



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

USO Y MANEJO DEL MINERAL TRIÓXIDO AGREGADO EN
PERFORACIONES ACCIDENTALES EN LA PREPARACIÓN DEL
SISTEMA DE CONDUCTOS, EN 3D.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A:

JUAN PABLO FLORES ANGELES

TUTOR: C.D. FRANCISCO JAVIER IBARRARÁN DÍAZ

ASESOR: C.D. JOSÉ LUIS CORTÉS PARRA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradezco a mis padres Marcial Flores y Eugenia Angeles, por el gran apoyo y compromiso que siempre han tenido, porque mi futuro se base en valores y en el estudio. que siempre serán parte de mi día. Deseo que me acompañen por mucho tiempo, y continúen guiándome con ese valor y coraje que siempre han reflejado. ¡Los Amo!

A mi hermana Marisol, por la paciencia y fortaleza con las que siempre pude contar en mis momentos de mayor dificultad, guiándome con su experiencia, y sobre todo el cariño que me tiene, con el que siempre e contado todos los días.

Mi agradecimiento a la UNAM por permitir que mi formación, fuera de la más agradable y enriquecedora, con la gran contribución de grandes experiencias inolvidables llenas de tanto conocimiento y esfuerzo. Mi hogar con el que siempre soñé, logrando estudiar y triunfar con el apoyo que nos brinda.

Agradezco a mis profesoras y profesores, por impulsar mis cualidades y seguir desarrollando mis habilidades, y con quienes contare indudablemente al seguir formando aún más mis conocimientos.

Un inmenso agradecimiento a la mesa de jurado formado por la Esp. Elizabeth Powell Castañeda, el C.D. Francisco Javier Ibararán Díaz y el Esp. Juan Martínez Hernández, por permitirme presentar este trabajo, como reflejo de mi esfuerzo por el que eh luchado, cumpliendo uno de mis objetivos. A demás quiero agradecer a mi asesor C.D. José Luis Cortez Parra por el apoyo y tiempo que me brindo para poder realizar este trabajo.

Los motivos de felicidad en mi experiencia académica y por los que quisiera agradecer debido a que sin ellos, pudo ser más difícil el proceso, siendo una de las experiencias más agradables y que me enorgullece mencionar son a mis amigos Dany, Mau, Emmanuel, Julio, Ángel y Efraín, y a mis mejores amigas Diana, Dianurra, Mariel, Selene, Jenifer y Karen; así como a las personas que fueron parte de esta gran experiencia dentro de la Facultad, compartiendo de su tiempo y grandes momentos de felicidad, sabiendo que contarán conmigo en las diferentes situaciones presentes en cada día y con quienes comparto un maravilloso recuerdo, los quiero Lucero, Misa, Gerardito, Mike y Lore.

Gracias y les deseo grandes éxitos.

ÍNDICE

Introducción	5
1. Perforaciones	6
1.1 Etiología de las perforaciones.	8
1.1.1 Perforaciones radiculares patológicas.	9
1.1.1.1 Resorciones internas.....	9
1.1.1.2 Resorciones externas.....	12
1.1.2 Perforaciones de origen iatrogénico.	13
1.1.3 Perforaciones por caries.....	19
2. Clasificación de las perforaciones dentales.	20
2.1 Pronóstico de las perforaciones dentales.	20
2.2 Tiempo.	20
2.3 Clasificación por su ubicación.	21
2.4 Clasificación por su tamaño.	23
2.5 Clasificación por forma.	24
2.6 Diagnóstico de las perforaciones y su prevención.	25
2.7 Tratamiento de las perforaciones dentales.....	29
3. Materiales para el tratamiento de las perforaciones dentales	32
3.1 Hidróxido de calcio en su presentación puro.	33
3.2 IRM.	35
3.3 Ionómero de vidrio.....	36
3.4 Amalgama.	39
3.5 Biodentine.	40
4. Mineral Trióxido Agregado (MTA)	42
4.1 Resumen histórico del MTA.	42
4.2 Composición del MTA.	43
4.3 Consideraciones histológicas del MTA.	45
4.4 Características del MTA.	46
4.5 Aplicaciones del MTA en Odontología.....	48

5. Manejo del MTA para las perforaciones dentales.	50
5.1 Instrumental para la colocación del MTA.	50
5.2 Colocación del MTA en las perforaciones.	51
Discusión	54
Conclusión	59
Referencias Bibliográficas	61

Introducción

Las perforaciones radiculares han sido unos de los accidentes de mayor riesgo en la rehabilitación de los órganos dentarios, pero debido a su etiología, se deben tomar medidas y tratamientos distintos, con el fin de poder dar un tratamiento con un pronóstico favorable.

La etiología de las perforaciones dentales, se dividirá de acuerdo a su origen, si son de origen patológico, iatrogénico y por caries. En las perforaciones de origen patológico, podremos encontrar que se dividen en resorciones internas y resorciones externas, estas por lo general son patologías que, por métodos de diagnóstico, podrán ser evaluadas y tratadas lo más pronto y correctamente posible.

En las perforaciones de origen iatrogénico abarcaremos cuales son los errores más comunes con los que provocamos de forma accidental las perforaciones; así como sus elementos de diagnóstico y técnicas que nos ayudaran como un apoyo para determinar de una forma eficaz su tratamiento, aumentando el pronóstico y el mejoramiento de nuestras decisiones, así como medidas de prevención.

Además, demostraremos cuales son los elementos que se basan para dar la clasificación a las perforaciones dentales, así como los elementos que se deben tomar en cuenta para un correcto manejo de la situación.

Debido a que el tema de las perforaciones dentales es un tema de gran trascendencia histórica, conoceremos algunos de los materiales que se han utilizado como elemento de rehabilitación, donde abarcaremos unos de los materiales con el mayor sello de aprobación de la comunidad odontológica que es el MTA.

El MTA siendo uno de los materiales de mayor importancia debido a su gran biocompatibilidad, pero sobre todo al ser destacado por unas de sus características más importantes, que es la formación de tejido mineralizado, asegurando un mejor pronóstico de nuestros tratamientos en el empleo de este material, con el gran interés de la reparación y pocas complicaciones en contacto con el tejido periodontal

1. Perforaciones

La American Association of Endodontists (AAE) define a la perforación dental en su glosario de términos [1], como:

“La comunicación mecánica o patológica entre el sistema de conducto radicular y la superficie externa del diente.”

El Dr. Manuel Eduardo de Lima Machado define en su libro a la perforación [2], como:

“Una perforación es una comunicación no fisiológica entre el espacio pulpar y el periodonto o cavidad oral, la cual puede ser el resultado de diferentes causas. “

La falta de atención en el desarrollo de nuestros tratamientos ha dificultado la elaboración y pronóstico de los mismos. Por esta razón la toma de decisiones para resolver los eventos de origen iatrogénico se ha tornado más difícil de manera que los procedimientos de restauración son más laboriosos y con la incertidumbre de que nuestro tratamiento sea el correcto.[3]Se debe tener en cuenta que el operador lo realice con los protocolos y medidas establecidos, aumentando o disminuyendo la eficacia del tratamiento realizado.



Figura 1. Perforación de la cámara pulpar. Endodoncia: ciencia y tecnología. Lima Machado.

La perforación dental accidental en la mayoría de los casos está íntimamente relacionada con el procedimiento del tratamiento de conductos. [2,4,5]

Debido al desconocimiento en el área de anatomía dental y la falta de percepción de las imágenes como herramientas de diagnóstico; uniendo todas estas características se atribuyen para el mal desarrollo de nuestros tratamientos. [5]

De acuerdo a la perforación dental se representa la segunda causa del fracaso endodóntico. [2,5]

Además, el uso inadecuado o el exceso en el manejo de los instrumentos rotatorios o equipo técnico que modifican la estructura del sistema de conductos son acciones de alto riesgo.

A consecuencia del desgaste no controlado, predispone a una perforación en diferentes localizaciones de la cámara pulpar y sistema de conductos, involucrando ampliamente al periodonto. [3,4]



Figura 2: Endodoncia Bottino, Marco Antonio.

Es importante conocer e identificarla perforación dental, para saber actuar y con qué materiales cuenta el operador, para poder reparar el área afectada.

De esta manera el pronóstico y éxito de nuestra terapia se verá con un beneficio positivo con el compromiso de nuestro trabajo y satisfacción en el paciente. [2]

Las perforaciones regularmente son destructivas y en ocasiones causan la pérdida del diente, por lo que siempre conviene tomar medidas durante la preparación.

Entre estas podemos encontrar[2, 4, 5]:

- Tener conocimiento y manejo de la anatomía del diente a tratar.
- Realizar con eficacia los protocolos de aislamiento.
- Prestar atención al procedimiento y manejo de nuestros instrumentos.
- Hacer uso de herramientas tecnológicas que ayudan y facilitan la terapia odontológica.
- En caso de desconocimiento, acudir con el profesional capacitado.

1.1 Etiología de las perforaciones.

Las perforaciones dentales en la mayoría de los casos son por errores técnicos en el desarrollo de los tratamientos en el sistema de conductos radiculares, se presenta además una etiología de origen patológico la cual no podemos controlar como en el caso de las perforaciones de causa iatrogénica. [2,4]

Consecutivamente a esto la etiología se dividirá en:

- Perforaciones radiculares patológicas
- Perforaciones de origen iatrogénico.

1.1.1 Perforaciones radiculares patológicas.

El origen de las perforaciones radiculares patológicas está asociada a las resorciones externas e internas, las cuales causan una perforación y en sus etapas avanzadas se dificulta. [2]

1.1.1.1 Resorciones internas.

La causa de la reabsorción interna es desconocida, pero se ha asociado a eventos traumáticos. La resorción interna como lo explican el Dr. Ilson José Soares y el Dr. Fernando Golberg en su libro “Endodoncia, Técnica y Fundamentos”, menciona que la resorción interna es [6, 7]:

“Es el resultado de la acción osteoclástica, formando lagunas de tejido osteoide como reparación a la perforación que son localizados dentro de la cámara pulpar o conductos radiculares, en ocasiones con una comunicación con el espacio periodontal en sus estadios más avanzados.”

