biomateriales avanzados tales dientes pueden presentar un mejor pronóstico.

A la fecha, no existen reportes de la utilización del BioDentine como material para reparación de reabsorción radicular externa. Sin embargo, Biodentine podría ser un material prometedor para tratar este tipo de patología, es por ello que en este reporte de caso se optó por la utilización de BioDentine como material reparador del defecto.

METODOLOGÍA

Se presenta un caso clínico de reabsorción radicular externa severa del diente 2.6, en una paciente de sexo femenino ,48 años, sin historial médico relevante, la cual acudió a la Facultad de Odontología de la U. de Valparaíso por motivo de tratamiento restaurador ya que presentaba múltiples caries. En la cátedra de operatoria de pregrado, el diente 2.6 fue restaurado con resina compuesta quedando con dolor intenso por los siguientes dos días (Marzo, 2013). Con el paso de los días el dolor fue desapareciendo y la paciente retomó el tratamiento luego de 6 meses. Al retomar el tratamiento rehabilitador, por hallazgo radiográfico se encuentra una lesión radiolúcida a nivel del piso de la cámara pulpar. Se decide entonces derivar a la paciente para ser evaluada en la cátedra de endodoncia en clínica de postgrado, con fecha 31 de Agosto, 2013.

Al examen clínico existía un leve cambio de coloración, presencia de una restauración de resina ocluso-mesial, y el diente se encontraba en trauma oclusal

Al realizar las pruebas de sensibilidad pulpar, no existía respuesta al test del calor. No se aprecia reabsorción ósea marginal, y la cámara pulpar se encontraba parcialmente calcificada

En el examen radiográfico, no se observaban claramente los contornos de las raíces MV y DV, y se apreciaba una imagen radiolúcida de límites definidos entre las raíces MV y DV a nivel de la furca del diente.





Figura 1. Examen clínico inicial, radiografía previa a endodoncia y primera intervención quirúrgica (31/08/2013).

Se decide realizar la endodoncia, la cual durante el procedimiento de conductometría con el fin de calcular la longitud de las raíces MV y DV, con la ayuda del localizador electrónico de foramen este marca fuera (over) durante el procedimiento.

Luego de analizar el caso, se concluye la presencia de una exorizálisis, y se deriva al diplomado de resolución quirúrgica de problemas endodónticos, con el fin de realizar cirugía correctiva para el tratamiento de esta patología.

Previamente a la cirugía a la paciente se le solicitaron los siguientes exámenes:

Hemograma

Glicemia

Coagulación: Protrombina + INR y TTPK

En la primera intervención microquirúrgica realizada el 07 de Octubre del 2013, se observó la presencia de un tejido de granulación el cual fue removido con microcuretas. Existía perforación radicular en la zona interna de las raíces mesio y disto vestibular, la cual fue preparada con puntas de ultrasonido y selladas con MTA (Angelus, Londrina, PR, Brazil). Posteriormente, se utilizó relleno óseo RTR (Resorbable Tissue Replacement) (Septodont, Saint Maur-des Fossés, France), con el fin de corregir la dehiscencia ósea que presentaba la pared vestibular. No fue utilizada membrana.

