



MATERIALES DE RETRO-OBTURACIÓN UTILIZADOS EN CIRUGÍA APICAL DURANTE LOS ÚLTIMOS CINCO AÑOS, UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Trabajo de investigación requisito para optar al Título de Especialista en Endodoncia

Residentes: Dra. Valentina Cabrera
Dr. Jonathan Ormeño
Directora del programa: Dra. Alicia Caro
Cátedra de Endodoncia

**Valparaíso – Chile
2018**

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos enormemente a Dios y a nuestras familias por el apoyo incondicional, y en especial a quienes estuvieron constantemente guiándonos en la elaboración de este trabajo; a Marco Chávez Bibliotecólogo Jefe de la Facultad, Verónica Alvarado Asistente de Biblioteca, a los docentes Dr. Miguel Muñoz y Dra. Issis Luque ambos integrantes del Departamento de Investigación de la Facultad. También agradecemos al equipo docente de nuestra especialidad, Dra. Patricia Nazar, Dra. Loreto Martín y Dr. Fernando Bahamondes, y por último a nuestra docente guía y Directora del Programa de la Especialidad de Endodoncia la Dra. Alicia Caro.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEORICO	2
Endodoncia convencional	2
Procedimientos quirúrgicos paraendodónticos.....	2
Microcirugía paraendodóntica	3
Indicaciones y contraindicaciones de cirugía paraendodóntica.....	4
Indicaciones para cirugía paraendodóntica, Caro y cols:.....	5
Contraindicaciones para cirugía paraendodóntica	6
Tipos de cirugía paraendodónticas.....	7
1. Cirugía Fistulativa	7
2. Cirugía Correctiva	8
3. Cirugía Perirradicular	9
4. Cirugía Exploratoria.....	10
5. Cirugía Periapical.....	10
Materiales utilizados como retro obturadores en cirugía apical.....	17
Amalgama	18
Cementos en base a óxido de zinc/eugenol	19
Material restaurativo intermedio (IRM, DENTSPLY)	19
Super-EBA.....	20
Ionómero vítreo.....	21
Resinas para retro-obturación.....	21
Retroplast™	21
Diaket (3M ESPE).....	23
Geristore	23
Biocerámicos.....	24
Propiedades de los biocerámicos utilizados en endodoncia.....	25
Agregado de trióxido mineral o MTA.....	25
Biodentine™ (Septodont, Saint Maur des Fosses, Francia):.....	29
Bioaggregate (Innovative BioCeramix, Vancouver, Canadá)	32
EndoSequence Root Repair Material (Brasseler EE.UU., Savannah, GA).....	33
TotalFill (FKG Dentaire SA)	34
Factores de pronóstico en cirugía apical	35
Factores pronósticos prequirúrgicos	35
Factores pronósticos intraquirúrgicos	36
Factores pronósticos postquirúrgicos	36
Criterios de evaluación en cirugía apical.....	37
Evaluación clínica del éxito	37
Evaluación imagenológica del éxito.....	38
Criterio de Molven	38
Criterio modificado 3D de Penn.....	41
OBJETIVO GENERAL	43

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	43
MATERIALES Y MÉTODOS	44
Tipo de investigación:	44
Determinación de la muestra:	44
Palabras clave para la búsqueda bibliográfica:	44
Criterios de inclusión:	44
Criterios de exclusión:	45
Método de búsqueda o muestreo.....	45
RESULTADOS.....	48
DISCUSIÓN.....	61
CONCLUSION.....	64
RESUMEN	65
BIBLIOGRAFIA.....	66

INTRODUCCIÓN

La cirugía paraendodóntica implica el manejo quirúrgico de dientes con un compromiso, de origen pulpar, de los tejidos paraendodónticos que no pueden resolverse mediante un tratamiento o retratamiento endodóntico convencional. Existen distintos tipos de cirugías paraendodónticas, siendo una de ellas la cirugía periapical.

La cirugía periapical está indicada en casos de separación de instrumentos, sobreobturaciones sintomáticas, conductos no abordados en el tercio apical, lesiones apicales persistentes, quistes de origen endodóntico verdaderos, reabsorción apical y biofilm extra radicular entre otros. Su objetivo es eliminar la causa que impide que el cuadro endodóntico remita, esta se lleva a cabo a través del legrado o curetaje apical, la apicectomía y preparación/obturación a retro con un material biocompatible para sellar la comunicación existente entre el sistema de conductos radiculares (SCR) y los tejidos periradiculares. Este procedimiento ha sido realizado por casi diez años en la Especialidad de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, siendo la pionera en esta área a nivel nacional.

A través de los años, esta cirugía ha evolucionado a medida que han surgido mejores instrumentos de magnificación e iluminación, particularmente microscopios, que permiten un abordaje menos invasivo; al desarrollo y masificación de exámenes imagenológicos, que permiten una planificación cuidadosa de la intervención; y al desarrollo de nuevos materiales biocompatibles y con mejores propiedades clínico-quirúrgicas, que permiten reemplazar en forma segura y predecible estructuras dentarias y radiculares.

Entre los muchos factores que contribuyen al éxito de la cirugía periapical, está el tipo de material de retro-obturación utilizado. Las propiedades ideales son varias y buscando cumplirlas se han utilizado numerosos materiales para el relleno apical, que incluyen amalgama, cementos en base a óxido de zinc-eugenol, cementos de ionómero de vidrio, resinas compuestas y silicatos. Todos estos materiales son compatibles con la cicatrización y la reconstitución del hueso perirradicular, pero solo el Agregado de Trióxido Mineral (MTA) había demostrado inducir la formación de cemento y la reparación completa del ligamento periodontal, por estas razones, el MTA ha sido considerado como el "gold standard" y el primer biocerámico por excelencia, sin embargo, su uso presentaba algunos inconvenientes; y con el fin de superar estas limitaciones desde hace algunos años se han introducido nuevos materiales conocidos como biocerámicos. A raíz de esto cabe preguntarse ¿Cuáles son los materiales utilizados como retro-obturadores en cirugía apical en el último tiempo?

En busca de responder esta pregunta, el presente estudio pretende realizar una revisión de la literatura publicada en los últimos cinco años, para determinar cuáles son los materiales de retro-obturación utilizados en cirugía apical.

MARCO TEORICO

Endodoncia convencional

La endodoncia se define como la rama de la odontología que se ocupa del estudio de la morfología, función, salud y enfermedad del órgano dentinopulpar y la región periodontal periapical, así como de su prevención y tratamiento (1).

El tratamiento de endodoncia tiene como objetivos la limpieza, desinfección, conformación y relleno del SCR con el fin de poder preservar la pieza dentaria en boca libre de infección (2).

En la gran mayoría de los casos estos objetivos pueden ser logrados con el tratamiento de endodoncia convencional, realizado en el sillón dental bajo aislamiento absoluto, mediante diferentes técnicas y procedimientos que son llevados a cabo utilizando en conjunto la instrumentación mecánica y el tratamiento químico; la preparación puede ser de forma manual o mecanizada, mientras que el tratamiento químico incluye protocolos de irrigación y medicación tópica intraconducto, la preparación química es indispensable debido a la imposibilidad de los instrumentos mecánicos de acceder a la totalidad de la compleja anatomía del SCR (3).

Sin embargo, a pesar de seguir todos los pasos mencionados anteriormente existen casos en los que es imposible llegar a la resolución de los signos y síntomas de la enfermedad endodóntica por lo que se hace indispensable complementar esta terapia con procedimientos quirúrgicos paraendodónticos.

Procedimientos quirúrgicos paraendodónticos

La cirugía endodóntica no solo tiene relación a la cirugía periapical, esta abarca una casuística mucho más amplia, es por esto que nos referimos a ella como Cirugía Paraendodóntica, término que acuñó la Universidad de Valparaíso a partir del término "Cirugía Paraendodóntica" que se consensuó en el IV Congreso Internacional de Rio de Janeiro, en 1979, en donde es definida como "toda cirugía que resuelve patologías que comprometen el área periapical, perirradicular y sus zonas relacionadas, que tienen un origen de tipo endodóntico" (4).

La Cirugía Paraendodóntica es definida como cualquier procedimiento quirúrgico realizado para alcanzar, diagnosticar y tratar el SCR y la zona perirradicular de un diente afectado por motivos endodónticos mediante un acceso quirúrgico a través de la mucosa oral y el hueso que lo rodea (3) (5).

Microcirugía paraendodóntica

Se ha incorporado el concepto de microcirugía paraendodóntica, esta combina una amplificación e iluminación insuperables utilizando microscopio dental óptico de operación y microinstrumentos específicos que afectan significativamente la selección de casos, la preparación y el conocimiento de las secuelas curativas postoperatorias. Estos avances importantes en la técnica quirúrgica, en los que se incluyen la micro instrumentación y los nuevos materiales biocompatibles, se han producido sólo en los últimos años (5). Con esto no sólo se ha llevado a la mejora general en el éxito del tratamiento, sino también a la capacidad de salvar lo que antes se consideraba como dientes sin esperanza y destinados irremediamente a extraerse.

Dentro de las ventajas de la microcirugía encontramos la fácil identificación de los ápices radiculares, osteotomías más pequeñas y ángulos de resección que conservan la cortical ósea y el largo radicular (6). Además, la superficie de la raíz resectada observada bajo magnificación e iluminación revela detalles como istmos, canales finos, microfracturas y canales laterales (6).

Hoy la tasa de éxito para la microcirugía paraendodóntica está por sobre el 90% y esto es posible, debido a que se ha mejorado considerablemente la técnica a través de la utilización de alta amplificación, preparaciones ultrasónicas para el extremo apical radicular y materiales de relleno que son más biocompatibles como el MTA y sus derivados(7)(8).

COMPARACIÓN ENTRE CIRUGÍA PERIAPICAL TRADICIONAL Y LA MICROCIRUGÍA (PORCENTAJES DE ÉXITO)		
Procedimiento	Cirugía (40-90%)	Microcirugía (95%)
Identificación del ápice	Difícil	Precisa
Ostectomía	Amplia 10 mm	Pequeña 3-5 mm
Inspección radicular	Difícil	Fácil
Ángulo de la apicectomía	45-65 grados	0-10 grados
Identificación/Tratamiento del istmo	Imposible	Fácil
Caja Retrógrada	Fuera del conducto (Fresa)	Dentro del conducto (ultrasonidos)
Obturación Retrógrada	Imprecisa	Precisa
Material de Obturación	Amalgama	MTA
Tipo de sutura	Seda de 3-4/0	Monofilamento 4-6/0
Retirada de los puntos	7 días	2-3 días

Tabla I: Comparación cirugía convencional versus microcirugía (Canalda, 2006).

Indicaciones y contraindicaciones de cirugía paraendodóntica

Una de las etapas fundamentales para el éxito del tratamiento quirúrgico es que este haya sido bien indicado, para esto es necesario conocer la causa de la patología radicular persistente. Dentro de las razones por las cuales un tratamiento endodóntico convencional puede fallar está que algunos microorganismos pueden sobrevivir incluso en los túbulos dentinarios, los conductos accesorios, las irregularidades del conducto y la zona de los istmos de dientes aparentemente bien tratados (9).

Junto con esto, las colonias extrarradiculares también pueden ser un factor por el cual los dientes no respondan de manera correcta a los tratamientos no quirúrgicos. Cuando los microorganismos son capaces de organizarse en biopelículas extrarradiculares, estos pueden ser particularmente resistentes a los mecanismos de defensa del huésped y a los agentes antibacterianos. Esta colonización persistente no se puede diagnosticar con métodos no invasivos, aunque su presencia se puede sospechar debido a que el diente no responde de forma adecuada al tratamiento no quirúrgico bien realizado (9).

Por otro lado, la sobreobtención puede contribuir al fracaso del tratamiento, presumiblemente como consecuencia de una respuesta inflamatoria crónica. Algunos autores han sugerido que el mecanismo por el cual la sobreobtención puede contribuir al fracaso de la endodoncia es porque determinados materiales pueden inducir a la apoptosis de las células del ligamento periodontal. Otra hipótesis que se sostiene, sobre como la sobreobtención influye en el fracaso, es que en las obturaciones radiculares sobre extendidas existe una falta de sellado apical, lo que permite la posterior salida de microorganismos por esta vía. Aun con esto, la sobreobtención por si misma no representa un problema ni es causante de la indicación de cirugía mientras se mantenga sin signos y síntomas de infección(9).