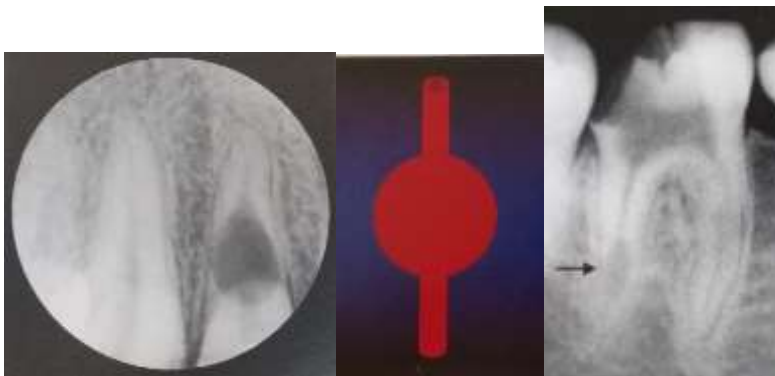
El tejido pulpar que se encontraba dentro de la estructural dental es sustituido por tejido granular, esto es conocido como metaplasia pulpar, de esta manera el tejido se encuentra inflamado, asiéndose presente áreas de reabsorción con manifestación clínica.[2,7, 8]



Figura 3. Endodoncia
Técnica y fundamentos.
Soares J. Golberg F.

Los datos clínicos que nos proporciona la resorción interna es que es asintomática, responden positivamente a las pruebas de vitalidad pulpar y periapical. En sus estadios más avanzados por la actividad de los dentinoclastos se presenta un área de color rosado a través de la corona en sus zonas de mayor reabsorción. [7, 9]

En una radiografía la resorción interna se presenta sin un cambio aparente en sus primeros estadios, por lo cual son difíciles de interpretar. Solo se mostrarán en una radiografía cuando éstas sean más extensas, es decir, con un área de radiotransparencia mayor en la zona del conducto radicular. Cuando la reabsorción interna aparece en una radiografía y suelen ser extensas, a menudo son un indicio de que se encuentran perforadas. [7,8, 9]



Figuras 4. Endodoncia Técnica y fundamentos. Soares J, Golberg F.

El tratamiento de las reabsorciones internas consiste en realizar de forma normal el tratamiento de conductos, con su conformación, desinfección y obturación correcta. [7]

Tras eliminar el tejido pulpar la resorción se detendrá. Entre otros aspectos cuando se encuentra una perforación de corona o raíz se debe considerar la formación de una barrera calcificante o la terapia quirúrgica, por este hecho el pronóstico es reservado. [7,8]

Debido a la presencia de los microorganismos en los túbulos dentinarios, es difícil realizar la desinfección, frenando el estímulo constante sobre las células clásticas.

Por esa razón es que después de la realización de nuestro acceso, debemos limpiar y dar conformación a nuestro conducto, y al termino debemos llenar por completo con una pasta de hidróxido de calcio.[7]

Al ser obturado, los iones hidroxilo, resultado de la hidrólisis, penetran en la dentina, la alcalinizan y crean un medio impropio para los microorganismos. Además, por su alcalinidad los ácidos sintetizados por las células clásticas, son neutralizados, evitando que continúe la desmineralización de la superficie radicular. [10]

El hidróxido de calcio tendrá que ser cambiado en varias citas, hasta asegurar que nuestro tratamiento definitivo pueda ser realizado.

Debido a que la comunicación entre la cavidad pulpar y el periodonto a través de una resorción establece una situación de alto riesgo, es importante identificarlas lo mejor posible, no solo con la radiografía u otras herramientas, por esta razón podemos hacer uso de localizadores electrónicos del foramen. Si la comunicación ya está establecida, el instrumento conectado al localizador electrónico hará

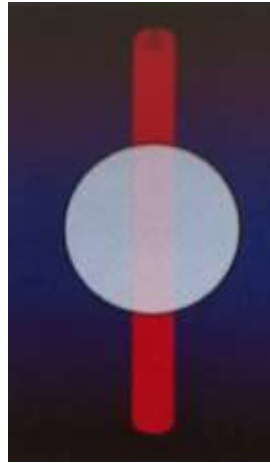
contacto, en el conducto radicular, con el tejido periodontal adyacente a la comunicación y emitirá la alerta sonora o visual. [7, 11]

1.1.1.2 Resorciones externas.

Al igual que la resorción interna es asociada a los antecedentes traumáticos, en la resorción externa existe además como consecuencia de generar gran presión en los tejidos de soporte aumentando los mecanismos de inflamación y entre estos dos estímulos, la contaminación bacteriana determina un estímulo adicional. [6, 7, 2]

La superficie radicular al encontrarse estimulada intensamente, aumenta y prolonga el proceso inflamatorio, las células clásticas mantienen su acción sobre los tejidos mineralizados, destruyéndolos lentamente. En el área de mayor reabsorción los conductillos dentinarios son poblados por microorganismos que con la liberación de sus endotoxinas, determinarán un evento de mayor dificultad.

En el caso de la resorción externa en una radiografía, el conducto mantiene sus trazos originales y aparenta atravesar la lesión, es de gran utilidad usar diferentes angulaciones en la toma de radiografía, debido a que en las radiografías tenderá a alejarse del conducto.[7]



Endodoncia
y fundamentos.
Soares J, Golberg F.

Figura 6. Endodoncia
Técnica y fundamentos.
Soares J, Golberg F.



1.1.2 Perforaciones de origen iatrogénico.

El Dr.E. Berutti y el Dr. M. Cagliani en su libro Manual de Endodoncia definen a la perforación como [4]:

“El término perforaciones iatrogénicas define un trayecto artificial que pone en comunicación el espacio endodóntico con los tejidos de sostén de la pieza dental”

La perforación además de permitir el paso de bacterias y promover la inflamación de los tejidos de soporte, promoviendo la pérdida de adherencia y una reabsorción

ósea, que dará como resultado la presencia de bolsas periodontales, son factores que están directamente relacionados con la posición de la perforación, así como el tamaño y tiempo en que se produjo la perforación hasta que reciba un tratamiento. [2, 3,4, 5,12]

En la etiología de las perforaciones iatrogénicas intervienen diversos factores entre los cuales se encuentran [3,5,12]:

- Anatomía endodóntica compleja.
- El espesor reducido de la dentina radicular.
- Uso de los instrumentos y técnicas.

Las perforaciones iatrogénicas principalmente son realizadas en [3, 4, 5, 12]:

- ❖ En la abertura coronal.
- ❖ En la instrumentación del conducto.
- ❖ En el retratamiento.
- ❖ En la preparación protésica.

Durante la preparación del acceso principalmente las perforaciones son realizadas con instrumentos rotatorios, estas son fresas de diamante o de tungsteno. Las perforaciones que se realizan durante esta fase se ubican particularmente en el piso de la cámara pulpar en el área de la furcación dentaria o caras vestibulares de dientes anteriores y mesial o distal de premolares y molares. [3,4,5,11, 12]



Figura 7. Endodoncia: criterios técnicos y terapéuticos. Gustavo H.

Para evitar los errores durante la preparación del acceso se debe tener cuidado cuando el diente presenta inclinaciones y rotaciones que modifique su posición natural. Adicionalmente tenemos que mencionar que en la rehabilitación protésica de los dientes en ocasiones se ve modificada la posición debido a que la restauración ha corregido las mal posiciones de las piezas dentales y en consecuencia, la corona no refleja el eje del diente. En estos casos es esencial evaluar con sumo cuidado en la radiografía, para evitar los posibles riesgos. [4,6,11,14]

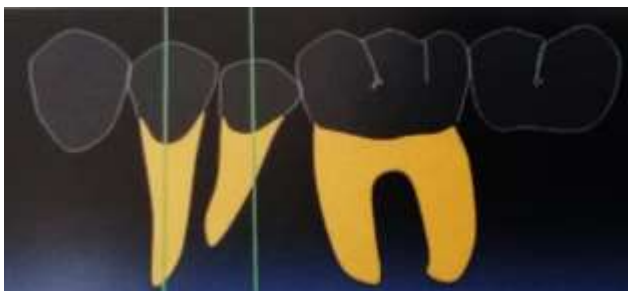


Figura 8. Endodoncia: criterios técnicos y terapéuticos. Gustavo H.

Ante la apertura del acceso en dientes que presentan calcificación pulpar, se reduce drásticamente el espacio de la cámara y conducto radicular, representan otro riesgo, debido a que la perforación con nuestra fresa hacia el espacio de la cámara pulpar no se pueda percibir y continuemos con la rotación de la fresa con la posibilidad de realizar una perforación. [4,5,11]

Para evitar las posibles perforaciones a la cámara pulpar es importante tener los conocimientos de anatomía dental, contando con una imagen radiográfica, con la recomendación de tomar varias radiografías a diferentes posiciones, que nos aportaran información del tamaño y extensión de la cámara pulpar, así como la posición y angulación del diente. [4,6,11,13]

En la fase de preparación del conducto, realizada por instrumentos manuales o rotatorios, que son los principales causantes de perforaciones en convexidades de la curvatura radicular (tercio medio o apical, o en la concavidad (tercio coronal o medio).

Es debido mencionar que no se recomienda la exploración para ubicar la entrada de los conductos radiculares con instrumentos rotatorios (fresas), puesto que el ensanchamiento y/o apertura de los mismos no se ha realizado siguiendo la vía natural que corresponde a la anatomía radicular, aumentando las probabilidades de modificar y perforar a nivel de la entrada de los conductos. [4,11,13]



Figura 9. Endodoncia. Bottino y Marco Antonio. Alonso.