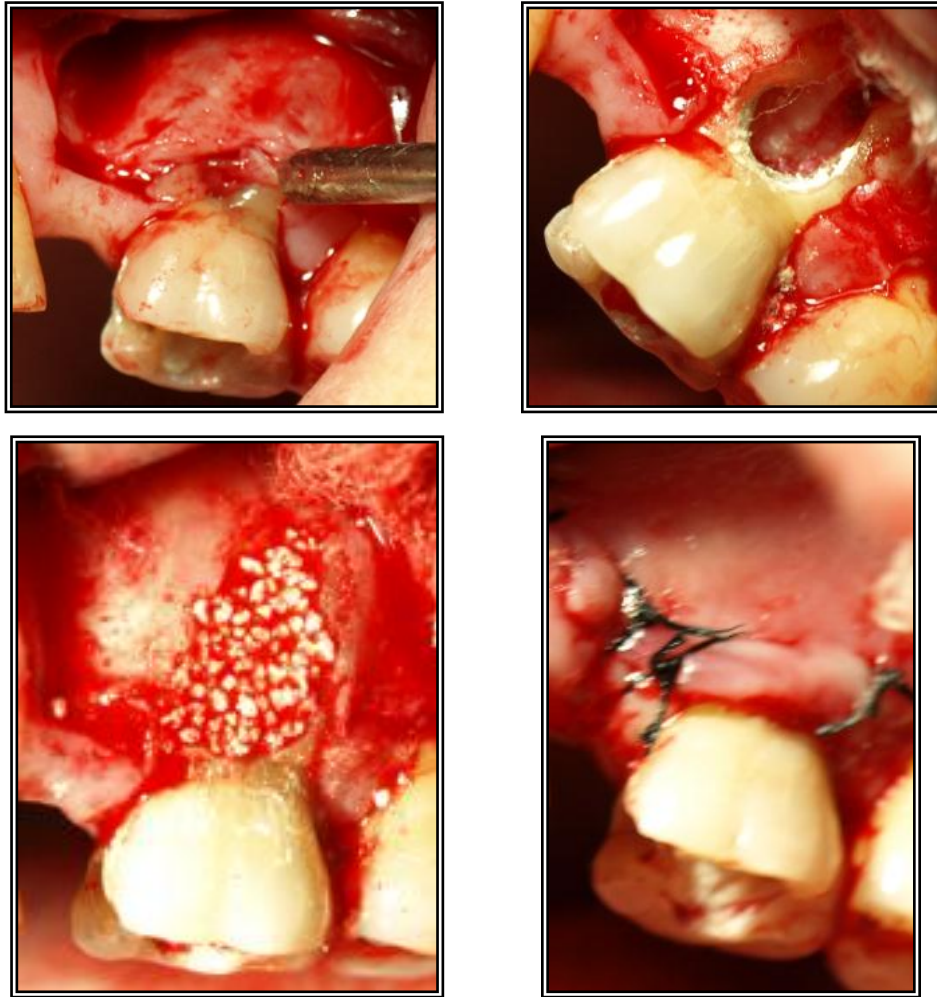


Figura 2. Uso de MTA y relleno de RTR

Luego de dos semanas se realizó el primer control, en el cual se observó que el diente estaba asintomático y con signos clínicos de normalidad. Se tomó radiografía de control, con el fin de realizar el seguimiento del caso.



Figura 3. Radiografía control luego de la primera cirugía. (Octubre, 2013).

A los siete meses se observa una recesión gingival que expone la lesión y el MTA utilizado en la primera intervención microquirúrgica. En la zona de la dehiscencia ósea no existe formación de tejido óseo. Luego de 1 año de seguimiento, se observaron los mismos defectos que a los 7 meses, pero existía leve sintomatología al test de percusión (Figura. 4), no hubo regeneración de tejido óseo en la zona intervenida (Figura.5). Se decide realizar la reintervención microquirúrgica utilizando otro material sellador el que fue cubierto con una membrana de FRP para realizar regeneración ósea guiada con el fin de corregir el defecto de la dehiscencia ósea. Antes de iniciar la reintervención quirúrgica del caso se tomo una muestra sanguínea para preparar el concentrado de fibrina rica en plaquetas.



Figura 4. Recesión gingival que expone la lesión (Octubre, 2014)



Figura 5. Radiografía previa a segunda intervención quirúrgica (Octubre, 2014).

En la reintervención microquirúrgica del caso realizada el 20 de Octubre del 2014, se utilizó anestesia de lidocaína 2%, con epinefrina 1:100.000 (Xylonor 2% Especial, Septodont, Saint Maur-des Fossés, France), luego se realizó un colgajo semi-newman con una descarga vertical en distal del segundo molar superior (Figura. 6).



Figura 6. Colgajo semi-newman diseñado para la cirugía.

En la zona afectada se encontró tejido de granulación y el MTA que cubría el defecto se encontraba endurecido, los restos de estos fueron removidos con cuchareta de caries, exponiendo la lesión (Figura.7).



Figura 7. Lesión encontrada luego de remoción del tejido de granulación y limpieza.

El defecto fue corregido con Biodentine (Septodont, Saint Maur-des Fossés, France) (Figura. 8) y fibrina rica en plaquetas como membrana natural (Figura. 9), con el fin de corregir la dehiscencia ósea, la cual se hizo previo al acto quirúrgico.



Figura 8. Uso de BioDentine para corregir el defecto de reabsorción.



Figura 9. Uso de fibrina rica en plaquetas

Por último, se utilizó sutura de Nylon 5-0 (Shandong Sinorgmed co, ltd) para reposicionar el colgajo el cual fue traccionado hacia coronal con el fin de evitar la exposición del material y cubrir el defecto óseo (Figura.10). Para contener el colgajo en su lugar fue utilizado cemento quirúrgico (COE-PAK regular set, GC America INC) el cual fue retirado luego de una semana. Se indicó a la paciente las medidas a seguir post intervención quirúrgica y sus controles respectivos.



Figura 10. Sutura final luego de la segunda cirugía.

Una semana posterior al acto quirúrgico se realizó el primer control, en donde se retiró la sutura y se examinó el diente clínicamente y radiográficamente (Figura. 11), el cual revelaba parámetros clínicos y radiográficos de normalidad.

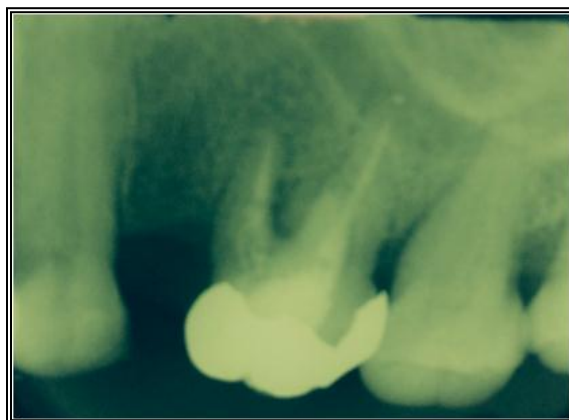


Figura 11. Radiografía de control, 1 semana luego de la segunda intervención.

Luego de 4 meses se aprecia nuevamente retracción gingival y presencia de dehiscencia ósea en la pared vestibular del maxilar dejando expuesta la lesión al medio bucal. La paciente se encuentra asintomática y no existe movilidad dental (Figura. 12).



Figura 12. Control luego de 4 meses desde la segunda intervención microquirúrgica.