Las fracturas radiculares verticales también son una causa importante de fracaso, y en sus fases iniciales suelen ser difíciles de diagnosticar, para esto se debe recurrir a la cirugía exploratoria y así confirmar la existencia de esta patología. Actualmente se cuenta con la tomografía computarizada de haz cónico, que es una herramienta muy prometedora para el diagnóstico no invasivo de las fracturas radiculares con desplazamiento ya que las que no están desplazadas o aquellas que solo llegan a ser fisuras no se observan. Aunque se han propuesto varias opciones para el tratamiento de las fracturas verticales, generalmente se considera que el pronóstico es malo y la extracción suele ser el tratamiento de elección. En algunos casos se puede recurrir a la hemisección de la raíz de un diente multirradicado siempre y cuando no esté afectado el resto de la estructura dental, y haya suficiente tejido periodontal de soporte (9).

Existe un conjunto de patologías denominados quistes periapicales que pueden diferenciarse en: quistes verdaderos, con una luz totalmente incluida, y quistes de bolsa, abiertos al conducto radicular (10). Los quistes de bolsa curan tras el tratamiento de endodoncia, pero los verdaderos pueden no curar por lo que la cirugía en conjunto con una nueva endodoncia podrá dar lugar a la curación de los tejidos(12) .

En resumen, las indicaciones para cirugías paraendodónticas incluyen anatomía compleja del conducto radicular, como istmos o deltas, materiales irrecuperables en el conducto radicular y fractura de instrumentos; accidentes del procedimiento convencional que requieren cirugía como transporte apical, perforaciones, sobre obturaciones, casos sintomáticos persistentes, lesiones refractarias, casos de retratamiento fallido, omisión de conductos, donde pueda ser necesaria una biopsia y cualquier lesión periapical persistente o que aumente su tamaño. Todos estos casos deben ser resueltos mediante tratamientos quirúrgicos (5)(9)(13).

Existen varias clasificaciones sobre las indicaciones de las cirugías paraendodónticas, pero a continuación mencionaremos la utilizada por la Cátedra de Endodoncia de la Universidad de Valparaíso:

Indicaciones para cirugía paraendodóntica, Caro y cols:

1. Necesidad de realizar un drenaje
 - Conducto ocupado: pernos, relleno endodóntico o instrumentos fracturados
 - Cuando el drenaje vía conducto no logra vaciar el absceso
2. Diente retratado endodónticamente que persiste con sintomatología
 - Biofilm extra radicular
3. Imposibilidad de realizar un tratamiento convencional
 - Conducto ocupado: pernos, relleno endodóntico, instrumentos fracturados
4. Conductos calcificados total o parcialmente
 - Sintomáticos
 - Con o sin lesión apical
5. Errores de procedimiento
 - Fractura de instrumentos
 - Perforaciones iatrogénicas
 - Curvaturas no negociables o no tratadas
 - Sobre instrumentación
6. Sobre rellenos sintomáticos
7. Gran lesión apical compatible con quiste
8. Defectos por reabsorciones patológicas
 - Exorizálisis
 - Endorizálisis
9. Caries radicales con compromiso de conducto en dientes que van a ser tratados endodónticamente.
10. Dientes que no se pueden aislar
 - Diente en resto radicular por caries.

-Fracturas coronarias totales o parciales que comprometen el margen gingival.

11. Accidentes operatorios o patológicos que comprometen seriamente piso de cámara pulpar, parcial o completamente una raíz.

12. Dientes en que se sospechan fisuras o fracturas verticales.

13. Variaciones anatómicas

- División apical
- Anomalías de forma

Este tipo de cirugía puede estar contraindicada o limitada por una serie de factores que implican un riesgo añadido o la necesidad de tomar medidas suplementarias previas o posteriores a la intervención quirúrgica (14). Según Caro y cols. son las siguientes:

Contraindicaciones para cirugía paraendodóntica

1. Consideraciones anatómicas: existen casos en donde los dientes afectados presentan cercanía con estructuras nobles (seno maxilar, nervio dentario inferior, agujero mentoniano), pero esta contraindicación es relativa de acuerdo con la experiencia del operador, ya que existen técnicas quirúrgicas para no dañar estas estructuras nobles. Además, siempre que se opera se debe pedir como examen complementario, para la planificación de la cirugía, un conebeam, esto para planificar dejando como margen de seguridad 2 mm. con respecto a la ubicación de estas estructuras.
2. Relativas al paciente: pacientes con enfermedades agudas son una contraindicación absoluta, mientras que, enfermedades crónicas controladas se pueden operar sin problema, siempre y cuando no estén descompensados. En estos casos, se debe derivar al médico tratante esperar a que se estabilice el cuadro y entonces poder planificar la cirugía. Pacientes no cooperadores no son candidatos para la operación debido a la imposibilidad de seguir las instrucciones necesarias durante la cirugía o en el postoperatorio. Otras contraindicaciones relativas incluyen apertura bucal limitada o problemas psicológicos.
3. Relativas al diente: existen dentro de este punto contraindicaciones relativas y absolutas, una mala salud periodontal es una contraindicación absoluta ya que siempre tendrá un mal pronóstico. Dentro de las relativas tenemos la posibilidad restaurativa del diente y su ubicación en la arcada, ya que esto a su vez pasa por la experiencia del operador.
4. Habilidad y experiencia del operador: muchos profesionales comienzan operando casos simples de dientes anteriores. Se requiere de entrenamiento para lograr desarrollar las competencias quirúrgicas necesarias ya que es una cirugía de alta complejidad dentro del área quirúrgica en odontología.

A. INDICACIONES	
i.	Enfermedad perirradicular asociada con un tratamiento radicular bien realizado donde el retratamiento sea juzgado como perjudicial para el diente o donde no se puede mejorar.
ii.	Enfermedad perirradicular persistente con variaciones anatómicas como raíces tortuosas, bifucación de ángulo agudo, pulpolitos y calcificaciones que impiden llevar a cabo el retratamiento no quirúrgico.
iii.	Enfermedad perirradicular persistente asociados con errores en el procedimiento como instrumentos fracturados, escalones, bloqueos y perforaciones del canal, que no pueden ser corregidas de formas no quirúrgicas.
iv.	Cuando esta indicada una biopsia de los tejidos perirradiculares.
v.	Cirugía exploratoria para visualizar el tejido perirradicular o cuando se sospecha de fractura dentaria o radicular.
B. CONTRAINDICACIONES	
i.	Factores Anatómicos: Proximidad a paquetes neurovasculares, configuración ósea y radicular inusual, proximidad al seno maxilar, segundo molar inferior con una placa cortical gruesa e inclinación lingual radicular. Apertura bucal limitada resultando en acceso quirúrgico reducido.
ii.	Factores Periodontales y Restauradores: Pobres estructuras de soporte, enfermedad periodontal activa moderada-severa. Imposibilidad de restaurar.
iii.	Factores médicos Enfermedades sistémicas graves (ASA III-IV), pacientes con enfermedades como leucemia o neutropenia severa en etapa activa, y diabetes no controlada o paciente que ha sido sometido recientemente a terapia cardiaca o para cancer.
iv.	Habilidades del Operador Las habilidades y conocimientos del cirujano. Ante la duda se debe derivar a un endodoncista capacitado.

Tabla II: Indicaciones y contraindicaciones de Cirugía Paraendodónticas (Patel, 2016).

Tipos de cirugía paraendodónticas

Según la publicación de Caro M. 2010 en la revista Canal Abierto Revista de la Sociedad de Endodoncia de Chile, las Cirugías Paraendodónticas se clasifican de la siguiente forma:

1. Cirugía Fistulativa

Corresponde al drenaje de urgencia que se realiza cuando existe una colección purulenta focalizada y no es posible drenarlo a través del conducto radicular. Se presentan dos alternativas para proceder:

- a. La primera y más común consiste en realizar la incisión y drenaje a través de un pequeño colgajo de tipo semilunar en el nivel más bajo del aumento de volumen, se puede abrir con la pinza o una sonda acanalada permitiendo así la salida del contenido purulento. Se aplica sutura si la incisión es mayor a 10mm.
- b. La segunda alternativa y menos común es la trepanación cortical, ocurre en aquellos casos donde el exudado purulento está contenido a nivel óseo y difuso en los tejidos blandos, es importante agregar que esta situación es muy dolorosa para el paciente ya que el exudado se encuentra comprimiendo el periostio, es por esto que se hace necesario realizar una trepanación en la pared ósea que no es más que la perforación quirúrgica de la lámina cortical alveolar sobre el diente implicado para eliminar la presión, esto se hace con radiografía previa para definir bien la zona a perforar, se pone anestesia local, se realiza un colgajo semilunar en la zona apical, luego se realiza la perforación cortical con una fresa estéril y con ayuda de una sonda para explorar, si es necesario se puede dejar un drenaje fijado a un punto de sutura.

Siempre que exista un absceso dentoalveolar agudo se debe citar al paciente antes de una semana posterior a la cirugía, ya que es un proceso agudo, esta misma acción de urgencia puede ser el primer paso para la planificación del acto quirúrgico resolutivo y poder programarlo. Se darán antibióticos de acuerdo al cuadro, considerando la extensión de la lesión, la profundidad, la evolución del cuadro y las características del drenaje.

En este tipo de cirugía puede ocurrir que exista un quiste abscedado, cuyo signo patognomónico es la salida de exudado abundante y de difícil detención, de igual forma se debe intentar reducir, dejar medicado y sellado, programando una cita para el día siguiente, de igual forma el tratamiento definitivo para esto es la cirugía periapical. Por lo general, la lesión que llega para cirugía fistulativa presenta una radiolucidez apical escasa o nula, lo que indica un proceso patológico reciente o agudo.

2. Cirugía Correctiva

Es aquella que contempla la reparación de perforaciones iatrogénicas, por procedimientos endodónticos o restaurativos, y perforaciones patológicas, como las endo o exorizálisis. La perforación radicular se define como la comunicación entre el sistema de conductos y el exterior de la raíz. El tratamiento de esta comunicación debe ser lo más pronto posible, ya que el daño al periodonto es proporcional al tiempo ocurrido, así como el grado de contaminación bacteriana. Actualmente con el uso del microscopio se opta como primera solución cerrar la perforación vía intracanal, a través de visión directa y magnificada. Si el caso no lo permite por dificultad en el acceso, por el tamaño de la perforación o porque hay que combinarla con otro procedimiento, se realiza la Cirugía Paraendodóntica. En estos casos es importante considerar la solicitud previa de una tomografía, para determinar la localización exacta y planificar el acceso quirúrgico, así como para determinar el tamaño de la perforación (4).

IATROGÉNICAS	PATOLÓGICAS
a. Durante la apertura cameral: en paredes	a. Reabsorción interna, no perforante
b. En la búsqueda de la entrada de los conductos: piso o zona de furca	b. Reabsorción interna, perforante
c. Eliminación excesiva de dentina en la pared de riesgo: stripping	c. Reabsorción radicular externa
d. Creación de falsas vías y transportación	c.1 Reabsorción radicular inflamatoria
e. Al tratar de traspasar o retirar un instrumento separado	c.2 Reabsorción por sustitución
f. Al no respetarse curvaturas y transportar	c.3. Reabsorción idiopática o cervical
g. Al preparar un canal para postes	

Tabla III: Indicaciones de cirugía correctiva según la causa de comunicación (Caro, 2013).

3. Cirugía Perirradicular

La cirugía perirradicular contempla procedimientos quirúrgicos enfocados al alargamiento quirúrgico de la corona, también conocido como ancho biológico, y procedimientos quirúrgicos resectivos como la amputación radicular y la hemisección dentaria o premolarización.

- a. El alargamiento coronario o también llamada cirugía de ancho biológico es un procedimiento que debe manejar el endodoncista, puesto que en ocasiones el diente a tratar presenta una gran destrucción coronaria que dificulta el aislamiento absoluto, requisito indispensable para realizar una endodoncia convencional.
- b. Los procedimientos resectivos, que implican la amputación radicular, se indican en dientes multiradulares, donde una raíz ha sido dañada irreversiblemente, y el extirparla no provoca una alteración importante en el diente. Es necesario en casos de perforaciones importantes como en la transportación con resultado de stripping.
- c. Los procedimientos resectivos que contemplan la hemisección dentaria también llamados premolarización, son realizados en aquellos dientes multiradulados, que tienen gran destrucción coronaria y que presentan un piso cameral muy delgado, el cual hace que el riesgo de fractura al restaurar sea muy alto, por lo que, el pronóstico se hace más favorable si se trata como dos dientes de menor tamaño.

Para que un paciente pueda ser sometido a procedimientos de este tipo debe cumplir con las siguientes condiciones: óptima salud periodontal, relación corono radicular aceptable y posibilidad de restauración.