Las perforaciones de la bifurcación pueden ser de dos tipos [4]:

DIRECTAS	EN BANDA
<ul style="list-style-type: none"> • Se produce durante la búsqueda de la entrada de los conductos. • Se considera como un defecto abierto realizado por una fresa. • Es de fácil acceso, pequeño y con presencia de paredes 	<ul style="list-style-type: none"> • Afecta a un lado de la bifurcación de la superficie radicular coronal. • Se debe a un ensanchamiento excesivo por limas o sistemas rotatorios. • Son de difícil acceso y requieren de tratamientos más elaborados.

Tabla 1. Datos tomados de Manual de endodoncia. Berutti, E.

Las perforaciones a nivel del tercio medio radicular, son relacionadas a la instrumentación en la zona de las curvaturas por métodos erróneos, así como la remoción de instrumentos separados, material de obturación o tapones de detritos dentinarios. [4,6,11]

Además, factores que pueden producir una perforación durante la instrumentación son [4,9]:

- Conductos curvos.
- Instrumentos con calibres inadecuados.
- Error de conductimetría.
- Conductos calcificados.
- Conductos obstruidos con materiales diversos.
- Uso de quelantes (EDTA)

- Uso de instrumentos poco flexibles.



Figura 10. Manual de endodoncia. Berutti, E.

Las causas de las perforaciones en tercio medio, son al igual aplicables para las perforaciones del tercio apical, con la diferencia de que estas están localizadas en la porción más apical de la raíz. [4,9]

En la fase de restauración del diente que fue sometido a un tratamiento de conductos, es frecuente colocar una retención intrarradicular, y para eso se usan instrumentos rotatorios, que resultarían ser agresivos, los cuales con gran facilidad pueden perforar paredes dentinarias o causar erosiones de la pared radicular (stripping).[4,9]



Figura 11. Endodoncia Bottino, Marco Antonio

En el caso del retiro de la remoción de pilares o núcleos metálicos por medio del desgaste con fresa debe hacerse con mucho cuidado, pues la fresa puede deslizarse y perforar

la raíz. Cuando lo ideal es removerlos con ultrasonidos o con otros dispositivos apropiados para esa finalidad. [3,4,5,11]

La mayoría de los problemas pueden evitarse cumpliendo los principios de diagnóstico, la elección, planificación del tratamiento, limpieza y modelado. [3,5]

El conocer y saber las limitaciones, así como las ventajas y desventajas de nuestros instrumentos, nos aportará el conocimiento para hacer el uso correcto, dando eficiencia y seguridad al ser usados en nuestros tratamientos.

Por otra parte, el odontólogo, que conoce sus propias limitaciones sabrá identificar los casos potencialmente difíciles y derivará a estos pacientes al especialista. [2,4]

1.1.3 Perforaciones por caries.

Las caries extensas pueden provocar perforaciones en la base o en cualquier otra área de la raíz, en estos casos es difícil realizar algún tipo de tratamiento por el grado de destrucción, que es muy grande. [2]

2. Clasificación de las perforaciones dentales.

Debido a la existencia de varios elementos de origen para formar una perforación, se debe tomar en cuenta distintos factores que nos ayudarán a formar un mejor diagnóstico y plan de tratamiento, dando eficiencia de nuestro trabajo.

Con este fin las perforaciones se podrán clasificar de distintas maneras, como sería y tomando en cuenta, el tiempo, ubicación, dimensión, pronóstico. [3,4,5,11,12,15]

2.1 Pronóstico de las perforaciones dentales.

El éxito de que una perforación pueda ser controlada, dependerá totalmente de que sea controlado la aparición de bacterias en el medio, así como el tiempo entre ocurrencia y tratamiento, ubicación de la perforación, tamaño y forma.

Recordemos que el pronóstico de nuestro tratamiento, es proporcional con el tamaño del diente: los dientes con mayores dimensiones y perforaciones pequeñas, poseerán un mejor pronóstico. [3,4,5,11]

2.2 Tiempo.

El tiempo es un factor determinante entre la presencia de una perforación a el tiempo en que esta recibirá un tratamiento, el cual debe realizarse de inmediato y con una técnica aséptica, reduciendo la probabilidad de una infección establecida, resultando en un entorno perirradicular con un alto margen de éxito en su reparación. [2,3,4,5,12]

En el caso contrario a que la perforación reciba un retraso en su tratamiento, estamos favoreciendo a la destrucción del tejido periodontal principalmente al hueso alveolar y la aparición de bolsas periodontales y/o migraciones gingivales. [2,3,5,12]

Entre más tiempo pase la perforación sin un tratamiento, mayor será la dificultad para lograr la reparación de los tejidos lesionados e inflamados, pudiéndose establecer un proceso infeccioso, asegurando un pronóstico desfavorable, lo que terminara con la extracción del diente. [3,5]

2.3 Clasificación por su ubicación.

Clasificar las perforaciones de acuerdo a su ubicación es simple, tomando en cuenta las partes anatómicas del diente, con respecto al límite con la cresta ósea. [2,3,4,5, 9,12]

Estas se dividen por; Coronal, Crestal, Apical y en Furca.

Zona Anatómica	Pronóstico	Existencia de daño tisular	Consideraciones
Coronal	Bueno	Con daño reducido tanto de la adherencia epitelial como de los tejidos de soporte.	Tiene un fácil acceso, consiguiendo un buen sellado.

Crestal	Reservado	A nivel de la unión epitelial, con alto riesgo a la migración epitelial y presencia de bolsas periodontales	Debido al riesgo aumentado de la migración epitelial y posible presencia bacteriana, la intervención quirúrgica es recomendada.
Apical	Bueno	Leve migración epitelial, sin presencia de bolsas periodontales	El tratamiento se deberá realizar bajo un estricto control aséptico.
Furca	Reservado	Presencia de migración epitelial y bolsas periodontales, con reabsorción ósea de la cresta radicular.	El lapso de tiempo entre la perforación y el tratamiento, debe ser corto y con un estricto protocolo de asepsia.

Tabla 2. De propia creación. Con base a [2,3,4,5].

Debemos recordar que el pronóstico de nuestro tratamiento, en relación a la ubicación del defecto, está íntimamente

relacionado con el tiempo en que se hace la rehabilitación, así como la técnica y uso de nuestros materiales, todo realizado en un entorno aséptico, favoreciendo el éxito de la terapia.[5]

2.4 Clasificación por su tamaño.

Después de ubicar las perforaciones es importante determinar las dimensiones, puesto que estas son variadas, pueden ir desde un aspecto puntiforme del tamaño de una fresa de diamante o de tungsteno, a perforaciones de mayor tamaño debido al exceso o profundización del uso de nuestros instrumentos, manuales o rotatorios. [2,3,4,5]

Las perforaciones se pueden clasificar de acuerdo a su tamaño [4,11]como:

- Pequeñas (Instrumentos de n°15 a 20)
- Grandes (Instrumentos mayores a n°20)

Las perforaciones pequeñas, tienen un mejor pronóstico debido a que estas por ser de un diminuto tamaño el sellado se realiza de forma completa, con pocas repercusiones en los tejidos periodontales, mostrando una mejor respuesta curativa. Además de que en el tratamiento existen pocas posibilidades de proyectar material de restauración en el momento de condensarlo dentro de la perforación. [5,12]

En cambio, en las perforaciones de mayor tamaño, las repercusiones son grandes, entre estas encontramos, presencia de daño al hueso alveolar, migración del tejido periodontal, presencia de bolsas periodontales, entre otras. Estas perforaciones tienen problemas de tener un sellado

incompleto del defecto, con posibilidades de extrusión de los materiales de sellado, evolucionando a una continua irritación bacteriana, dificultando y disminuyendo el pronóstico de nuestro tratamiento. [5,11,12]

Es debido señalar que el tamaño de dientes grandes con perforaciones proporcionalmente pequeñas, obtendrán mejores resultados en su rehabilitación, en comparación con los dientes de dimensiones más pequeñas. [5,7]

2.5 Clasificación por forma.

Las perforaciones por sus formas [2,3,4,5] serán clasificadas en tres:

Redondas	Elongadas	Irregulares
Principalmente realizadas durante el acceso. Normalmente ocurren en cervical o furca, convexidad de la curvatura de los conductos.	Localizadas principalmente en furca o entrada de los conductos, y en zona apical, por trasporte del foramen.	Usualmente ocurren en la búsqueda de la localización de la entrada de los conductos, en las porciones del piso de la cara pulpar por un desgaste excesivo.

Tabla 3.De propia creación. Con base a [2,4].

2.6 Diagnóstico de las perforaciones y su prevención.

Para poder realizar un diagnóstico es debido precisar el momento en que la perforación está presente, puesto que no se pueden tomar las mismas medidas y métodos de diagnóstico para perforaciones que acaban de ser realizadas, a las perforaciones que ya tiene un tiempo y no han recibido un tratamiento. [2,4,9,11]

En el caso de las perforaciones realizadas en la misma consulta, se deberán tomar medidas entre las cuales están:

- Mantener y preservar un entorno aséptico.
- Observar si el sangrado es abundante, así como su color y tratar de visualizar de donde proviene.
- Suprimir el sangrado con puntas de papel o torundas de algodón, para obtener una mejor visualización.
- Preguntar al paciente la existencia de síntomas, después de la perforación accidental.
- Hacer uso de herramientas que nos ayuden a visualizar el estado de la perforación, como lo son las radiografías.

El sangrado que encontraremos, será un sangrado profuso, y repentino y en el caso de que la anestesia no fuera realizada, el paciente podrá referir un dolor agudo, debido a la invasión de los instrumentos en el tejido periodontal. [11]

Este sangrado podrá ser controlado a partir del uso de torundas de algodón estériles y puntas de papel, estas últimas serán de gran ayuda debido a que nos van a permitir ubicar con mayor facilidad la perforación, así como la estimación de la longitud de la misma, estando sucio por el sangrado del tejido periodontal. [2,11]

En algunos casos recomiendan el uso de torundas de algodón impregnadas de un agente hemostático, solo si es necesario, por el tipo de sangrado de la perforación. [1]

Los hemostáticos que se pueden emplear son:

- Adrenalina al 1:50,000 o a distintos porcentajes.
- Sulfato Férrico.