Se realizó el último control de la cirugía a los 8 meses, el cual reveló que existía recesión gingival la cual dejaba expuesta la zona de la reabsorción sin formación de pared ósea en la tabla vestibular, y existía movilidad grado I (Figura 13). Al examen radiográfico se revela que existe una reabsorción de la tabla ósea, la cual al compararse con los controles anteriores no es significativamente mayor.

Cabe destacar que no existían signos de infección aparente y el diente se encuentra asintomático.



Figura 13. Control clínico a los 8 meses post re intervención quirúrgica.



Figura 14. Control radiográfico, 8 meses post re intervención quirúrgica.

El Biodentine se había reabsorbido casi por completo, lo que genera ciertas dudas si este material puede ser utilizado para sellado de perforaciones similares, tampoco existía una formación ósea significativa. Cabe destacar que existía una exposición del material al medio bucal producto de la recesión gingival.

Este caso sirvió para comprobar que no es recomendable utilizar Biodentine en casos en los cuales este quede expuesto a la cavidad oral, ya que se corre el riesgo de que el material se disuelva.

Por último a la paciente se le dio la opción de un nuevo tratamiento, el cual era cubrir el Biodentine remanente con V.Ionomero (en caso de encontrarse sellando la zona de reabsorción de las raíces de manera correcta) o colocar nuevamente Biodentine y cubrirlo

con V.Ionomero, con el objetivo se inducir a un sellado hermético con inserción epitelial larga, o bien indicar la exodoncia del diente junto a la planificación de tratamiento con un implante unitario.

La paciente por su parte, decide no realizar ninguna de estas intervenciones bajo su responsabilidad, ya que relata no tener dolor en el diente tratado, y solo señala que en ocasiones acumula placa en la zona afectada por lo que realiza un cepillado más minucioso en esa zona, pero no genera algún tipo de malestar ni incomodidad.

DISCUSIÓN

En este reporte de caso, la paciente sufrió de una reabsorción radicular externa, la cual causa pérdida del tejido dental como resultado de la activación de odontoclastos (Patel S & Pitt Ford T, 2007) y suele ser de causa multifactorial incluyendo trauma, inflamación periapical, reimplantación en dientes avulsionados, tumores, quistes y retenciones dentarias (Bakland LK, 1992). Habitualmente es detectada bajo un examen clínico y/o radiográfico de rutina, ya que pocas veces la sintomatología es detectable (Kerr DA et al, 1970).

La endodoncia estaría indicada para tratar este tipo de lesiones ya que eliminaría las células clásticas. El tratamiento de la reabsorción radicular externa, dependerá de la gravedad, la ubicación, si existe o no perforación del sistema de conductos radiculares, y de su restaurabilidad posterior. Estos tratamientos, pueden incluir medidas quirúrgicas y no quirúrgicas, las cuales también pueden ser complementarias.

El tratamiento no quirúrgico es la primera alternativa, siempre que sea posible en el manejo de las perforaciones. En casos donde existe perforación y esta se encuentra cercana o sobre a la unión epitelial, o el defecto no es abordable ortógradamente, el tratamiento generalmente es quirúrgico. Hoy en día con la ayuda de la magnificación podemos resolver muchos casos que antes eran impensables, pero si tenemos dificultades en el acceso, o el tamaño de la lesión es extensa debemos realizar cirugía correctiva, descrita anteriormente.

En este reporte de caso se mostró un diente con diagnóstico de reabsorción radicular externa, el cual fue sometido a una re intervención quirúrgica en donde se probó el BioDentine como material alternativo para el tratamiento de esta patología. Este material mostró buenos resultados durante los primeros controles, observándose al examen radiográfico un correcto sellado del defecto luego de la primera semana. Sin embargo, la persistencia de retracción gingival a pesar de la reposición coronal del colgajo podría ser

causa de la persistencia de la dehiscencia ósea mostrando resultados desfavorables en los controles posteriores en términos de regeneración ósea. El uso de fibra rica en plaquetas, mostró buenas propiedades para reposicionar los tejidos gingivales en primera instancia. Aunque el fin de esta malla de fibrina es evitar el crecimiento de tejido epitelial y conectivo para favorecer la osteogénesis, en este caso no fue logrado. Esto podría deberse a la posible exposición de la lesión al medio bucal producto de la retracción gingival que se produjo luego de 4 meses. Por lo mencionado anteriormente, en casos similares podríamos sugerir manejo periodontal con injertos, o cubrir el Biodentine con V. Ionómero en la zona afectada para asegurarnos un sellado periférico y evitar la comunicación con el medio bucal.

Aún no existen reportes de la eficacia del BioDentine como material para el tratamiento de esta patología, o algún reporte de caso similar o comparable con este caso. Dentro de los usos de este, ha sido reportado como material de relleno retroapical. En el estudio realizado por Caron G et al, 2014 se utilizó BioDentine en dos casos que fueron sometidos a microcirugía endodóntica con relleno retroapical. Ambos casos, fueron curados en un año y seguidos por un año más. Los casos mostraron ausencia de síntomas clínicos y evidencia radiográfica de regeneración de los tejidos periapicales. Los autores concluyeron que Biodentine es un material prometedor para tratamientos como estos, presentando excelentes propiedades biológicas y un rápido tiempo de práctica clínica, pero con pobre radiopacidad. Sin embargo, se necesitan más estudios para explorar a fondo su comportamiento clínico a largo plazo.

