



Universidad del Desarrollo

Facultad de Ciencias de la Salud
Odontología

EFECTO DEL PUFF SOBRE LOS TEJIDOS PERIAPICALES

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

POR: VANIA LISETTE PÉREZ BRAVO

Tesina presentada a la Facultad de Odontología de la Universidad del Desarrollo para
optar al Postítulo de Especialidad en Endodoncia

PROFESOR GUÍA

Dra. Valeria Paz Guajardo Carrasco

Junio 2018
CONCEPCIÓN

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme lograr este objetivo.

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMIENTO	i
ÍNDICE DE TABLAS	ii
RESUMEN	iii
INTRODUCCIÓN	1
Capítulo I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Antecedentes	3
Capítulo II: OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo General	4
2.2 Objetivos Específicos	4
Capítulo III: MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	5
3.1 Descripción de la Metodología	5
Capítulo IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	6
4.1 Límite apical de la obturación	6
4.2 Sobreobtención y respuesta inflamatoria de los tejidos periapicales	12
4.3 Materiales de obturación y citotoxicidad	12
4.3.1 Cemento sellador a base de Óxido de Zinc – Eugenol	15
4.3.2 Cemento sellador a base de Hidróxido de Calcio	16
4.3.3 Cemento sellador a base de Resina Epóxica y Metacrilato	17
4.3.4 Cemento selladores a base de Silicato de Calcio	20
4.4 Éxito y fracaso endodóntico	23
Capítulo V: CONCLUSIÓN	25
BIBLIOGRAFÍA	26

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
TABLA 4.1 Cementos selladores más utilizados y su composición	15
TABLA 4.2 Comparación de las propiedades de cementos selladores más utilizados	20

RESUMEN

Introducción: En endodoncia la obturación radicular tiene por finalidad ideal lograr el sellado hermético y tridimensional del sistema de conductos radiculares para evitar el traspaso de bacterias y sus productos tóxicos desde y hacia el periápice. Para esto existen variados materiales de obturación y cementos selladores que no comparten el mismo grado de biocompatibilidad al contacto con los tejidos periapicales. Si alguno de estos materiales de obturación ya sea gutapercha o cemento sellador son extruidos hacia la zona de los tejidos periapicales se produce una sobreobturación, lo que se conoce como *puff*. Este fenómeno puede llegar a producir complicaciones postratamiento como reacciones inflamatorias dependiendo de la cantidad y del grado de citotoxicidad del material extruido. **Objetivo:** El propósito de esta revisión es exponer literatura y estudios que identifiquen el efecto de los *puff* sobre los tejidos periapicales y cómo estos pueden influir en el pronóstico de la terapia endodóntica. **Resultado:** Existe una mayor aprobación y recomendación de mantener el límite apical de la obturación a una distancia relativa entre 0.5 a 1mm del ápice radicular, sin embargo, varios estudios han coincidido en determinar que la persistencia de bacterias y sus productos de desechos dentro y fuera del sistema de conductos radicular son el principal factor del fracaso endodóntico ante la presencia de una sobreobturación. **Conclusión:** Todos los materiales de obturación y cementos selladores presentados en esta revisión producen distintos grados de efectos adversos sobre los tejidos periapicales, por tanto para evitar cualquier complicación es recomendable evitar la formación de *puff*.

Palabras claves: límite apical, sobreobturación, respuesta inflamatoria, materiales de obturación, citotoxicidad, éxito y fracaso endodóntico.

INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental de un tratamiento de endodoncia es obtener un sellado hermético y tridimensional del sistema de conductos radicular que pueda impedir el traspaso de microorganismos y sus toxinas entre el canal radicular y la región periapical. Esto se logra en primer lugar con una correcta preparación biomecánica y desinfección del sistema de conductos, para luego obturarlos con materiales que cumplan con ciertas características apropiadas **(Caviedes, Amaya, Guzmán, Koury, Muñoz and Quintero, 2014)**.

Dentro de los materiales de obturación el cemento sellador cumple un rol fundamental que es rellenar canales accesorios y laterales, los espacios e irregularidades que se producen entre el material de obturación central (gutapercha) y las paredes del sistema de conductos, y a la vez adherirse a la gutapercha y paredes para disminuir el riesgo de microfiltración **(Fortich, Baldiris, Cano, De la Rosa and Mercado, 2012)**.

Los cementos selladores deben poseer ciertos requisitos ideales dentro de los cuales se encuentra la biocompatibilidad con los tejidos periapicales **(Valle, 2012)**, esto porque existe la posibilidad de que el cemento se extruya a través del foramen apical estimulando una reacción inflamatoria y retardando la cicatrización de los tejidos de la región apical **(Santoro, Lozito, De Donno, Grassi and Introna, 2009)**. Esta injuria puede ser tanto química, dada por los componentes de los cementos selladores, y mecánica producida por el material de obturación **(Macías, 2013)**.

Actualmente aún existe controversia en determinar hasta donde debe llegar la posición del material de obturación del conducto radicular. Por un lado existe un punto de vista avalando que el nivel de instrumentación y obturación debe ser lo más próximo a la unión cemento-dentina, mientras que por otro lado se justifica que se realicen hasta el

ápice radicular e incluso buscando lograr la extrusión de material ya sea gutapercha, cemento sellador o ambos, a través del foramen apical lo que se denomina *puff*, es decir, una sobreobtención (**Gutmann, 2016**). La diferencia entre una sobreobtención y una sobreextensión radica en que la primera corresponde a una obturación total del conducto radicular con exceso del material más allá del ápice, y la sobreextensión también presenta material más allá del ápice pero el conducto no está correctamente obturado (**González, 2015**).

Por un lado existen estudios que afirman una disminución del éxito de la terapia endodóntica asociado a las propiedades irritantes de los materiales de obturación (**Hinostroza, 2015**). Sin embargo otras investigaciones aseguran que la sobreobtención no tiene una influencia determinante en el pronóstico del tratamiento, asociando más bien el fracaso a una obturación defectuosa, deficiente en el tercio apical y a la permanencia de microorganismos bacterianos remanentes dentro del sistema de conducto radicular por una limpieza insuficiente del mismo (**Santos, Tadeu and Reyes, 2008**).

El propósito de la presente revisión bibliográfica es plantear los efectos que pueden inducir los *puff* sobre los tejidos periapicales y por lo tanto como influyen en el pronóstico a corto y a largo plazo de la terapia endodóntica.

Capítulo I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

Hasta el día de hoy no existe consenso acerca de la extensión apical de la instrumentación, si es conveniente utilizar limas de pasaje o no, y hasta dónde debe llegar entonces la posición del relleno final de obturación del conducto radicular (**Gutmann, 2016**).