Es conveniente detectar las perforaciones rápidamente, para evitar que los instrumentos e irrigantes intrarradiculares puedan dañar los tejidos periodontales. [2,11]

Radiográficamente existen varios métodos para determinar la posible existencia de una perforación, en este trabajo solo hablaremos de algunos. [2,7,9]

A medida de lo posible y se permita la introducción de un instrumento de endodoncia de un tamaño o calibre pequeño, nos podrá confirmar la presencia de la perforación, mostrando la incongruencia de la lima en un trayecto que no corresponde al del conducto radicular. [4,5,11,12]

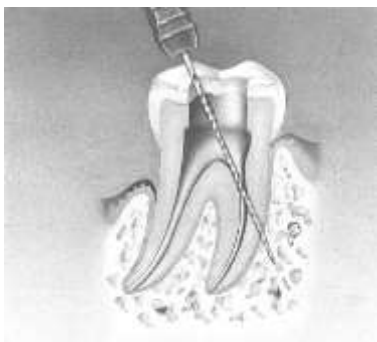


Figura 12. Fuss Z, Trope M.
Root perforations:
classification and treatment
choices based on prognostic
factors. Endod Dent
Traumatol.

Este método de diagnóstico podrá ser apoyado por el uso del microscopio operatorio, permitiendo observar la perforación con mayor detenimiento. [4,11]



Figura 13. Solución de problemas en endodoncia: Prevención, identificación y tratamiento. Gutmann, James L, y Paul E Lovdahl.

Entre otros métodos esta la colocación de un material radio opaco como es el hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$, en cantidades que incrementen un para poder ser visualizadas en el área de la perforación. [4]

Usando este método se recomienda la toma de varias radiografías a diferentes angulaciones y posiciones del aparato de Rayos X. [4,5,11,13]



Figura 14. Manual de endodoncia. Berutti, E, M Gagliani, y M Amato.

En ocasiones debido a la ubicación de la perforación (caras vestibulares, palatinas o linguales) o elementos que no permitan la observación del material que colocamos, por la superposición de estructuras anatómicas o materiales de restauración, no se recomienda el uso de este método de diagnóstico. [11]

Otro de los medios con el que contamos es el uso de los localizadores apicales electrónicos, debido a que la lectura en relación al contacto con los tejidos periodontales es más correcta y confiable, determinando con mayor precisión, la ubicación de la perforación, en comparación a los métodos radiográficos. [4,11]

Una de las herramientas más actuales con las que contamos es el uso de estudios como lo son el Cone Beam Computed Tomography (CBCT), una herramienta útil en el diagnóstico de las perforaciones, permitiéndonos evaluar la ubicación, de las dimensiones y la gravedad de la perforación.[2,4,9,11,16]



Figura 15. Manual de endodoncia. Berutti, E, M Gagliani, y M Amato.

En el caso de las perforaciones que tienen un tiempo prolongado desde el momento de la perforación al momento en que el paciente asiste con nosotros, tendremos que realizar una anamnesis detallada, que nos proporcione información como, por ejemplo:

- El tiempo transcurrido.
- Identificar el procedimiento que originó la perforación.
- Signos y síntomas a partir de la perforación.

Después de realizar la anamnesis debemos continuar con un examen clínico, donde realizaremos la inspección clínica, palpación del área afectada, sondeo y su examen radiográfico.[2,9,14,17,18]

Durante la palpación debemos observar si hay presencia de pequeños edemas en la región de la perforación, fluctuaciones y/o presencia de exudado en el área. [14,18]

No debemos olvidar que el conjunto de signos y síntomas podrá variar en relación con la ubicación de la perforación y el tiempo que tardemos en realizar la rehabilitación. [2,3,5,9]

El diagnóstico de la perforación puede ser realizado siempre y cuando la combinación de signos y síntomas del paciente nos permita armar un cuadro clínico, con su respectivo tratamiento.

2.7 Tratamiento de las perforaciones dentales.

El tratamiento de las perforaciones dentales, se basa en los principios para la clasificación de las perforaciones, en favor de poder recordarlo [2,3,5], son:

- Nivel.
- Lugar.
- Tamaño.
- Forma.
- Diente anterior o posterior.

Los tratamientos para las perforaciones se clasifican basado en el grado de complejidad y grado en que se desarrollaran, estos son;

1. Tratamientos Conservadores.
2. Quirúrgicos.

Dentro de los tratamientos conservadores consiste en el uso de un material que permita el sellado total de la perforación, asegurando que este no ayude más en la destrucción del diente, y en cambio en combinación de otro material estimule el cierre de la perforación con tejido mineralizado. [4,8,9,11]

Entre los materiales para el sellado de las perforaciones encontramos:

- Amalgama.
- IRM.
- Ionómero de Vidrio

Y el material que estimula la mineralización de los tejidos es el Hidróxido de Calcio. [3,4,5,9,11]

Uno de los tratamientos conservadores que existe además de la compactación de materiales, está la tracción ortodóncica. [7,11]

La tracción ortodóncica se utiliza cuando las perforaciones se encuentran a nivel de la corona, con límite en cervical, es necesario elegir bien nuestro material de restauración debido a que unos son solubles estando expuestos al medio oral externo que no permitirá un buen sellado, trayendo como consecuencia la presencia de bacterias.[7]

El objetivo de realizar la tracción ortodóncica es trasladar el área de la perforación a un nivel supra óseo, facilitando la técnica de restauración o reconstrucción, aumentando el pronóstico de nuestro tratamiento.[7,11]

Para los tratamientos quirúrgicos se debe tomar a consideración que este tipo de tratamientos no deben ser nuestra primera opción, si no hemos intentado anteriormente y varias veces el uso de los tratamientos conservadores o en caso contrario en el fracaso de los tratamientos conservadores, para corregir y continuar con la rehabilitación de la perforación. [2,4,5,9,11,12]

El tratamiento quirúrgico estará relacionado a la ubicación de la perforación, y a partir de ser ubicada se realizará el plan de tratamiento.[11]

Tercio anatómico	Tratamiento
Tercio Apical	Apicectomía
Tercio Medio Radicular	Retrobturación.
Tercio cervical	Retrobturación con uso de un material sellador,
Área de la bifurcación o trifurcación	Odontosección o Radicectomia

Tabla 4. Solución de problemas en endodoncia: Prevención, identificación y tratamiento. Gutmann, James L, y Paul E Lovdahl.

3. Materiales para el tratamiento de las perforaciones dentales.

El uso de los materiales para el manejo de las perforaciones, y que se utilizan deben tener características entre las cuales las que debemos destacar son: El buen sellado periférico, evitar la filtración de bacterias y sustancias, así como la resistencia a los medios líquidos, evitando desalojar la perforación previamente rehabilitada y en algunos casos induciendo una acción anestésica. [2,7,9,11]

En presencia de bacterias, estos materiales no deben favorecer el crecimiento bacteriano, en cambio deben ser antisépticos, evitando la población descontrolada por bacterias, dificultando el tratamiento. [7,9,14]

Otra de las características que deben favorecer, es la restauración de una perforación mediante el cierre, por un tejido mineralizado, mediante una biocompatibilidad del material, sin causar reacciones tóxicas o irritativas. [10,11,14]

Estas características las podemos encontrar mediante la combinación de los diferentes materiales para la obturación de las perforaciones dentales [7,8,11,14]. Por tal motivo se dividen como:

- Materiales de restauración provisional.
- Materiales de restauración definitivo.

3.1 Hidróxido de calcio en su presentación puro.

El Hidróxido de Calcio fue introducido en 1920 por Hermann como pasta obturadora de conductos radiculares. Actualmente es usada como medicación temporal de los conductos radiculares. Es un cemento con propiedades reparadoras en las que induce la formación de dentina reparadora, neutralizando la liberación de iones de hidrógeno en medios ácidos, funcionando como una barrera física insoluble a la difusión acida en cavidades. [2,10]

Debido a su alta solubilidad (1.7 g/L) a los fluidos bucales y presentando baja resistencia a la compactación (2.24 g/cm³), no es indicado en contacto con el medio externo. [2]

Su pH varía entre el 12.4 al 12.8 produciendo la desnaturalización de proteínas, con una actividad antiséptica, hidroliza las porciones lipídicas de los lipopolisacáridos bacterianos de la pared en bacterias Gram negativas. Incluso el hidróxido de calcio en su liberación de los iones hidroxilo reaccionan con el ADN bacteriano, inhibiendo la replicación celular, causando la pérdida del gen bacteriano.[10]

Debemos incluir que el hidróxido de calcio impide la exacerbación de la respuesta inflamatoria a través de los siguientes mecanismos [2]:

- Acción astringente de los capilares.
- Acción higroscópica sobre el plasma sanguíneo extravasado en los espacios extravasculares.
- Inhibición de la liberación de fosfolipasa.
- Inhibición de la liberación de prostaglandinas.

- La impermeabilización de las paredes de los vasos sanguíneos a través de la formación de células endoteliales.

Dando como resultado un estado de analgesia, después del tratamiento de endodoncia.