4. Cirugía Exploratoria

Casi en desuso por la aparición de nueva tecnología, como la microscopia y la tomografía Cone Beam. Si en algún caso no es posible contar con estos elementos, es necesario abrir un campo quirúrgico para explorar, luego esta determinará el diagnóstico, y determinará un tratamiento que puede ser inmediato, por lo que además de ser un proceso diagnóstico es de carácter resolutivo; en el caso de una perforación, por ejemplo, o en la extracción del diente en el caso de encontrar una fractura radicular vertical.

5. Cirugía Periapical

La cirugía apical se considera un procedimiento quirúrgico que compromete el abordaje directo de los tejidos periapicales, a través de un conjunto de técnicas quirúrgicas para sellar apicalmente el conducto radicular(15). Estos procedimientos incluyen la incisión y el drenaje, ostetomía, resección radicular del diente, preparación y obturación a retro entre otros procedimientos. En la actualidad, requiere de alta destreza clínica y del desarrollo de un alto nivel tecnológico (6).

Esta cirugía busca(16):

- a. Eliminar el foco infeccioso, el quiste radicular, etc., mediante el legrado o curetaje apical y la apicectomía que lo facilita.
- b. Conservar el diente mediante la realización del tratamiento de conductos pertinentes y el sellado apical por medio de la apicectomía y la obturación retrógrada.

Este tipo de cirugía precisa de una gran minuciosidad y la observación de etapas bien regladas, esto junto con la habilidad del profesional llevarán al éxito de la técnica (16). Como toda cirugía que busca el abordaje radicular consta de etapas básicas y comunes entre si, estas se desarrollan brevemente a continuación:

- a. Desinfección del campo con clorhexidina al 2%
- b. Anestesia local: con el objetivo de lograr anestesia y hemostasia, es por esto que se utiliza anestesia con vasoconstrictor.
- c. Diseño de colgajo: puede ser independiente de su diseño con o sin preservación de papilas, abarca un diente más hacia mesial y distal del involucrado, las descargas del colgajo nunca deben estar sobre el diente involucrado ni sobre la lesión, para la descarga vertical debe posicionar el bisturí en 90° mientras que para la descarga horizontal debe ser en 45° para evitar la retracción gingival, se debe hacer el colgajo de espesor total y en un solo movimiento. Las papilas deben ser incluidas en el colgajo o en su defecto preservarse.
- d. Osteotomía: extracción de lamina cortical y luego esponjosa para acceder a la raíz, en la mayoría de los casos existe osteolisis, pero si no existe debemos acceder cuidadosamente y medir la distancia utilizando los exámenes complementarios como la radiografía o el conebeam. Una vez medida la

distancia se ubica la zona y se comienza a desgastar con una turbina angulada que permite tener una mejor visión. Las fresas utilizadas son de carbide o Zekrya, de tallo largo y con constante irrigación para evitar la necrosis ósea. Con la técnica microquirúrgica, el tamaño de la osteotomía es significativamente menor, sólo de 3 a 4 milímetros de diámetro. Esta es tan larga como una punta de ultrasonido de 3 mm de longitud, esto permite a la punta vibrar libremente en la cavidad ósea(6) (Imagen 1).

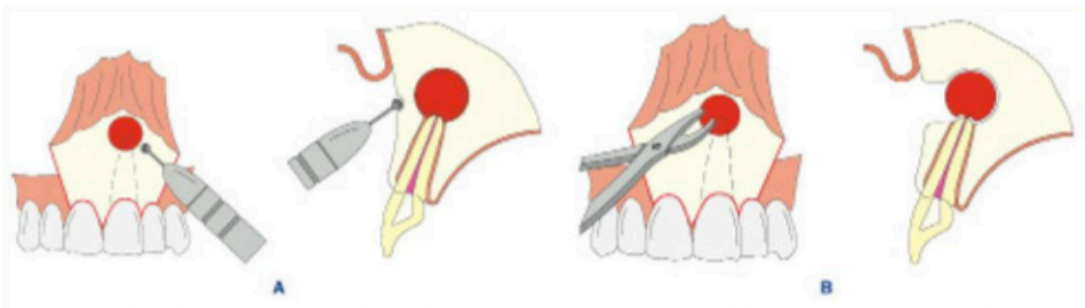


Imagen 1: Tiempos quirúrgicos en cirugía apical A) Trepanación cortical externa B) Ampliación de la osteotomía con pinza gubia hasta visualizar correctamente la lesión periapical. (Canalda, 2014).

Junto con esto, la cirugía periapical consta de cuatro técnicas, que serán desarrolladas en detalle a continuación:

i) Curetaje apical

Tiene por objetivo remover el tejido patológico localizado en el hueso alveolar de la región más apical y lateral de los dientes afectados, se deben remover cuerpos extraños, instrumentos fracturados, materiales de obturación. Este procedimiento se realiza aunque no exista una lesión. Todo el material histórico retirado de la zona perirradicular debe ser enviado para su estudio histológico (16).

La técnica para poder extraer el tejido va a depender del tamaño de la ventana ósea. Generalmente se utilizan cucharitas de diferentes tamaños y angulaciones, para poder lograr la separación del tejido patológico de la cavidad mediante la disección (16).

En el caso de microcirugías, como el tamaño e la disección es de menor tamaño, junto con la utilización del instrumental anteriormente mencionado, se puede utilizar puntas de ultrasonido diseñadas para la eliminación del tejido perirradicular afectado.

ii) Apicectomía

El manejo del ápice radicular resecaado durante la cirugía es crítico para el éxito global de un caso (9). La apicectomía, como dice su nombre, consiste en la eliminación de la porción final de la raíz dentaria (16).

Los objetivos de la apicectomía son (16):

- Eliminar conductos radiculares accesorios o colaterales en la zona apical.

- Tener acceso a las zonas linguales o palatina de la raíz y así poder hacer un correcto legrado del tejido patológico.
- Eliminar la porción de la raíz no obturada por vía ortógrada hasta la zona donde el material de obturación del conducto radicular este íntegro (en principio debe estar obturado todo el conducto radicular y, en caso contrario, se debería efectuar la reendodoncia o el tratamiento de conductos por vía retrógrada).
- Evaluar el conducto radicular y la calidad de su sellado, eliminando si es necesario el material sobrante (sobreobturación).
- Preparación de la raíz para poder confeccionar una caja de obturación retrograda.
- Eliminar los ápices fenestrados en la cortical externa.
- Obtener un buen sellado apical

Con respecto al tamaño resección radicular, en la antigüedad se pensaba que la cantidad de raíz eliminada era sinónimo de éxito, sin embargo, actualmente se recomienda ser lo más conservador posible en la resección apical (alrededor de 3 mm. Aproximadamente), sin sobrepasar un tercio de la raíz y nunca más de la mitad; de ser así el pronóstico será desfavorable (16). Estos tres milímetros se corresponden a que el 75% de las aberraciones del conducto, como por ejemplo, conductos accesorios o laterales, se ubican en estos milímetros apicales (6)(9) (Tabla 4).

APICECTOMÍA	1 mm.	2 mm.	3 mm.
Ramificaciones apicales	52%	78%	98%
Conductos colaterales	40%	86%	93%

Tabla IV: Eliminación de ramificaciones apicales y los conductos laterales tras realizar una apicectomía de 1, 2 o 3 mm. (Caro, 2013).

Para la determinación correcta de la extensión se deben considerar dos principios básicos, el primero y más importante es eliminar la causa (o las causas) de una enfermedad persistente; esto incluye la resección del tejido enfermo y , cuando este indicado, la reducción de una raíz fenestrada en la zona apical. Y en segundo lugar, se debe proporcionar un espacio adecuado para la correcta inspección y el tratamiento radicular (9). Se ha descrito también la comodidad del cirujano como fundamento de la resección del ápice, dependiendo del caso individual, aunque este principio se debe modificar por el deseo de reducir al mínimo el traumatismo de la intervención quirúrgica. Esto incluye el conservar el diente como las estructuras de soporte (9). En relación a estos últimos puntos, la realización de microcirugía utilizando microscopía y microinstrumentos ha determinado que este punto sea menos crítico, ya que permiten una mejor visualización e iluminación de espacios reducidos (9).

La amputación radicular se puede realizar con fresas redondas o con fresas de fisuras (cilíndricas). Actualmente, existen puntas de ultrasonido que cumplen la misma función, sin embargo, su corte es menos efectivo que el realizado con fresas de alta velocidad. Hace algunos años el ángulo era de 45° (en sentido linguo-vestibular), pero

actualmente se recomienda que en dientes unirradiculares sea perpendicular al eje longitudinal del diente (9) (16) (Imagen 2).

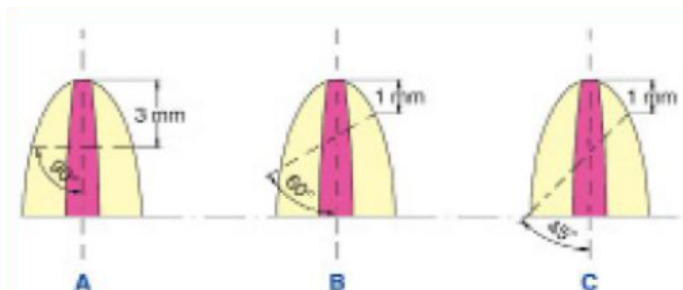


Imagen 2: Resección apical. La línea de corte de la raíz debe ser perpendicular al eje longitudinal del diente (A), por tanto, la apicectomía no debe efectuarse con bisel (B y C) (Canalda, 2014).

Esta modificación en el ángulo de resección está sustentado por los siguientes principios biológicos(9)(6):

- Tiene una mayor probabilidad de incluir todas las ramificaciones apicales de esa región del diente.
- El aumento en el ángulo de resección es directamente proporcional al número de túbulos dentinarios que se comunican con la región perirradicular y el sistema de conductos radiculares.
- Aumenta la probabilidad que irritantes que se encuentren en el interior del sistema de conductos radiculares accedan a los tejidos en curación.
- El corte perpendicular permite una mejor preparación del conducto radicular.
- Existe una distribución más homogénea de las fuerzas de cizallamiento que se ejercen en la región apical. Esto permite reducir la propagación de las fracturas apical y proporcionar un mejor entorno para la curación apical.

La apicectomía ayuda a visualizar toda la superficie radicular, esto permite descubrir segundos conductos e istmos radiculares (16). Además, proporciona una superficie plana en la que se preparará un cajón clase 1 de Black para recibir una futura obturación retrógrada.

Otro beneficio que entrega esta maniobra es, que cuando el tejido patológico está muy adherido a la raíz, el corte radicular permitirá su excéresis, junto con una mejor control visual de las zonas palatinas o linguales, según corresponda (16).

iii) Preparación apical

Esta etapa tiene por objetivo generar un ápice radicular resecaado con condiciones óptimas para el crecimiento del cemento y la posterior regeneración del ligamento periodontal a través del ápice cortado (9). La preparación de la superficie radicular debe ser lisa y plana, sin bordes afilados ni espolones de la estructura de la raíz, ya que estas podrían ser irritantes durante el proceso de curación. Sin bien hay poca información en

relación a que estas curan mejor que las rugosas, una superficie con estas características permite detectar de mejor manera las grietas superficiales y las variaciones anatómicas (9).

Para realizar esta preparación existen diferentes instrumentos, todos estos logran diferentes patrones de corte radicular. Entre ellos se encuentra las fresas de fisura de corte transversal, tanto de baja como de alta velocidad, este tipo de instrumento genera una superficie irregular(9). Por otro lado, la fresa Multi-Purpose (DENTSPLY Maillefer, Milford, DE), con el acabado posterior ha demostrado lograr el extremo radicular más liso, y con la menor cantidad de esquirlas. Las fresas que producen una superficie lisa tienden a cortar con menos vibración y menos ruido, lo que da más comodidad al paciente (9).