Hay autores que defienden la práctica en endodoncia de generar *puff*, argumentando que sólo de esta manera se puede tener certeza de que el canal radicular fue totalmente obturado. Además, el dolor postoperatorio que el paciente podría llegar a experimentar tras un *puff* se considera un fracaso a corto plazo, pues si bien retarda la reparación de los tejidos periapicales, este no la impide (**Caviedes et al. 2014**).

El mayor porcentaje de fracaso en los tratamientos de endodoncia se debe a una obturación defectuosa (**Santos et al. 2008**) que propicia la infiltración de exudado hacia el interior del conducto, degradándose e irritando los tejidos periapicales al difundir en ellos, y peor aún, la presencia de bacterias remanentes que mantendrán la infección periapical.

Ante lo expuesto, para ciertos autores el *puff* tiene poca o ninguna influencia sobre el pronóstico del tratamiento endodóntico, ya que si se comparan algunos materiales de obturación (cementos selladores) con factores microbianos (bacterias, enzimas, bioproductos metabólicos tóxicos) los primeros no son tan irritantes para los tejidos periapicales como los segundos, siendo estos últimos asociados principalmente al fracaso.

Capítulo II: OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Conocer el efecto de los *puff* sobre los tejidos periapicales y cómo influyen en el pronóstico de la terapia endodóntica.

2.2 Objetivos específicos

Definir y explicar cómo se generan los *puff*.

Identificar las consecuencias biológicas sobre los tejidos periapicales cuando se generan *puff*.

Exponer las características de citotoxicidad para los tejidos periapicales de algunos materiales de obturación y cementos selladores.

Capítulo III: MÉTODOS Y PROCEDIMIENTO

3.1 Descripción de la metodología

Se realizó una búsqueda de literatura y estudios a través de motores de búsqueda Pubmed, Google Académico; biblioteca virtual Scielo; revistas científicas Journal of Endodontics, Revista de la Sociedad de Endodoncia de Chile: Canal Abierto, Revista Oficial de la Asociación Española de Endodoncia

Las palabras claves utilizadas fueron: sobreobtención, materiales de obturación, cemento sellador, citotoxicidad, reacción inflamatoria, tejido periapical, límite apical, éxito y fracaso endodóntico.

Los criterios de inclusión que se utilizaron para la selección de los artículos fueron:

- Artículos obtenidos de bases de datos, biblioteca virtual y revistas científicas.
- Artículos que analizan el efecto de la extrusión de distintos cementos selladores sobre los tejidos periapicales.
- Artículos publicados entre los años 2005 – 2017.

Motor de búsqueda	Artículos encontrados	Artículos seleccionados
Pubmed	269	35
Google Académico	243	22
Scielo	489	24

Capítulo IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

4.1 LÍMITE APICAL DE LA OBTURACIÓN RADICULAR

La obturación del sistema de conductos radiculares es la etapa final del tratamiento endodóntico y tiene como propósito lograr un sellado tridimensional y hermético del conducto radicular tanto lateral como apicalmente, para así evitar microfiltraciones desde la cavidad oral hacia el sistema de conductos, y aislar microorganismos e irritantes dentro del conducto que no fueron removidos durante la preparación biomecánica, impidiendo su difusión hacia los tejidos perirradiculares.

Hoy en día la determinación del límite apical que se debe considerar y aplicar para establecer la longitud de trabajo y obturación del sistema de conducto radicular tiene opiniones diversas. Esto es relevante pues varios estudios concuerdan en que la extensión del material de obturación radicular tiene influencia en el éxito del tratamiento endodóntico **(Caviedes et al. 2014)**.

Por un lado sigue existiendo la idea de que los procedimientos endodónticos, tanto desinfección y conformación de los conductos, deben ser limitados al sistema de conductos radiculares y en ningún caso invadir los tejidos periapicales, para evitar desencadenar algún tipo de respuesta inflamatoria **(Diaz Canedo, Diaz Caballero and Fortich, 2011)**.

Para lograr este principio se ha establecido que tal límite se ubica en el foramen menor del ápice, el cual según muchos autores coincide con la contricción apical y que se encuentra cercana a la unión cemento-dentina, punto donde termina la pulpa y comienza

el tejido periapical. Sin embargo esta unión cemento-dentina es una posición histológica y variable que no se puede determinar clínicamente ni radiográficamente, por lo tanto el límite apical para la instrumentación y obturación del sistema de conductos se ha establecido con una medida probable entre 0,5 a 1mm del ápice radiográfico, no coincidiendo necesariamente con la unión cemento-dentina.

En contraposición a la idea anterior hay autores que se inclinan y defienden el uso de limas de pasaje (o patencia) o un nivel de instrumentación hasta el ápice radicular, argumentando ciertas ventajas como una mejor irrigación y desinfección del tercio apical, mejor acceso de medicamentos al foramen apical, menos pérdida de longitud de trabajo y mejores resultados en la obturación del sistema de conductos (**Torres, 2014**).

El establecimiento de la patencia se define como una técnica de preparación del canal, donde la porción apical de éste se mantiene libre de detritos, utilizando una lima de calibre pequeño que traspasa el ápice no más allá de 1mm (**Castellucci, 2005**). En consecuencia, el uso de limas de pasaje permite el paso de cemento sellador de forma pasiva, causando su extrusión hacia el tejido perirradicular, es decir, genera *puff* (**Khatavkar, 2010**). Esta práctica estaría justificada por muchos autores al deducir que la obtención de *puff* es el mejor indicativo de que el conducto esta correctamente obturado y que el material sellador alcanzó la última porción del ápice (**Gutman, Kuttler and Niemczyk, 2013**).

Desde el siglo pasado varios investigadores comienzan a evaluar la influencia de los procedimientos endodónticos realizados a distintos niveles del conducto radicular. En 1968 **Ketterl** realizó un análisis radiográfico (560 casos) y un análisis histológico (160 casos), constatando que los mejores resultados se observaban cuando las obturaciones

distaban de 1 a 2 milímetros del vértice radicular o del foramen apical. Y por el contrario cuando las obturaciones coincidieron o sobrepasaban este límite, el porcentaje de éxito disminuyó significativamente.

Kojima et al. 2004 realizaron un estudio para determinar como influye el límite apical (subextensión v/s sobreextensión) en el pronóstico endodóntico. Basado en el uso de un metaanálisis acumulativo, propusieron que el conducto radicular debe ser obturado 2mm más corto que el vértice radiográfico.