Utilizando el hidróxido de calcio como una medicación intraconducto entre sesiones, favorece a la disolución de los restos de tejido pulpar. Y en colaboración con el uso de irrigantes como el hipoclorito de sodio, revela una mayor efectividad y desinfección de las superficies, como si se usaran concentraciones mayores de hipoclorito de sodio. [2,14]

El hidróxido de calcio al ser utilizado dentro del sistema de conductos radiculares favorece la aposición de tejidos calcificados, mediante la liberación de iones calcio y iones hidroxilo, activando la acción de los odontoblastos al aumentar el ph e inhibir la actividad osteoclástica y dando origen a una capa de tejido mineralizado. [2,14]

Debido a que el hidróxido de calcio cuenta con buenas propiedades biológicas, incluyendo su radiopacidad, no debemos olvidar que es un material soluble y que no endurece, limitando su uso en odontología. [2]



Figura 16. Endodoncia: criterios técnicos y terapéuticos. Gustavo Horacio Lopreite.

3.2 IRM.

El cemento de óxido de zinc y eugenol es uno de los cementos más utilizados para las restauraciones temporales, con características aislantes térmicas, con un ph de 7 y con gran biocompatibilidad, por tal motivo en ocasiones se llega a ocupar como material de restauración con propiedades analgésicas y de reparación, pero debido a su filtración que se calcula desde la colocación a dos semanas, impidiendo la restauración completa y reduciendo el pronóstico del tratamiento. [11,14,19,20]

Estas propiedades varían de acuerdo al tipo de cemento de óxido de zinc y eugenol que usemos [14,19], como ayuda tenemos la siguiente tabla:

Tipo	Agregado	Uso	Resistencia
I ZOE	Polvo de óxido de zinc y liquido de eugenol, aceite de clavo.	Cementado temporal	35 MPa
II IRM	Polvo con agregado de ácido propiónico, resinas, polímeros y alúmina.	Restauración temporal	60 MPa
III SUPER EBA	Polvo de óxido de cinc, y liquido con agregado de ácido orto etoxibenzoico (EBA)	Base para restauración	65 MPa

IV ZOE	Polvo de óxido de zinc de partículas más pequeñas.	Cementado Temporal.	40 MPa
--------	--	---------------------	--------

Tabla 5. Endodoncia: criterios técnicos y terapéuticos. Gustavo Horacio Lopreite.

El ZOE es material de uso provisional en las perforaciones dentales, en el caso de no disponer de MTA, por motivo de su alta biocompatibilidad. En el caso de usar, al ser colocado, se deberá colocar un recubrimiento de ionómero de vidrio. [11,14]

En la reparación de las perforaciones dentales, el ZOE es más favorable su uso en el pronóstico de perforaciones a largo plazo, debido a su biocompatibilidad, aun cuando el material se proyecte al tejido periodontal, sin la necesidad de procedimientos quirúrgicos. [14]



Figura 17. Endodoncia: criterios técnicos y terapéuticos. Gustavo Horacio Lopreite.

3.3 Ionómero de vidrio.

El cemento de Ionómero de vidrio es un material de restauración permanente con gran capacidad de resistencia

mecánica y con poca solubilidad a líquidos, pero sobre todo se debe destacar su buen sellado marginal, debido a su adhesión química con la superficie dental. Por este motivo es un material empleado en restauraciones de clase V y en la reparación de perforaciones del límite cervical, tanto supragingival y subgingival, de un tamaño entre los 2 a 3 mm. [21]

Los componentes del polvo están basados en vidrio de fluoro aluminosilicato cálcico, y un líquido de una solución de ácido poliacrílico con aditivos, que son sus componentes básicos, dentro de los diferentes tipos de ionómero de vidrio. [14]

Para clasificar el ionómero de vidrio se basa en el tipo, y cada uno es en relación a su uso dentro de los diferentes tratamientos [11,14], como se muestra en la siguiente tabla.

Tipo	Uso
I	Cementado
II	Restauración y sellador de foseas y fisuras
III	Forro o base
IV	De fotocurado, modificado con resina

Tabla 6. Endodoncia: criterios técnicos y terapéuticos. Gustavo Horacio Lopreite.

Regularmente el ionómero de vidrio que se utiliza para las perforaciones es de tipo IV modificado con resina, debido a su: resistencia, coeficiente de expansión, biocompatibilidad y adhesión a la dentina y cemento, liberando fluoruro. [14]



Figura 18. Endodoncia: criterios técnicos y terapéuticos. Gustavo Horacio Lopreite.

El ionómero de vidrio tiene una respuesta inflamatoria menor, con presencia de una reparación en los tejidos periodontales, con revestimiento de tejido conectivo, con una leve presencia de tejido de granulación dando oportunidad a la presencia de bolsas periodontales. Siendo un material que no asegura en gran medida el pronóstico de nuestro tratamiento. [22]

El ionómero de vidrio puede ser utilizado en combinación con otros materiales de restauración, esto debido a que en perforaciones en área de furca o en banda, el ionómero de vidrio en contacto con la sangre o un medio más húmedo, no presenta la misma calidad de sus características. [11]

Por este motivo se ha reforzado el uso del MTA como material de restauración de la perforación con un refuerzo, de una base de ionómero de vidrio modificado con resina, con el propósito de mejorar la resistencia y adhesión, reforzando la unión de del ionómero de vidrio con las paredes dentinarias con un acondicionamiento de la superficie, el cual no afectara significativamente la resistencia del ionómero de vidrio sobre el MTA. [23]

Figura19. Sealing of Root perforation with glass ionomer cement: a case report. Ferreira R. y cols.



3.4 Amalgama.

La amalgama es un material de restauración permanente para las perforaciones dentales, en conjunto con una base de óxido de cinc y eugenol. [9,11]

Anterior mente se usaba como material de restauración en las perforaciones del tercio cervical, área de furca y en obturación retrograda, pero debido a su efecto de corrosión y falta de adherencia, su uso fue el limitado. En la composición de la amalgama, podemos encontrar varias aleaciones a diferentes porcentajes. [19]

Las aleaciones de amalgama con contenido de cinc, existe el riesgo al efecto de expansión tardía en contacto con un medio húmedo, haciendo que la amalgama se expanda, creando cuarteaduras en el tejido dental. Por tal motivo las amalgamas cuentan con un contenido mayor de cobre y concentraciones bajas de cinc o libres de cinc.[19]

Debido a que la amalgama no tiene capacidad adhesiva, su retención es meramente física, por tal motivo en una perforación se debía hacer la adaptación a las irregularidades, sosteniéndose de las paredes circundantes, exponiendo el tratamiento a un pronóstico desfavorable, debido a que la perforación se hacía más grande. [19]

El sellado de las grandes perforaciones con amalgama, y con grandes dimensiones, sería difícil de reconocer en una radiografía, por tal motivo es necesario levantar un colgajo de la zona, para tener un reconocimiento mejor del área afectada, iniciando con la eliminación del material necrótico hasta llegar a estructura dental firme, realizando retenciones, para la colocación del material restaurador. [11]

Por este motivo la amalgama ha sido uno de los materiales de relleno en los procedimientos de retrobturación más populares; sin embargo, su uso ha sido asociado con aumento de los niveles de mercurio en sangre 1 semana después de su colocación. [24]

3.5 Biodentine.

En el 2010 apareció como un cemento a base de silicato de calcio presentado por Gilles y Oliver, que asemejaba ser el nuevo material de restauración permanente con el objetivo de cumplir las características de biocompatibilidad y resistencia. Su composición se basa en un polvo a base de silicato tricálcico y polvo de carbonato de calcio y óxido de zirconio, y un líquido con una solución de cloruro de calcio y un agente reductor de agua. [25,26]

Entre las características del biodentine que debemos destacar, que es un material de alta resistencia a la compresión y gran flexibilidad con la aplicación de fuerza que se comprende entre los 170 MPa a las primeras 48 horas y 304 MPa después de los 21 días de su aplicación, por lo que se convirtió en un material de restauración en las perforaciones dentales, además de su fácil manipulación y un tiempo de fraguado corto aproximado de 12 minutos. [20,26]

El ph del biodentine es altamente alcalino [20], aunque en el estudio realizado por el Doctor S. Pushpa publicado en el 2018 sobre “Effect of ph on solubility of whtite Mineral Trioxide Aggregate and Biodentine: An in vitro study.”, menciona:

“El MTA blanco como el Biodentine cumplen con los requisitos de la norma ISO 6876:2001, es decir, solubilidad <3% después de 24 horas en todas las condiciones ambientales de pH, exceptuando el Biodentine que exhibió una solubilidad >3% en el pH ácido.”

Por este motivo se debe considerar su uso ante la presencia en un medio ácido, como sería en presencia previa de bacterias o uso de materiales de pH ácido.[25]

El Biodentine es un cemento que ha sido comparado con el MTA dentro de los aspectos de biocompatibilidad, sellado, toxicidad, tiempo de fraguado, resistencia, capacidad antimicrobiana y sobre todo con el hecho de cuál será la mejor opción para ser usado en los tratamientos. Por esa razón se ha buscado de forma experimental, su comparación in vitro. [26,27]

En el artículo “Biocompatibility and sealing ability of Mineral Trioxide Aggregate and Biodentine as root-end filling material: A systematic review”, del Doctor Nidhi Pravinchandra Solanki, publicado en el 2018, realiza una investigación donde reúne y revisa bajo un protocolo varios artículos en los cuales se hace la comparativa del Biodentine y el MTA. Dando como conclusión:

“El Biodentine asociado con sus propiedades biológicas favorables indica que el material puede ser usado eficientemente en la práctica clínica como material retrogrado de relleno. Donde el tiempo de fraguado rápido es la mayor ventaja del Biodentine en comparación con el MTA. Sin embargo, se requiere una evaluación larga en situaciones clínicas para más inferencias.” [26]

4. Mineral Trióxido Agregado (MTA).

La American Association of Endodontists (AAE) define al mineral trióxido agregado (MTA) como [1]:

“Un material similar al cemento utilizado como material de relleno del extremo de la raíz, para la reparación de perforaciones y recubrimiento pulpar, y como barrera de la raíz en dientes con ápice abierto.”

