



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

"MANEJO DE PERFORACIONES DURANTE EL TRATAMIENTO
DE CONDUCTOS EMPLEANDO CEMENTOS A BASE DE
SILICATO DE CALCIO".

CYNTHIA LIZBETH JIMENEZ AREVALO

TUTOR: Mtra. LILIANA AMPARO CAMACHO APARICIO



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Agradecimientos

A mis padres no hay palabras para agradecer todo lo que ambos han hecho por mí para que llegara este momento, deseo que este logro lo sientan tan suyo como mío y que estén orgullosos de la persona que los dos formaron.

A Pao por ser una hermana y una gran incondicional, por siempre apoyarme y confiar en mi hasta el último momento.

A Luis por siempre confiar en mi y ser mi apoyo incondicional cuando más lo necesitaba.

A Diana por ser mi persona desde el día uno en la facultad hasta el día de hoy que ya nos estamos titulando juntas. Se que muchos más logros llegarán y este solo es el principio.

A la Mta. Liliana Camacho por aceptar ayudarme durante la realización de esta tesina, por la paciencia y la enseñanza.

A la UNAM, a la Facultad de Odontología y a todos los docentes que me formaron tanto personal como profesionalmente.

Y por último, a todas las personas que confiaron en mí, ya sea familiares o personas extrañas, por permitirme aplicar mis conocimientos y ser mis pacientes, son parte fundamental de mi formación y les estaré agradecida toda la vida.

Índice

Introducción -----	1
Objetivo -----	2
1. Morfología pulpar -----	2
1.1 Componentes del sistema de conductos radicular -----	3
1.2 Conducto Radicular -----	4
1.3 Configuración de los conductos radiculares -----	6
1.4 Clasificación de istmos -----	7
1.5 Configuración del ápice -----	7
2. Perforaciones -----	8
2.1 Definición -----	8
2.2 Etiología -----	9
2.2.1 Patológicas -----	9
2.2.1.1 Resorciones -----	9
2.2.1.2 Resorciones externas -----	9
2.2.1.3 Resorción superficial -----	9
2.2.1.4 Resorción inflamatoria -----	10
2.2.1.5 Resorciones internas -----	10
2.2.1.6 Resorciones internas perforantes -----	10
2.2.1.7 Caries -----	11
2.2.2 Iatrogénicas -----	11
2.2.2.1 Acceso -----	12
2.2.2.2 Preparación del conducto -----	12
2.2.2.3 Colocación o remoción de postes -----	12
2.2.2.4 Stripping -----	13
3. Clasificación y pronóstico -----	13
3.1 Tiempo -----	14
3.2 Ubicación -----	14
3.2.1 Nivel Coronal -----	14
3.2.2 Nivel Crestal -----	14
3.2.3 Nivel Apical -----	14
3.3 Tamaño -----	15
4. Diagnóstico -----	16
4.1 Signos clínicos -----	16
4.2 Análisis radiológico -----	17
4.3 Localizador de foramen apical -----	18
4.4 Tomografía -----	18
5. Materiales a base de silicato de calcio -----	20
5.1 Definición -----	20
5.2 Antecedentes -----	20
5.3 Usos -----	22

5.3 Propiedades fisicoquímicas y biológicas	23
5.4 Generaciones	24
5.5 Clasificación	25
5.6 Tipos de Materiales	26
5.6.1 Mineral Trióxido Agregado (MTA)	26
5.6.1.1 Composición química	26
5.6.1.2 Mecanismo de acción	27
5.6.1.3 Propiedades	27
5.6.1.4 Ventajas y desventajas	28
5.6.2 Biodentine™	29
5.6.2.1 Composición química	29
5.6.2.2 Mecanismo de acción	30
5.6.2.3 Propiedades	30
5.6.2.4 Ventajas y desventajas	31
5.6.3 EndoSequence^R	31
5.6.3.1 Composición química	31
5.6.3.2 Mecanismo de acción	32
5.6.3.3 Propiedades	32
5.6.3.4 Ventajas y desventajas	32
5.6.4 Bioaggregate^R	32
5.6.4.1 Composición química	32
5.6.4.2 Mecanismo de acción	33
5.6.4.3 Propiedades	33
5.6.4.4 Ventajas y desventajas	33
5.6.5 TheraCal LC^R	34
5.6.5.1 Composición química	34
5.6.5.2 Mecanismo de acción	34
5.6.5.3 Propiedades	34
5.6.5.4 Ventajas y desventajas	34
6. Tratamiento de los diferentes tipos de perforaciones	35
6.1 Manejo no quirúrgico	35
6.1.1 Tratamiento en el tercio coronal	36
6.1.2 Tratamiento en el tercio medio	37
6.1.3 Tratamiento en el tercio apical	38
6.1.4 Uso de matriz	38
6.1.5 Extrusión ortodóntica	39
6.2 Manejo quirúrgico	40
7. Métodos preventivos	41
7.1 Antes y durante la preparación del acceso	41
7.2 Durante la preparación del conducto	42
7.3 Durante la colocación de postes	42
Conclusiones	42
Referencias bibliográficas	43
Anexos	46

Introducción

Las perforaciones radiculares se caracterizan por la comunicación entre el sistema de conductos radiculares y los tejidos periodontales. A su vez, pueden tener un origen patológico o iatrogénico durante el tratamiento de conductos.

En efecto, podemos ocasionar daño en los tejidos periodontales generando una inflamación, destrucción de las fibras periodontales, resorción ósea, formación de tejido granulomatoso, proliferación del epitelio y el desarrollo de un defecto periodontal.

El uso de la tomografía computarizada de haz cónico o Cone Beam Computed Tomography (CBCT) es considerado un complemento esencial para el diagnóstico y prevención de las perforaciones radiculares, al igual que el uso de radiografías con distintas angulaciones.

El pronóstico de un diente con perforación radicular dependerá de diversos factores, tales como: la severidad del daño a los tejidos periodontales, la localización y tamaño de la perforación, la contaminación bacteriana, el momento del tratamiento y la elección del material de obturación.

Al elegir el material de reparación debemos considerar que promueva la osteogénesis, cementogénesis, excelente capacidad de sellado, no tóxico, no carcinogénico, biocompatible, con buena estabilidad dimensional y que sea insoluble.

En los últimos años, varios materiales han sido utilizados para el sellado de las perforaciones desde la amalgama, cementos a base de óxido de zinc y eugenol, hidróxido de calcio, gutapecha, IRM o cementos a base de ionómero de vidrio. No obstante, son materiales que no demostraron biocompatibilidad y tienen una baja capacidad de sellado.

A inicios de los años noventa, se marca una nueva era de materiales con la llegada del Mineral Trióxido Agregado (MTA) al mercado como material de obturación en cirugías endodónticas. Posteriormente fue ampliando su aplicación para sellar perforaciones, pulpotomías, recubrimientos pulpaes o en apexificaciones. Al mismo tiempo por la necesidad de buscar mejoría

en los tiempos de trabajo, propiedades, manipulación y biocompatibilidad surgen los cementos a base de silicato de calcio. Los cuales al interactuar con los tejidos, desprenden partículas de hidróxido de calcio que promueven principalmente la regeneración pulpar y de los tejidos perirradiculares.

La ubicación de la perforación radicular será el principal factor de riesgo para el éxito del tratamiento, cuando el defecto se encuentra en cervical o por encima de la cresta ósea su pronóstico será reservado por la continua contaminación bacteriana. En cuanto a las perforaciones infraóseas suelen tener un pronóstico más favorable.

El propósito de este trabajo es conocer los tipos de perforaciones, su tratamiento y pronóstico, así como las propiedades de los materiales disponibles en el mercado para su tratamiento.

Objetivo

El objetivo principal es determinar el manejo de las perforaciones radiculares utilizando cementos a base de silicato de calcio.

Objetivos específicos

- Evaluar el correcto diagnóstico clínico y radiográfico de las perforaciones radiculares.
- Conocer la clasificación de las perforaciones y su pronóstico.
- Mencionar los actuales cementos a base de silicato de calcio y conocer su composición.
- Conocer las diferentes propiedades físicas de los materiales y su empleo en el área de endodoncia.

1. Morfología pulpar

Hablar de la morfología pulpar es complicado por las variantes de configuración anatómicas que la misma presenta. Factores como la edad fisiológica, patologías, traumas y la oclusión pueden modificar las dimensiones de la pulpa.

Por ello, el conocimiento de la morfología dental, una interpretación radiológica exhaustiva, un acceso adecuado que nos permita tener una

amplia visibilidad para explorar el piso pulpar, son requisitos para todo tratamiento de conductos.(1)

1.1 Componentes del sistema de conductos radicular

El sistema de conductos se divide en dos porciones:

- La cámara pulpar que se encuentra en la corona clínica del diente. Mismo que se compone del techo y piso pulpar. El techo muestra una concavidad hacia oclusal/incisal y divertículos, donde se instalan los cuernos pulpares. Por otro lado, el piso tiene una forma convexa y alberga la entrada de los conductos.
- La pulpa o conducto radicular, presentes en las raíces anatómicas. En los dientes multirradiculares inicia en el piso de la cámara pulpar y termina en el foramen apical.

Además, se encuentran cuernos pulpares, variantes de conductos y el foramen apical.(1)

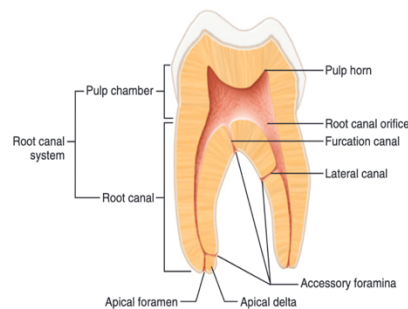


Fig.1 Componentes de la morfología pulpar

Los cuernos pulpares constantemente están expuestos a caries, traumatismos o lesiones mecánicas. Por lo que, el tamaño y forma de la cámara pulpar se ve afectada debido a la rápida mineralización de dentina reparativa, secundaria o terciaria.(1)

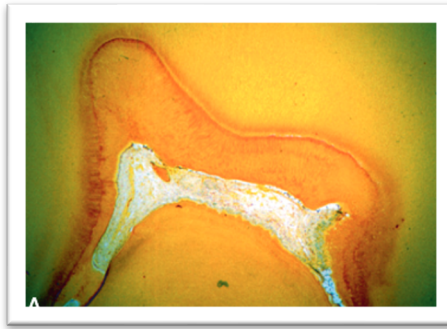


Fig.2 Reducción de la cámara pulpar por la formación de dentina reparativa

1.2 Conducto Radicular

Inicia con un orificio con forma de embudo o hiperbólica y termina en el foramen apical.