Jeevani E et al 2014, en un estudio in vitro, analizaron la capacidad de sellado bajo espectrofotómetro UV MM-MTA, Endosequence y BioDentine. Se realizó una perforación a nivel de la furca de molares mandibulares los cuales fueron rellenados con los materiales mencionados. Luego fueron teñidos con azul de metileno seguido de la extracción del tinte con ácido nítrico al 65%. BioDentine mostró menos capacidad de sellado al absorber más tinte que los otros materiales. Endosequence mostró una mejor capacidad de sellado en comparación con otros materiales de reparación de raíz.

En otro estudio realizado por Nowicka A et al, 2013, BioDentine fue utilizado para realizar un recubrimiento pulpar directo en terceros molares los cuales fueron exodonciados por indicación de ortodoncia. El objetivo del estudio fue evaluar las respuestas clínicas, radiológicas, e histológicas del complejo pulpo–dentinario después del recubrimiento pulpar directo con BioDentine y el MTA. En conclusión, dentro de las limitaciones del estudio, Biodentine tenía una eficacia parecida en el entorno clínico y puede ser considerado como una interesante alternativa al MTA en el recubrimiento pulpar durante la terapia pulpar vital.

Aggarwal V et al, 2013 destacaron que una de las cualidades de BioDentine era que la contaminación por sangre no tenía ningún efecto sobre la fuerza adhesiva independiente del tiempo de fraguado, esto puede ser de suma importancia en casos en donde se ocupe BioDentine de forma quirúrgica, ya que la presencia de sangre y fluidos es difícil de controlar durante el procedimiento y estos factores estarán presentes mientras transcurre el tiempo de fraguado del material.

Con respecto a la cirugía correctiva, esta es una buena alternativa como método complementario a la endodoncia convencional, con el objetivo de mantener la estructura dental en boca, aportando al paciente un beneficio biológico, estético, y económico para el paciente.

En estos casos el odontólogo debe poner en balance los beneficios del tratamiento para mejorar el pronóstico dependiendo del grado de reabsorción del diente afectado y considerar el tamaño de la perforación, su posición, y la posibilidad de reparación.

La base del éxito en este tratamiento y en casos similares es la completa remoción de células clásticas y su suministro sanguíneo, además del correcto sellado de perforación. En este caso, se logró detener el avance de la reabsorción radicular, pero no fue efectivo el sellado con BioDentine ya que este sufrió degradación, pero cabe destacar que el MTA utilizado durante la primera cirugía se encontraba sellando las raíces MV y DV del medio externo.

Dentro de las limitaciones de este reporte podemos decir que existen pocos reportes de casos como este. BioDentine, aún no es evaluado con estudios a largo plazo para casos como este, por lo que aún no podemos avalar el uso rutinario de este material para casos similares. Cabe mencionar que la presencia de una dehiscencia ósea y una retracción del tejido gingival, puede ser un factor desfavorable para el tratamiento de este tipo de casos. Cabe destacar que Biodentine, no causó un efecto adverso como procesos infecciosos, actuó como un material biocompatible, pero sí sufrió degradación con el tiempo.

Estudios futuros podrían evaluar el uso de BioDentine como tratamiento para el sellado de reabsorciones radiculares similares, para así poder comparar los resultados obtenidos por diferentes autores en distintos casos.

CONCLUSIONES

Las reabsorciones radiculares son una patología compleja, tanto en su etiología, diagnóstico y tratamiento. Estas patologías en general son descubiertas por hallazgos radiográficos debido a que generalmente cursan sin sintomatología.

El diagnóstico temprano de las reabsorciones y tratamiento apropiado en el tiempo correcto previene la pérdida de dientes. Por otra parte, el pronóstico del tratamiento depende de factores como: la experiencia clínica del operador, estructura remanente del diente, tamaño y ubicación de la perforación. Hoy en día, existen materiales e instrumentos como el microscopio que nos ayudan a mejorar el pronóstico del diente comprometido.

Debido a su alta complejidad, la reabsorción radicular externa en algunas situaciones como estas, se necesita complementar con ciertas técnicas quirúrgicas, como la cirugía correctiva descrita anteriormente.

Biodentine, ha sido evaluado en diferentes aspectos, y en general ha mostrado buenos resultados. En este caso particular, BioDentine fue utilizado por primera vez para realizar el sellado de una rizálisis en donde quedo expuesto al medio bucal. Se observó que, a pesar de mostrar excelente propiedades para el reemplazo de estructuras dentarias perdidas, este puede disolverse, por ende se sugiere protegerlo con V. Ionómero. Cabe destacar que también pueden haber influenciado factores como, la presencia de recesión gingival, el pronóstico reservado de una re intervención quirúrgica, y la falta de formación ósea.

A la fecha existen pocos estudios similares que usen BioDentine para el tratamiento de casos similares, por lo que es difícil determinar un protocolo específico de tratamiento o comparar resultados con estudios similares.

RESUMEN

Se presenta un caso clínico de una paciente de sexo femenino, 48 años de edad, la cual en el diente 2.6 se diagnosticó una reabsorción radicular externa. Luego de ser intervenida endodóntica y quirúrgicamente, se planificó una nueva intervención quirúrgica (cirugía correctiva) utilizando un material y técnica distinta. Este material fue BioDentine, el cual según el fabricante tiene propiedades de ser un regenerador de dentina y está indicado para el sellado de perforaciones. Se realizó la cirugía correctiva y el sellado de perforación con BioDentine, además se utilizó fibrina rico en plaquetas para ayudar a la regeneración ósea. Luego de los controles respectivos, el BioDentine se fue degradando, pero no se generó mayores complicaciones como presencia de infección. Se ha sugerido que para casos futuros, el BioDentine sea recubierto por otro material que soporte las condiciones de humedad del medio bucal.