La International Endodontic Journal en el 2018 publica una revisión sobre las diferentes publicaciones del MTA, lo define como; “Cemento Endodóntico Bioactivo (BEC)”. Los BEC son materiales que en su composición comparten las mismas ciertas características de biocompatibilidad, químicas y físicas, usados en numerosos tratamientos de la terapia pulpa. [28]

4.1 Resumen histórico del MTA.

En 1993, Torabinejad desarrolla el Mineral Trióxido Agregado (MTA) en la Universidad de Loma Linda, California E.U.A. [23]

Para 1997 la FDA aprueba al MTA como material de uso en los Estados Unidos. [28]

En 1999, el MTA fue aprobado para uso humano por Food and Drug Administration (FDA), comenzando su comercialización bajo el nombre de ProRoot MTA. [23]

En el 2002 se introdujo una variación de la fórmula original del MTA de color gris, a una presentación en color blanco, debido a los casos de decoloración. [6]

Se le atribuye la invención del cemento portland a Koseph Aspdin en 1824 en Inglaterra, para la construcción de edificaciones, el cual es caracterizado por tener la misma composición del MTA con la diferencia de tener oxido de bismuto el cual es una radiopacador del MTA y una leve diferencia de los niveles del oxido de calcio en el cemento portland, que da como resultado la respuesta tisular para la formación de tejido mineralizado. [29,30]

4.2 Composición del MTA.

El agregado de trióxido mineral es un polvo mineral compuesto de partículas hidrofílicas, silicato tricálcico, silicato dicálcico, óxido de bismuto, dialuminato de calcio y sulfato de calcio deshidratado junto con algunos elementos como hierro, níquel, cobre y estroncio. [14,23]

Posteriormente se introduciría el ProRoot MTA de color de diente (blanco) debido a que el primer productor que se encontraba era de color gris causando una decoloración en los dientes que era utilizado.[28]

Asgary y cols. (2005), concluyeron que ambos tipos de MTA Angelus y Angelus MTA blanco también indujo decoloración dental. [24]

Ioannidis y cols. (2013), menciona que el hierro y manganeso fueron sugerido como los elementos responsables de la decoloración.[24]

Parirokh y Torabinejad (2010) en sus investigaciones recientes han demostrado que el óxido de bismuto es el principal culpable.[24]

Parirokh y cols.2017, mencionaron que la exposición del óxido de bismuto al componente de colágeno de dentina, es un determinante de la causa de la decoloración asociada con el blanco MTA Angelus. [24]

Marciano y cols. 2014, sorprendentemente, mostraron que aumentando la concentración de óxido de bismuto para aumentar la radiopacidad no tuvo un impacto significativo en el nivel de decoloración. [24]

Otro de los materiales que comparte una gran similitud en su composición es el Ortho MTA compartiendo sus componentes con ProRoot MTA pero con la diferencia de que Ortho MTA tiene menos metales pesados en su contenido. Ortho MTA es relativamente barato y fácil de manipular. [24]

Ortho MTA fue desarrollado principalmente para la obturación del sistema de conductos, así como para tratamientos de relleno retrógrados y reparaciones de perforación.

Consiste en silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, tetracalcioaluminoferrita, yeso, óxido de calcio libre y óxido de bismuto También tiene una característica bioactiva. [27]

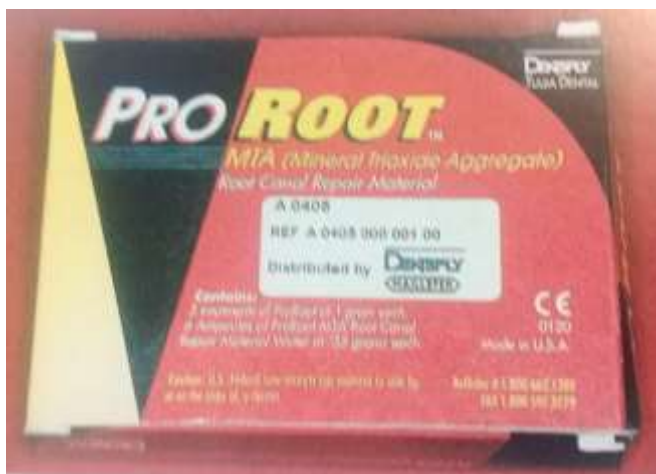


Figura 20. Endodoncia.
Bottino, Marco Antonio.

4.3 Consideraciones histológicas del MTA.

El mineral trióxido agregado tiene la capacidad de inducir la formación de tejido mineralizado debido a la liberación de citocinas de las células óseas, con el potencial para hacer la formación de tejido duro nuevo, promoviendo la formación de ligamento periodontal y cementoformación. El MTA también tiene efectos bactericidas, debido a la liberación de iones hidroxilo y la producción de un ambiente de pH alcalino, promoviendo la actividad antiséptica. [17,30]

Su mecanismo de acción no es del bien conocido, pero se cree que comienza cuando el MTA se descompone en óxido de calcio y fosfato cálcico, dando lugar a la formación de cristales, que le darán forma a una estructura amorfa mineralizada. [6,18]

Estos cristales están formados de por óxido de calcio, mientras que la estructura amorfa está formada de 33% de calcio, 49% fosfato, 2% de carbono, 3% de cloruro y un 6% se silicio. [6]

La biocompatibilidad del MTA, ha permitido que en los tejidos periodontales exista una proliferación de fibroblastos, la

formación de colágeno y la regresión del proceso inflamatorio en el tejido subcutáneo, después de 60 días. [31]

Moore y cols. 2011, mencionaron que el MTA sobrellenado puede ser absorbido y por lo tanto no interfiere con la cicatrización del tejido perirradicular, o provocar síntomas persistentes que requieren tratamiento adicional, como la cirugía apical para proporcionar alivio y curación. [24]

4.4 Características del MTA.

Debido a que es un material hidrofílico con la capacidad de convertirse en gel coloidal que se cristaliza expandiéndose aumentando su sellado marginal. Se ha sugerido que la propiedad de sellado del MTA es eficaz debido a su ligera expansión, producto de la capa interna que depende del montaje del material sobre las paredes dentinarias, que se atribuye por la existencia del medio húmedo donde se coloca, sin modificar sus propiedades. [32]

Se tiene que destacar su excelente biocompatibilidad y capacidad de sellado, ya que además de estar asociado con un deseable resultado clínico, usado en la reparación de perforaciones, tratamientos de pulpa vital, retrobturaciones, como un tapón apical y como material de obturación del conducto radicular, demostrara su alta calidad. [28,33]

Su radiopacidad es de excelente calidad, en comparación a otros materiales, incluso es mayor a la de la dentina, siendo destacando al observarse en una radiografía.

Aunque sus propiedades de manejo y tiempo de fraguado entre 3 y 4 horas, son las menos deseables y tiene el

potencial de decoloración, el MTA ha demostrado ser uno de los materiales dentales menos citotóxicos y presentando mejor resistencia a la compresión superior en comparación a otros materiales usados para la restauración radicular. [34]

El mecanismo de decoloración que promueve el uso de MTA, ha demostrado que el área cervical es la región más afectada en los dientes después de su colocación. [35]

El factor que promueve la decoloración se creía desconocido, sin embargo, hay factores que atribuyen la decoloración entre estos se encuentra; la contaminación por sangre, la explosión o mezcla con líquidos de irrigación y condiciones ambientales. [28]

Camilleri (2015), menciona que la razón de esta decoloración puede deberse a la reducción de NaOCl a cloruro de sodio por el óxido de bismuto; por lo tanto, NaOCl causa al óxido de bismuto una oxidación, lo que lo hace inestable, lo que resulta en una reacción con CO₂ presente en el aire que crea bismutobonato, que debido a su sensibilidad a la luz podría ser la razón detrás de la decoloración de MTA. [24,31]

La adición de fluoruro de sodio a ProRoot MTA es una de las novedades que actualmente apoya la proliferación y diferenciación de osteoblastos. [36]

Por tal motivo la adición de fluoruro, abre la puerta para el desarrollo de novedosas terapias basadas en MTA que promueven la formación de tejido duro más homogéneo en endodoncia. [36]



Figura 21. Endodoncia.
Bottino, Marco Antonio.

4.5 Aplicaciones del MTA en Odontología.

Fue desarrollado con el propósito de facilitar adquirir una consistencia adecuada para una variedad de aplicaciones clínicas, tales como recubrimiento pulpar, pulpotomía, perforaciones y reabsorciones, retrobturación, para el tratamiento de dientes con ápice incompleto y como material de obturación del conducto radicular. [31,32]

El MTA al ser utilizado como recubrimiento pulpar ha demostrado gran eficacia, debido a su biocompatibilidad y baja toxicidad, desplazando al Hidróxido de calcio como estándar de oro, para la formación de una barrera de tejido mineralizado, formando puentes dentinarios más homogéneos.

El MTA ha desarrollado un mejor desempeño clínico, por su resistencia a la compactación, y con resultados clínicos muy favorables ante la respuesta inflamatoria, que se ha visto reducida o incluso anulada. [34]

Al ser usado el MTA como un tapón apical en los dientes con pulpas necróticas y ápices abiertos tiene varias ventajas sobre el uso de hidróxido de calcio para apexificación, incluyendo un número reducido de visitas en el tratamiento y la posibilidad reducida de una fractura dental. [28]

En la reparación de perforación el MTA fue usado, factores como el tiempo entre la perforación y su reparación, tamaño de la perforación y la ubicación de la perforación, alteraciones anatómicas del diente y presencia de infección el sitio de perforación al momento del tratamiento, tuvo una influencia significativa en el resultado del tratamiento, evitando la migración del tejido periodontal, así como la poca presencia de inflamación. [28,33]

Siew y cols. (2015), destacan que el tiempo entre la perforación y su reparación es un factor crítico, como un retraso aumenta la posibilidad de infección en la perforación, con un impacto negativo en el pronóstico.[28]

5. Manejo del MTA para las perforaciones dentales.

La manipulación del MTA es relativamente fácil, es un material de alta practicidad, con el cual nos encontraremos familiarizados. Este material consiste en varias de sus presentaciones en un polvo que se deberá mezclar con agua destilada, este deberá adquirir a través del espatulado una consistencia de masilla. [13,17]

Principalmente se debe seguir las proporciones que marca el fabricante, estas en general se marcan a una proporción de polvo y líquido a 3:1 en proporción.[13]

5.1 Instrumental para la colocación del MTA.

Los principales instrumentos que se utilizan para la colocación en el área que se necesita es a través de la jeringa de Angelus, esta jeringa está hecha de acero inoxidable que consiste en dos partes, la jeringa de Angelus y su vástago, que nos permitirá la proyección del material a través de la jeringa, colocando el material en la zona que requerimos.