Con respecto a las variantes anatómicas, las numerosas ramificaciones que puede presentar el conducto principal son las siguientes:

- Colateral: se exhibe con un diámetro menor y paralelo al conducto principal, finalizando en un foramen único o individual.
- Lateral: nace del conducto principal y desemboca en el periodonto lateral, comúnmente se localiza en tercio medio o cervical.
- Secundario: se sitúa en tercio apical, surge del conducto principal y llega al periodonto lateral.
- Accesorio: nace del conducto secundario y termina en la superficie externa del cemento apical.
- Interconducto: enlaza dos conductos.
- Recurrente: surge del conducto principal y regresa a él sin exteriorizarse.
- Delta apical: abundantes terminaciones del conducto principal.(2)

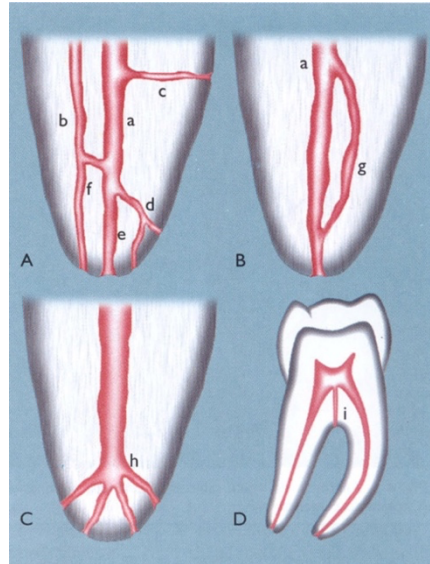


Fig.3 Representación gráfica de las variantes de los conductos radiculares A) a)Conducto principal, b)Colateral, c)lateral, d) secundario, e) accesorio, f) interconducto. B) a) principal, g) recurrente. C) h) delta apical. D) i) cavo interradicular.

Existe la posibilidad que en los primeros molares inferiores los conductos accesorios adopten tres patrones diferentes:

A. Cavo interradicular representa el 13% de los casos, se describe como un solo conducto a nivel de furca, desde el piso de la cámara pulpar hasta la zona intrarradicular.

B. La presencia de un conducto lateral que se extiende desde el tercio coronal del conducto principal a la región de furca, se encuentra en el 23% de los casos.

C. El 10% es una combinación de ambas, con conductos laterales como en zona de furca.(1)

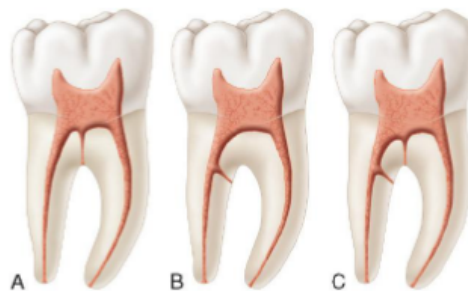


Fig.4 Representación esquemática de los conductos accesorios en primeros molares inferiores

1.3 Configuración de los conductos radiculares

Vertucci por medio de dientes diafanizados, tiñió los conductos radiculares con hematoxilina e identificó ocho configuraciones del sistema de conductos:

- Tipo I: conducto único desde cámara pulpar hasta el ápice.
- Tipo II: dos conductos independientes que salen de cámara pulpar y en el tercio apical se unen formando un conducto.
- Tipo III: conducto aislado, en tercio medio se divide dos para que en tercio apical vuelvan a unirse y terminar como uno solo.
- Tipo IV: dos conductos autónomos desde cámara pulpar hasta el ápice.
- Tipo V: solo un conducto sale de cámara pulpar y se divide en ápice con forámenes apicales libres.
- Tipo VI: dos conductos independientes de cámara pulpar, se unen en tercio medio para llegar a tercio apical con dos conductos distintos.
- Tipo VII: conducto independiente, se divide y vuelve a unirse para finalmente dividirse de nuevo en conductos distintos.
- Tipo VIII: tres conductos autónomos desde cámara pulpar hasta el ápice.(1)

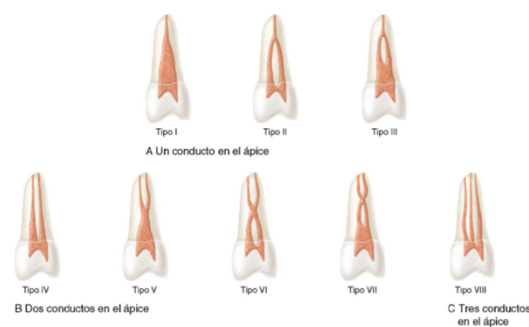


FIG. 7-11 Representación esquemática de las configuraciones de los conductos de Vertucci.

Fig.5 Representación gráfica de la configuración de conductos

El segundo premolar superior demostró ser el único diente en presentar las ocho configuraciones.

1.4 Clasificación de istmos

Esta clasificación fue descrita por Kim y colaboradores.

- Tipo I: se le llama incompleto cuando se presenta una comunicación mínima entre dos conductos.
- Tipo II: el istmo completo presenta dos conductos con una conexión bien definida entre dos conductos.
- Tipo III: istmo completo entre dos conductos pero de un tamaño pequeño.
- Tipo IV: este tipo de istmo puede estar completo o incompleto entre tres o más conductos.
- Tipo V: tiene como característica dos o tres disposiciones del conducto sin conexión entre ellas visible.(1)

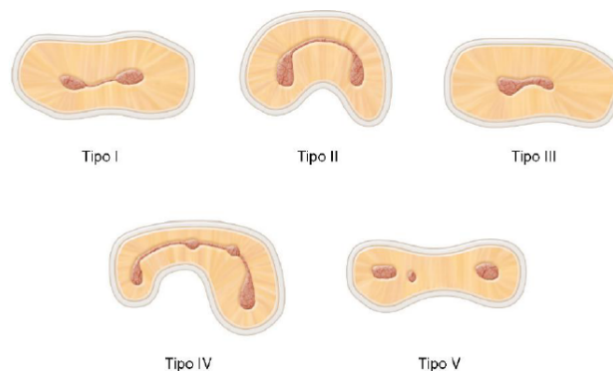


Fig.6 Representación gráfica de la clasificación de los istmos.

1.5 Configuración del ápice

Con base en la descripción de Kuttler de la anatomía del ápice radicular, podemos decir que esta compuesto por:

- Constricción apical (CA): generalmente se encuentra 0.5 a 1.5 mm del FA, se estima que es la porción del conducto radicular con menor diámetro y es llamada frecuentemente como terminación apical.
- Unión cemento-dentinaria (UCD): se caracteriza por ser a zona donde termina el tejido pulpar e inician los tejidos periodontales, con

frecuencia su longitud no siempre coincide con la zona de la CA, se encuentra a 1 mm desde el FA.

- Foramen apical (FA): representa la separación entre la terminación del conducto cementario y la superficie externa de la raíz. Se encuentra generalmente por encima del ápice anatómico entre 0.5 y 3 mm.(1)

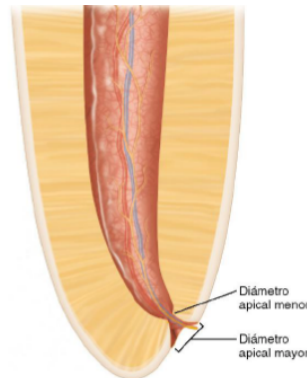


Fig.7 Representación de la localización del foramen apical y la constricción apical.

2. Perforaciones

2.1 Definición

La Asociación Americana de Endodoncia (AAE) define las perforaciones como la comunicación de origen mecánico o patológico entre el sistema de conductos radicular y la superficie externa de la raíz.

- Perforación apical: perforación en el tercio apical de la raíz.
- Perforación en furca: en el área de la furca en dientes multirradiculares.
- Perforación lateral: Perforación completa de una pared radicular debido a una excesiva instrumentación en casos como raíces curvas o invaginaciones radiculares.(3)

2.2 Etiología

2.2.1 Patológicas

2.2.1.1 Resorciones

Fueron descritas por primera vez en 1820 por Bell y Mummery y posteriormente en 1930 por Pritchard, las reabsorciones son condiciones asociadas a un proceso patológico o fisiológico que resulta en la pérdida de dentina, cemento y hasta hueso.

Se dice que la raíz es resistente a la reabsorción gracias a la capa de precemento que forma una barrera orgánica o matriz desmineralizada, la cual impide la quimiotaxis de los osteoclastos.

Existe una variedad de reabsorciones y se diferencian por su mecanismo, causa o localización.(1)

2.2.1.2 Resorciones externas

Su sitio de origen inicia en el periodonto y afecta la superficie externa del diente. Puede ser clasificada en superficial, inflamatoria o por su localización radicular. No siempre existe un daño pulpar.(3)

Principalmente relacionadas a lesiones por luxación o fuerzas inadecuadas sobre los dientes como en un tratamiento de ortodoncia, quistes, tumores o blanqueamiento dental.



Fig.8 Perforación originada por una reabsorción externa

2.2.1.3 Resorción superficial

En el caso de las resorciones superficiales tienen como etiología las lesiones por luxación o los tratamientos ortodónticos. Posterior al trauma al periodonto, ocurre el daño mecánico al cemento. De no existir ningún otro

trauma, habrá un proceso de cicatrización, originando un daño autolimitado, con la capacidad de reparación en 14 días y el diente es asintomático. Ocurre generalmente en las superficies laterales de la raíz y no requiere tratamiento mientras sea autolimitante y cicatrice por sí sola.(4)

2.2.1.4 Resorción inflamatoria

Posterior a un trauma severo al diente, podemos encontrar la pérdida de cemento y la capa protectora de la raíz, aunado a la existencia previa de bacterias en el conducto pulpar, darán lugar a una respuesta inflamatoria severa y aguda en el periodonto. Es la clase de resorción más agresiva, habitualmente se encuentra en dientes desvitalizados, asintomáticos o sintomáticos, creando destrucciones extensas. El tratamiento de conductos inmediato es altamente indicado en este tipo de resorciones.(4)

2.2.1.5 Resorciones internas

Proceso inflamatorio con origen en la cámara pulpar. Caracterizada por una reabsorción de la cara interna de la raíz por células gigantes multinucleares adyacentes al tejido de granulación de la pulpa dental.(3)

Algunos autores afirman que en una reabsorción interna el tejido pulpar es sustituido por tejido conjuntivo con características similares a las del periodonto. No solo es necesaria la presencia del tejido de granulación, también deberá existir una pérdida o alteración de la predentina y la capa de odontoblastos.(1)

Las perforaciones por resorciones internas son poco frecuentes y su etiología está relacionada a pulpotomías, caries, recubrimientos pulpares, uso de turbina sin una adecuada refrigeración, traumatismos e inflamación pulpar crónica. Generalmente son asintomáticas y su diagnóstico puede ser radiográfico.