Sin embargo, para lograr la preparación radicular se necesita más que sólo el uso de un instrumento que dejen una superficie lisa, es necesario también el acondicionamiento de la superficie para poder eliminar el barrillo dentinario producido tras el desgaste del extremo radicular. Este acondicionamiento expone la matriz de fibras colágenas, conservando las sustancias biológicamente activas, como factores de crecimiento (9). Se han propuesto tres soluciones para la modificación de la dentina, estos son:

- **Ácido cítrico:** Este es el único que se ha estudiado en una aplicación quirúrgica, además es la solución que se ha escogido tradicionalmente. Tiene un pH de 1, y se ha reportado que el uso por 2 a 3 minutos para grabar las superficies radiculares facilita la formación, la nueva unión y la cementogénesis. En estudios recientes se ha puesto en duda el efecto beneficioso con sustancias de pH bajo, debido a que puede producir compromiso de los tejidos periodontales adyacentes.
- **Tetraciclina:** En estudios periodontales se ha demostrado que elimina el barrillo dentinario dejando los túbulos limpios y abiertos con tiempos de aplicación de tan solo 30 segundos (17).
- **Ácido Etilendiaminotetraacético (EDTA):** Es una solución de pH neutro utilizado por los endodoncistas como irrigador de conducto que también es eficaz en la exposición de las fibras colágenas de la superficie dentinaria (18). Gracias a su pH no afecta de manera adversa los tejidos circundantes. De acuerdo a la investigación periodontal, este debería ser el mejor acondicionador para la superficie radicular, aunque el fabricante ha desaconsejado la utilización cuando se utiliza agregado de trióxido mineral (MTA) como material para la observación del tejido radicular porque puede interferir con el efecto productor de tejido duro del MTA (19).

Estas tres soluciones han demostrado estimular la unión de fibroblastos a la superficie radicular en estudios realizados in vitro.

Una última e importante etapa de la preparación apical es la realización de una cavidad para establecer un sellado apical. El objetivo de esta etapa es eliminar el material de relleno y los irritantes del conducto, crear un espacio suficiente para aplicar un material de relleno del ápice radicular, y evitar cualquier lesión innecesaria de las estructuras radiculares(9)(20).

La forma ideal de la preparación consiste en una clase 1 preparada en la misma dirección que el eje mayor del diente, paralela, centrada y que englobe el sistema de conductos apicales (16). El diseño del cajón de obturación debe permitir colocar un volumen suficiente de material de obturación y debe tener retenciones para mantenerlo en su sitio, se describe que la profundidad debe ser de al menos tres milímetros (9)(16) (Imagen 3).

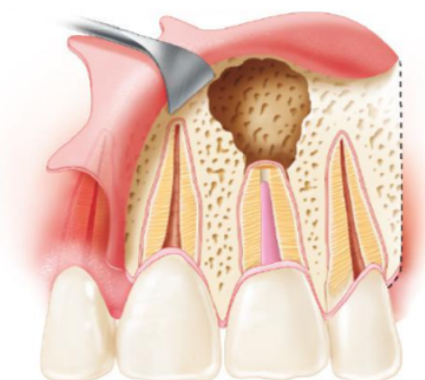


Imagen 3: Diagrama de una preparación perpendicular del ápice radicular y una preparación de una cavidad profunda de 3 mm. a lo largo del eje de la raíz. (Cohen, 2011).

Es muy probable que la intervención quirúrgica sea exitosa y si la conformación y limpieza de los restos del sistema de conductos radiculares ha sido realizada meticulosamente, ya que de esa forma se ha logrado eliminar los microorganismos irritantes (9).

Tradicionalmente, se han utilizado fresas rotatorias en un microcontraángulo con este fin. Sin embargo, la técnica convencional posee serios problemas para el cirujano, dentro de las que se encuentran (9)(20):

- Acceso al término radicular dificultoso, especialmente con un espacio de trabajo limitado.
- Existe un alto riesgo de perforación por la cara lingual o palatina cuando no se sigue la vía original del canal.
- Genera una profundidad insuficiente para la retención del material de relleno apical.
- El procedimiento de resección apical expone túbulos dentinarios.
- Istmos necróticos no pueden ser removidos.

La aparición de puntas ultrasónicas especialmente diseñadas para este propósito han dejado atrás el uso de fresas en la mayoría de los casos (9) (Imagen 4). Esto gracias a que las técnicas de preparación ultrasónica tienen varias ventajas por sobre la utilización de instrumental rotatorio. Por ejemplo, el diseño de las puntas permite un mejor acceso a la zona apical, permitiendo eliminar menos hueso. Además, se reduce el riesgo

de perforación radicular, en parte por la mejor manipulación del instrumento. Otro beneficio de estas puntas ultrasónicas es que realizan una preparación de la cavidad más constante y menos profunda, necesitando un menor biselado de la raíz (9).



Imagen 4: Se dispone de puntas ultrasónicas en una amplia variedad de configuraciones para su utilización en diferentes zonas de la boca. (Cohen, 2011).

La principal observación con la preparación ultrasónica del ápice radicular es la posibilidad de crear fracturas radiculares como consecuencia de la vibración producida (9) (Imagen 5).

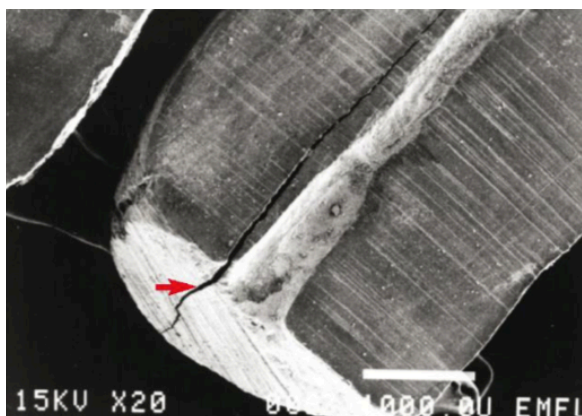


Imagen 5: Imagen de microscopía electrónica de barrido del ápice de una raíz preparado in vitro con un dispositivo ultrasónico con ajuste de potencia elevada. Se puede ver una línea de fractura evidente (Flecha roja). (Cohen, 2011).

Para evitar esta posible complicación, se recomienda la utilización del aparato ultrasónico con una velocidad moderada o baja y tener una buena irrigación, no presionar la punta al tejido dentario, dejando que las características del instrumento produzcan la acción de corte y no la presión excesiva de esta (9).

Con respecto a las características de las puntas ultrasónicas para la preparación del ápice radicular, existen de diferentes longitudes y diámetros construidas en acero inoxidable. Este instrumento puede o no estar recubierto de diamante o nitruro de circonio, no cabe duda que aquellos que tienen esta cubierta tienen una mejor eficiencia

de corte y, por lo tanto, necesitan un menor tiempo para producir la preparación(21)(22). En relación a las diferentes angulaciones diseñadas para poder alcanzar el ápice radicular, se describe que puntas que tienen una curvatura de 70° o más tienen una mayor tendencia a fracturarse bajo cargas continuas(23).

iv) Obturación a retro

Tras la preparación del término radicular es necesario sellar esta zona, evitando la comunicación del sistema de conductos radiculares con los tejidos perirradiculares. Así pues, si la endodoncia fue realizada con mucha anterioridad, se debe efectuar siempre la obturación retrógrada; por otro lado si es que se ha realizado unas horas antes o durante la misma intervención quirúrgica se podría optar por no hacer la obturación retrógrada(16). El material de obturación del ápice radicular se debe colocar como si fuese una cúpula y se debe adherir a todo la superficie de corte de la raíz reseca (9) (Imagen 6).

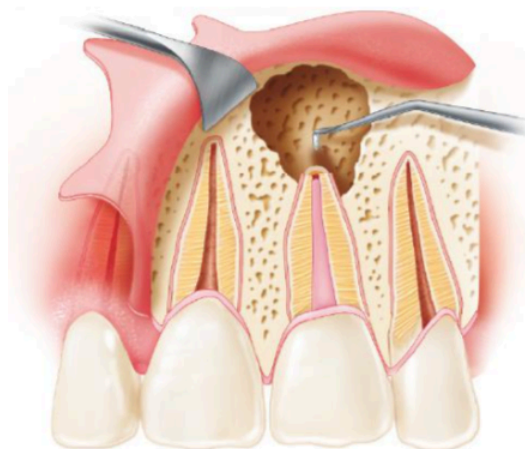


Imagen 6: Colocación de la obturación en el ápice radicular. (Cohen, 2011).

Se han utilizado diferentes tipos de materiales para la retroobturración, pero el más común hasta hace algunos años era la amalgama de plata (16). Sin embargo, con el avance en los materiales se ha dado paso a una nueva y amplia variedad de materiales para dichos propósitos. Los diferentes materiales para la obturración radicular utilizados a través del tiempo se abordarán en el siguiente punto.

Una vez realizado estos cuatro principios se procede a terminar la cirugía periapical colocando una membrana o barrera en caso de ser necesario y la posterior reposición de colgajo y sutura.

Materiales utilizados como retro obturadores en cirugía apical

Debido a la zona en la cual es realizada la cirugía, los materiales deben tener ciertas propiedades especiales para permitir lograr los objetivos anteriormente mencionados. Las propiedades del material de relleno apical ideal son las siguientes (24):

- a. Biocompatibilidad
- b. Promoción de la regeneración tisular sin causar inflamación

- c. Facilidad de manejo
- d. Baja solubilidad en fluidos tisulares
- e. Unión al tejido dental
- f. Estabilidad dimensional
- g. No ser reabsorbible
- h. Radioopacidad
- i. No manchar los tejidos circundantes.

A lo largo del tiempo se han utilizado distintos materiales como retro-obturadores, a continuación se menciona la clasificación de estos propuesta por Vasudev y colaboradores en el año 2003(25):

- 1. Laminas de oro
- 2. Puntas de plata
- 3. Puntas de titanio
- 4. Amalgama
- 5. Gutapercha
- 6. Cementos de fosfato de calcio
- 7. Cementos de oxido de zinc eugenol mejorados
 - a. IRM
 - b. Súper EBA
- 8. Cementos de Vidrio Ionómero
- 9. Composite
- 10. Híbridos de vidrio Ionómero y Resina
- 11. MTA

A continuación, se describen algunos de los materiales que han sido utilizados a lo largo del tiempo como retro-obturadores en cirugía apical:

Amalgama

Desde hace muchos años se ha estado empleando la amalgama de plata con muy buenos resultados, pero debido a sus posibles inconvenientes, como la filtración inicial, la corrosión secundaria, la contaminación por mercurio y estaño, la sensibilidad a la humedad, la tinción de tejidos duros y blandos, la posible dispersión de partículas de amalgama y la necesidad de realizar retenciones en la preparación de la cavidad, han condicionado la búsqueda de materiales alternativos. Sin embargo, de todos estos posibles inconvenientes que acaban de ser descritos, la capacidad que tiene de expandir al fraguar, es la característica más deleznable que tiene el material ya que la fragilidad de las paredes dentinarias remanentes no son capaces de contener la expansión de la amalgama, pudiéndose entonces producir con facilidad un estallido de la raíz o una fractura vertical a nivel apical que desencadenaría en el fracaso del tratamiento años después(26).



Imagen 7: Composición amalgama encapsulada.

Cementos en base a óxido de zinc/eugenol

Su uso se remonta al año 1870, y corresponde a un cemento que se forma a partir de la mezcla de un polvo (óxido de Zinc) y un líquido (eugenol), hasta formar una pasta que a través de la compactación del material en la cavidad permite el sellado de esta(9). El eugenol presente en el cemento es liberado a partir de la mezcla, aunque esto disminuye con el tiempo, este producto tiene diversos efectos sobre las células, en donde se encuentra la disminución de la respiración celular, citotoxicidad sobre los macrófagos y los fibroblastos, disminución de la respuesta vasoconstrictora. Para mejorar la radiopacidad de este cemento y disminuir la solubilidad del material se han añadido materiales a la mezcla básica, formando dos componentes que se presentan a continuación:

Material restaurativo intermedio (IRM, DENTSPLY)

El IRM, sigla en inglés de Intermediate Restorative Material, está formado por un polvo que contiene más del 75% de Óxido de Zinc y aproximadamente un 20% de polimetacrilato mezclado a partes iguales con un líquido que contiene más de un 99% de eugenol y menos de un 1% de ácido acético (9).

Entre sus características se encuentra tener un mejor sellado que la amalgama y que no necesita de acondicionamiento del ápice radicular para su adhesión. Si bien, este cemento es bien tolerado por los tejidos perirradiculares no tiene la capacidad regenerativa de los tejidos duros dentales. In vitro se ha visto que el IRM impide la adhesión de las proteínas de la matriz del esmalte.



Imagen 8: IRM. (Dentsply)

Super-EBA

La composición del polvo de este material es de un 60% de óxido de Zinc, un 34% de óxido de aluminio y el 6% restante de resinas naturales. Mientras que el líquido está compuesto por un 62,5% de ácido etoxibenzoico y un 37,5% de eugenol. Para formar el cemento se mezclan el polvo y el líquido se mezclan en partes iguales(9).