Para la condensación del material son múltiples los instrumentos que se utilizan, entre estos podemos encontrar los condensadores u obturadores de Machtou, y en ocasiones hay quien tiene la preferencia por el uso de aplicadores de amalgama, o condensar el material con puntas de papel. [7,11,13,32]

5.2 Colocación del MTA en las perforaciones.

Debido a la existencia del MTA en sus diferentes presentaciones, es de gran importancia leer el instructivo, ya que ellos nos mencionan las características y formas de aplicar el MTA, así como las recomendaciones con las cuales se debe de mezclar y aplicar el material. Por tal motivo es necesario seguir las indicaciones de cada fabricante. [33]

Con motivo de este trabajo, pondremos el ejemplo al MTA de la casa comercial Angelus, menciona [33] que:

- El MTA solidifica al mantenerse en un medio húmedo, después de ser espatulado con agua.
- Su tiempo de curación es de aproximadamente de 10 minutos y finaliza a los 15 minutos. Sin esperar su tiempo de fraguado para continuar con su procedimiento.
- Al ser mezclado con agua adquiere un pH de 10, y en 3 horas se estabiliza en un pH de 12.
- Su radiopacidad se asemeja a la que tiene la gutapercha, y más radiopaco que la dentina y el hueso.
- Tiene una resistencia a la compresión de 40 MPa después de 24 horas y 65 MPa después de los 21 días.

Indicaciones [33].

- En tratamientos de perforación radicular (canal o furca) iatrogénica o lesión de caries.
- Tratamientos de perforaciones de reabsorciones internas, tanto en tratamientos quirúrgicos y conservadores.

- Obturación retrógrada.
- Protección pulpar directa.
- Pulpotomía.
- Apicoformación.

Advertencias / Contra-Indicaciones [33]

- Hacer uso de medidas de protección, así como las gafas, guantes o mascararas.
- El frasco debe ser abierto poco antes de su aplicación debido a que el material es sensible a la humedad, posteriormente cerrar el frasco.
- No usar el MTA como obturador de conductos, debido a su plasticidad y escurrimiento son inadecuados para esa función.
- No utilizar en lugares en contacto con el surco gingival, pues presentara solubilización.
- No hacer uso de MTA en áreas expuestas a la luz para evitar el oscurecimiento de la estructura dental.
- Hacer uso de un exceso de material, dificultara la cicatrización.
- No utilizar el MTA en pacientes sensibles a uno de sus componentes.

Técnica de uso [33]:

1. Los instrumentos que estarán en contacto con el MTA, deberán ser esterilizados previamente, entre estos se encuentran; la placa de vidrio, la espátula y los instrumentos para la inserción y condensación del MTA.
2. Se aplicará el polvo y el agua destilada en proporciones de 1 cuchara de polvo y una gota de agua

sobre la placa de vidrio, que se deberá espátula durante 30 segundos, hasta adquirir una consistencia arenosa.

3. Se deberá llevar el MTA al sitio deseado con el aplicador de MTA angelus u otro instrumento adecuado.
4. Realizar la condensación del MTA con instrumentos metálicos o puntas de papel humedecidas con agua destilada.

En ocasiones antes de la colocación del MTA se realiza la conformación de una pequeña capa de hidróxido de calcio, con motivo de evitar el desbordamiento del MTA a los tejidos periodontales, lo que podría dificultar su reabsorción. [11,13]

Se ha mencionado que la aplicación del MTA se puede realizar con el uso de puntas de ultrasonido, no diamantadas y sin uso de agua, con motivo de favorecer y promover una mejor adaptabilidad marginal, impidiendo su disolución y conservándose en su lugar, aumentando aún más el pronóstico de nuestro tratamiento. [37]

Debido a la discromía que se presenta después de la aplicación del MTA, se ha recomendado el uso de adhesivos con el objetivo de obstruir los túbulos dentinarios del área cervical, evitando la presencia del color oscuro en la corona anatómica. [24]

Discusión

Una de las preocupaciones más frecuentes en el tratamientos de las perforaciones dentales, es el sellado de la misma en presencia de sangre u de otros fluidos, así como el mantener el material de restauración en su lugar, manteniendo el sellado hermético , sin la posibilidad de una contaminación bacteriana que involucre el tratamiento de conductos y afectando al periodonto, evolucionando a un estado del diente, donde sea irreversible con la posibilidad de la pérdida del diente, aún a pesar de haber usado herramientas y métodos de restauración.

Las perforaciones dentales, debido a su variable ubicación, tamaño, forma, recibiendo un tratamiento a distintos tiempos desde el momento de la perforación, hasta que reciben un tratamiento definitivo, Seltzer (1914), menciona estas mismas características, mediante su investigación en monos, comprobando que las perforaciones dentales se pueden clasificar de acuerdo a sus características, pero es de gran importancia, que estas sean atendidas a un corto periodo de tiempo sino es que hasta inmediato, evitando los riegos que se ven reflejados en un corto periodo de tiempo en el tejido periodontal.

Fuss Z. y cols. (1996), evaluaron al igual los riegos de la perforación dental y los clasificó mediante sus características, determinando que las perforaciones que se encuentren a nivel de la cresta alveolar, presentan un mayor fracaso en la reparación, determinando es la zona de mayor riesgo.

Tesis I. y cols. (2006), categorizaron las perforaciones por medio de sus características, tomando en cuenta el tiempo

que transcurre desde que se realizó la perforación y en que entorno se realizó su rehabilitación, exponiendo que la perforación dental, debe ser restaurada en un entorno controlado, mediante el uso del aislamiento absoluto, donde no exista la presencia de saliva, sangre u otros elementos que comprometa el pronóstico del tratamiento de rehabilitación, así como los materiales indicados para la terapia de las perforaciones dentales.

Los materiales de uso para la rehabilitación de las perforaciones dentales han variado, debido a la falta de adaptabilidad y compatibilidad con el entorno, que rodea a las perforaciones dental, por tal motivo desde la terapia de las perforaciones dentales con la amalgama dental e hidróxido de calcio, ha evolucionado la terapia de las perforaciones dentales incorporando materiales con un alto nivel de biocompatibilidad y adaptación de las perforaciones dentales, aún incluso tomando en cuenta la función estética de la rehabilitación de las perforaciones.

Lodiene G. y cols. (2011), realizaron una investigación mediante el uso de ionómero de vidrio con composite, y el MTA, presentando que ionómero de vidrio presenta mejores propiedades durante la terapia de perforaciones de perforaciones que se encuentren supragingival, pero sin ser excluido como material para la rehabilitación de perforaciones del área de furca, aún sin tener la propiedad el MTA de formar tejido mineralizado, sin tanta afectación al periodonto.

Además del ionómero de vidrio, el cemento Portland es uno de los materiales pioneros de la rehabilitación, incluso apareciendo antes que el MTA, y compartiendo varias características desde su composición y propiedades,

colocándose como una alternativa de la reparación de las perforaciones dentales.

Kumar y cols. (2015), realizaron una comparación entre el MTA gris, MTA blanco y el cemento Portland tomando aspectos de su composición y características, estableciendo que el cemento portland tiene poca diferencia en los resultados, colocándose como una alternativa de la rehabilitación de perforaciones, pero no como sustituto del MTA.

Uno de los materiales de más reciente inclusión como material para la terapia pulpar y considerado el sustituto del MTA como material de primera elección, es el Biodentine, dado a que este material presenta características muy similares y superando en algunos aspectos al MTA, como en su costo y falta de decoloración después de su colocación.

Mondelli y cols. (2019), atribuyen a que el Biodentine y el MTA son similares, supera por poco en la capacidad de reparación el Biodentine, pero resultando ambos materiales con una excelente biocompatibilidad, permitiendo la reparación y poca inflamación de los tejidos periodontales.

Pravichandra y cols. (2018), en su estudio comparativo del MTA con el Biodentine en biocompatibilidad y sellado, mencionan que el Biodentine debido a sus buenas propiedades es considerado como un buen material para el sellado y obturación retrograda, poco arriba de los resultados con el uso del MTA, pero aún se requiere una evaluación larga, de eventos clínicos del Biodentine.

Debido al refuerzo por parte de las investigaciones y estudios comparativos, el MTA se ha mantenido como un material de primera elección o estándar de oro, debido a sus buenos resultados de biocompatibilidad y adaptación ante la

presencia de elementos como la humedad, limitada flexibilidad del material.

Parirokh y cols. (2018), realizan una investigación detallada, usando un protocolo de recopilación de los diferentes elementos escritos, donde hablaban sobre los materiales utilizados para la terapia pulpar, así como sus propiedades y características, desempeñando un criterio comparativo entre ellos y colocando al mejor de estos, como el de mejor en beneficio de la terapia descrita, concluyendo en varios procedimientos como el MTA es uno de los materiales de mayor investigación y desarrollo, con el beneficio de biocompatibilidad, sellado, menor afectación al periodonto y con una de sus características más destacadas de la presencia de tejido mineralizado.

Nagpal y cols. (2013), a través de la restauración de un caso clínico reportado, apoya la efectividad del MTA como material de restauración de las perforaciones dentales, debido a su baja toxicidad y gran biocompatibilidad con los tejidos periodontales.