Radiográficamente se observa como un agrandamiento radiolúcido y uniforme del conducto pulpar, apreciándose una deformación del conducto radicular.(1)

2.2.1.6 Resorciones internas perforantes

Este tipo de reabsorción se caracteriza por la comunicación entre la pulpa y el periodonto, diferenciándose de una reabsorción externa por la falta de

resorción ósea. Esto ocurre dentro de la cámara pulpar o del sistema de conductos a causa de la destrucción de la dentina y cemento o esmalte. Es considerada de tipo severa y agresiva.(4)

Cabe señalar que dentro de sus características clínicas encontramos dientes con dolor por la exposición al ambiente externo y en sus pruebas de vitalidad pueden dar resultados positivos o negativos. En el caso de las características radiográficas además de la lesión radiolúcida, encontramos cambios en el periodonto como ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal.(4)

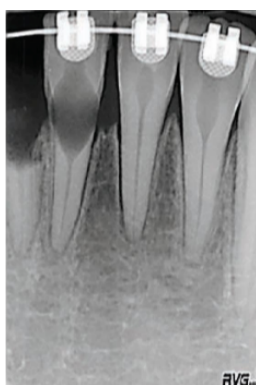


Fig.9 Perforación por reabsorción interna

2.2.1.7 Caries

A pesar de su baja frecuencia, la caries tipo V produce una comunicación entre el periodonto y espacio intrarradicular, por su ubicación y cercanía con el surco gingival o más apical. Sin dejar de lado la posibilidad de perforación de las caries residuales o secundarias.(5)

2.2.2 Iatrogénicas

Uno de los mayores fracasos endodónticos es debido a la iatrogenia profesional al realizar perforaciones, escalones, deformaciones del conducto, subinstrumentación o al contrario una sobreinstrumentación, fractura de limas, realizar movimientos lineales sin precurvar las limas, etc. Las perforaciones de origen iatrogénico afectan del 12-20% de los tratamientos de conductos. Con frecuencia, existe una mayor prevalencia de perforaciones en dientes maxilares en un 74.5% contra un 25.5% en los

dientes mandibulares. De los cuales el 4.2% de estos dientes fracasa el tratamiento y terminan en extracción.(6,7)

En orden de prevenir complicaciones durante el tratamiento de conductos es tener un completo conocimiento de la localización, la dimensión de la cámara pulpar y de un mismo modo las variaciones anatómicas que puedan existir de cada diente y de su sistema de conductos.(4-6)

2.2.2.1 Acceso

Inicialmente las perforaciones que ocurren durante el acceso tienen como relación la falta de visibilidad de los conductos, la presencia de una cámara pulpar reducida u obstruida a causa de una calcificación, reabsorciones, las variaciones anatómicas en cuanto al número de conductos o incluso el uso de fresas como las Gates Glidden o la Endo Z y la falta de pericia por parte del operador.(1,4,5)

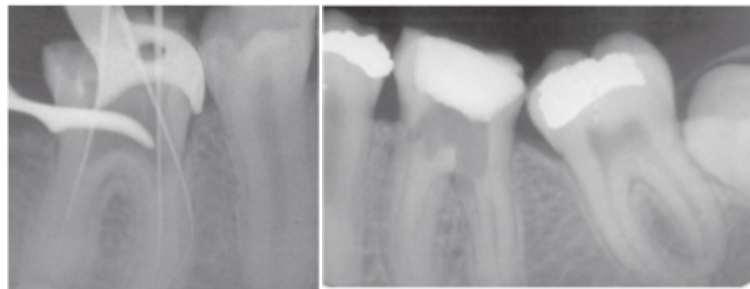


Fig.10 Perforaciones ocurridas durante el acceso.

2.2.2.2 Preparación del conducto

De forma similar sucede en la preparación de conductos, evidentemente con mayor frecuencia en conductos curvos y sin realizar el precurvado previo de las limas o una correcta elección de estas. Las limas NiTi son la primera elección gracias a su gran elasticidad nos permiten respetar la anatomía original del conducto radicular al momento de la instrumentación. Por último, tenemos el desgaste excesivo en la preparación de conductos en dientes multirradiculares.(4,5)

2.2.2.3 Colocación o remoción de postes

En relación con la colocación de postes se da como consecuencia a desgastes exagerados, una mala orientación o la elección de un poste demasiado ancho en relación con el conducto. Por otra parte, durante la

remoción de postes es una complicación que se da especialmente cuando se intenta remover el mismo con pieza de alta y una fresa muy ancha.(1,5)



Fig.11 Perforación ocurrida durante la colocación de un poste.

2.2.2.4 Stripping

El stripping es un adelgazamiento dentinario, frecuentemente erosión de la pared radicular creando una comunicación periodontal. Teniendo como causas principales el mal manejo de una técnica de instrumentación y de las fresas Gates Glidden para una apertura cameral, generando la alteración del conducto radicular y la anatomía endodóntica.(4,7)



Fig.12 Perforación en un retratamiento de conductos

3. Clasificación y pronóstico

Fuss y Trope en 1996 proponen una clasificación con base en los factores que afectan el pronóstico de la reparación de una perforación que incluyen la localización, el tiempo transcurrido antes de la reparación, la posibilidad de sellar el defecto y la contaminación previa por microorganismos.(8)

3.1 Tiempo

Esta clasificación se basa en el tiempo transcurrido en la perforación y el tratamiento. Se dividen en inmediatas y tardías. Diversos autores sostienen que las perforaciones tratadas inmediatamente tienen un pronóstico favorable frente a las tardías, ya que evitamos un daño periodontal y la constante filtración bacteriana.

Las perforaciones nuevas o inmediatas están asociadas cuando ocurren en la misma cita con tratamiento inmediato bajo una buena asepsia y antisepsia de la zona. Por el contrario, las viejas o tardías se asocian a previas perforaciones por accidente operatorio que no recibieron tratamiento, en estos casos una infección bacteriana puede estar presente al igual que un daño e inflamación periodontal.(5,6,8)

3.2 Ubicación

La ubicación estará dada por su relación con los tejidos de soporte.

3.2.1 Nivel Coronal

Se encuentra por encima de la cresta ósea y la inserción epitelial. Su pronóstico es bueno posterior a su localización, esto se debe a su daño reducido a la adherencia epitelial y al tejido de soporte. Adicionalmente, facilita el acceso y al correcto sellado del mismo sin un daño periodontal.

3.2.2 Nivel Crestal

Situada a nivel de la cresta ósea y la inserción epitelial, su pronóstico es reservado. Debido a su proximidad con el surco gingival lo que permite la contaminación con bacterias de la cavidad oral, su cercanía con el tejido epitelial es crítica por la migración epitelial hacia el sitio de la perforación y puede crear un defecto periodontal o la creación de una bolsa periodontal.

3.2.3 Nivel Apical

Apical al hueso crestal y a la inserción epitelial, su pronóstico irá de reservado a favorable. Este tipo de perforaciones son las más difíciles de tratar por su complejidad al tratar de sellar la perforación y encontrar, limpiar y sellar el tercio apical.(5,8)

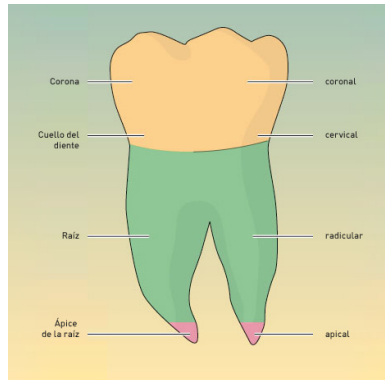


Fig.13 Representación del nivel coronal, radicular y apical.

3.3 Tamaño

El tamaño de la perforación dependerá de la etiología de la misma, las limas tienden a realizar perforaciones de tamaño pequeño, en comparación con los instrumentos rotarios que generalmente dan como resultado una perforación de un tamaño mayor.

Las perforaciones de un diámetro no mayor a una lima #20 en la punta, crean una menor destrucción del tejido periodontal, inflamación y una menor capacidad de filtración bacteriana, su tratamiento suele ser de mayor facilidad, dándonos un mejor pronóstico.

Por otro lado, las perforaciones mayores a 3 mm suelen tener un pronóstico desfavorable, generalmente posicionadas a nivel de furca, tercio medio o cervical de la raíz.(5,8,9)

Fuss y Trope concluyen que en las perforaciones laterales o de furca tendrán un pronóstico favorable aquellas que sean recientes, pequeñas y en la zona corono-apical. Mientras que las perforaciones viejas, amplias y en la zona de la cresta tendrán un pronóstico de reservado a desfavorable.

Otra clasificación desde un punto de vista clínico.

- Cervical: generalmente producidas durante la preparación del acceso coronal.
- Furca: se realizan cuando existe dificultad para la localización de entrada de los conductos o en cámaras pulpares muy retraídas. El uso del dique de hule durante el acceso puede inducir dichas

complicaciones al no tener la visibilidad adecuada para saber dónde termina la corona clínica.

- Radiculares: estas pueden producirse en la parte convexa o cóncava de la curvatura del conducto y sobrepasando el ápice radicular.(5)

4. Diagnóstico

En la actualidad contamos con un número mayor de herramientas que nos permiten obtener un certero y correcto diagnóstico de las perforaciones. Es importante tener en cuenta cada uno de los distintos signos clínicos para obtener un correcto diagnóstico. Los aspectos clínicos y radiográficos son esenciales para el éxito en el tratamiento, al igual que considerar el estado de salud oral previo a la perforación y el estado periodontal en el que se encuentra el mismo.(9,10)

4.1 Signos clínicos

Durante el tratamiento de conductos el primer signo clínico de una perforación es el sangrado abundante. Después de retirar el tejido pulpar, durante el acceso o durante el tratamiento de conductos el sangrado persistente pueden ser signos de perforación. El uso de puntas de papel es de gran ayuda para identificar perforaciones pequeñas o laterales.(9)

Cuando la perforación ocurre a nivel de furca veremos un sangrado profuso, para el control de este tipo de hemorragia podemos hacer uso de torundas de algodón solas o con algún hemostático, aplicando presión, posterior a 2-5 minutos localizar los puntos sangrantes.(4,11)

El uso de pastas de hidróxido de calcio está indicado en situaciones donde la hemorragia es profusa, además de su acción hemostática tiene acciones antisépticas que nos ayuda a disminuir la carga bacteriana.