BIBLIOGRAFÍA

About I, Laurent P, Tecles. 2010. Bioactivity of Biodentine a CA₃SiO₅-based Dentine Substitute. Oralsession. IADR Congress July, Barcelona, Spain.

Aggarwal V, Singla M, Miglani S, Kohli S. 2013. "Comparative evaluation of push-out bond strength of ProRoot MTA, Biodentine, and MTA Plus in furcation perforation repair," *Journal of Conservative Dentistry*, vol. 16, no. 5, pp. 462–465.

Ahangari Z, Nasser M, Mahdian M, Fedorowicz Z, Marchesan MA. 2010. Interventions for the management of external root resorption. *Cochrane Database Syst Rev*. 16:CD008003.

Alanezi AZ, Jiang J, Safavi KE, Spangberg LSW, Zhu Q. 2010. Cytotoxicity evaluation of EndoSequence Root Repair Material. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 109(3): 122-5.

Alhadainy HA, Himel VT. Comparative study of thesealing ability of light-cured versus chemically cured materials placed into furcation perforations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993; 76: 338–342.

Alhadainy HA, Himel VT. Evaluation of the sealing ability of amalgam, Cavit, and glass ionomer cement in the repair of furcation perforations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993; 75: 362–366.

Alicja Nowicka, Mariusz Lipski, Mirosław Parafiniuk, Katarzyna Sporniak-Tutak, Damian Lichota, Anita Kosierkiewicz, Wojciech Kaczmarek, Jadwiga Buckzkowska-Radlinska. 2013. Response of human dental pulp capped with biodentine and mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, June 39(6):743-747.

Andreasen JO, Andreasen F, Blackland L, Flores MT. 1999. *Traumatic dental injuries: A manual*. Second Edition.

Andreasen JO, Andreasen F.M. 1994. *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth*. Third Edition.

Andreasen JO, Borum MK, Jacobsen HL, Andreasen FM. 1995. Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 1. Diagnosis of healing complications. *Endod Dent Traumatol*. Apr;11(2):51-8.

Anitua E, Sánchez M, Nurden AT, Nurden P, Orive G, Andía I. New insights into and novel applications for platelet-rich fibrin therapies. *Trends Biotechnol*. 2006;24:227–34.

Bakland LK. Root resorption. 1992. *Dent Clin North Am* 36:491-507.

Bartok RI, Văideanu T, Dimitriu B, Vârlan CM, Suciú I, Podoleanu D.2012. External radicular resorption: selected cases and review of the literature. *J Med Life*. Jun 12;5(2):145-8.

Beast S, Porter A, Thian E, Huang J. Bioceramics: Past, present and for the future, *Journal of the European Ceramic Society*(2008); 28: 1319–1327

Biggerstaff RH, Sinks JH, Carazola JL. Orthodontic extrusion and biologic width realignment procedures: methods for reclaiming nonrestorable teeth. *J Am Dent Assoc* 1986; 112: 345–348.

Biodentine Active Biosilicate Technology Scientific File, Septodont, Paris, France.

Borkar S, de Noronha de Ataíde I.2015. Management of a Massive Resorptive Lesion with Multiple Perforations in a Molar: Case Report. *JEndod*. Feb 26.(14)01232-1.

Briso AL, Mestrenér SR, Delico G, Sunfeld RH, Bedran-Russo AK, de Alexandre RS et al (2007) Clinical Assessment of postoperative sensitivity in posterior composite restorations. *Oper Dent* 32:421-426.

Buttke TM, Trope M.2003. Effect of catalase supplementation in storage media for avulsed teeth. *Dent Traumatol*. Apr;19(2):103-8.

Camilleri J, Montesin FE, Di Silvio L, Pitt Ford TR. 2005. The chemical constitution and biocompatibility of accelerated Portland cement for endodontic use. *IntEndod J* 38:834–42.

Camilleri J, Montesin FE, Papaioannou S, McDonald F, Pitt Ford TR. 2004. Biocompatibility of two commercial forms of mineral trioxide aggregate. *IntEndod J* 37: 699–704.

Camilleri J, Pitt Ford TR.2006. Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. *IntEndod J*. Oct;39(10):747-54.

Camilleri J. 2007. Hydration mechanisms of mineral trioxide aggregate. *IntEndod J* 40:462–70.

Camilleri J. 2008. Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. *IntEndod J* 41:408–17.

Camilleri J. 2013. “Investigation of Biodentine as dentine replacement material,” *Journal of Dentistry*, vol. 41, no. 7, pp. 600–610.

Camilleri J. Modification of mineral trioxide aggregate. 2008. Physical and mechanical properties. *IntEndod J* 41:843-9

Caro Alicia.2013. Cirugía Correctiva: Una solución para las perforaciones radiculares. Experiencia en la Cátedra de Endodoncia, Universidad de Valparaíso. Canal Abierto SECH, Septiembre N°28.

Caron G, Azérad J, Faure MO, Machtou P, Boucher Y.2014. Use of a new retrograde filling material (Biodentine) for endodontic surgery: two case reports. *Int J Oral Sci.* Dec;6(4):250-3.