Según **Cohen et al. 2000**, la extensión más deseable de obturación es de 0,5 a 1 mm más corta que el ápice radiográfico, “La extrusión del material obturador o de cemento por el foramen apical es una innecesaria invasión al ligamento periodontal, teniendo como resultado dolor post-opertaorio y disconformidad” (**como se cita en Santos et al. 2008**).

En una revisión de literatura realizada por **Ricucci 1998** demostró que una obturación homogénea realizada a un nivel más corto del ápice proporciona los más altos índices de éxito. Los resultados de un estudio histológico in vivo envolviendo tejidos apicales y periapicales después del tratamiento del conducto radicular, demostraron que la condición histológica más favorable es cuando la instrumentación y la obturación queda corta o confinada a la constricción apical. Cuando el cemento y/o la gutapercha fueron extruídos hacia los tejidos periapicales, siempre se observó una reacción inflamatoria severa incluyendo reacción de cuerpo extraño a pesar de ausencia clínica de dolor (**Ricucci and Langeland, 1998**).

4.2 SOBREOBTURACIÓN Y RESPUESTA INFLAMATORIA DE LOS TEJIDOS PERIAPICALES

Se define sobreobtención del conducto radicular cuando éste ha sido obturado totalmente con exceso de material mas allá del ápice. En cambio sobreextensión es un exceso de material más allá del ápice pero el conducto no está correctamente obturado **(American Association of Endodontics, 1984)**.

Cualquier estímulo nocivo, ya sea bacteriano, químico (cemento sellador) o físico que invada los tejidos perirradiculares durante la obturación, va a desencadenar una respuesta inflamatoria aguda transitoria **(Santoro et al. 2009)**, la que podría evolucionar hacia un cuadro de inflamación crónica debido a una reacción persistente a las características del estímulo nocivo.

La intensidad de la respuesta inflamatoria de los tejidos periapicales tiene directa relación con la cantidad y composición del material extruido, el espacio que ocupen y el tiempo que permanezcan en contacto con estos, así como también de la respuesta inmune del paciente **(Diaz et al. 2011)**.

En un comienzo la respuesta inflamatoria (inmunidad innata) de los tejidos periradulares ante un agente irritante (sobreobtención de cemento sellador) tiene por finalidad destruir, atenuar o mantener localizado a este agente nocivo, y simultáneamente comenzar con las fases iniciales del proceso de reparación de los tejidos **(Caviedes et al. 2014)**. Sin embargo esta reparación puede verse retardada o anulada por los efectos citotóxicos de algunos cementos selladores.

El proceso de reparación periapical es guiado por el ligamento periodontal que corresponde a tejido conectivo especializado altamente vascularizado e inervado y con un gran potencial de regeneración frente a cualquier injuria periapical.

El tejido periodontal cuenta con fibroblastos, osteoblastos, osteocitos, cementoblastos, células epiteliales, macrófagos, células mesenquimáticas indiferenciadas y fibras de colágeno inmersas en glicosaminoglicano, glicoproteínas y glicolípidos, otorgándole así todos los elementos necesarios para la regeneración.

Ante una injuria en los tejidos periapicales, la regeneración es la cicatrización ideal pues se reestablecen las células y tejidos dañados, por tanto también se restituye su función . Sin embargo cuando ésto no es posible se produce reparación a través de la formación de una cicatriz de tejido fibroso (tejido conectivo no especializado).

Cuando ocurre *puff*, el material de obturación toma contacto directo con el tejido de granulación (tejido que reemplaza al coágulo en el comienzo de la reparación) y disminuye la capacidad de respuesta del ligamento periodontal debido a la presencia de una inflamación persistente, en consecuencia, el proceso de regeneración no se lleva a cabo de forma adecuada, por lo tanto, ante la existencia de una lesión apical, la formación de hueso alrededor de la raíz y aposición de cemento radicular no se produce.

Ante una inflamación que afecte al ligamento periodontal y a los tejidos apicales, los mastocitos degranulan, se forma exudado y un infiltrado inflamatorio. Dentro de las primeras 24-48 horas, los macrófagos llegan al sitio, donde se mantienen durante 48-72 horas. Para que se produzca reparación, los macrófagos comienzan a limpiar el sitio y a

tratar de fagocitar el material de relleno para dejarle espacio al tejido de granulación y al tejido neoformado.

Según resultados obtenidos en estudios de **Granchi et al. 1995** algunos cementos selladores pueden obstaculizar los procesos de reparación periapical debido a que causan daño a la membrana de las células, inhiben actividades enzimáticas o proteicas, síntesis de ARN- ADN, y de ésta manera impedir la proliferación celular por alteración del ciclo celular de los osteoblastos (**como se cita en Solanyi et al. 2011**).

Por otro lado, el contacto directo de los cementos selladores con los tejidos periapicales originan la activación de COX-2, con la subsecuente producción de prostaglandina E2, lo que provoca una inflamación periapical persistente (**Coon, Gulati, Cowan and He 2007**).

Existen casos en que la reparación de los tejidos periapicales en presencia de *puff* ocurre mediante la encapsulación fibrosa del material sobreobturado. En otros casos se puede producir reacción de cuerpo extraño y en consecuencia proliferación y aposicionamiento de células epiteliales alrededor del material lo que podría implicar la formación de un quiste radicular (**Nair, 2004**).

4.3 MATERIALES DE OBTURACIÓN Y CITOTOXICIDAD

La obturación del sistema de conductos radiculares es la fase final del tratamiento endodóntico y una de las más importantes, cuyo objetivo es la obliteración de todo el sistema de canales radiculares utilizando materiales biológicamente compatibles, inertes y dimensionalmente estables que permitan un sellado hermético, tridimensional y permanente **(Ilabaca, 2011)**.

La gutapercha sigue siendo uno de los materiales de obturación más utilizados y aceptados, pues tiene menor grado de citotoxicidad comparado con otros materiales. Además, es bien tolerado por los tejidos periapicales, sin embargo, varios estudios indican que si bien, no evita la reparación de los tejidos perirradiculares, sí se asocia con el retraso de la cicatrización de estos **(Hinostroza, 2015)**.

En un estudio se examinaron conos de gutapercha extruidos obtenidos de dientes que presentaron fracaso endodóntico, y se demostró que el biofilm formado en su superficie correspondía a microorganismos que fueron previamente extruidos al periápice durante la preparación biomecánica, concluyendo que la inflamación perirradicular persistente se debía a la presencia de microorganismos, siendo la sobreobtención con gutapercha menos perjudicial para los tejidos periapicales **(Nair, 2006)**.