Otro signo característico es el dolor inmediato a la perforación, si las cantidades de anestesia no son las adecuadas.(9,10)

Durante la inspección endodóntica, podemos encontrar la presencia de un pólipo similar a un pólipo pulpar. Este puede ser con origen en el ligamento periodontal o un pólipo gingival derivado de una hiperplasia de la encía. Clínicamente se observa con una superficie similar a la mucosa bucal o de

tejido granulomatoso y por lo general ocupa toda la cámara pulpar. Para un correcto diagnóstico se deberá de retirar el pólipo para descubrir el origen de este.(12)



Fig.14 Coloración rosada signo clínico de una perforación pequeña del diente 11.

4.2 Análisis radiológico

Las radiografías periapicales es el método más práctico para su diagnóstico, plan de tratamiento y mantenimiento.

Una perforación se observa como una zona radiolúcida entre la pared de la raíz y los tejidos periodontales. Es de mayor evidencia cuando el material de obturación o el poste desalojan el espacio del conducto y se aproximan o cruzan a la interfase radiográfica entre la dentina y el ligamento periodontal.(1)

La angulación será importante para un correcto diagnóstico, al ser una imagen en 2D en las zonas vestibulolingual o vestibulopalatino la interposición de los tejidos nos pueden dar un falso positivo.(9,10)

Berbert describe una técnica de exploración radiográfica triangular de Bramante para este tipo de lesiones, consiste en obtener 3 radiografías una ortoradial, una mesio y distoradial. Con el objetivo de mostrar un corte transversal de la raíz.

En la presencia de una fístula, el uso de la fistulografía estará indicado utilizando un cono de gutapercha fino y flexible que se introduce cuidadosamente en la fístula hasta encontrar resistencia y se toma la radiografía.(12)

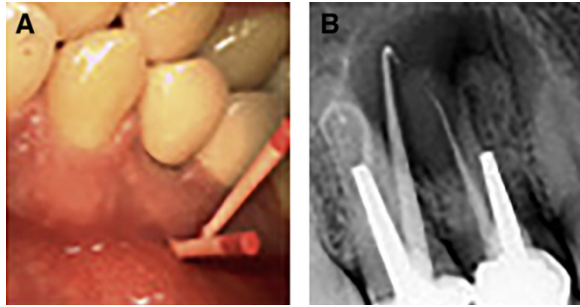


Fig.15 Imagen clínica y radiográfica de una fistulografía.

4.3 Localizador de foramen apical

El localizador de ápices es normalmente un auxiliar para determinar la longitud de trabajo, sin embargo, cuando se le coloca una lima y se introduce en el área donde se sospecha la perforación nos ayuda a determinar con mayor precisión la altura y confirmar si se trata de una perforación. Una lectura más corta que la longitud aparente puede implicar la presencia de una perforación.

Utilizado en casos donde la radiografía nos limita en un plano de dos dimensiones.(4,9,10)

4.4 Tomografía

La tomografía también puede ser llamada Cone Beam Computed Tomography (CBCT), fue desarrollada en Italia a finales de los años 90 naciendo de la problemática por la distorsión de imágenes que se presentan en las radiografías convencionales, permitiendo obtener imágenes multiplanares.

Esto se logra por medio de un haz de rayos X en forma cónica, donde la fuente de radiación y un sensor digital giran sincronizadamente alrededor de la cabeza del paciente entre 180 y 360 grados. Se obtiene un volumen de datos cilíndricos llamado campo visual o field of view (FOV). El tiempo de adquisición de imagen ronda entre los 10 y 40 segundos y dependerá del tipo de escáner.

Los sensores digitales captan la energía recibida por los rayos X para transformarla en corriente eléctrica, la cual posteriormente es convertida en

un algoritmo matemático para finalmente terminar en vóxeles, que una vez realizada la reconstrucción de imágenes axiales se llamará DICOM.

El DICOM nos permite observar tres planos: axial, sagital y coronal.(5,13)

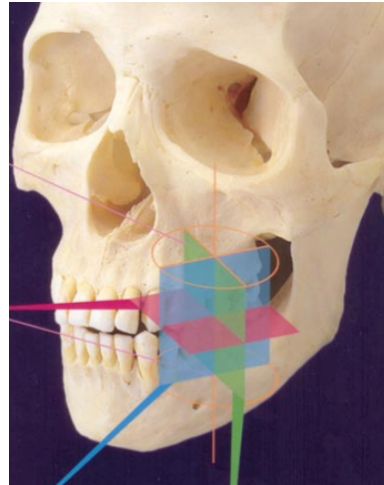


Fig. 16 Esquema de los tres planos: axial, sagital y coronal.

El empleo de una CBCT es de gran ayuda para facilitar la determinación de la ubicación, tamaño, grado de destrucción y el compromiso de los tejidos adyacentes, especialmente en los casos donde la radiografía periapical no permite localizar las perforaciones en sentido vestibulo-palatino o lingual. Tiene una gran sensibilidad para el tipo de perforaciones por stripping.(4)



Fig.17 Presentación de una perforación vista en una CBCT.

5. Materiales a base de silicato de calcio

5.1 Definición

La AAE define a los biocerámicos como el grupo de materiales cerámicos que son biocompatibles por naturaleza y con buenas propiedades físicas y químicas. Utilizados en endodoncia para recubrimientos pulpares o selladores radiculares. Además de poseer biocompatibilidad son bioinertes al no interactuar con el sistema biológico, bioactivos por no degradarse a su interacción con el tejido circundante y biodegradables gracias a su solubilidad y absorción.(3)

Los biocerámicos como su nombre lo dice están constituidos por materiales cerámicos e inorgánicos, siendo sus principales componentes: la alúmina, zirconio, vidrio activo, cerámica de vidrio, silicato de calcio, hidroxiapatita y fosfatos de calcio reabsorbibles.(14)

5.2 Antecedentes

Durante los años, diferentes materiales se han empleado para el tratamiento de perforaciones como la amalgama, fosfato tricálcico, hidroxiapatita, gutapercha, hidróxido de calcio, cementos a base de óxido de zinc y eugenol (IRM o Super-EBA), cementos de ionómero de vidrio, cementos resinosos, etc.(15,16)

A finales del siglo XVII fue introducida por primera vez en América el uso de la amalgama en los procedimientos dentales.

El cemento Portland fue patentado en el año de 1824 por Joseph Aspdin, que por sus propiedades vino a revolucionar los materiales dentales utilizados en endodoncia y ha servido de base para muchos que incluso usamos hoy en día. Después de esto, Pierce en 1879 introduce los cementos a base de fosfato de zinc.(17)

A principios del siglo XIX se comienza el uso de la gutapercha en el área médica por William Montgomerie, convirtiéndose en el principal material de relleno hasta nuestros días. El principal defecto de la gutapercha es que no tiene la capacidad de sellar el conducto, permitiendo la constante filtración de bacterias. Posteriormente Smith en 1968 introduce el policarboxilato y Wilson en 1972 inicia los cementos a base de ionómero de vidrio. Más

adelante en 1978, fue sugerido el uso de los cementos de óxido de zinc y eugenol (Super EBA e IRM) como material de obturación o tope apical. Eventualmente en 1991 Balla en un estudio reporta que en las perforaciones de furca tratadas con fosfato tricálcico, hidroxiapatita, amalgama o hidróxido de calcio solo se formaba epitelio y células inflamatorias, en lugar de tejido duro. (18) Sin embargo, ninguno de los materiales antes señalados era capaz de crear un ambiente favorable para una regeneración adecuada, esto se atribuye a baja capacidad de sellar herméticamente la comunicación entre la cavidad pulpar y los tejidos periodontales adyacentes y su falta de biocompatibilidad.(19) Finalmente, en el año de 1993 la FDA aprueba el uso del MTA y más adelante, en el año de 2004 el Biodentine™ e inicia la era de los biocerámicos.(20)



Fig.18 (a) Presentación polvo-líquido de IRM, Dentsply Sirona, (b) Presentación polvo-líquido de SuperEBA.

Hidróxido de calcio

En 1921 Bernhard W. Hermann introduce al hidróxido de calcio $[Ca(OH)_2]$ al área odontológica y fue en 1930 cuando ya se considera su uso para recubrimientos pulpares directos. Es obtenido a través de un proceso de calcinación del calcio.(10)

Compuesto principalmente de hidroxilo de calcio químicamente puro y como vehículo se puede emplear agua bidestilada que forma una pasta o el uso de carboximetil celulosa que forma un hidrogel.(21)

No genera una reacción química al interactuar con el agua, ya que al evaporarse los salicilatos que contiene el hidróxido de calcio generan un quelato de calcio por medio de una reacción ácido- base dando por resultado salicilato-hidróxido de calcio.

Dentro de sus propiedades encontramos:

- pH alcalino de 12.4.
- Bactericida: actúa en el citoplasma de la membrana celular por la liberación de iones hidroxilo y la inactivación enzimática las cuales alteran los componentes orgánicos, el transporte de nutrientes y causa efectos tóxicos en las células.
- Coadyuvante de la mineralización dentinaria debido a sus partículas de calcio que estimulan a la síntesis de fibronectina. Estas proteínas ayudan a la diferenciación de los odontoblastos, creando puentes dentinarios.
- Alta solubilidad.
- Baja resistencia a la compresión.
- Baja adhesión dentinaria.(10)

5.3 Usos

En relación con la endodoncia los biocerámicos son utilizados como materiales de obturación, sellado de perforaciones, en obturación retrógrada, apexificaciones, pulpotomías, revascularización, recubrimientos pulpares directos e indirectos y en cirugías endodónticas. Su uso en la odontología no está limitado a esta área.

- En restauradora se emplean para la hipersensibilidad dental, como sustituto de dentina, remineralización y como bases cavitarias.
- En prótesis es utilizado como recubrimiento de implantes para mejorar su osteointegración y biocompatibilidad.
- En cirugía nos ayuda a corregir defectos óseos, aumento de reborde alveolar o perforaciones en el seno maxilar.(1)

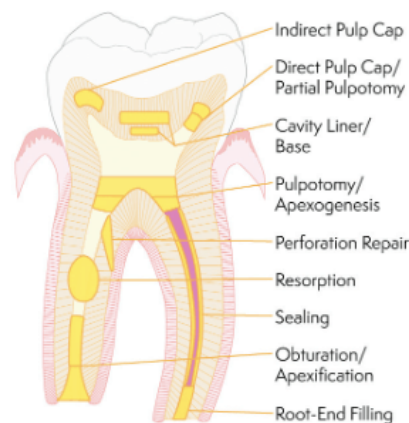


Fig.19 Esquema de los usos de los materiales a base de silicato de calcio en endodoncia.