Se dispone en dos formas uno de fraguado rápido y otro de fraguado normal, sin variar las propiedades entre ellos. Entre sus cualidades se encuentra tener una buena radiopacidad y una capacidad de sellado mejor que la amalgama y similar al IRM (9). Sin embargo, se ha demostrado que se desintegra a lo largo del tiempo si el entorno de la herida radicular tiene un pH ácido.

El Super-EBA es bien tolerado por los tejidos perirradiculares, pero al igual que el IRM no tiene la capacidad para regenerar el cemento, tiene una capacidad antibacteriana escasa (9).

En comparación con la amalgama, en la utilización como obturación del ápice radicular, se ha visto que la utilización de Super-EBA da lugar a una enfermedad menos persistente.



Imagen 9: Super-EBA. (Bosworth Company)

Ionómero vítreo

El cemento de ionómero de vidrio (CIV) está constituido por ácidos poliméricos acuosos, como el ácido poliacrílico, más polvos de vidrio básicos, como aluminosilicato cálcico. El CIV fragua por una reacción de neutralización del aluminosilicato, el que es quelado por grupos carboxilato para formar enlaces cruzados con los poliácidos; una porción del vidrio queda sin reaccionar actuando como una obturación de refuerzo. El método de polimerización del ionómero puede ser por medios químicos o por luz(27). Este material se ha utilizado en gran manera, sobre todo luego que estos fueron modificados para que su endurecimiento fuera más rápido, ya sea por medio de una reacción química más rápida o mediante la iniciación del fraguado por medio de la utilización de un activador, como una fuente de luz. Dado que este material intrínsecamente tiene una gran capacidad de adherencia a la dentina, y más si ésta es previamente tratada con ácido poliacrílico, en principio la adaptación a las paredes de la cavidad va a ser muy buena. Este material es utilizado cuando las perforaciones tienen comunicación con cavidad oral, o para proteger la barrera sellador; también es utilizado cuando la estética está comprometida.

En los casos en los que las paredes dentinarias remanentes a nivel del ápice cortado quedan finas o debilitadas estas son incapaces de soportar la presión de condensación de los materiales que se introducen como tapón apical. Es por ello que desde hace años se está empleando el cemento de ionómero de vidrio fraguado por luz y en particular el Vitrebond (3M-Espe, USA). Se coloca muy fácilmente en el ápice y el endurecimiento es instantáneo cuando se le coloca la fuente lumínica. Está claro que la radiopacidad que tiene es poca no distinguiéndose de la dentina y que hay pocos estudios de toxicidad del material, pero el comportamiento clínico reportado ha sido muy bueno hasta ahora(26).



Imagen 10: Vitrebond. (3M ESPE)



Imagen 11: Ionobond (Voco)

Resinas para retro-obturación

Retroplast™

Retroplast es un composite radiopaco de curado químico de dos componentes que se ha desarrollado especialmente para el sellado endodóntico retrógrado de conductos radiculares. El producto se usa después del pretratamiento con un sistema de unión

dentinaria. El fabricante relata que el tiempo de trabajo después de la mezcla es entre 1,5 a 2 minutos y el tiempo de polimerización después de la mezcla es de 2 a 3 minutos (28).

El material compuesto de resina se contrae durante la polimerización y, especialmente en las cavidades clase I de Black, esta contracción puede desprender el material lejos de las paredes de la cavidad, dando lugar a la creación de espacios. Retroplast, a diferencia de las resinas convencionales, se coloca en una resección plana o ligeramente ahuecada de la raíz, tratada previamente con un agente adhesivo dentinario. La contracción tendrá lugar solo como una depresión de la superficie libre que conduce a la ausencia de espacios. Esto permite sellar los conductos radiculares, los deltas apicales, la anastomosis entre los conductos radiculares, los canales accesorios y laterales, así como las infracciones y los túbulos dentinarios expuestos (Imagen 12) (28).

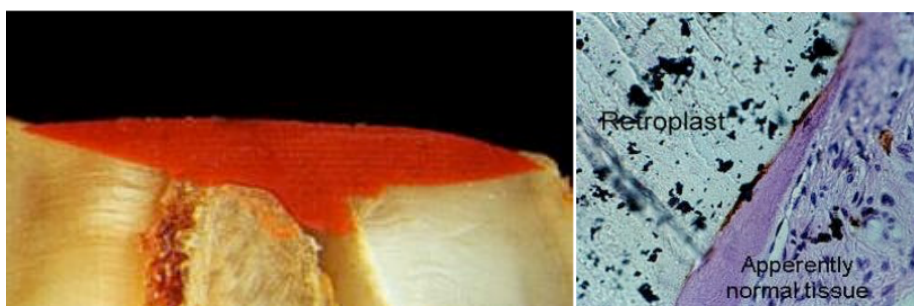


Imagen 12: Sección dental sellada con Retroplast (Izquierda). Evaluación microscópica muestra tejido recién formado, aparentemente normal en contacto cercano con el polimerizado resina (Derecha).

La consistencia del Retroplast es fluida, lo que asegura un íntimo contacto con el extremo de la raíz reseca. Para llevar a posición se utilizan Se aplica con excavadores pequeños lo que asegura la correcta colocación del material. Además, Retroplast es tixotrópico lo que evita el flujo del material cuando se coloca en una superficie vertical. Esto es de vital importancia porque se debe evitar cubrir el espacio periodontal, ya que si el ligamento está libre, el cemento podrá neoformarse alrededor del Retroplast, incluyendo la formación de la fibras de Sharpey (28).



Imagen 13: Sistema Retroplaste™

Diaket (3M ESPE)

Es un material utilizado como retro-obturador de conductos radiculares, tiene un polvo compuesto por óxido de zinc y fosfato de bismuto y un gel formado por diclorofenilmetano, propionilacetofenona, tritanolamina, ácido caproico y copolímero de acetato de vinilo.

Dentro de sus características se encuentra ser una resina polivinílica que tiene un tiempo de trabajo breve, que algunos minutos después de su preparación adquiere una consistencia filamentosa que dificulta su manipulación. Presenta una acción antimicrobiana intensa y prolongada, buena capacidad adhesiva y escasa solubilidad. Se considera un sellador resistente, de poco escurrimiento y su radiopacidad es satisfactoria. En caso de sobreobtusión su reabsorción es muy lento.

Un estudio del año 2002, que comparó la capacidad de este material junto con el MTA de formar tejido periodontal tras una cirugía perirradicular demostró que tanto Diaket como el MTA pueden provocar una regeneración casi completa del periodonto perirradicular en un diente no infectado (29).



Imagen 14: Diaket (3M ESPE)

Geristore

Es un material muy bicompatible presenta una formulación hidrofílica Bis-GMA lo que le otorga una característica ideal para ser utilizado en lesiones subgingivales y restauraciones que involucran tejido blando. Algunas de sus características son: biocompatibilidad histológica, adherencia a dentina y cemento, liberación de fluoruro, bajo coeficiente de expansión térmica y baja contracción por polimerización (30).

Una evaluación clínica de Geristore como material restaurador para caries radiculares y erosiones cervicales demostró que es un material aceptable con una clasificación Alpha del 100% para la retención, la textura de la superficie y la sensibilidad postoperatoria. El sistema de entrega de mezcla automática, con puntas intraorales, hace que la dispensación y la colocación sean rápidas y fáciles (30).

Características y beneficios del producto (30):

1. Compuesto de ionómero híbrido: combina las mejores propiedades de ambos tipos de materiales.
2. Autoadhesivo: no es necesario el diseño de la cavidad retentiva. Ahorra tiempo y estructura dentaria. La velocidad puede ayudar a asegurar el éxito con pacientes pediátricos y geriátricos.
3. Sistema de administración de jeringas: fácil y simple de dispensar.
4. Contiene flúor: reduce el riesgo de caries secundaria.
5. Se adhiere a todas las superficies, incluyendo: esmalte, dentina, cemento, metales preciosos y no preciosos, y amalgama antigua: elimina la necesidad de múltiples productos.
6. Baja contracción de polimerización y bajo coeficiente de expansión térmica: excelente integridad marginal.
7. Resistente a fugas marginales y abrasión: restauraciones más duraderas.
8. Biocompatible: años de seguridad clínicamente probada, especialmente en restauraciones subgingivales.
9. Radiopaco: muy distinguible de la estructura dental en radiografías.



Imagen 15: Geristore (DentMat)

Biocerámicos

Los biocerámicos son materiales cerámicos especialmente diseñados para uso en medicina y en odontología (31). Estos incluyen zirconia y alúmina, vidrio bioactivo, composites, hidroxiapatita, fosfato de calcio reabsorbibles y vidrios con radioterapia.

Este material se puede clasificar en(31):

- Bioinerte: No interactúa con el sistema biológico.
- Bioactivo: Puede tener interacciones con el tejido circundante.
- Biodegradable, soluble o reabsorbible: Que se puede reemplazar o incorporar en el tejido.

Biocerámicos son ampliamente usados en aplicaciones ortopédicas (reemplazo articular o de tejido), para mejorar la biocompatibilidad de implantes metálicos, además funcionan como una malla reabsorbible que otorga un marco que tras formar el tejido indicado se disuelve (31).

En odontología, su uso es como material de reparación radicular y como material de relleno apical, en este caso se prefieren algunos silicatos de calcio. Otros materiales basados en fosfatos de calcio han sido utilizados como relleno en defectos óseos.

Propiedades de los biocerámicos utilizados en endodoncia

Los biocerámicos utilizados en endodoncia no son sensibles a la humedad ni a la contaminación con sangre, por lo que su técnica de uso no es tan sensible. Son dimensionalmente estables y se expanden ligeramente durante el fraguado haciendo de estos uno de los mejores materiales de sellado en odontología. Cuando fraguan son duros e insolubles, lo que asegura un mejor sellado a largo plazo. El pH al endurecer es cercano a 12, esto debido a que la reacción de hidratación forma hidróxido de calcio y posteriormente se disocia en iones hidróxido y calcio.

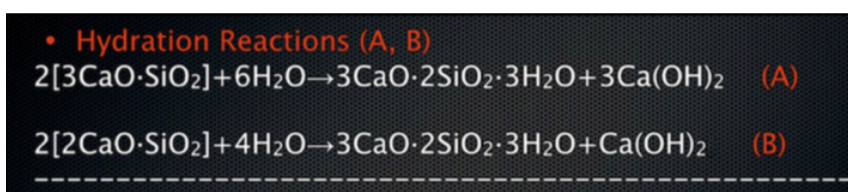


Imagen 16: Reacción de hidratación del material biocerámico al contacto con el agua.

Cuando aun no esta fraguado el material tiene propiedades antibacterianas, mientras que al estar completamente endurecido es biocompatible e incluso bioactivo. Al contactar el material con el fluido tisular libera hidroxido de calcio el que interactúa con iones fosfatos para formar hidroxiapatita.

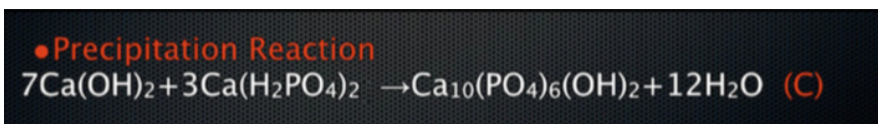


Imagen 17: Reacción de precipitación del biocerámico.

Esta propiedad tardía puede explicar algunas de las propiedades inductoras de tejido del material, esto ha permitido que sea actualmente el material de elección para recubrimiento pulpar, pulpotomía, reparación de perforaciones, relleno del término apical y como material de obturación para diente con ápice abierto.

A continuación se presentan los principales biocerámicos de acuerdo con la definición mencionada anteriormente.

Agregado de trióxido mineral o MTA

Este es el material más ampliamente estudiado en las últimas décadas, fue introducido por primera vez en la literatura dental en 1993 y recibió la aprobación de la FDA en 1998. En la última década, los estudios de laboratorio y sus resultados clínicos colocan al MTA como el material que pretende cumplir los requisitos necesarios para realizar un buen sellado. Estudios histológicos de la respuesta ósea al MTA, demostraron que este material se asociaba a una regeneración ósea notable(32).

El polvo está formado por pequeñas partículas hidrófilas. Los compuestos básicos de este material son silicato tricálcico, aluminato tricálcico, óxido tricálcico, y óxido de silicato. Para que el material sea radiopaco se le ha agregado óxido de bismuto. Se ha demostrado que su capacidad para conseguir un cierre hermético es superior a la amalgama o al Súper EBA. Además, la contaminación con sangre no modifica adversamente el MTA. En contacto con el tejido perirradicular, el MTA forma tejido conjuntivo y cemento, provocando bajos valores de inflamación. La regeneración de cemento nuevo sobre el MTA es un fenómeno característico y poco claro, posiblemente el MTA activa a los cementoblastos para que produzcan una matriz de formación de cemento. Esto podría ser causado por su capacidad de conseguir un cierre hermético, por su alto pH o bien por la liberación de sustancias que provocan una activación de los cementoblastos para que depositen una matriz donde pueda tener lugar la cementogénesis(33).