Existen varias técnicas para compactar la gutapercha dentro del conducto radicular. Entre las más utilizadas está la condensación lateral con gutapercha fría (37° C) y técnicas con gutapercha caliente termorreblandecida y termoplastificada (42° – 49°C), para las que se requiere el uso de dispositivos eléctricos que generen temperaturas entre los 140° y 600° C.

Para algunos autores, el uso de técnicas con gutapercha caliente durante la fase de obturación radicular, ofrece una mayor probabilidad de cierre de conductos accesorios y laterales. Sin embargo, uno de los principales inconvenientes de ésta técnica, es el poco control que se tiene de la longitud de obturación, por lo que se puede generar más fácilmente *puff*, y en consecuencia, interferir en el proceso de reparación de los tejidos periapicales (**Santoro et al. 2009**).

Además, la utilización de técnicas de obturación con gutapercha caliente puede afectar la reparación de los tejidos periapicales. Si el calor producido sobrepasa los 10°C por encima de la temperatura corporal, se originan cambios irreversibles a nivel de los tejidos periapicales, como coagulación de proteínas colágenas y desnaturalización de enzimas como fosfatasa alcalina, involucrada en los procesos de reparación.

Se ha establecido que las técnicas de obturación con gutapercha termorreblandecida, en donde la gutapercha se logra mantener dentro del conducto radicular, no alcanza la temperatura crítica que podría provocar daño en los tejidos periapicales. En cambio, con la técnica de gutapercha termoplastificada, la temperatura alcanzada en la superficie extrarradicular puede llegar a ser crítica y provocar una reacción inflamatoria y fracaso de la terapia endodóntica (**Caviedes et al. 2014**).

Como la gutapercha no posee la capacidad de unirse a las paredes del conducto radicular debe ser usada junto a un agente cementante que tenga la capacidad de rellenar y sellar tridimensionalmente irregularidades presentes en el sistema de conductos radiculares donde la gutapercha no puede llegar, para evitar la microfiltración y colonización de patógenos bacterianos hacia los tejidos periapicales, y se pueda llevar a cabo una adecuada cicatrización de los tejidos periapicales (**Fortich et al. 2012**).

Dentro de las características más importantes que debe tener un cemento sellador se pueden mencionar su biocompatibilidad con los tejidos periapicales y que no sea citotóxico, pues existe riesgo de que se extruya y tome contacto directo o cercano con éstos tejidos durante largos periodos de tiempo, debe sellar herméticamente el sistema de conductos radiculares, que sea dimensionalmente estable, poseer propiedades antibacterianas y tener buena adhesión a las paredes del conducto **(Padilla, Covo and Diaz, 2016)**.

El grado de citotoxicidad que poseen los cementos selladores depende de su composición química y de sus propiedades físicas. Si el cemento es citotóxico puede provocar una respuesta inflamatoria y/o necrosis del tejido periapical y reabsorción ósea. Si el cemento no es citotóxico, es menos denso y más soluble, se podría disolver en los fluidos tisulares y ser removido por macrófagos. Y si no es citotóxico, es compacto y con baja solubilidad puede ser encapsulado por tejido conectivo fibroso **(González, 2015)**.

Actualmente los cementos selladores más utilizados para la obturación del sistema de conductos radiculares son aquellos a base de óxido de zinc eugenol, hidróxido de calcio y a base de resina.

TABLA 4.1 Cementos selladores más utilizados y su composición química

CEMENTO SELLADOR	TIPO	COMPOSICIÓN
Tubli Seal	Oxido de Zinc Eugenol	Base: Oxido de zinc, aceite mineral, bario, sulfato, almidón de maíz, lecitina. Acelerador: eugenol, ácido dimérico resina, yoduro de timol.
Pulp Canal Sealer	Oxido de Zinc Eugenol	Base: Oxido de zinc, plata precipitada, oleorresinas, yoduro de timol. Catalizador: Eugenol, bálsamo de canada
Sealapex	Hidróxido de Calcio	Base: N-etil tolueno solfanamida resina, dióxido de silicio, óxido de zinc, óxido de calcio. Catalizador: Resina de isobutilo salicilato, trióxido de bismuto de dióxido de silicio, pigmento de dióxido de titanio.
AH Plus / Topseal	Resina Epóxica	Pasta A: Resina epoxi bisfenol-A, resina epoxi bisfenol-F, calcio tungstato, óxido de zirconio, sílice, pigmentos de óxido de hierro. Pasta B: Dibencildiamina, aminoadamantano, triciclododecandiamina, calcio tungstato, óxido de zirconio, sílice, aceite de silicona.

4.3.1 Cemento sellador a base de Óxido de Zinc - Eugenol

Los cementos a base de óxido de zinc eugenol son los clásicos en endodoncia, han sido los más utilizados en todo el mundo. Entre sus ventajas se puede mencionar su bajo costo, capacidad antibacteriana, eficacia en el sellado, buena plasticidad y ser estable dimensionalmente luego de endurecer; dentro de sus desventajas se menciona que en presencia de agua dentro de los conductillos dentinarios produce la hidrólisis del óxido de zinc eugenol, liberándose zinc. Éste migra por los túbulos dentinarios hacia la dentina remanente y reemplaza al calcio. Así, la estructura dentaria se vuelve mucho más frágil. El eugenol, compuesto fenólico irritante, es un alérgeno que al entrara en contacto directo con la piel produce irritación de tipo dermatosis. Es citotóxico, en especial luego de la mezcla, aunque también lo es una vez endurecida la mezcla, lo que perpetúa el estado inflamatorio crónico en los tejidos periapicales cuando es extruido a través del

foramen apical, llegando a ser citotóxico para muchos tipos celulares. Además, induce liberación del factor de necrosis tumoral alfa, el cual está asociado a reabsorción y a la inhibición de la reparación ósea (**Valle, 2012**).

La toxicidad de los cementos selladores a base de óxido de zinc eugenol se ha estudiado in vitro, y la mayoría de los estudios que utilizan técnicas de cultivos celulares han demostrado que el óxido de zinc eugenol es citotóxico (**Araki, 1994**).

Algunos cementos a base de óxido de zinc eugenol poseen formaldehído, sustancia altamente mutagénica y carcinogénica que se libera aun después de fraguar. Esto puede generar reacciones de hipersensibilidad, dolor postoperatorio e inhibición de la cicatrización (**Diaz Canedo et al. 2011**).

Los cementos selladores a base de óxido de zinc poseen una alta tasa de éxito y han sido utilizados durante décadas, pero no poseen adhesión química al canal radicular y son solubles en líquidos tisulares (**Mokeem-Saleh et al. 2010**).