5.3 Propiedades fisicoquímicas y biológicas

- **Biocompatibilidad:** Los materiales a base de silicato de calcio poseen una gran biocompatibilidad debido a la presencia de fosfato de calcio, al igual estimulan la proliferación de fibroblastos y osteoblastos en su superficie.
- **Bioactividad y biomineralización:** La bioactividad es la propiedad del biocerámico para inducir una respuesta biológica específica. Por otro lado, la biomineralización es el proceso cuando se hidrata el material, implicando una liberación de iones de calcio, producción de hidróxido de calcio, la formación de una interface entre el cemento y la capa dentinaria, esto crea la formación de la capa de cristales de hidroxiapatita.
- **Microbiología:** Madani y colaboradores demuestran que el MTA tiene una alta eficacia contra *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*,

Streptococcus mutans y Candida albicans. Sin embargo, no hay evidencia de su efectividad contra E. Coli, al igual que el cemento Portland.

- Bactericida: el éxito a largo plazo en un tratamiento de conductos dependerá de elegir correctamente el cemento, un perfecto sellado y limpiar completamente el conducto radicular. Su acción bactericida se da por una reacción de precipitación durante el fraguado, generando un secuestro de bacterias. Poseen la capacidad de generar nanocristales de 1-3 mm evitando la adhesión bacteriana.(14)

5.4 Generaciones

Las generaciones de los materiales a base de silicato de calcio se desarrollan a partir de la necesidad de mejorar los tiempos de trabajo y su manejo.

En la segunda generación se realizaron las siguientes modificaciones al MTA:

- Para disminuir los tiempos de trabajo: cloruro de calcio, hipoclorito de sodio, nitrato de calcio, fosfato de sodio dibásico.
- Para mejorar su manejo: metilcelulosa.
- Mejorar tiempo y manejo: gluconolactato de calcio.
- Alteración de la concentración del óxido de bismuto o su reemplazo por óxido de zirconio, yodoformo, oro, titanio.

Posteriormente, en la tercera generación se realizaron modificaciones en el cemento Portland con el objetivo de tener un material sellador libre de aluminio.(22)

Generación	Materiales de silicato de calcio
1ª generación	MTA gris MTA blanco
2ª generación	MTA Angelus
3ª generación	Endosequence BC

	Bioaggregate Biodentine MTA Plus
4ª generación	Cementos híbridos: <ul style="list-style-type: none"> - Cementos de fosfato de calcio, silicato de calcio y bismuto Cementos fotocurables: <ul style="list-style-type: none"> - TheraCal LC

5.5 Clasificación

Donnermeyer en el 2019 propone una clasificación de los cementos de obturación a base de silicato de calcio. Basándose en el empaque del producto si es de una fase o de dos fases. Refiriéndose a los de una fase que requieren una fuente externa de agua y los de dos fases que refiere de una solución acuosa para su mezcla previo a su colocación.

Otra clasificación de estos materiales se basa en la naturaleza de estos. El grupo de los naturales se conforma por los que se obtienen por procesamientos a base del cemento Portland, por otro lado, para los sintéticos se realiza la síntesis del silicato de calcio en laboratorio.(23)

Los cementos de reparación:

	Naturales	Sintéticos
Pre-mezclado o Una fase	EndoSeal MTA	EndoSequence BC Cementos nano-cerámicos
Mezclado o Dos fases	ProRoot MTA	BioRoot Biodentine

Los cementos de obturación:

	Naturales	Sintético

Pre-mezclado o Una fase		CeraSeal BIO-C Sealear
Mezclado o Dos fases	Tech BioSealer	MTA Angelus Fillapex AH Plus Sealapex

5.6 Tipos de Materiales

5.6.1 Mineral Trióxido Agregado (MTA)

El mineral trióxido agregado es introducido a la odontología por el Dr. Torabinejad en el año de 1993, pero no fue hasta 1997 que la FDA aprobó su uso. Es un derivado del cemento Portland tipo 1.

5.6.1.1 Composición química

Está compuesto por tres materiales principales: cemento Portland en un 75%, óxido de bismuto en 20% y yeso el 5% restante. Es recomendable una relación de polvo- líquido de 3:1.(24,25)

Marca Comercial	Compuestos
ProRoot^R MTA Gris	Silicato tricálcico, silicato dicálcico, óxido de bismuto, tricálcico, aluminato, sulfato de calcio dihidratado o yeso, aluminoferrito de calcio.
ProRoot^R MTA Blanco	Silicato tricálcico, silicato dicálcico, óxido de bismuto, tricálcico, aluminato, sulfato de calcio dihidratado o yeso.
MTA Angelus^R Blanco	Silicato tricálcico, silicato dicálcico, óxido de bismuto, tricálcico, aluminato, óxido de calcio, óxido de aluminio, dióxido de silicio.

MTA Angelus^R Gris	Silicato tricálcico, silicato dicálcico, óxido de bismuto, tricálcico, aluminato, óxido de calcio, óxido de aluminio, dióxido de silicio.
NeoMTA^R Plus	Silicato tricálcico, silicato dicálcico, tantalita, sulfrato de calcio y silicio.



Fig.20 Presentación de ProRoot MTA y MTA ANGELUS.

5.6.1.2 Mecanismo de acción

El óxido de calcio presente en la formula del MTA y su mezcla con agua forman hidróxido de calcio, que al entrar en contacto con los fluidos tisulares se rompen para formar iones de calcio e hidroxilo y formar apatita. Por medio de una reacción exotérmica que produce hidratos de silicato de calcio e hidróxido de calcio (25)

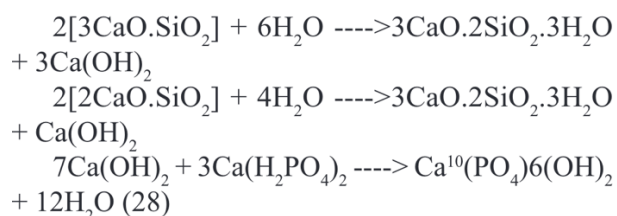


Fig.21 Reacción química del MTA con cloruro de calcio y agua.

5.6.1.3 Propiedades

Existen dos tipos comerciales de MTA en blanco y gris, su diferencia recae en la presencia de óxido de hierro que formarán la fase de tricalcio aluminoferrita. Así mismo, las partículas del MTA blanco son más finas que

del gris. Estas pueden llegar a tener un diámetro de 1.5 mm el cual es menor al diámetro de los túbulos dentinarios.

Posee una fuerza de compresión de 40 MPa a las 24 hrs que incrementa hasta 67 MPa a los 21 días y su resistencia a la flexión a las 24 aumenta de 14.27 a 1.96 MPa. La porosidad del MTA estará relacionada con la cantidad de agua empleada, en la cual atrapa burbujas durante la mezcla o si se encuentra un pH ácido en la zona.

Podemos describirlo como un material que contiene partículas hidrofílicas que para endurecer requiere de presencia de agua e incluso si existe la presencia de sangre. Aunque en contacto con sangre, diversos autores han señalado que el tiempo para su endurecimiento se ve prolongado. (19)

El tiempo de fraguado se vio reducido con la llegada del MTA ANGELUS^R, siendo de aproximadamente 10 minutos de fraguado inicial y 15 en final, se debe mantener en un ambiente húmedo por lo que se recomienda el uso de torundas de algodón embebidas en agua.

Una de sus ventajas es que tiene propiedades antimicrobianas debido a su pH alcalino que inicial es de 10.2 e incrementa a las 3 horas a 12.5.(17,25,26)

5.6.1.4 Ventajas y desventajas

Dentro de sus ventajas encontramos que promueve la regeneración de los tejidos perirradiculares y del cemento.

Por el contrario, en sus desventajas podemos encontrar una baja resistencia a la compresión a largo plazo, alto tiempo de trabajo debido a la presencia de yeso, haciéndolo no apto su uso para perforaciones a nivel de cresta, su difícil manejo por su consistencia granular y su cambio de color deberá ser tomado en cuenta para no hacer uso del MTA gris en dientes anteriores, aunque algunos estudios demuestran que sucede el mismo efecto con el MTA blanco. En estos escenarios el uso de otros cementos bioceramicos como el biodentine, a base de ionómero de vidrio, TheraCal LC^R o EndoSequence^R están indicados ya que tienen un menor riesgo a la decoloración.



Fig.22 Aplicador de MTA

5.6.2 Biodentine™

El Biodentine pertenece a la tercera generación de cementos y se caracteriza por tener excelentes propiedades físicoquímicas y biológica. Diversos autores lo describen como un sustituto dentinario, debido a que posee un módulo de elasticidad similar a la dentina.(23-25)

5.6.2.1 Composición química

Polvo	Silicato tricálcico, carbonato de calcio, óxido de calcio, óxido de zirconio
Líquido	Cloruro de calcio que actúa como acelerador y policarboxilato modificado



Fig.23 Biodentine™ línea comercial

5.6.2.2 Mecanismo de acción

Una vez mezclado el material, las partículas de silicato de calcio interactúan con el agua para formar una solución con pH alcalino que contiene iones de Ca^{2+} , OH^- y silicato. La hidratación del silicato tricálcico genera la formación de calcio hidratado hidróxido de silicato de gel e hidróxido de calcio. Con el tiempo, dicho compuesto al terminar su polimerización forma una estructura sólida y la alcalinidad de la zona aumenta debido a la liberación de hidróxidos de calcio. (25)



Fig.24 Representación química de la reacción del Biodentine™.

5.6.2.3 Propiedades

La adición de cloruro de calcio permite que los tiempos de trabajo sean menores con un tiempo inicial de 6 a 10 min y final de 45 min.

Su fuerza de compresión va de los 100 MPa en su primera hora, incrementa a 200 MPa a las 24 horas para finalmente alcanzar los 300 MPa en un mes. La cual es comparable con la fuerza de compresión de la dentina que es de 297 MPa, siendo Biodentine™ el material con mayor fuerza en el mercado al igual que su módulo de elasticidad de 22 GPa es similar a la dentina 18.5 GPa. Por otro lado, los iones de hidróxido de calcio liberados durante su fase de fraguado incrementan el pH a 12.5, logrando inhibir el crecimiento de microorganismos y mantiene desinfectada la dentina. Además, su alcalinidad le permite tener una adhesión micromecánica por la disolución de los tejidos orgánicos en los túbulos dentinarios sin necesidad de realizar alguna preparación o grabado de la dentina.