Las ventajas de MTA son(31):

- a. Ph Alto
- b. Bajo grado de toxicidad
- c. Excelente biocompatibilidad
- d. Hidrófilo
- e. Radiopacidad aceptable

Las desventajas del MTA son(31):

- a. Difícil manipulación
- b. Largo tiempo de fraguado: Al menos 3 horas
- c. Tinción
- d. Difícil remoción

Se han realizado esfuerzos para poder superar estos inconvenientes con nuevas composiciones de MTA o con aditivos, sin embargo, estas formulaciones afectan las características físicas y mecánicas del MTA, y en consecuencia su desempeño clínico(31).

Marcas comerciales de MTA

Existen alrededor de cincuenta marcas de MTA en el mundo, pero a continuación se describirán aquellas marcas que están disponibles en el mercado chileno.

i. ProRoot MTA

ProRoot MTA (MTA; Dentsply TulsaDental Specialties, Johnson City, TN, USA) fue el primer material biocerámico patentado para aplicaciones en endodoncia en 1999, seguido del MTA Angelus (Angelus, Londrina, Brasil) que fue lanzado en el año 2001 y recibió su aprobación en 2011 lo que permitió la entrada al mercado estadounidense(34). Cuenta con excelentes propiedades fisicoquímicas y biológicas, a partir del mismo se han desarrollado nuevas generaciones de biocerámicos a base de silicato de calcio, con el fin de superar las características y obtener materiales ideales para su uso en endodoncia.

Este material pionero posee las siguientes características destacadas por su fabricante en relación a su composición(35):

Característica	Beneficio
Composición química a base de agua.	Fragua normalmente en presencia de humedad, ideal cuando no se puede conseguir un campo operatorio totalmente seco.
Composición enteramente mineral.	Permite una respuesta de cicatrización normal, incluyendo la formación de cemento alrededor de la zona reparada.
Cada sobre de ProRoot MTA viene con su dosis de agua destilada para ser mezclado.	Fácil de mezclar y adquiere rápidamente la consistencia necesaria para la aplicación.
Es resistente a la micro filtración marginal.	Aísla y sella la comunicación del conducto radicular con los tejidos circundantes, con lo cual se evita la migración de bacterias.
Biocompatible.	Es ideal para perforaciones en cualquier región, apexificaciones, cirugía endoperiodontal, recubrimiento pulpar directo, pulpotomias y reparaciones de reabsorciones internas.
Radiopaco.	Facilita el control radiográfico

Tabla V: Características y beneficios de cemento ProRoot MTA

Las cualidades anteriormente mencionadas le otorgan a este material tener una serie de aplicaciones clínicas, dentro de las cuales destacan:

- a. Reparación de perforaciones iatrogenias.
- b. Recubrimiento pulpar.
- c. Reparación de reabsorciones.
- d. Obturación a retro y Apicoformación

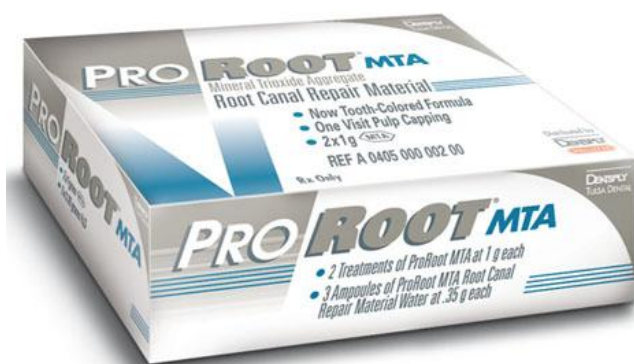


Imagen 18: ProRoot MTA (Dentsply)

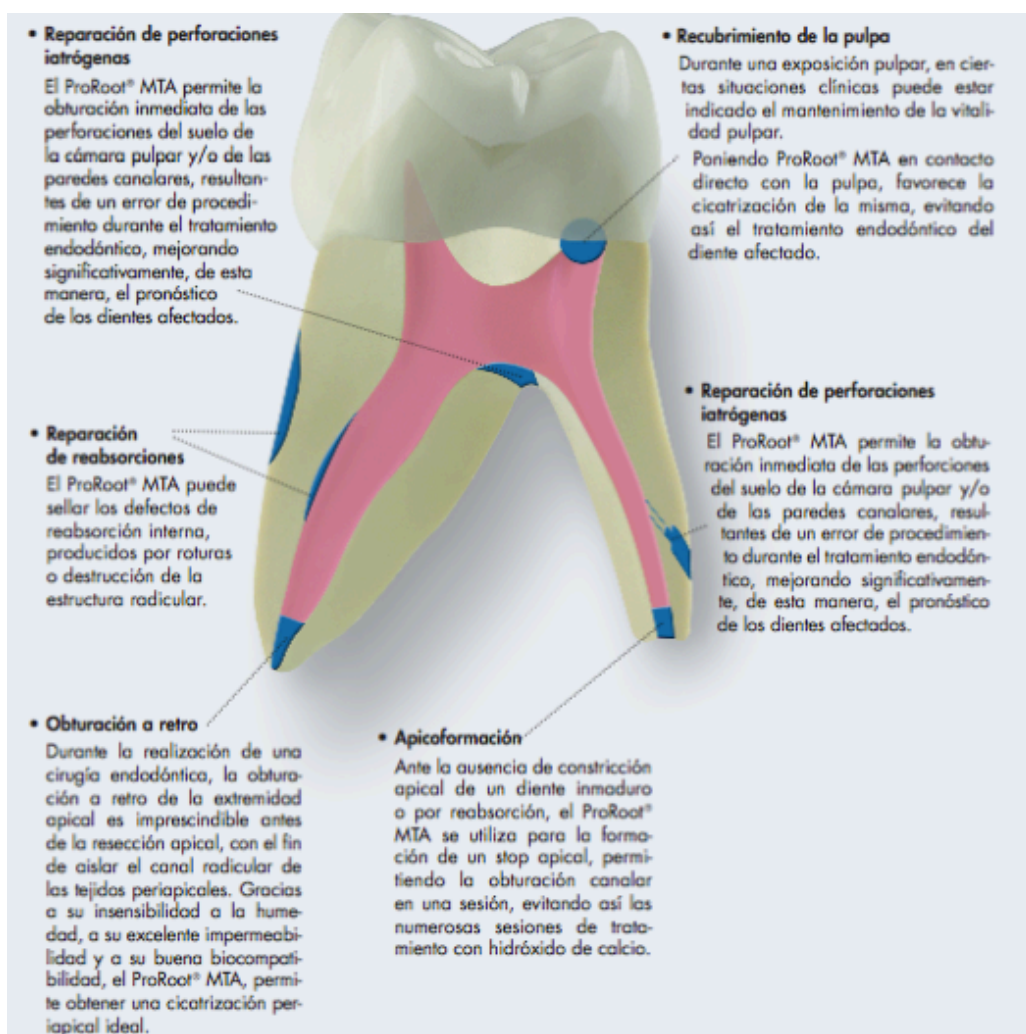


Imagen 19: Usos del cemento ProRoot MTA según fabricante (Dentsply).

ii. Angelus MTA

Tiene un tiempo reducido de trabajo, y es comercializado en contenedores que permiten una dispensación más controlada, sin embargo, posee las mismas propiedades del MTA tradicional.

Al comparar ProRoot MTA y el MTA Angelus, el primero demora en estar listo de 2-3 horas, mientras que el segundo se demora 15 minutos en ser preparado. Los primeros productos eran color gris y la mayoría de los estudios iniciales fueron realizados con esa formulación. Debido a que se reportó un cambio de coloración cuando residuos de MTA quedaban en la corona se formuló la versión blanca, que fue introducida en el mercado en el año 2002. Este nuevo material ha demostrado un menor potencial de volver grisácea la corona, pero los clínicos aún deben ser diligentes en la remoción de todos los restos de MTA. Las propiedades del MTA blanco son similares a las del cemento de MTA gris, independiente del cambio de formulación(34). En un principio, los clínicos tenían

dificultades para manejar la consistencia arenosa y húmeda del MTA, diferente a los otros materiales dentales convencionales, sin embargo, gracias a la introducción en el mercado de varios aparatos de aplicación personalizados, el manejo y la aplicación de este material se ha vuelto más predecible.



Imagen 20: MTA Angelus (Angelus)

Marcas comerciales de otros biocerámicos de nueva generación

Biodentine™ (Septodont, Saint Maur des Fosses, Francia):

Biodentine™ (Septodont, Saint Maur des Fosses, Francia) es considerado como una segunda generación de materiales biocerámicos que tiene propiedades similares al MTA (31). Es un sustituto dentinario bioactivo, químicamente es un cemento a base de silicato tricálcico que consiste en un polvo que contiene principalmente: silicato tricálcico, carbonato de calcio y óxido de circonio; y un líquido que contiene agua, cloruro de calcio y un policarboxilato modificado. Consta de las siguientes propiedades(36):

- a. Tiene propiedades mecánicas similares a la dentina sana
- b. Se utiliza sin tratamiento previo de superficies y se puede utilizar tanto a nivel coronario como radicular.
- c. Biocompatible, ya que está compuesto principalmente por minerales de alta pureza libres de monómeros.
- d. Genera un buen sellado hermético lo que permite conservar la vitalidad pulpar (en los casos que sea necesario) e impedir la infiltración de cualquier otro producto.
- e. Bioactivo, genera la formación de dentina reactiva y de puentes dentinarios por sus propiedades de cicatrización pulpar.

Está indicado para situaciones clínicas que necesiten recubrimiento y sellado a nivel coronario y radicular

A nivel coronario:

- a. Restauración bajo composite, incrustaciones u onlay.
- b. Restauración amelo-dentinaria no definitiva.
- c. Restauraciones de lesiones cariosas coronarias profundas y/o voluminosas.
- d. Restauraciones de lesiones cervicales radiculares.
- e. Recubrimiento pulpar.
- f. Pulpotomía.

A nivel radicular:

- a. Reparación de perforaciones radiculares.
- b. Reparación de perforaciones de techo de la cámara pulpar.
- c. Reparación de reabsorciones radiculares perforantes.
- d. Reparación de reabsorciones externas.
- e. Apexificación.
- f. Obturación apical en endodoncia quirúrgica (obturación a retro).

Entre las desventajas se encuentra su forma de preparación ya que hay una falta de control en las porciones preparadas y por otro lado altera la matriz colágena de la dentina(37). Y su única contraindicación descrita es la alergia a alguno de sus componentes.

El empleo de la cápsula Biodentine™ de acuerdo a las instrucciones del fabricante es el siguiente:

- a. Tomar la cápsula y golpearlas levemente en una superficie dura para descomprimir el polvo.
- b. Abrir la capsula y colocarla en el soporte blanco.
- c. Separar una mono dosis de líquido y golpetear levemente a nivel del tapón sellado para que la totalidad del líquido descienda al fondo de la mono dosis.
- d. Abrirla girando el tapón sellado, cuidando de que no se escape ninguna gota.
- e. Verter 5 gotas de la mono dosis en la cápsula.
- f. Cerrar la cápsula.
- g. Colocar la cápsula en un vibrador de tipo Technomix, Tac 400 (Lineatac), Silamat, Capmix, Rotomix, Ultramat, etc., a una velocidad de unas 4000 a 4200 oscilaciones/mm.
- h. Mezclar durante 30 segundos.
- i. Abrir la cápsula y verificar la consistencia del material. Si se busca una consistencia más espesa esperar 30 segundos a un minuto antes de un nuevo control, sin sobrepasar el tiempo de trabajo.

- j. Recuperar el material Biodentine™ con la espátula presente en la caja. De acuerdo con la utilización deseada, Biodentine™ puede manipularse con un porta-amalgama, una espátula, un dispositivo de tipo Root Canal Messing Gun.
- k. Enjuagar y limpiar rápidamente los instrumentos utilizados para eliminar los residuos de material.

Además, el fabricante entrega una recomendación para utilizar este material en cada una de sus indicaciones, sin embargo, se expondrán sólo los que son de interés para esta investigación.