Radovan y cols. (2017), después de su investigación in vitro sobre el uso de MTA en un medio húmedo, mencionan que es un material que se puede utilizar aún con la presencia de humedad, sin modificar las propiedades de este material.

Jardel y cols. (2017), al realizar un seguimiento de un tratamiento realizado de una perforación utilizando MTA, reportaron un comportamiento clínico del MTA con un gran beneficio y garantizando el pronóstico a largo plazo, con el apoyo de elementos imagenológicos como la radiografía y la tomografía de haz cónico.

Comprobando ampliamente el uso del MTA como material de restauración y terapia pulpar, de gran beneficio y seguridad, con el que podemos contar, teniendo la confianza de realizar nuestros tratamientos.

Conclusión

Las perforaciones dentales tienden a ser una complicación muy grande en la realización de nuestros tratamientos, reduciendo el pronóstico y eficacia de nuestro trabajo, por eso debemos conocer las herramientas y método de evaluación ante la presencia de una perforación, tomando a consideración, muchas de sus características como el tamaño, su localización, pero sobre todo el tiempo que ha permanecido sin ser reparada; debemos de incluir que la gran variabilidad de la anatomía dental, es un factor que existirá en cada uno de los tratamientos que realicemos en odontología.

Debido al desconocimiento o mal manejo de las maniobras para emitir el diagnóstico de una perforación, el trabajo que realicemos estará encaminado al fracaso, por ese motivo se recomienda el uso de elementos que apoyen y faciliten las limitaciones que uno como operador tiene.

El conocer nuestros materiales de restauración de las perforaciones dentales será un apoyo al conocimiento y capacidades de cada uno, con el objetivo de disponer de ellos, en el momento que se requieran, siempre y cuando se cumplan con las características y elementos que favorezcan sus propiedades.

Por tal motivo el MTA se ha reconocido como uno de los materiales de gran importancia, defendiéndose como unos de los materiales de gran biocompatibilidad y características que favorecen la presencia de tejido mineralizado. A pesar de la presencia de otros materiales que presentan las mismas cualidades, no se ha podido establecer un criterio que los apoye como materiales en el uso de la terapia pulpar

a la altura del MTA, que ha logrado desde su aparición en 1993, estableciéndose como unos de los materiales de primera elección en la terapia de perforaciones dentales y demás procedimientos.

Referencias Bibliográficas

- 1 American Association of endodontists, Glossary of Endodontic Terms, Ninth Edition, 2019.
- 2 Lima Machado, Manoel Eduardo de. *Endodoncia: ciencia y tecnología*. Caracas: AMOLCA, 2016.
- 3 Fuss Z, Trope M. Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. *Endod Dent Transmatol* 1996; 12: 255-264. © Munksgaard, 1996.
- 4 Berutti, E, M Gagliani, y M Amato. *Manual de endodoncia*. Caracas: Amolca, 2017.
- 5 Tesis I. Diagnosis and treatment of accidental root perforations. *Endodontic Topic* 2006, 13, 95-107.
- 6 Hargreaves, Kenneth M, y Louis Berman. *Cohen. Vías de la pulpa*. Barcelona: Elsevier, 2016.
- 7 Soares, Ilson José. *Endodoncia Técnica y fundamentos*. S.2.: s.n., 2012.
- 8 Rao, R. Nageswar, y Sau Jo Chau. *Endodoncia avanzada*. Caracas, Venezuela: Amolca, Actualidades Médicas, CA., 2011.
- 9 Walton, Richard E, y Mahmoud Torabinejad. *Endodoncia: principios y práctica*. Barcelona, España: Elsevier/Saunders, 2010.
- 10 Raúl Luis García Aranda. *Endodoncia: fundamentos y clínica*. 2. México: UNAM, s. f.
- 11 Gutmann, James L, y Paul E Lovdahl. *Solución de problemas en endodoncia: Prevención, identificación y tratamiento*, 2012.
- 12 Seltzer S., Sinai I., August D., Periodontal Effects of Root Perforations Before and During Endodontic Procedures, 1969 Vol. 49 No. 2.
- 13 Bottino, Marco Antonio, y María Cibele G Pellizzari Alonso. *Endodoncia*. São Paulo: Artes Médicas, 2008.
- 14 Gustavo Horacio Lopreite. *Endodoncia: criterios técnicos y terapéuticos*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Grupo Guía, 2016.

- 15 Nagpal R, Manuja N, Pandit IK, et al. BMJ Case Rep Published online: Surgical management of iatrogenic perforation in maxillary central incisor using mineral trioxide aggregate. doi:10.1136/bcr-2013-200124.
- 16 Guerrero F, Berástegui E, Aspiazu K. Porosity analysis of mineral trioxide aggregate Fillapex and BioRoot cements for use in endodontics using microcomputed tomography. *J Conserv Dent* 2018;21:491-4.
- 17 Bergenholtz, Gunnar, Preben Hörsted-Bindslev, y Claes Reit. *Endodoncia*, 2011.
- 18 Canalda Sahli, Carlos, y Esteban Brau Aguadé. *Endodoncia: técnicas clínicas y bases científicas*. Barcelona: Elsevier Masson, 2014.
- 19 Anusavice, Kenneth J, y Ralph W Phillip. *Phillips ciencia de los materiales dentales*. Madrid: Elsevier, 2004.
- 20 Singla M, Verma KG, Goyal V, Jusuja P, Kakkar A, Ahuja L. Comparison of push-out bond strength of furcation perforation repair materials – Glass ionomer cement Type II, hydroxyapatite, mineral trioxide aggregate, and biodentine: An in vitro study. *Contemp Clin Dent* 2018;9:410-4.
- 21 Lodiene G, Morisbak E, Bruzell E, Ørstavik D. T Summary of: Sealing ability of mineral trioxide aggregate, glass ionomer cement and composite resin when repairing large furcal perforations. *Volumen 210 NO. 5 MAR 12 2011*.
- 22 Ferreira R., Nunes A., Dotto S., Hermes C., Sealing of Root perforation with glass ionomer cement: a case report. 2014 Vol 20 p. 35-46.
- 23 Gulati S, Shenoy VU, Margasahayam SV. Comparison of shear bond strength of resin-modified glass ionomer to conditioned and unconditioned mineral trioxide aggregate surface: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2014;17:440-3.
- 24 Torabinejad M, Parirokh M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview – part II: other clinical applications and complications. *International Endodontic Journal*, 51, 284–317, 2018.
- 25 Pushpa S., Maheshwari C., Sridevi N., Dugglas P., Ahuja P., Effect of PH on solubility of whit Mineral Trioxide Aggregate and Biodentine: An in vitro study. 2018 Vol. 12, No. 3.

- 26 Solanki NP, Venkappa KK, Shah NC. Biocompatibility and sealing ability of mineral trioxide aggregate and biodentine as root-end filling material: A systematic review. *J Conserv Dent* 2018;21:10-5.
- 27 Mousavi SA, Khademi A, Soltani P, Shahnaseri S, Poorghorban M. Comparison of sealing ability of ProRoot mineral trioxide aggregate, biodentine, and ortho mineral trioxide aggregate for canal obturation by the fluid infiltration technique. *Dent Res J* 2018;15:307-12.
- 28 Parirokh M, Torabinejad M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview – part I: vital pulp therapy. *International Endodontic Journal*, 51, 177–205, 2018.
- 29 Erazo, C.R. Ruiz, E., Barreda, O.A., Aguirre, E.E. (2018). Efecto osteoinductor del mineral trióxido agregado versus el cemento Portland tipo I sobre lesiones óseas mandibulares. *Odontología Vital* 28:7-14.
- 30 Baranwal AK, Paul ML, Mazumdar D, Adhikari HD, Vyavahare NK, Jhajharia K. An ex-vivo comparative study of root-end marginal adaptation using grey mineral trioxide aggregate, white mineral trioxide aggregate, and Portland cement under scanning electron microscopy. *J Conserv Dent* 2015;18:399-404.
- 31 Mondelli JAS, Hoshino RA, Weckwerth PH, Cerri PS, Leonardo RT, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M, da Silva GF. Biocompatibility of mineral trioxide aggregate flow and biodentine. *International Endodontic Journal*, 52, 193–200, 2019.
- 32 Žižka R, Čtvrtlík R, Tomašík J, Fačevicová K, Ladislav Gregor e, Jiří Šedý d. In Vitro Mechanical Properties of Mineral Trioxide Aggregate in Moist and Dry Intracanal Environments. *Iran Endod J.* 2018;13(1):20-4. Doi: 10.22037/iej.v13i1.15561.
- 33 Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A Manual de MTA Angelus, angelus.
- 34 Shenkin J., Wilson L., Mineral Trioxide Aggregate may be the Most Effective Direct Pulp Capping Material. *J Evid Base Dent Pract* 2019: [183-185].
- 35 Camilo do Carmo Monteiro J, Rodrigues Tonetto M, Coêlho Bandecac M, Henrique Borges A, Cláudio Martins Segalla J, Cristina Fagundes Jordão-

- Basso K, Fernando Sanchez- Puetate C, Carlos Kuga M. Repair of Iatrogenic Furcal Perforation with Mineral Trioxide Aggregate: A Seven-Year Follow-up. *Iran Endod J.* 2017;12(4):516-20. Doi: 10.22037/iej.v12i4.16888.
- 36 Proksch S, Brossart J, Vach K, Hellwig E, Altenburger MJ, Karygianni L. Evaluation of the bioactivity of fluoride-enriched mineral trioxide aggregate on osteoblasts. *International Endodontic Journal*, 51, 912–923, 2018.
- 37 Bampa J., Oliveira F., Pereira M., Araujo D., Sant´Ana F., Analysis of the sealing ability of Portland cement and mineral trioxide aggregate in molars furcation perforations. *Rev Odonto Cienc* 2015;30(3):85-90.