Presenta alta biocompatibilidad y baja citotoxicidad, por el contrario incrementa el factor de crecimiento TGF-B1 que causa angiogénesis, diferenciación celular y mineralización. Además de proteínas como BMP-2 que fomenta el desarrollo óseo y de cartílagos.(25,26)

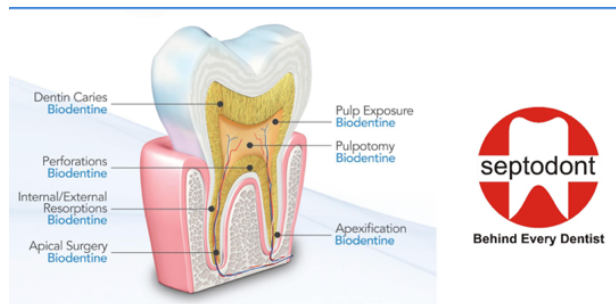


Fig.25 Representación de los usos del Biodentine™

5.6.2.4 Ventajas y desventajas

Ventajas	Desventajas
<p>Resistencia a la compresión similar a la dentina</p> <p>Es considerado como un material de remplazo dentinario</p> <p>Estabilidad de color</p> <p>Corto tiempo de trabajo</p>	<p>Costo</p> <p>Baja radiopacidad</p>

5.6.3 EndoSequence^R

Este material fue introducido al mercado en el 2008, posee la misma composición que el iRoot BPR^R.

5.6.3.1 Composición química

Óxido de zirconio, silicato de calcio, fosfato monobásico de calcio, pentóxido de tantalio, hidróxido de calcio y agentes de relleno.

Su presentación viene en una pasta premezclada en jeringa, lo que facilita su uso a comparación del MTA, libre de aluminio, menos soluble y con mayor estabilidad dimensional durante su fraguado.



Fig.26 Presentación en jeringa del EndoSequence^R.

5.6.3.2 Mecanismo de acción

En contacto con saliva, crea una capa superficial de hidroxiapatita y existe una regeneración de tejido duro debido a la liberación de iones de calcio. Sus nanopartículas penetran los túbulos dentinarios que crean una retención mecánica, lo que ayuda a su estabilidad dimensional.

5.6.3.3 Propiedades

En cuanto a sus propiedades es hidrofílico, posee gran estabilidad dimensional, alta radiopacidad, con un pH de 12.8 que disminuye a los 7 días. Además, tiene alta actividad antibacteriana contra *E. faecalis*.

En el caso de su adhesión tiene nanopartículas que penetran los túbulos dentinarios.(17,26)

5.6.3.4 Ventajas y desventajas

Ventajas	Desventajas
Ayuda a la formación de hidroxiapatita No presenta contracción al fraguado Estabilidad de color Propiedades antimicrobianas contra <i>E. faecalis</i>	Se han reportado efectos citotóxicos

5.6.4 Bioaggregate^R

El primer cemento en el mercado de nanopartículas a base de partículas blanquecinas en polvo y agua estéril desionizada. Es considerado como un material a base de silicato de calcio combinado con fosfato de calcio.

5.6.4.1 Composición química

Es un compuesto de nanopartículas de silicato tricálcico, silicato dicálcico, pentóxido de tantalio, fosfato monobásico de calcio y óxido de silicio. A diferencia del MTA, contiene pentóxido de tantalio que le confiere radiopacidad.(26)



Fig.27 Presentación del BioAggregate[®].

5.6.4.2 Mecanismo de acción

Su mecanismo de acción es muy similar a todos los cementos a base de silicato de calcio. Tras su hidratación produce hidrato de silicato de calcio e hidróxido de calcio.

5.6.4.3 Propiedades

1. No contiene aluminio.
2. Contiene aditivos como el fosfato de calcio, dióxido de silicio y fósforo.
3. Alta liberación de iones de calcio en sus primeras horas, en comparación con el MTA que incrementa su liberación con el paso del tiempo.
4. Mejores propiedades oseos conductivas, estimula la regeneración tisular y la diferenciación de los odontoblastos.
5. Radiopacidad de 5.7 mmAl.(17)

5.6.4.4 Ventajas y desventajas

Ventajas	Desventajas
Nanotecnología = Mayor fuerza de unión Estabilidad de color superior al MTA	Sus propiedades físicas y mecánicas son inferiores al MTA.

5.6.5 TheraCal LC^R

Es un material de la cuarta generación, a base de silicato de calcio modificado con resina y es fotopolimerizable. Tiene un mayor uso como liner, recubrimiento pulpar directo e indirecto.

5.6.5.1 Composición química

Silicato de calcio [cemento portland tipo III] (45%), Bis-GMA y PEGDMA (43%), óxido de bismuto (3%) y sulfato de bario (3%).

5.6.5.2 Mecanismo de acción

Su mecanismo de acción es por hidratación, a pesar de que el material por sí solo carece de agua. Por ello, depende de la difusión de agua del entorno.



Fig.28 Jeringa the TheraCal LC^R, Bisco

5.6.5.3 Propiedades

Una cualidad importante es que es un material fotocurable y al tener un componente resinoso, le permite adquirir excelente adhesión a una restauración con resina.

Dentro de sus propiedades encontramos una fuerza de compresión de 61 a 182 MPa, un pH alcalino de 10 a 11 que en un periodo de una semana comienza a regresar a un pH neutro.

Es mayormente utilizado como liner o para recubrimientos pulpaes, no obstante, ha sido indicado para perforaciones a nivel de furca, por su insolubilidad, liberación de iones de calcio y formación de hidroxiapatita.(27,28)

5.6.5.4 Ventajas y desventajas

Ventajas	Desventajas
Buen sellado y adhesión	Citotoxicidad por monómeros

Propiedades físicas superiores a otros materiales	
Baja solubilidad	
Liberación de iones de calcio	

Material	Tiempo de fraguado	Resistencia a la compresión	pH inicial	pH final	Radiopacidad
MTA	15 min- 4 horas	40- 67 MPa	10.2	12.5	7.1 mmAl
Biodentine™	5-10 minutos	100-300 MPa	11.7	12	4.1 mmAl
EndoSequence ^R	30 min- 4 horas	-	10.7	12	3.84 mmAl
Bioaggregate ^R	4 horas	-	12.4	12.5	5.7 mmAl
TheraCal LC ^R	Fotocurable	61-182 MPa	10-11	7	3 mmAl

6. Tratamiento de los diferentes tipos de perforaciones

Con relación al tratamiento de las perforaciones existen tres vías a ser tomadas en cuenta: la vía conservadora o no quirúrgica, la quirúrgica y la combinada. Asimismo, está la posibilidad de realizar otros tratamientos menos conservadores y con un menor pronóstico, como la apicectomía, el reimplante intencional o la extrusión ortodóntica.(6)

A medida de lo posible, realizar un tratamiento conservador siempre preverá una pérdida de la inserción gingival, inflamación crónica y la formación de una bolsa periodontal.(1,4,9)

Por lo tanto, la elección del tratamiento dependerá en gran medida de la posición, dimensión, accesibilidad, momento de la perforación, experiencia del operador y del material e instrumental que tengamos a disposición.

6.1 Manejo no quirúrgico

Es el tratamiento más conservador y puede ser realizado como un tratamiento de conductos normal, lo que exige un correcto aislado para tener un mejor control de asepsia de la zona, elegir el material de obturación adecuado para proveer el mejor sellado posible y que a su vez sea

biocompatible. Está reservada para perforaciones de furca, tercio coronal (stripping) o de tercio medio.

6.1.1 Tratamiento en el tercio coronal

En primer lugar se debe localizar e instrumentar lo suficiente para impedir que el material de reparación nos impida la obturación. Una limpieza exhaustiva del defecto y del conducto son necesarias con el uso de ultrasonido o instrumentos rotatorios, con el fin de remover la dentina potencialmente contaminada que se encuentra alrededor de la perforación. Además, la elección de un correcto irrigante como el hipoclorito de sodio al 2.5% o bajas concentraciones en perforaciones pequeñas. El uso de irrigación con solución salina es preferible en los casos donde existan perforaciones de mayor tamaño.

Luego de una correcta limpieza del defecto puede presentarse una hemorragia, para ello el uso de hemostáticos de colágeno o hidróxido de calcio están indicados. Sin embargo, el uso de sulfato férrico estará prohibido debido a que el coágulo residual puede promover el crecimiento de bacterias y comprometer el sellado.(1)

Posterior a una correcta limpieza y control de la hemorragia se colocarán puntas de papel o gutapercha dentro del conducto para evitar que el material de relleno bloquee o impida la obturación.

Existe una técnica de obturación que consta en el uso del ultrasonido, la cual es de gran ayuda para colocar el material cuando la anatomía representa un desafío para un correcto sellado.

Es de gran ayuda el uso de puntas de papel para la compactación del MTA, que a su vez elimina el exceso de humedad del material. Finalizada la colocación del MTA se introduce una torunda de algodón húmedo. La elección del material de restauración temporal deberá asegurar un óptimo sellado para evitar la filtración bacteriana.

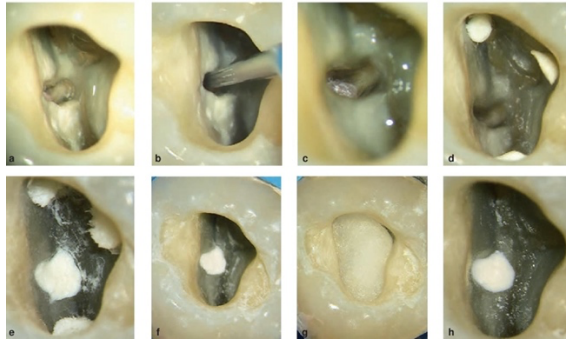


Fig.29 Representación de un tratamiento para perforación de furca con MTA blanco.

6.1.2 Tratamiento en el tercio medio

Este tipo de perforaciones generalmente son a causa del uso de limas, fresas Gates Glidden o drills acondicionadores de postes. Antes de pensar en la obturación de este tipo de perforaciones debemos instrumentar el conducto original, idealmente lo más apical posible y siempre asegurando que estamos trabajando en el conducto.

Este tipo de perforaciones pueden ser reparadas mediante el método ya mencionado con el uso de mantenedores de espacio o léntulos. Posterior a la hemostasia y la desinfección, un mantenedor de espacio es colocado dentro del conducto radicular junto con una gutapercha previamente calentada que se coloca a su longitud de trabajo, por debajo del defecto y apoyada en la pared dentinaria contraria a la perforación. Finalmente es colocado el material biocerámico mediante condensación manual o con la ayuda de la activación del ultrasonido.