Carrotte P. 2004. Endodontics: Part 9. Calcium hydroxide, root resorption, endo-perio lesions. *Br Dent J.* 197:735–743

Ceci M, Beltrami R, Chiesa M, Colombo M, Poggio C.2015. Biological and chemical-physical properties of root-end filling materials: A comparative study. *J Conserv Dent.* Mar-Apr;18(2):94-9.

Choukroun J, Adda F, Schoeffler C, Vervelle A. 2000. Une opportunité en parodontologie: le PRF. *Implantodontie* 42:55-62. French.

Ciasca M, Aminoshariae A, Jin G, Montagnese T, Mickel A. A Comparison of the Cytotoxicity and Proinflammatory Cytokine Production of EndoSequence Root Repair Material and ProRoot MTA in Human Osteoblast Cell Culture Using Reverse- Transcriptase Polymerase Chain Reaction. *JOE.* 2012; 38(6); 486-9.

Cordero M, Espinosa I. 2001. “Propiedades y aplicaciones clínicas del agregado de trióxido de mineral (MTA)”. *Med Oral*, Vol.III, octubre-diciembre No. 4, pág. 172-175.

Cox C.F, S’ubay R.K, Ostro E, Suzuki S, and Suzuki S.H. 1996. “Tunnel defects in dentin bridges: their formation following direct pulp capping,” *Operative Dentistry*, vol. 21, no. 1, pp. 4– 11.

Dohan DM, Choukroun J, Diss A, Dohan SL, Dohan AJ, Mouhyi J, et al.2006. Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. Part I: Technological concepts and evolution. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 101:e37–44.

Donaldson M, Kinirons MJ.2001. Factors affecting the time of onset of resorption in avulsed and replanted incisor teeth in children. *Dent Traumatol.* Oct;17(5):205-9.

Douthitt JC, Gutmann JL, Witherspoon DE. Histo-logic assessment of healing after the use of abioresorbable membrane in the management of buccal bone loss concomitant with periradicular surgery. *J Endod* 2001; 27: 404–410.

Dr Francois Bronnec DDS, MSc. BioDentine : A dentin substitute for the repair of root perforations, apexification and retrograde root filling.

Dr. Med. Dent. Markus Th. Firl. Direct pulp capping with a bioactive dentine substitute
Fuss Z, Trope M. Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. *Endod Dent Traumatol* 1996; 12: 255–264.

Fuss Z, Tsesis I, Lin S. Root resorption—diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dent Traumatol.* 2003;19(4):175-182.

Gibble JW, Ness PM. Fibrin glue: the perfect operative sealant? *Transfusion* 1990;30:741-7.

Goyal B, Tewari S, Duban J, Sehgal P (2011): Comparative evaluation of platelet rich plasma and guided tissue regeneration membrane in the healing of apicomarginal defects: a clinical study. *J Endod* 2011; 37:773-780.

Grech L, Mallia B, and Camilleri J. 2013. "Investigation of the physical properties of tricalciumsilicate cement-based root-end filling materials," *Dental Materials*, vol. 29, no. 2, pp. e20–e28.

Gunraj MN. Dental root resorption. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral RadiolEndod* 1999;88:647–53.

Gutmann JL, Harrison JW. Posterior endodonticsurgery: anatomical considerations and clinical techniques. *IntEndod J* 1985; 18: 8–34.

H.-M. Zhou, Y. Shen, Z.-J. Wang et al. 2013. In vitro cytotoxicity evaluation of a novel root repair material. *Journal of Endodontics*, vol. 39, no. 4, pp. 478–483.

Hashiguchi D, Fukushima H, Yasuda H, Masuda W, Tomikawa M, Morikawa K, Maki K, Jimi E. 2011. Mineral trioxide aggregate inhibits osteoclastic bone resorption. *J Dent Res*, 90:912–917.

Heithersay G.S. 1985. "Clinical endodontic and surgical management of tooth and associated bone resorption," *International Endodontic Journal*, vol. 18, no. 2, pp. 72–92.

Heithersay GS. 2007. Management of tooth resorption. *Aust Dent J*. 52:S105–S121.

Heithersay GS. Clinical, radiologic and histopathologic features of invasive cervical resorption. *Quintessence Int* 1999;30:27–37.

Islam I, Chng HK, Yap AU. 2006. X-ray diffraction analysis of mineral trioxide aggregate and Portland cement. *IntEndod J* 39:220–5.

Jeevani E, Jayaprakash T, Bolla N, Vemuri S, Sunil CR, Kalluru RS.2014."Evaluation of sealing ability of MM-MTA, Endosequence, and biodentine as furcation repair materials: UV spectrophotometric analysis".*JConserv Dent*.Jul;17(4):340-3.

Jingzhi M, Shen Y, Stojicic S, Haapasalo M. Biocompatibility of Two Novel Root Repair Materials. *JOE*. 2011; 37(6): 793-8.

Kerr DA, Courtney RM, Burkes EJ.1970. Multiple idiopathic root resorption. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 29:552-65.

Koch K, et al. A review of bioceramic technology in endodontics, *Roots International Magazine of Endodontology* (2013); 1: 6-13.

Koch K, et al. Bioceramics, Part I: The Clinician's Viewpoint, *Dentistry Today* (2012); 1: 130-136.

Koh ET, McDonald F, Pitt Ford TR, Torabinejad M. 1998. Cellular response to Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod.* Aug;24(8):543-7.