4.3.2 Cemento sellador a base de Hidróxido de Calcio

Uno de los cementos a base de hidróxido de calcio como lo es Sealapex es reconocido por su biocompatibilidad y actividad biológica, las cuales pueden estar relacionadas con la capacidad de liberación de iones de calcio y de promover pH alcalino por un largo periodo, induciendo la reparación por mineralización. Se endurece en el conducto en presencia de humedad y su propiedad de inducir el sellado del ápice radicular por el tejido mineralizado fue observada en la mayoría de las investigaciones, siendo superior a los demás cementos (**Brito, Olano, Teixeira, Ramos and Kenji, 2016**). Por su composición es el más biocompatible, pero posee poca estabilidad por su alta solubilidad.

Dentro de los cementos selladores a base de resina se distinguen los de resina epóxica y los de metacrilato.

4.3.3 Cemento sellador a base de Resina Epóxica y Metacrilato

Los cementos selladores a base de resina epóxica tiene como ventajas un buen sellado apical, bajas alteraciones volumétricas, corto tiempo de polimerización (8 horas 25 min.), baja solubilidad en los tejidos periapicales, fácil manipulación y buena adhesión a las paredes dentinarias por su micro retención al colágeno; mientras que dentro de sus desventajas se menciona que no poseen propiedades antibacterianas y que en ambientes ácidos o soluciones acuosas se descomponen en amonio y formaldehído, este último altamente citotóxico y asociado a dolor postoperatorio (**Valle, 2012**). Posteriormente se modificó la composición de estos cementos con el objetivo de eliminar la liberación de formaldehído, mejorando así sus propiedades biológicas.

Los cementos selladores a base de resina de metacrilato son de curado dual, es decir, auto y fotopolimerización para su endurecimiento, y se usan en conjunto con un sistema de obturación con puntas de poliéster-polímero para formar un monobloque que se une químicamente con la dentina. Al ser de curado dual, el tiempo de polarización es menor (24 a 60 min.), no obstante esto trae como desventaja una mayor contracción, mayor reacción exotérmica y liberación prolongada de radicales libres, altamente perjudicial para los tejidos periapicales (**Caviedes et al. 2014**).

Tanto los cementos a base de resina epóxica como de metacrilato endurecen por una reacción exotérmica de polimerización, en la cual liberan radicales libre. Estas moléculas son altamente reactivas, inestables y nocivas para los tejidos periapicales ya que producen oxidación del ADN, proteínas y lípidos. Aunque la liberación de estos radicales se mantendrá hasta el endurecimiento total del cemento.

Se ha demostrado que la citotoxicidad de los cementos selladores a base de resina, aumenta cuando se produce liberación de radicales libre debido a la falta de polimerización de monómeros. Esta falta de polimerización se puede deber a la presencia de oxígeno a nivel apical, por lo tanto, cuanto mayor sea la cantidad de material extruido hacia los tejidos periapicales y mayor sea el tiempo de exposición de éstos a los tejidos, mayor será su citotoxicidad (**Heiman, Joyce, Mc Pherson, Roberts and Chuang, 2008**).

Leonardo et al. 2000 mostraron que la reacción de los tejidos perirradiculares a los cementos selladores a base de resina epóxica como el AH Plus es excelente. En este estudio encontró que el tejido foraminal y periodontal en contacto con el cemento sellador estaban libres de inflamación y sin áreas de necrosis. Así mismo, estudios realizados por **Kaplan et al. 2003** encontraron pobres reacciones inflamatorias con este mismo cemento sellador.

Sary y Duruturk 2007, observaron una considerable reabsorción del cemento extruido AH Plus al termino de cuatro años de seguimiento y que pasado el tiempo desapareció; **Lageland** indica que mientras el cemento sellador esté en contacto con tejidos vitales conectados con el sistema circulatorio, estos pueden distribuirse a través de la sangre y el sistema linfático.

Miletic et al. 2005 determinaron que los cementos a base de resina epóxica pueden inducir una respuesta inflamatoria crónica por horas después de ser mezclado cuando es extruido a los tejidos periapicales, pero en un periodo de seis meses los macrófagos fagocitan las partículas y las llevan a la periferia de la reacción.

En la misma linea **Lodiene et al. 2008** desarrollaron un estudio que evaluó el comportamiento de distintos cemento selladores. Se observó que el cemento AH Plus al

entrar en contacto con células de fibroblastos de ratón era muy tóxico a corto plazo, pero con el tiempo la respuesta inflamatoria iba disminuyendo.

Estudios in vivo de **Farhard et al. 2011** señalan como moderada a grave la respuesta inflamatoria de los tejidos al cemento AH Plus, y también indican que su gravedad disminuiría con el tiempo.

En un estudio realizado en Brasil por **Tavares et al. 2013** se demostró que todos los cementos estudiados producían un tejido fibroso como respuesta. Aunque el cemento AH Plus fue el que menos respuesta produjo, aun así provocó una respuesta suficiente para considerarlo citotóxico.

En contraste, **Bouillaguet et al. 2004** encontraron que los cementos a base de resina epóxica aumentan su citotoxicidad con el tiempo y que presentan importante riesgo citotóxico recién mezclados; sin embargo **Schweikl et al. 2006** y **Lodiene et al. 2008** determinaron que una vez finalizado el proceso de endurecimiento, los posibles efectos citotóxicos desaparecen.

En un estudio realizado el 2016 por **Arun, Sampath, Mahalaxmi and Rajkumar** determinaron la viabilidad celular al agregar distintos cementos selladores recién mezclados a fibroblastos de ratas, el cual arrojó como resultado que todos los cementos fueron citotóxicos pero en diferentes grados. Sealapex mostró la citotoxicidad más baja, seguido de AH Plus, TubliSeal y Pulp Canal Sealer.

TABLA 4.2 Comparación de las propiedades de cementos selladores más utilizados.