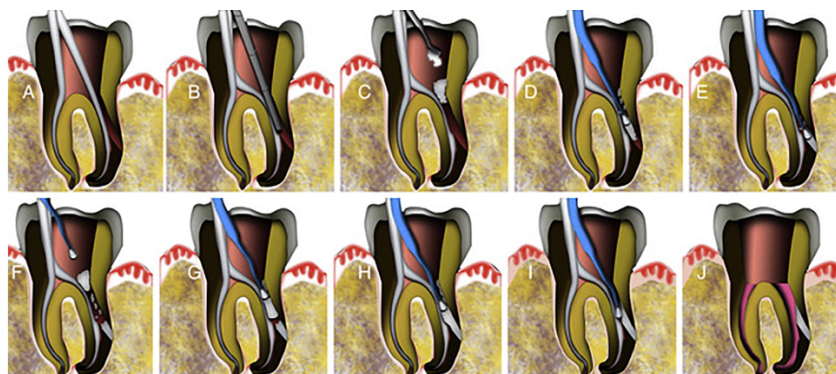


Fig. 30 Esquemización del sellado de perforación en tercio medio.

También se puede ocupar una técnica de plug o tapón apical, la cual combina gutapercha con cemento en su porción coronal, mientras el defecto y el conducto restante o los últimos 3-4 mm se obtura con MTA o Biodentine™. De la misma forma algunos autores sugieren la obturación total del conducto con el material biocerámico. No obstante, dentro de las desventajas del uso de esta técnica está la posibilidad de extruir el material de relleno a los tejidos periodontales y causar la persistencia de molestia, inflamación, destrucción de los tejidos y la aparición de bolsas periodontales.

6.1.3 Tratamiento en el tercio apical

El manejo de este tipo de perforaciones representa un gran desafío por el acceso y visibilidad limitada, dificultando encontrar el sitio de la perforación al igual que la instrumentación, limpieza y obturación de la perforación y del conducto original.

En tal sentido que la perforación sea pequeña o apical a una curvatura y el conducto radicular pueda ser instrumentado a su longitud real, se podría obturar con gutapercha y el cemento sellador. El MTA ha tenido buenos resultados cuando se dificulta mantener seco el conducto.

En general este tipo de perforaciones por su alto número de fracasos bajo una técnica convencional, la cirugía periapical, apicectomía o la extracción del diente podrían brindarnos un mejor pronóstico.

6.1.4 Uso de matriz

Desde hace algunos años, se ha intentado mantener el control del material y evitar su extrusión, lo que mejora su capacidad de sellado. Dicho esto, cuando está presente un defecto óseo grande podremos ayudarnos de una matriz. Esta matriz debe ser de características específicas como: ser biocompatible y un material reabsorbible. Se ha utilizado sulfato de calcio, colágeno, hidroxiapatita, Gelfoam o hidróxido de calcio. Estos materiales una vez que está listo el conducto se puede colocar mediante jeringas pequeñas o con un porta amalgama y se condensa con microespatulas o los mismos condensadores.(1,9,18)

El colágeno es un material biocompatible, de fácil manejo, nos ayuda en la hemostasia (2-5 min) y es reabsorbible en 10-14 días. Se corta en pequeños pedazos, se coloca uno por uno hasta alojarlo en el espacio del ligamento periodontal, esto impedirá la extrusión del material.

A pesar del uso de la técnica, se ha comprobado que la extrusión de MTA a los tejidos periodontales no genera problema alguno, ya que el excedente será absorbido y no interferirá en el proceso de reparación del periodonto, por lo que esta técnica de matriz está cada vez más en desuso.(9,18,29)



Fig. 31 Extrusión del material.

6.1.5 Extrusión ortodóntica

Este tipo de tratamiento tiene como objetivo trasladar el área de la perforación a un nivel supraóseo para garantizar un correcto sellado, permitiendo realizar la reconstrucción y restauración del diente. Dependerá en gran medida de las condiciones bucales del paciente, analizar factores como: si la raíz remanente es suficiente para su reconstrucción, si existe el espacio en la arcada para su extrusión, las condiciones periodontales y el valor protésico del diente.

Es evidente que conforme se realiza la extrusión será necesario realizar ajustes oclusales o desgastar el borde incisal, sin dejar de considerar la existencia de una movilidad dental. Por tal motivo, una vez obtenida el nivel deseado deberá mantenerse el diente con férula durante cuatro o cinco meses hasta que una neoformación ósea sea visible.(12)



Fig.32 Extrusión ortodóntica del diente 11.

6.2 Manejo quirúrgico

Estará indicada en casos donde no sea posible intervenir por una vía ortógrada o cuando existe un fracaso de un tratamiento conservador, Siempre que no sea visible por vía del conducto radicular o las que se encuentran en tercio apical.

El acceso será a través de un colgajo de espesor total. Se debe considerar las limitaciones anatómicas como la posición de la perforación y la presencia de estructuras. Requerirá de un completo tratamiento de conductos previo.

En ocasiones, las perforaciones generan pérdida de tejido óseo cortical y su reparación incluirá una técnica de regeneración tisular guiada. Mediante la colocación de una membrana reabsorbible de 2 a 3 mm alrededor de la lesión, esto impedirá el crecimiento de tejido fibroso en el área de cicatrización.(6)

Del mismo modo, cuando la perforación se encuentra muy cerca del ápice, la apicectomía estará indicada con obturación retrógrada. Por el contrario, cuando esta se encuentra encima de la cresta, se puede realizar un alargamiento de corona para obtener los 4 mm de estructura dental sana partiendo de la cresta ósea; necesarios para un correcto tratamiento restaurador.

Otra indicación para un tratamiento quirúrgico es la resorción con perforación, en dichos casos la CBCT será un gran aliado para un correcto diagnóstico de resorción al igual que minimizar los riesgos durante el

tratamiento y al manejo de la lesión. El uso de MTA estará indicado en estos casos.

Inicialmente deberemos de elegir un colgajo trapezoidal, triangular o en sobre de espesor total. Después se creará un acceso a la lesión, se limpiará la zona con ultrasonido para remover todo tejido de granulación y desinfectar la zona, adecuando la zona para la colocación del material y sellar el defecto.

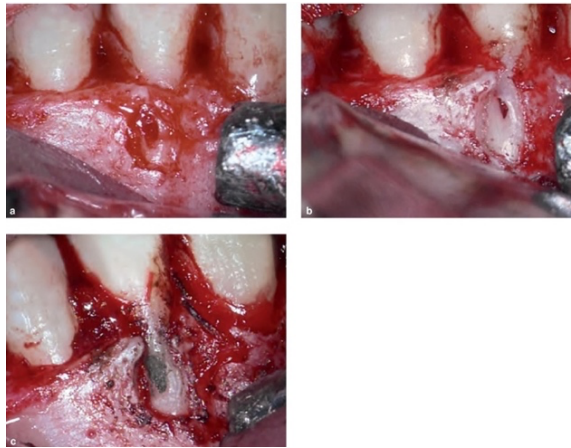


Fig.33 Secuencia de un manejo quirúrgico con MTA gris

7. Métodos preventivos

7.1 Antes y durante la preparación del acceso

Previo a iniciar un tratamiento de conductos es indispensable tener el conocimiento de la anatomía del diente a tratar, prestar atención a la posición del diente en el arco dental, si presenta giroversiones, identificar su eje longitudinal y las inclinaciones radiculares, el número de raíces y su grado de curvatura, así mismo como la presencia de calcificaciones y de restauraciones previas.

Es evidente que el uso de la radiografía es fundamental para conocer la anatomía radicular del diente a tratar, el realizar radiografías con diversas angulaciones nos ayudará a tener una mejor perspectiva de la verdadera anatomía, en diversas ocasiones si la anatomía radicular es difícil de observar en una radiografía, el uso de la tomografía no queda exento.

Del mismo modo ocurre durante la preparación del acceso, apoyarnos del microscopio nos permite obtener una mejor iluminación y magnificación que se traduce en realizar un acceso sin problema y prevenir una perforación. Como se mencionó, el realizar el acceso sin el dique de hule nos permite, tener una mejor visión de la corona clínica y su relación con la unión amelo-cementaria, en caso de tener cámaras pulpares muy estrechas o calcificadas, durante retratamientos, caries extensas o en dientes con coronas.

Así mismo, en caso de tener dudas es válido la toma de radiografías con fresa o un cono de gutapercha en el área para verificar y observar la alineación de la misma.(5)

7.2 Durante la preparación del conducto

Las perforaciones tipo stripping pueden ser prevenidas por un correcto manejo y precaución por parte del operador durante el uso de instrumentos rotatorios de calibre amplio y grandes conicidades como las fresas Gates-Glidden o las EndoZ.

Igualmente sucede durante la preparación del conducto, una correcta elección de limas como las Níquel-Titanio para conductos curvos con abundante irrigación o el previo precurvado de las limas, nos ayudará a conservar la anatomía original del conducto.(5)

7.3 Durante la colocación de postes

Ahora bien, el mayor número reportado de perforaciones ocurren durante la preparación o remoción de postes. Esto es debido a la falta de conocimiento e impericia del operador.

La importancia de conocer la anatomía radicular radica en el espesor de la dentina de las raíces, en especial de los molares inferiores.(5)

Conclusiones

Las perforaciones con mayor prevalencia son las de origen iatrogénico, afecta alrededor del 20% de los tratamientos de conductos. En su mayoría ocurre en los dientes maxilares debido al reducido campo visual que

tenemos los operadores, por lo que el uso de microscopía es altamente indicado.

Existen algunos factores que tienen una gran relación con el pronóstico, como: el diagnóstico oportuno y el tratamiento inmediato, el daño realizado al periodonto, control de la contaminación, el nivel al que se encuentra la perforación con respecto a la cresta ósea y la unión del epitelio. El proceso inflamatorio del periodonto puede provocar daños irreversibles sobre este y llevarnos incluso a la pérdida del diente si no es tratado adecuadamente. El MTA es el material gold standard y el que mayormente ha sido estudiado para el sellado de las perforaciones por su biocompatibilidad, radiopacidad, estabilidad dimensional y sellado.

La evolución de los cementos a base de silicato de calcio ha ayudado a mejorar el pronóstico de las perforaciones, dejando en cuestionamiento si aún pudiera seguir vigente la clasificación de las perforaciones y su pronóstico propuestas por Fuss y Tropes en 1996. Asimismo, la elección del material de reparación no es uno de los factores más importantes en el pronóstico, si no, la ausencia de infección, el daño a los tejidos periodontales, el tiempo transcurrido desde el diagnóstico hasta el tratamiento y muy importante tener en cuenta las condiciones de salud periodontal en la que se encuentra el paciente para tener un pronóstico favorable.

El conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas de los diferentes cementos disponibles en el mercado nos permite a nosotros como clínicos tener alternativas en el tratamiento, aunque no existen los suficientes estudios para sustentar el pronóstico de los dientes tratados con BioAggregate^R, EndoSequence^R y TheraCal LC^R.

Referencias bibliográficas

1. Hargreaves KM, Berman LH, Rotstein I. Cohen's pathways of the pulp [Internet]. Eleventh edition. Elsevier; 2016.
2. Soares IJ, Goldberg F, González M, Soares IJ. Endodoncia : técnica y fundamentos [Internet]. Segunda edición. Editorial Médica Panamericana; 2012.