Kratchman SI. 2004. Perforation repair and one-step apexification procedures. *Dent Clin North Am* 48:291–307.

Kuttler S, McLean A, Dorn S, Fischzang A. The impact of post space preparation with Gates–Glidden drills on residual dentin thickness in distal roots of mandibular molars. *J Am Dent Assoc* 2004; 135: 903–909.

Laurent P, Camps J, and About I. 2012. Biodentine™ induces TGF-1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization. *International Endodontic Journal*, vol. 45, no. 5, pp. 439–448.

Laurent P, Camps J, DeM'eo M, D'ejou J, and About I. 2008. Induction of specific cell responses to a Ca₃SiO₅-based posterior restorative material. *Dental Materials*, vol. 24, no. 11, pp. 1486– 1494.

Leder AJ, Simon BI, Deasy M, Fenesy KE, Dunn S. Histological, clinical, and digital subtraction radio-graphic evaluation of repair of periodontal defects resulting from mechanical perforation of the chamber floor using ePTFE membranes. *Periodontal ClinInvest* 1997; 19: 9–15.

Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod* 1993; 19: 541–544.

Malhotra S, Hedge M, Shetty C. Bioceramic Technology in Endodontics, *British Journal of Medicine & Medical Research* (2014); 4(12): 2446-2454.

Malkondu Ö, KarapinarKazandağ M, Kazazoğlu E. 2014. A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. *BioMed Research International* jun 16.

Marx R (2001): Platelet-rich plasma (PRP): what is PRP y what is not PRP? *Implant Dentistry* 2001; 10(4): 225-228. (Whitepaper)

Marx R (2004): Platelet-rich plasma: evidence to support its use. *J Oral MaxillofacSurg* 2004; 62:489-496.

Matras H. 1985. Fibrin sealant in maxillofacial surgery. Development and indications. A review of the past 12 years. *Facial PlastSurg* 2:297-313.

McLean A. Criteria for the predictably restorable endodontically treated tooth. *J Can DentAssoc* 1998;64: 652–656.

MinanaGomez M. 2002. El Agregado de Trióxido Mineral (MTA) en Endodoncia.RCOE, Madrid, v. 7, n. 3, jun.

Nakazawa Y, Mitsui K, Hirai Y, Takahashi K, IshikawaT. Histo-pathological study of a glass-ionomer/resin (Geristore) restoration system. Bull Tokyo Dent Coll 1994; 35: 197–205.

Ne R. F, Witherspoon D. E, and Gutmann J. L., “Tooth resorption,” Quintessence International, vol. 30, no. 1, pp. 9–25, 1999.

Nishioka M, Shiiya T, Ueno K, Suda H.1998. Tooth replantation in germ-free and conventional rats.Endod Dent Traumatol.Aug;14(4):163-73.

Nowicka A, Lipski M, Parafiniuk M, Sporniak-Tutak K, Lichota D, Kosierkiewicz A, Kaczmarek W, Buczkowska-Radlińska J.2013. Response of human dental pulp capped with biodentine and mineral trioxide aggregate.JEndod. Jun;39(6):743-7.

Park JB, Lee JH. 2008. Use of mineral trioxide aggregate in the non-surgical repair of perforating invasive cervical resorption. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 13: E678–80.

Patel S, Pitt Ford T. Is the resorption external or internal?. 2007. Dental Update 34: 218–29.

Pawar M, Kokate S. R, and Shah R. A. 2013. Management of a large periapical lesion using Biodentine as retrograde restoration with eighteen months evident follow-up. Journal of Conservative Dentistry, vol. 16, no. 6, pp. 573–575.

Pecora G, Baek SH, Rethnam S, Kim S. Barrier membrane techniques in endodontic microsurgery.DentClin North Am 1997; 41: 585–602.

Pecora G, Kim S, Celletti R, Davarpanah M. The guided tissue regeneration principle in endodontic surgery: one-year postoperative results of large periapical lesions. IntEndod J 1995; 28: 41–46.

Piconi C and Maccauro G, “Zirconia as a ceramic biomaterial,” Biomaterials, vol. 20, no. 1, pp. 1–25, 1999.

Pinto VS, Zuolo ML, Mellonig JT. Guided bone regeneration in the treatment of a large periapical lesion: a case report. PractPeriodontAesthet Dent 1995; 7: 76–81; quiz 82.

Pitt Ford TR, Torabinejad M, McKendry D, Hong CU. Use of mineral trioxide aggregate for repair offurcal perforations. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral RadiolEndod 1995; 79: 756–763.

Poi WR, Sonoda CK, Salineiro SL, Martin SC. Treatment of root perforation by intentional reimplantation: a case report. Endod Dent Traumatol 1999; 15: 132–134.

Prakash S, Thakur A (2011): Platelet concentrate: past, present and future. *J. Maxillofac. Oral Surg* 2011; 10(1): 45-49.

Priya Thomas, Rekha Krishna Pillai, Bindhu Pushparajan Ramakrishnan, and Jayanthi Palani. An Insight into Internal Resorption, Review Article. Hindawi Publishing Corporation ISRN Dentistry Volume 2014, Article ID 759326, 7 pages.

Priyalakshmi.S, Manish Ranjan. 2014. Review on Biodentine-A Bioactive Dentin Substitute. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS)* Volume 13, Issue 1 Ver. III, PP 13-17.