- a. Reparación de reparaciones radiculares y reabsorciones internas perforantes.
- b. Instalar el campo operatorio.
- c. Preparar el canal el canal radicular alternando el uso de instrumentos endodónticos y de solución de hipoclorito de sodio.
- d. Secar el canal con puntas de papel y efectuar una desinfección inter-sesión, sea con una solución de clorhexidina, sea con una pasta a base de hidróxido de calcio. Proteger esta obturación temporaria cerrando en forma hermética la cavidad de acceso con un cemento provisorio.
- e. Durante la sesión siguiente (en general después de una semana), retirar la obturación coronaria provisorio respetando el capo operatorio. Limpiar el canal alternando el uso de solución de hipoclorito de sodio y de instrumentos endodónticos. Secar el canal con puntas de papel.
- f. Preparar Biodentine™ como se ha indicado más arriba (empleo de la cápsula Biodentine™).
- g. Comprimir Biodentine™ con un condensador.
- h. Realizar una radiografía de control de la obturación.
- i. Retirar los excesos y luego colocar un cemento de obturación provisorio
- j. Terminar el tratamiento endodóntico durante la visita siguiente, de acuerdo con las recomendaciones vigentes.



Imagen 21: Biodentine (Septodont)

Sus ventajas sobre el MTA es que tienen un tiempo menor de fraguado que va de 10-12 minutos aproximadamente y tiene una fuerza comprensiva similar a la dentina. Mientras que su desventaja es que es triturado por 30 segundos en una cantidad determinada dentro de una cápsula, perdiendo inevitablemente material en la mayoría de los casos, ya que sólo es requerida una pequeña cantidad(31).

Bioaggregate (Innovative BioCeramix, Vancouver, Canadá)

Bioaggregate (Innovative BioCeramix, Vancouver, Canadá) es el primer cemento de reparación biocerámico, que utiliza la ciencia de nanotecnología para producir partículas cerámicas, que al reaccionar con el agua producen un biomaterial cerámico libre de aluminio y compatible, se afirma que promueve la cementogénesis y forma un sello hermético en el interior del sistema de conductos radiculares, aunque hay pocos estudios publicados que corroboran su eficacia(38).

La composición de este material es el polvo silicato tricálcico, silicato dicálcico, fosfato monobásico de calcio y dióxido de silicio amorfo con la adición del pentóxido de tantalio que proporciona radioopacidad en lugar del óxido de bismuto utilizado en el MTA(39), lo que puede explicar las diferencias en cuanto a estabilidad de color comparado con MTA, Bioaggregate se compone de partículas finas de color blanquecino que se presentan en polvo y se mezcla con agua estéril desionizada.(40). La mezcla de estos componentes lleva a la formación de una red de nano-composite de un gel de silicato de calcio hidratado íntimamente mezclado con hidroxiapatita biocerámico, y así, formar un sellado hermético cuando es aplicado al interior del canal radicular.

De acuerdo al fabricante, tiene excelentes características de manejo luego de mezclar con agua, lo que ayuda en el proceso de reparación del diente afectado. Junto con esto BioAggregate's® tiene propiedades de radiopacidad, ajuste conveniente y un tiempo de endurecimiento adecuado, una fácil manipulación lo que lo transforma en un material de relleno radicular ideal.

Cada paquete proporciona todos los materiales necesarios para seis tratamientos de reparación del canal radicular.

Otras características y beneficios destacadas por el fabricante son las siguientes(41):

- a. Composición biocompatible y libre de aluminio: Los efectos de toxicidad del aluminio causan serios problemas de salud.
- b. Tiempo de trabajo y manipulación óptimos: El tiempo de trabajo es de por lo menos 5 minutos. Luego de mezclar el polvo BioAggregate® y el líquido BioA se forma una mezcla pastosa firme. Si se necesita tiempo de trabajo adicional, se debe simplemente cubrir la mezcla con una gasa húmeda mientras no se utiliza.
- c. Excelentes propiedades de manejo y trabajo: La mezcla BioAggregate's® es pastosa, por lo tanto, es fácil de manipular y de aplicar.
- d. Polvo color blanco: Bioaggregate's® es más blanco que cualquier otro material de reparación. Porque todos los ingredientes son blancos, por lo tanto, complementa el color natural de los dientes.



Imagen 22: Bioaggregate (IBC)

EndoSequence Root Repair Material (Brasseler EE.UU., Savannah, GA)

EndoSequence Root Repair Material (Brasseler EE.UU., Savannah, GA) es un material biocerámico que se presenta en dos consistencias específicamente formuladas, una forma de masilla premezclada moldeable y otra como una pasta en una jeringa precargada con puntas de entrega de dosificación intraconducto(42). Este material esta compuesto por silicatos de calcio, fosfato de calcio monobásico, hidróxido de calcio, óxido de zirconio, óxido de tantalio, agentes de relleno y espesantes. Algunas propiedades destacadas por el fabricante son(43):

- a. Altamente compatible
- b. Osteogénico
- c. Antibacteriano, debido a su alto pH (+12)
- d. Propiedades de manipulación favorables
- e. Altamente resistentes al lavado

Fue desarrollado para ser utilizado como un sustituto del MTA ya que posee muchas de sus propiedades, pero con la ventaja que fragua más rápido y con características de manejo superiores. Su composición principal incluye silicato tricálcico, silicato bicálcico, fosfato de calcio, óxido de tantalio y óxido de circonio(44).



Imagen 23: EndoSequence (Brasseler)

TotalFill (FKG Dentaire SA)

Es un material de obturación biocerámico premezclado disponible en el mercado chileno. Es dispensado usando una jeringa en casos de obturación radicular, y en el caso de reparaciones radiculares y obturaciones retrógradas puede ser llevado en consistencia putty o con jeringa. Disponible para dos tipos de uso:

- a. TotalFill® BC Kit de obturación: Este set incluye una jeringa de TotalFill® BC Sealer (1,5 gr), un surtido de puntas de TotalFill® BC/ Conos de papel y 15 tips TotalFill®. Este sellador es radiopaco e hidrofílico, y forma hidroxiapatita al establecer puentes químicos entre la dentina y las puntas. Es antibacteriano y a diferencia de los otros selladores tradicionales tiene cero contracción, cada componente está disponible por separado.
- b. Totalfill® material para reparación radicular (RRM): Viene en tres consistencias especialmente formuladas:
 - BC RRM (Jeringa 1 gr.)
 - BC RRM Putty (Pote 2,5 gr.)
 - BC RRM Fast Set Putty (Jeringa 0,3 gr)

El RRM es altamente resistente al lavado e ideal para todos los tipos de reparación radicular y tratamientos de recubrimientos pulpaes.

Es de fácil manejo, denso y el tiempo de trabajo es de más de 30 min. Este material no requiere mezclado y su solidificación comienza tan pronto como el material entra en contacto con un entorno húmedo. El tiempo de solidificación depende principalmente de la presencia de humedad en la dentina, y siempre está presente de forma natural en el interior de ella, por lo tanto, no es necesario añadir humedad al conducto antes de colocar el material. Este tiempo varía dependiendo de la presentación, en las dos primeras BC RRM y BC RRM Putty, es de un mínimo de 2 horas en condiciones normales, pudiendo ser más en conductos extremadamente secos, mientras que en el BC RRM Fast Set Putty es de unos 20 min, y al igual que los mencionados este tiempo puede aumentar en sequedad extrema.

Indicaciones de uso:

- a. Reparación de perforaciones de raíz
- b. Reparación de resorción de raíz
- c. Relleno de los extremos de la raíz
- d. Apexificación (cierre final de la raíz)
- e. Recubrimiento pulpar



Imagen 24: Total Fill (FKG)

Factores de pronóstico en cirugía apical

Factores pronósticos prequirúrgicos

Como factores pre-quirúrgicos se consideran características individuales e inherentes a cada paciente tales como edad, sexo, tipo de diente y tamaño de la lesión; hábitos; presencia de signos clínicos que indiquen dolor (dolor espontáneo, percusión); y signos clínicos de tracto sinusal, signos radiográficos, tales como tamaño de la lesión periapical, nivel de la cresta ósea, límite apical de la obturación endodóntica, tipo de material de obturación radicular y restauración final (45)(46).

Con respecto al tamaño de la lesión apical y los tiempos de cicatrización, se determinó que existe una relación directa entre el tamaño de la destrucción ósea y la velocidad de la cicatrización a los 12 meses, se confirmó que la velocidad de cicatrización, es directa en referencia al tamaño, pero pasados los primeros 12 meses posteriores al procedimiento, el proceso de cicatrización se completa independientemente al tamaño inicial(47).

Además se debe mencionar la aparición de nuevas tecnologías como el microscopio quirúrgico, que permite una excelente visualización, consiguiendo una mejor y más fácil instrumentación en precisión y seguridad, permitiendo al cirujano una mejor maniobra, esto ha incrementado considerablemente la tasa de éxito de las Cirugías Paraendodónticas(48).

Algunos factores pronósticos prequirúrgicos según Canalda son:

- a. Tamaño de lesión periapical: el pronóstico es muy bueno si es inferior a 5 mm; en cambio es relativamente bajo si es superior a 15 mm.
- b. Destrucción ósea: la pérdida de hueso marginal que cubre la raíz influye negativamente. La lesión de las dos corticales óseas (vestibular y palatina/lingual) empeora el pronóstico.
- c. Edad: los pacientes menores de 35 años curan mejor.

- d. Diente afectado: los dientes con mejor pronóstico son: 1.1. 1.2 2.1. 2.2 y los de peor pronóstico: 4.1 4.2 3.1 3.2
- e. Presencia de coronas puentes o traumatismos oclusales empeora el pronóstico.
- f. Presencia de fistulas: en este caso no se hace abordaje directo y al finalizar la intervención se procede a la excéresis y sutura de la fistula, al actuar así varía poco el pronóstico.

Factores pronósticos intraquirúrgicos

Entre los factores predictores Intra-quirúrgicos, inherentes a la técnica, se reconocen: material de retro obturación y la calidad de la retroobturbación evaluada radiográficamente (49), los cuales están fuertemente asociados a la causa primaria de fracaso quirúrgico(48). En referencia al material de retro-obturación, el MTA proyecta la mejor tasa de cicatrización (91,4%), en comparación con el súper EBA 69.8% y el ionómero de vidrio (51,2%)(50).

Algunos de los factores intraquirúrgicos que influyen en el pronóstico de la cirugía son(51)(52):

- a. Técnica quirúrgica utilizada: La realización simultánea de legrado apical, apicectomía, y obturación mejora el pronóstico.
- b. Calidad de obturación radicular: Cuanto más perfecta, será mejor el pronóstico.
- c. Material de obturación a retro: Respecto a la elección del material se sabe que aquellos materiales que han obtenido buenos resultados “in vitro” consiguen cifras exitosas “in vivo”. El MTA tiene resultados clínicos muy buenos, su capacidad de sellado y biocompatibilidad lo posicionan como el más apto. El vidrio de ionómero es dentro de los materiales más estudiados el con peores resultados clínicos, lo que puede atribuirse a la gran sensibilidad que tiene en el medio húmedo.
- d. Experiencia del cirujano: Existen altos porcentajes de éxito clínico con profesionales de gran experiencia y con estudiantes de postgrado, aunque en estos estudios los últimos intervenían en los casos a priori más sencillos, existen estudios que dicen que la experiencia del profesional no debería considerarse un factor pronostico.
- e. Nuevas tecnologías: Las aplicaciones de nuevas tecnologías ayudan al cirujano; el microscopio quirúrgico permite una excelente visualización, consiguiéndose así diagnosticar y maniobrar mejor, es decir, ver trabajar mejor la instrumentación y la obturación de las cavidades. Los trabajos que ya han valorado este parámetro presentan altas tasas de éxito clínico.

Factores pronósticos postquirúrgicos

El primero de los factores postoperatorios es el relativo a los cuidados que debe tener el paciente tras la intervención, adecuados para cualquier intervención quirúrgica, se considera además que el sellado coronario debe evaluarse hasta la realización de la endodoncia definitiva y el control de la oclusión, ya que una oclusión inestable o los hábitos parafuncionales pueden llevar al fracaso(48). De no tener los cuidados indicados

por el especialista realizador de la cirugía se podrían tener las siguientes complicaciones(53):

- a. Infección.
- b. Dehiscencia de la herida: Principalmente atribuible a una sutura incorrecta.
- c. Secuestros óseos.
- d. Necrosis pulpar.
- e. Movilidad dentaria progresiva.
- f. Recidiva de la patología periapical: Se debe principalmente a una intervención quirúrgica incompleta o a fallas por parte del operador, tales como, obturación incompleta, entre otros.