3. Eleazer PD, Glickman GN, Scott JD, Mcclanahan B, Terry MS, Webb D, et al. American Association of Endodontists. Glossary of Endodontic Terms [Internet]. Chicago; 2020.
4. Rao R. Nageswar. Endodoncia avanzada . Bogotá: Amolca; 2011.
5. Lima Machado ME de. Endodoncia : ciencia y tecnología [Internet]. Primera edición. Amolca; 2016.
6. Berutti E, Amato M, Ambu E, Badino M, Barboni MG, Beccio R, et al. Manual de endodoncia [Internet]. Amolca; 2017.
7. Mancino D, Meyer F, Haikel Y. Improved single visit management of old infected iatrogenic root perforations using Biodentine®. Giornale Italiano di Endonzia [Internet]. 2018; 32(1):17–24.
8. Fuss Z, Trope M. Root perforations: Classification and treatment choices based on prognostic factors. Endodontics and Dental Traumatology [Internet]. 1996;12(6):255-264.
9. Clauder T. Present status and future directions – Managing perforations. International Endodontic Journal [Internet]. 2022; 55:872–91.
10. Estrela C, Decurcio D de A, Silva JA, Rossi-Fedelge G, Guedes OA, Borges ÁH. Root perforations: a review of diagnosis, prognosis and materials. Brazilian Oral Research [Internet]. 2018; 32:133–46.
11. Silva LAB, Pieroni KAMG, Nelson-Filho P, Silva RAB, Hernández-Gatón P, Lucisano MP, et al. Furcation Perforation: Periradicular Tissue Response to Biodentine as a Repair Material by Histopathologic and Indirect Immunofluorescence Analyses. Journal Endodontics [Internet]. 2017;43(7):1137–42.
12. Bottino MA. Nuevas Tendencias 3: Endodoncia. Sao Paulo: Artes Médicas; 2008.
13. Gutiérrez BM, Rodríguez DE, Huertas CH. Protocolo estandarizado para la observación de la imagen tomográfica en endodoncia. Acta Odontológica Colombiana [Internet]. 2021;(2):66-85.

14. Espinoza F, Lizana A, Muñoz P. Biocerámicos en odontología, una revisión de literatura. Canal Abierto [Internet]. 2020; 41:14-21.
15. Soares IJ, Cantarini C, Miraglia Cantarini JP, Goldberg F. Empleo del MTA en la obturación de perforaciones radiculares de origen iatrogénico. Revista Asociación Odontológica Argentina [Internet]. 2018;106:127-135.
16. Camilleri J. Endodontic materials in clinical practice [Internet]. First edition. Wiley-Blackwell; 2021.
17. Surya Raghavendra S, Jadhav GR, Gathani KM, Kotadia P. Bioceramics in endodontics – A review. Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry [Internet]. 2017;17:51.
18. Farea M, Husein A, Pameijer CH. Furcation perforation: current approaches and future perspectives. International Dentistry South Africa [Internet]. 2019; 9(1):44–17.
19. Soares IJ, Cantarini C, Miraglia Cantarini JP, Goldberg F. Empleo del MTA en la obturación de perforaciones radiculares de origen iatrogénico. Revista Asociación Odontológica Argentina [Internet]. 2018;106:127-135.
20. Chitra S, Mathew NK, Jayalakshmi S, Balakumar S, Rajeshkumar S, Ramya R. Strategies of Bioceramics, Bioactive Glasses in Endodontics: Future Perspectives of Restorative Dentistry. BioMed Research International [Internet]. 2022;2530156.
21. Barceló Santana FH. Materiales dentales: conocimientos básicos aplicados. México, D.F.: Editorial Trillas; 2015.
23. Zafar K, Jamal S, Ghafoor R. Bio-active cements-mineral trioxide aggregate based calcium silicate materials: A narrative review. Vol. 70, Journal of the Pakistan Medical Association [Internet]. 2020;70(3): 497–504.
24. 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 [Internet]. 2018; 51(2):177–205.

25. Kaur M, Singh H, Dhillon JS, Batra M, Saini M. MTA versus biodentine: Review of literature with a comparative analysis. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* [Internet]. 2017; 11(8):ZG01–5.
26. Davaie S, Hooshmand T, Ansarifard S. Different types of bioceramics as dental pulp capping materials: A systematic review. *Ceramics International* [Internet]. 2021; 47(15):20781–92.
27. M. A. Alazrag, A. M. Abu-Seida, K. M. El-Batouty, S. H. El Ashry. Marginal adaptation, solubility and biocompatibility of TheraCal LC compared with MTA-angelus and biodentine as a furcation perforation repair material. *BMC Oral Health* [Internet]. 2020; 20(1):1–12.
28. Naji ZA, Tarek R. TheraCal LC: From Biochemical and Bioactive Properties to Clinical Applications. *International Journal of Dentistry* [Internet]. 2018.
29. Evans MD. A Contemporary Treatment of an Iatrogenic Root Perforation: A Case Report. *Journal of Endodontics* [Internet]. 2021; 47(3):520-525.

Anexos

1. Figura 1: Hargreaves KM. Cohen´s pathways of the pulp. [Internet] St. Louis: Elsevier; 2016. p. 132
2. Figura 2: : Hargreaves KM. Cohen´s pathways of the pulp. [Internet] St. Louis: Elsevier; 2016. p. 133
3. Figura 3: Soares IJ. Endododncia: técnica y fundamentos. [Internet] Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana;2012. p.95
4. Figura 4: Hargreaves KM. Cohen´s pathways of the pulp. [Internet] St. Louis: Elsevier; 2016. p. 133
5. Figura 5: Hargreaves KM. Cohen´s pathways of the pulp. [Internet]St. Louis: Elsevier; 2016. p. 138
6. Figura 6: Hargreaves KM. Cohen´s pathways of the pulp. [Internet] St. Louis: Elsevier; 2016. p. 141
7. Figura 7: Hargreaves KM. Cohen´s pathways of the pulp. [Internet] St. Louis: Elsevier; 2016. p. 142

8. Figura 8: De Lima ME. Endodoncia.Ciencia y Tecnología. [Internet] Colombia: Amolca; 2016.
9. Figura 9: De Lima ME. Endodoncia.Ciencia y Tecnología. [Internet] Colombia: Amolca; 2016.
10. Figura10: Gutmann JL. Solución de problemas en endodoncia: prevención, identificación y tratamiento. [Internet] Barcelona :Elsevier;2012.
- 11.Figura 11: De Lima ME. Endodoncia.Ciencia y Tecnología. [Internet] Colombia: Amolca; 2016.
- 12.Figura 12:. Clauder T. Present status and future directions – Managing perforations. [Internet] International Endodontic Journal; 2022.
- 13.Figura 13: Representación del nivel coronal, radicular y apical. [Internet][Consultado el 01/12/22] Imagen disponible en: <https://acortar.link/bw36sr>
- 14.Figura 14. Clauder T. Present status and future directions – Managing perforations. [Internet] International Endodontic Journal. 2022.
- 15.Figura 15: Mancino D, Meyer F, Haikel Y. Improved single visit management of old infected iatrogenic root perforations using Biodentine®.[Internet]. Giornale Italiano di Endodonzia. 2018.
- 16.Figura 16: Studies from University of Melbourne Provide New Data on Endodontics (A Contemporary Treatment of an Iatrogenic Root Perforation: A Case Report). [Internet] Health & Medicine Week. 2020.
- 17.Figura 17: Silva AL. Tomografía computerizada de haz cónico. Aplicaciones cónicas en odontología; comparación con otras técnicas. [Internet]. Cient. Dent. 2010.
- 18.Figura 18: Camilleri J. Endodontic materials in clinical practice. First edition. Wiley-Blackwell; [Internet] 2021.

19. Figura 19: Esquema de los usos de los cementos a base de silicato de calcio en endodoncia. [Internet][Consultado el 01/12/22] Imagen disponible en: <https://acortar.link/VpKAFx>
20. Figura 20: Presentaciones de MTA. [Internet][Consultado el 01/12/22] Imagen disponible en: <https://acortar.link/Bhctwe>
21. Figura 21: Surya Raghavendra S, Jadhav GR, Gathani KM, Kotadia P. Bioceramics in endodontics – A review. [Internet] Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry. 2017
22. Figura 22: Aplicador de MTA.[Internet][Consultado el 01/12/22] Imagen disponible en: <https://acortar.link/CAsqPx>
23. Figura 23: Presentación del Biodentine™ .[Internet][Consultado el 01/12/22] Imagen disponible en: <https://acortar.link/xpUx3L>
24. Figura 24: Kaur M, Singh H, Dhillon JS, Batra M, Saini M. MTA versus biodentine: Review of literature with a comparative analysis. [Internet], Journal of Clinical and Diagnostic Research; 2017.
25. Figura 25 Surya Raghavendra S, Jadhav GR, Gathani KM, Kotadia P. Bioceramics in endodontics – A review. Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry. 2017: Representación de los usos del Biodentine™ .[Internet][Consultado el 01/12/22] Imagen disponible en: <https://acortar.link/xpUx3L>
26. Figura 26: Presentación del EndoSequence[®]. [Internet][Consultado el 01/12/22] Imagen disponible en: <https://acortar.link/541nUo>
27. Figura 27: Presentación del BioAggregate[®]. [Internet][Consultado el 01/12/22] Imagen disponible en: <https://acortar.link/sdYX72>
28. Figura 28: Presentación del TheraCal LC[®]. [Internet][Consultado el 01/12/22] Imagen disponible en: <https://acortar.link/glHXnv>
29. Figura 29: Berutti E, Amato M, Ambu E, Badino M, Barboni MG, Beccio R, et al. Manual de endodoncia [Internet]. Amolca; 2017.
30. Figura 30: Mancino D, Meyer F, Haikel Y. Improved single visit management of old infected iatrogenic root perforations using Biodentine®. [Internet]. Giornale Italiano di Endodonzia. 2018.

31. Figura 31: Soares IJ, Cantarini C, Miraglia Cantarini JP, Goldberg F. Empleo del MTA en la obturación de perforaciones radiculares de origen iatrogénico. [Internet]. Revista Asociación Odontológica Argentina. 2018.
32. Figura 32: Barzuna UM, Benavides CS, Valverde TC, Villalobos CL, Ortega T. Reto multidisciplinario ante fractura vertical. [Internet]. Odontología Vital. 2020.
33. Figura 33: Berutti E, Amato M, Ambu E, Badino M, Barboni MG, Beccio R, et al. Manual de endodoncia [Internet]. Amolca; 2017