Rathe F, Nölken R, Deimling D, Ratka-Krüger P. 2006. External root resorption. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 116:245–253.

Regan JD, Witherspoon DE, Foyle D. Surgical repair of root and tooth perforations. *Endodontic Topics* 2005, 11, 152–178

Regan JD, Witherspoon DE, Gutmann JL. Prevention, identification and management of tooth perforation. *Endod Pract* 1998; 1: 24–40.

Reyes M, Montero S, Cifuentes J, Zarzar E (2002): Extraction technique and surgical use of the plasma rich in growth factors (PRGF) update. *Rev. Dental Chile* 2002; 93(2):25-28.

Sáez-Torres C, Calvo J, Gayá A (2007): Calidad del plasma rico en plaquetas: estudio de la activación plaquetaria. *Rev Esp Cir Oral y Maxilofac* 2007; 29(4): 240-248.

Schatz JP, Hausherr C, Joho JP. 1995. A retrospective clinical and radiologic study of teeth re-implanted following traumatic avulsion. *Endod Dent Traumatol.* Oct; 11(5):235-9.

Schwartz RS, Mauger M, Clement DJ, Walker WA 3rd. 1999. Mineral trioxide aggregate: a new material for endodontics. *J Am Dent Assoc* 130:967–75.

Segal GR, Schiffman PH, Tuncay OC. 2004. Meta-analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption. *Orthod Craniofac Res.* 7:71–78.

Septodont Biodentine scientific file, 2010.

Seung-Jong Lee, M. Torabinejad, et al. Sealing Ability of a Mineral Trioxide Aggregate for Repair of Lateral Root Perforations. (1993) *J. Endod*, Seoul, Korea, 19(11):541-4.

Shuang Shi, Dan-Dan Zhang, Xu Chen, Zhi-Fan Bao, and Ya-Juan Guo. 2015. Apical Sealing Ability of Bioceramic Paste and Mineral Trioxide Aggregate Retrofillings: A Dye Leakage Study. *Iran Endod J.* 10(2): 99–103.

Sinai IH. Endodontic perforations: their prognosis and treatment. *J Am Dent Assoc* 1977; 95: 90–95.

Singh S, Podar R, Dadu S, Kulkarni G, Purba R. 2015. Solubility of a new calcium silicate-based root-end filling material. *J Conserv Dent*. Mar-Apr;18(2):149-53.

Soares I. (2002) *Endodoncia: Técnica y Fundamentos*, cap.16 Reabsorciones Radiculares.

Stevens BH, Levine RA. Forced eruption: a multidisciplinary approach for form, function, and biologic predictability. *Compend Contin Educ Dent* 1998; 19:994–998, 1000, 1002–1004 passim.

Sunitha V, Munirathnam E (2008): Platelet-rich fibrin: Evolution of a second-generation platelet concentrate. *Indian J Dent Res* 2008;19: 42-46.

Tanalp J, Karapınar-Kazandağ M, Dölekoğlu S, and Kayahan M. B. 2013. “Comparison of the radiopacities of different rootend filling and repair materials,” *The Scientific World Journal*, vol. 2013, Article ID594950, 4 pages.

Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. 1995. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 21:349–53.

Torabinejad M, Turman M. (2011): Revitalization of tooth with necrotic pulp and open apex by using platelet-rich plasma: a case report. *J Endod* 2011; 37:265-268.

Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. 1993. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod* 19:591–5.

Tran X.V, Gorin C, Willig C et al. 2012. “Effect of a calcium-silicate based restorative cement on pulp repair,” *Journal of Dental Research*, vol. 91, no. 12, pp. 1166–1171.

Uchin RA. Use of a bioresorbable guided tissue membrane at an adjunct to bony regeneration in cases requiring endodontic surgical intervention. *J Endod* 1996; 22: 94–96.

Vaishnavi C, Mohan B, Narayanan L (2011): Treatment of endodontically induced periapical lesions using hydroxyapatite, platelet-rich plasma, and a combination of both: An in vivo study. *J Conserv Dent* 2011; 14:140-146.

Van Hinsbergh VW, Collen A, Koolwijk P. 2001. Role of fibrin matrix in angiogenesis. *Ann N Y Acad Sci* 936:426-37.

Vreeland DL, Tidwell E. Flap design for surgical endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982;54: 461–465.

White C Jr, Bryant N. 2002. Combined therapy of mineral trioxide aggregate and guided tissue regeneration in the treatment of external root resorption and an associated osseous defect. *J Periodontol*. Dec;73(12):1517-21.

Witherspoon DE, Gutmann JL. Haemostasis in periradicular surgery. *IntEndod J* 1996; 29: 135–149.

Zhang H, Shen Y, Ruse ND, Haapasalo M. 2009. Antibacterial activity of endodontic sealers by modified direct contact test against enterococcus faecalis. *JOE*.35(7): 1051-5.

Zhang W, Li Z, Peng. Ex vivo cytotoxicity of a new calcium silicatebased canal filling material. *International Endodontic Journal*. 2010; 43(9): 769.

Zhang W, Zhi L, Peng B. Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2009; 107;79-82.

Zheng Huang, Li-Li Chen, Cong-Yi Wang, Lin Dai, Bo Cheng, Jun Sun, Jun Sun. 2014. Three-year follow-up results for non-surgical root canal therapy of idiopathic external root resorption on a maxillary canine with MTA: a case report *Int J ClinExp Pathol*.7(6): 3338–3346.