	Tubliseal	Pulp Canal Sealer	Sealapex	AH Plus / Topseal
Adhesividad al conducto	Sí	Sí	Escasa	Sí
Fluidez	Alto	Buena	Bueno	Adecuado
Estabilidad dimensional	Adecuada	Adecuada	Baja	Buena, a largo plazo
Capacidad Selladora	Adecuada	Adecuada	Inadecuado	Buena
Radiopacidad	Adecuada	Sí	Escasa	Alta
Contracción de fraguado	Sí	Baja	No	Mínima
Pigmentación dentaria	No	Sí	No	No
Bacteriostático / Bactericida	Sí	Sí	Sí	Buena
Fraguado	Rápido	Rápido	Muy prolongado	Rápido
Soluble en líquidos tisulares	Sí	Sí	Alta	Baja
Biocompatibilidad	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Buena
Citotoxicidad e irritación en tejidos periapicales	Leve a severa	Baja	Irritación crónica	Baja (una vez endurecido)
Soluble en solvente común	Sí	Sí	Fácil de eliminar	Fácil de eliminar
Reabsorbido en periápice	Sí	Sí	Sí	No
Estimulación de tejido de reparación	No	No	Sí	No
Mutagénico / Carcinogénico	No	No	No	Escaso / No

4.3.4 Cemento selladores a base de Silicato de Calcio

El Agregado de Trióxido Mineral (MTA) es un cemento hidráulico a base de silicato de calcio que ha ganado amplia aceptación en odontología desde su introducción en principios de la década de 1990 debido a sus buenas propiedades biológicas y físicas, como buena biocompatibilidad, bioactividad y osteoconductividad. A partir de éstas excelentes propiedades del MTA se han desarrollado cementos selladores, como MTA Fillapex, compuesto por una mezcla biocerámica de tipo MTA y componentes resinosos, que después de mezclado, contiene MTA, resina de salicilato, resina natural, óxido de bismuto y sílice. Dentro de sus ventajas se menciona una excelente radiopacidad, fácil

manejo y buen tiempo de trabajo (**Zhou, Du, Shen, Wang, Zheng and Haapasalo, 2015**).

Endosequence BC Sealer es otro cemento sellador biocerámico compuesto por silicato de calcio, óxido de zirconio, fosfato de calcio monobásico, hidróxido de calcio, masilla, y agentes espesantes. Posee actividad antimicrobiana posiblemente debido a un pH alto y difusión activa del hidróxido de calcio, y fragua en presencia de humedad.

El cemento sellador Bioroot RCS se compone de un polvo de silicio tricálcico y óxido de zirconio, y un líquido a base de agua con aditivos de cloruro de calcio y un polímero. Como ventajas posee una alta biocompatibilidad, capacidad antimicrobiana, bioactivo y fácil de manipular

El silicato de calcio es biocompatible y el desarrollo de nuevos tipos de cementos selladores que lo contienen se basa en la búsqueda de selladores con buena biocompatibilidad que induzcan la formación de tejido mineralizado y además posean adecuadas propiedades físicas, como buena velocidad de flujo, capacidad de sellado y manipulación, y configuración más rápida.

Los cementos selladores con buena biocompatibilidad son beneficiosos para ayudar o estimular la reparación de lesiones periapicales.

Hui-min Zhou et al. 2015 publicaron un estudio en donde fue evaluada la citotoxicidad de dos cementos selladores a base de silicato de calcio (BC Sealer y MTA Fillapex) y uno a base de resina epóxica (AH Plus), sobre fibroblastos gingivales humanos. Como resultado obtuvieron que BC Sealer y AH Plus no presentaban citotoxicidad una vez alcanzada su configuración, en cambio MTA Fillapex sí mostró mayor citotoxicidad después de dos semanas.

El 2015 **Camps, Jeanneau, Laurent and About** diseñaron un estudio para determinar la interrelación entre el cemento de silicato tricálcico Bioroot RCS recientemente desarrollado y el tejido apical, comparándolo con un sellador estándar de óxido de zinc-eugenol, Pulp Canal Sealer. Como resultados obtuvieron que Bioroot RCS tiene menos efectos tóxicos en las células del ligamento periodontal que Pulp Canal Sealer e indujo una mayor secreción de angiogénicos y factores de crecimiento osteogénicos que Pulp Canal Sealer, concluyendo que el cemento de silicato de calcio Bioroot RCS tiene una mayor bioactividad que el sellador de óxido de zinc y eugenol Pulp Canal Sealer en células del ligamento periodontal humanas

En la misma línea de estudios **Dimitrova-Nakov, Uzunoglu, Ardila-Osorio, Baudry, Richard, Kellermann and Goldberg el 2015** determinaron la bioactividad in vitro de Bioroot sobre células madres pulpares de rata, en contraste con Pulp Canal Sealer, el que sí comprometía el potencial de mineralización de las células madres pulpares, siendo éste mas citotóxico.

En otro estudio realizado el 2017 se incubaron fibroblastos gingivales humanos y se expusieron a ciertos cementos selladores. Dentro de estos se encontraba Bioroot RCS, TotalFill BC Sealer, Pulp Canal Sealer, Sealapex y MTA Fillapex. **Poggio, Rivas, Chiesa, Colombo and Pietrocola** pudieron concluir que Bioroot RCS y TotalFill BC Sealer durante las primeras 24 horas no mostraron efecto citotóxico, mientras que fue leve luego de 48 y 72 horas. No se midió ningún efecto citotóxico utilizando AH Plus durante las primeras 24 horas, mientras que fue moderado después de 48 horas y severo después de 72 horas. Pulp Canal Sealer y Sealapex mostraron actividad moderadamente citotóxica en todos los tiempos medidos. MTA Fillapex permaneció en el límite levemente citotóxico a severo durante todos los tiempos.

4.4 ÉXITO Y FRACASO ENDODÓNTICO

Los parámetros de éxito y fracaso de la terapia endodóntica convencional, tanto a corto como a largo plazo, se basan en hallazgos clínicos y radiográficos, y dependen del estado preoperatorio del diente, complejidad de la anatomía del sistema de conductos y referente a la técnica del tratamiento **(Toledo, Alfonso and Barreto, 2016)**.

Se define éxito cuando hay ausencia de signos y síntomas clínicos como dolor, inflamación y supuración. Radiográficamente se debe observar la continuidad en el grosor del espacio del ligamento periodontal, lo que indicaría reparación en los casos de dientes con lesiones perirradiculares o la mantención normal de las estructuras en el caso de dientes con pulpa vital.

Se habla de fracaso a corto plazo cuando existe dolor postoperatorio inmediato que no compromete el pronóstico del tratamiento endodóntico, mientras que un fracaso a largo plazo se identifica por la persistencia de signos y síntomas clínicos, así como por la evidencia radiográfica de la formación de una nueva lesión apical, permanencia de una lesión previa o crecimiento de la misma, lo que sí compromete el pronóstico del tratamiento **(Caviedes et al. 2014)**.

Tanto la sobreobturación como la subobturación del conducto radicular comprometen el pronóstico del tratamiento. En la sobreobturación debido a que los cementos selladores, si bien son un elemento importante para garantizar el éxito del tratamiento endodóntico, es conocido que al contacto con los tejidos periapicales pueden provocar cierta irritación o daño según las características de su composición.

Existen estudios que asocian el fenómeno de *puff* con una disminución del éxito del tratamiento endodóntico debido a las propiedades irritantes de los materiales de obturación y a las reacciones de cuerpo extraño que se puede generar al estar en contacto directo con los tejidos periapicales **(González, 2015)**.

Sin embargo, otras investigaciones señalan que la sobreobturación no tiene tanta influencia en el pronóstico del tratamiento como sí lo tiene la persistencia de microorganismos dentro o fuera del conducto radicular, pues se ha demostrado que los factores microbianos son más irritantes para los tejidos perirradiculares que los materiales de obturación, siendo el principal factor etológico asociado a los fracasos endodóntico **(Siqueira, 2005)**.

También se afirma que el pronóstico de un tratamiento endodóntico con sobreobturación va a depender en parte de la respuesta particular del individuo, de cómo se comporta el tejido periapical en contacto con el material de obturación, pues a veces se puede dar una interacción impredecible entre los materiales y el sistema inmunológico **(Santoro et al. 2009)**.

Capítulo V: CONCLUSIÓN

Todos los tipos de cementos selladores, aun siendo biocompatibles, al entrar en contacto con los tejidos periapicales producen una respuesta inflamatoria en distintos grados y con diferentes características, que tiene directa relación con la composición del cemento y la respuesta inmunológica del paciente. Para evitar cualquier tipo de reacción adversa a nivel celular del tejido periapical producto de la citotoxicidad comprobada de varios tipos de cementos selladores es recomendable evitar el *puff*.

BIBLIOGRAFÍA

Caviedes J., Amaya B., Guzmán B., Koury J., Muñoz J. & Quintero M. (2014). *La implicación de los Puff en la terapia endodóntica convencional: ¿Éxito o fracaso?*, **Canal Abierto Revista de la Sociedad de Endodoncia de Chile**, (29):12-26, Abril. Disponible en:
<http://www.socendochile.cl/revistas.php>

Diaz L., Diaz A. & Fortich R. (2013). *Extrusión de cemento sellador endodóntico al espacio periapical. Reporte de un caso*. **Duazary Revista Internacional de Ciencias de la Salud**, 8(1):88-92, Junio. Disponible en:
<http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/duazary/article/view/256>

González C. (2018). *Puff: una práctica común en endodoncia*. [en línea] 2015. [fecha de consulta: 02 Enero]. Disponible en:
<http://endodonciactual.com/art%C3%ADculo-puff-en-endodoncia>

Fortich N., Corrales C., Baldiris A., Cano J., De la Rosa L. & Mercado L. (2012) *Microfiltración apical de dos cementos selladores Gutaflow® y Topseal® en dientes obturados con técnica de cono único instrumentados con Protaper rotatorio. Estudio ex-vivo*. **Revista Ciencia y Salud Virtual**, 4(1):21-29, Diciembre. Disponible en:
<http://revistas.curnvirtual.edu.co/index.php/cienciaysalud/articleview/203>

Valle M. (2012) *Revisión Bibliográfica: Cementos selladores y su biocompatibilidad*. Tesina (Especialista en Endodoncia). Concepción, Chile. Universidad del Desarrollo, Facultad de Odontología, 32p.

Covo E., Díaz A. & Padilla L. (2016). *Liberación de citoquinas en el periápice a causa de materiales de obturación en endodoncia. Revisión sistemática.* **Revista Ciencia y Salud Virtual**, 8(2):71-75, 2016. Disponible en:
<http://revistas.curnvirtual.edu.co/index.php/cienciaysalud/article/view/762>

Macías J. (2013). *Análisis, tratamiento y pronóstico de la sobreobturación en endodoncia.* Tesina (Título de Odontólogo). Guayaquil, Ecuador. Universidad de Guayaquil, Facultad de Odontología, 56p. Disponible en:
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/3785>

Santoro V., Lozito P., De Donno A., Grassi F. & Introna F. (2009). *Extrusion of Endodontic Filling Materials: Medico-Legal Aspects. Two Cases.* **The Open Dentistry Journal**, 3:68-73. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2697057/>

Santos M., Tadeu W. & Reyes J. (2008). *Nivel apical del tratamiento endodónico. Revisión de literatura.* **Endodoncia Revista Oficial de la Asociación Española de Endodoncia**, 26(2):104-109, Junio. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/273451353_Nivel_Apical_del_tratamiento_endodoncico_Revision_de_literatura

Gutmann J. (2016). *Apical termination of root canal procedures - ambiguity or disambiguation? Review.* **Revista Springer Open Evidence-Based Endodontics**, 1(4), 22p, Julio. Disponible en:
<http://evidencebasedendodontics.springeropen.com/articles/10.1186/s41121-016-0004-8>

Toledo L., Alfonso M. & Barreto E. (2016). *Evolución del tratamiento endodóntico y factores asociados al fracaso de la terapia*. Medicentro **Electrónica Revista Científica Villa Clara**, 20(3):202-208. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30432016000300006

Hinostroza M. (2015). *Éxito o fracaso de biopulpectomías cuyo cono de gutapercha termina a 1mm por debajo del ápice anatómico*. Tesina (Título de Odontóloga). Guayaquil, Ecuador. Universidad de Guayaquil, Facultad de Odontología.

Disponible en:

<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/15208>

Torres P. (2014). *Efecto del uso de la lima de pasaje en Endodoncia*. Tesina (Especialista en Endodoncia). Concepción, Chile. Universidad del Desarrollo, Facultad de Odontología, 20p.

Castellucci A. (2002). *Capítulo 15: Schilder's Technique for Shaping the Root Canal System*. **ENDODONTICS**. Edizioni Odontoiatriche il Tridente. 2nd ed. St Louis. 456 p.

Disponible en:

[https://www.scribd.com/doc/21872492/Endodontie-vol-2-cap-13-27-Arnaldo-](https://www.scribd.com/doc/21872492/Endodontie-vol-2-cap-13-27-Arnaldo-Castellucci)

[Castellucci](https://www.scribd.com/doc/21872492/Endodontie-vol-2-cap-13-27-Arnaldo-Castellucci)

Khatavkar A. & Hegde S. (2010). *Importance of patency in endodontics*. Endodontology, **Indian Endodontic Society** :87-93, Enero. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/230766343_Importance_of_patency_in_endodontics

Gutmann J., Kuttler S. & Niemczyk S. (2013). *Root Canal Obturation: An Updat*. **ADA CERP**. :11p.

Granchi D., Stea S., Ciapetti G., Cavedagna D. & Pizzoferrato A. (1995). *Endodontic cements induce alterations in the cell cycle of in vitro cultured osteoblasts*. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology*, 79(3):359-66, Marzo. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7621013>

Coon D., Gulati D., Cowan C. & He J. (2007). *The role of cyclooxygenase-2 (COX-2) in Inflammatory Bone Resorption*. *Journal of Endodontics*, 33:4, 432-36, Abril. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17368333>

Nair P. (2004). *Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures*. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, 15 :348-381, Noviembre. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15574679>

Ilabaca M. (2011). *Evaluación radiográfica de la calidad de la obturación de tratamientos endodónticos realizados por estudiantes de pregrado de la facultad de odontología de la Universidad de Chile*. Tesis (Título de Cirujano-Dentista) Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Odontología, 30p.

Heiman E., Joyce A., Mc Pherson J., Roberts S. & Chuang A.(2008). *An in vitro evaluation of the growth of human periodontal ligament fibroblasts after exposure to a methacrylate-based endodontic sealers*. *Journal of Endodontics*, 34(2):186-89,Febrero. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18215678>

Leonardo R., Consolaro A., Carlos I. & Leonardo MR. (2000). *Evaluation of cell culture cytotoxicity of five root canal sealers*. **Journal of Endodontics**; 26(6):328-30, Junio. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11199748>

Kaplan A.E., Ormaechea M.F., Picca M., Canzobre M.C. & Ubios A.M. (2003) *Rheological properties and biocompatibility of endodontic sealers*. **International Endodontic Journal**, 36(8):527-532, Agosto. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12887381>

Sari S. & Duruturk L. (2007). *Radiographic evaluation of periapical healing of permanent teeth with periapical lesions after extrusion of AH Plus sealer*. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**,104(3):54-59. Septiembre. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17709070>

Langeland K. & Peter H.A. (1993). *Endodoncia Diagnostico y Tratamiento*. Tercera Edición. Springer-Verlag Ibérica, 396p.

Miletic I., Devcic N., Anic I., Borcic J., Karlovic Z. & Osmak M. (2005). *The cytotoxicity of RoekoSeal and AH plus compared during different setting periods*. **Journal of Endodontics**, 31(4):307-309, Abril. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15793391>

Mokeem-Saleh A., Hammad M., Silikas N., Qualtrough A. & Watts D.C. (2010). *A laboratory evaluation of the physical and mechanical properties of selected root canal sealers*. **International Endodontic Journal**, 43(10):882-888, Octubre. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20579133>

Lodiene G., Morisbak E., Bruzell E. & Ørstavik D. (2008). *Toxicity evaluation of root canal sealers in vitro*. **International Endodontic Journal**, 41(1):72-77, Enero.

Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17931390>

Farhad A.R., Hasheminia S., Razavi S. & Feizi M. (2011). *Histopathologic evaluation of subcutaneous tissue response to three endodontic sealers in rats*. **Journal of Oral Science**, 53(1):15-21, Marzo. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21467810>

Tavares O., Beottcher E., Assmann E., Polikopper P., Poli de Figueiredo J., Soares F. & Kochenborger R. (2013). *Reactions to a New Mineral Trioxide Aggregate-containing Endodontic Sealer*. **Journal of Endodontics**, 39(5): 653-657, Mayo.

Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23611385>

Bouillaguet S., Wataha J.C., Lockwood P.E., Galgano C., Golay A. & Krejci I. (2004). *Cytotoxicity and sealing properties of four classes of endodontic sealers evaluated by succinic dehydrogenase activity and confocal laser scanning microscopy*. **European Journal of Oral Sciences**, 112(2):182-187, Abril. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15056117>

Schweickl H., Spagnuolo G. & Schmalz G. (2006). *Genetic and cellular toxicology of dental resin monomers*. **Journal of Dental Research**, 85(10):870-877, Octubre.

Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16998124>

Zmener O., Martínez R., Pameijer C., Chaves C., Kokubu G. & Grana D. (2012) *Reaction of Rat Subcutaneous Connective Tissue to a Mineral Trioxide Aggregate-based and a Zinc Oxide and Eugenol Sealer*. **Journal of Endodontics**, 38(9); 1233-1238, Septiembre. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22892741>

Siqueira J. (2005). *Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks*. **Endodontic Topics**, 10(1), 123-147, Marzo. Disponible en:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1601-1546.2005.00134.x>

Ricucci D. (1998). *Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review*. **International Endodontic Journal**, 31(6):384-393, Noviembre. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15551606>

Ricucci D, & Langeland K. (1998). *Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study*. **International Endodontic Journal**, 31(6):394-409, Noviembre. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15551607>

Brito T., Olano T., Teixeira L., Ramos C. & Kenji C. (2016). *Antimicrobial activity and biocompatibility of calcium hydroxide-based endodontic sealers*. **Revista de la Asociación Dental Mexicana**, 73(2):60-64, Enero. Disponible en:
<http://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=65121>

Senthamilselvan A. Vidhya S., Sekar M. & Kothandaraman R. (2016). *A comparative evaluation of the effect of the addition of pachymic acid on the cytotoxicity of 4 different*

root canal sealers - An in vitro study. **Journal of Endodontics**, 43(1):96-99, Noviembre. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27847138>

Zhou H.M., Du T.F., Shen Y., Wang Z.J., Zheng Y.F. & Haapasalo M. (2015). *In Vitro Cytotoxicity of Calcium Silicate-containing Endodontic Sealers.* **Journal of Endodontics**, 41(1):56-61, Enero. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25442721>

Camps J., Jeanneau CH., Laurent P. & About I. (2015). *Bioactivity of a Calcium Silicate-based Endodontic Cement (BioRoot RCS): Interactions with Human Periodontal Ligament Cells In Vitro.* **Journal of Endodontics**, 41(9):1469-1473, Septiembre. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26001857>

Dimitrova-Nakov S., Uzunoglu E., Ardila-Osorio H., Baudry A., Richard G., Kellermann O. & Goldberg M. (2015). *In vitro bioactivity of Bioroot RCS, via A4 mouse pulpal stem cells.* **Academy of Dental Materials**, 31(11):1290-1297, Noviembre. Disponible en:

[https://www.demajournal.com/article/S0109-5641\(15\)00377-2/abstract?code=dental-site](https://www.demajournal.com/article/S0109-5641(15)00377-2/abstract?code=dental-site)

Poggio C., Rivas P., Chiesa M., Colombo M. & Pietrocola G. (2017). *Comparative cytotoxicity evaluation of eight root canal sealer.* **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, 9(4):574-578, Abril. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5410681/>



Universidad del Desarrollo

Facultad de Ciencias de la Salud
Odontología