Todas estas situaciones pueden afectar significativamente el pronóstico de los tratamientos quirúrgicos efectuados.

Criterios de evaluación en cirugía apical

Evaluación clínica del éxito

No hay duda de que la examinación histológica del área periapical otorga una información más detallada de la condición luego de una Cirugía Paraendodóntica. Desafortunadamente, este método no puede ser usado clínicamente, y los resultados, por lo tanto, deben ser dados por la examinación clínica y radiográfica.

En el caso de la inflamación del ligamento periodontal, las pruebas de percusión son consideradas una técnica razonablemente fiable para poder identificar dicha situación(46). Sin embargo, la escasa estandarización de la técnica y los resultados positivos no son específicos para la patología endodóntica. En un estudio realizado por Klausen et al., reportaron para la percusión una sensibilidad de 70% y una especificidad de 70%(54).

Por otra parte, al utilizar la palpación de la zona apical como una herramienta diagnóstica, esta solo puede indicar una inflamación periapical avanzada y/o la presencia de infección(46).

En el caso de los signos, la movilidad es cuantificable, a diferencia de los anteriormente mencionados que dependen de la respuesta individual de cada paciente(55). Sin embargo, al evaluar un diente endodónticamente, la palpación y la percusión entregan una información más relevante respecto a los cambios en las estructuras de soporte(55).

Es por esto que el fracaso desde el punto de vista clínico de una Cirugía Paraendodónticas se verá determinada por la presencia de uno de los siguientes signos o síntomas (7):

1. Pérdida de la función
2. Sensibilidad a la palpación
3. Sensibilidad a la percusión

4. Movilidad (Mayor a la inicial)
5. Formación de tracto fistuloso

Evaluación imagenológica del éxito

Existen diferentes tipos de evaluación imagenológica dependiendo del examen que se indique. Para este estudio se decidió utilizar los criterios de Molven en el caso de la evaluación de imágenes en 2D, y los criterios modificados de Penn para la evaluación de imágenes en 3D, específicamente Cone-beam computed tomographic (CBCT)., debido a que son considerados como la mejor opción para evaluar dientes tratados mediante cirugía apical(20).

Criterio de Molven

Esta evaluación clasifica los resultados radiográficos de la siguiente forma(56).

- I. Curación completa
- II. Curación incompleta (tejido cicatrizal)
- III. Curación incierta
- IV. Curación insatisfactoria (Fracaso)

A continuación, se procederá a describir cada una de las clasificaciones:

I. Curación completa

- a. Re-formación del espacio periodontal: Lo que significa que existe una lámina dura alrededor del ápice. En este caso se tolera un pequeño defecto en a lámina dura (máximo 1 mm^2) y el grosor del espacio periodontal puede ser de hasta el doble de lo normal, ubicada en las partes de la raíz no involucradas en la cirugía.

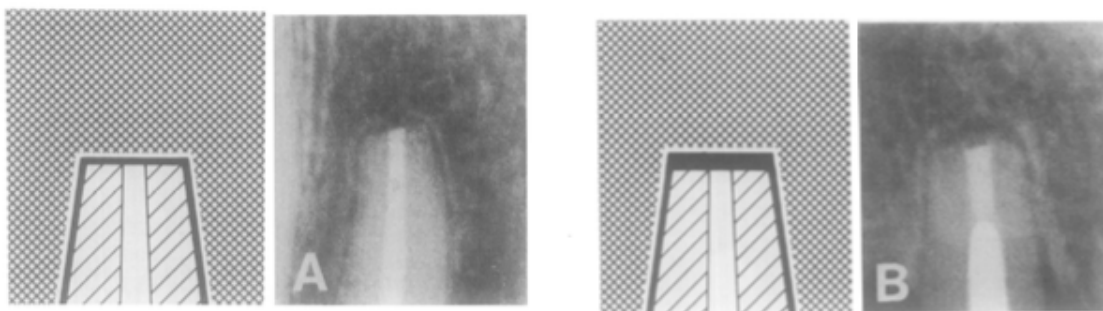


Imagen 25: A. Reformación del espacio periodontal con una lámina dura alrededor del ápice. B. Espacio periodontal levemente aumentado, pero con un tamaño menor al doble del ancho de la parte no involucrada de la raíz (Molven, 1987).

- b. Pequeño defecto en la lámina dura de máximo 1 mm^2 adyacente al material de obturación.

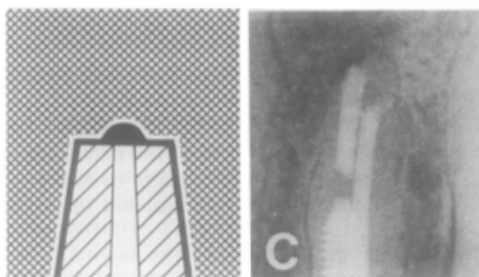


Imagen 26: C. Pequeño defecto en la lámina dura (máximo 1 mm²) adyacente al relleno radicular (Molven, 1987).

- c. Cavidad ósea debe ser llenada con hueso: Este puede no tener la misma radiopacidad y estructura que la ósea no involucrada.

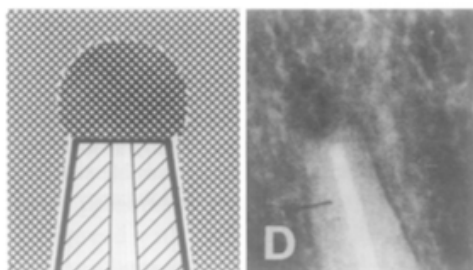


Imagen 27: D. Reparación ósea completa, pero con el hueso del área apical no tiene la misma densidad que el tejido circundante (Molven, 1987).

- d. Además de los casos descritos anteriormente, en esta categoría se pueden incluir casos con reparación ósea completa, pero sin discernir bien el espacio periodontal alrededor del ápice.

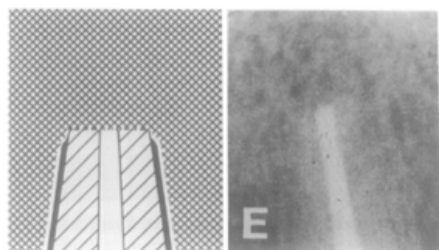


Imagen 28: E. Reparación ósea completa: no se puede discernir el espacio periodontal (Molven, 1987).

I. Curación incompleta

- a. En este grupo se incluyen rarefacciones que existen que cuando se comparan con una radiografía pre o post-operatoria, se puede observar una disminución o mantención del tamaño.

- b. La estructura ósea puede o no ser reconocida en la rarefacción y la periferia de la rarefacción es irregular y puede estar demarcada por un borde de hueso compacto.
- c. La conexión de la rarefacción con el espacio periodontal es angular

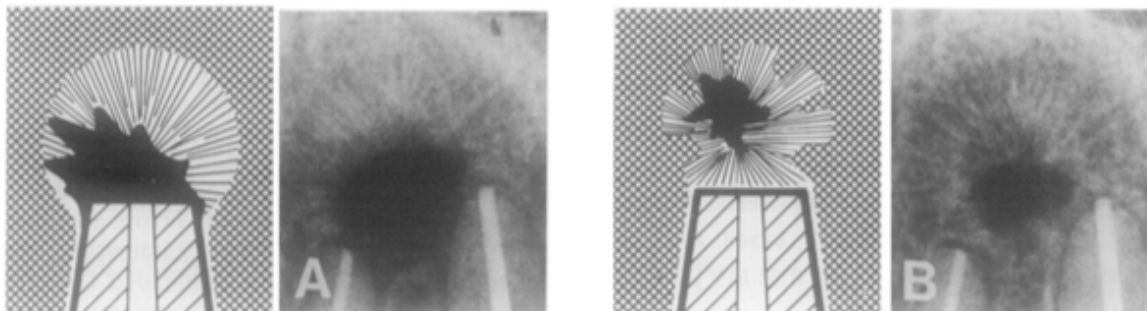


Imagen 29: Curación incompleta, A. La periferia de la rarefacción es irregular. B. la lesión perirradicular está aislada y rodeada por tejido óseo (Molven, 1987)

II. Curación incierta

- a. Este grupo representa casos con algún grado de regeneración ósea, por lo tanto, la rarefacción original ha disminuido comparada con una radiografía previa.
- b. El tamaño de la rarefacción debe ser mayor que el doble de lo que mide normalmente el espacio periodontal.
- c. La rarefacción puede o no estar delimitada por una lámina dura como hueso.
- d. La periferia de la rarefacción es casi siempre circular o semicircular
- e. La rarefacción usualmente está localizada simétricamente alrededor del ápice como una extensión en forma de embudo del espacio periodontal.
- f. Comúnmente, las estructuras óseas son discernibles dentro de la cavidad ósea.
- g. El hueso que limita la rarefacción es usualmente de una estructura y radiopacidad normal, pero pueden ocurrir variaciones.

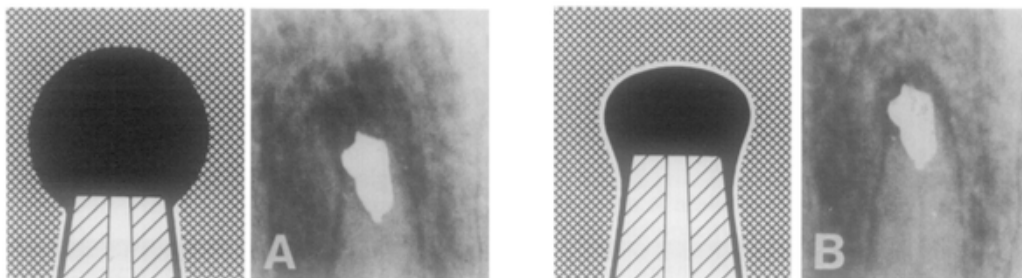


Imagen 30: A. Imagen inmediata post cirugía B. Imagen de control luego de un año de seguimiento. (Molven, 1987).

Si un caso sigue mostrando una curación incierta cuatro años después de la operación, la curación debe ser considerada como fracaso.

III. Curación insatisfactoria

Los signos radiográficos de este grupo son los mismos que los de curación incierta, exceptuando que en ese grupo la rarefacción está ampliada o sin cambios en comparación a radiografías pre o post-operatorias.

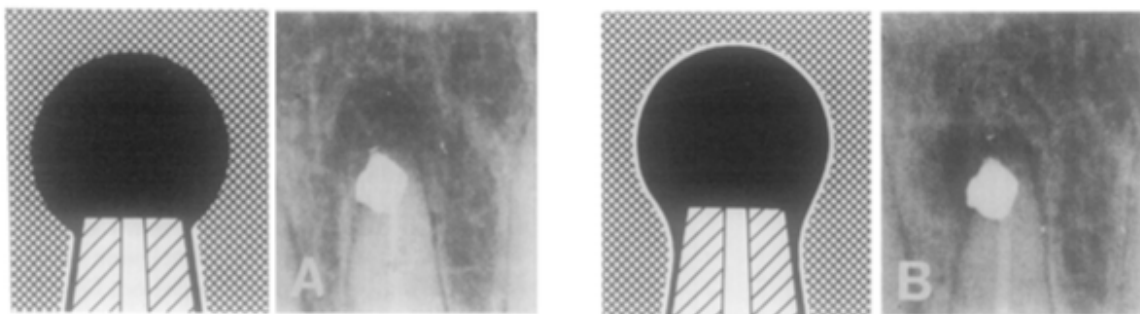


Imagen 31: Imagen inmediatamente post-cirugía. Situación clínica luego de un año de seguimiento.

Criterio modificado 3D de Penn

Es utilizado para la evaluación de CBCT (por su sigla en inglés Cone-beam computed tomography), que es una herramienta ampliamente aceptada para la evaluación diagnóstica en odontología. Su principal limitación es la exposición radiológica. Su indicación en endodoncia incluye la detección de lesiones periapicales, fracturas o perforaciones; la evaluación del complejo radicular, presencia de sellado radicular, y la localización de instrumentos separados; planeamiento de tratamientos quirúrgicos y diagnóstico de injurias traumáticas en dientes o tejido alveolar (20)(57).

Esta evaluación clasifica los resultados utilizando los mismos diagnósticos que los criterios de Molven, la única discrepancia es en la clasificación de curación incompleta (Molven), la que en este caso se denominará "Curación Limitada". Los criterios modificados de Penn se evalúan de la siguiente manera(20):

I. Curación Completa

- a. Reformación del espacio periodontal con una amplitud normal y con la lámina dura cubre completamente las superficies radiculares resectadas y no resectadas.
- b. Aumente en la amplitud del espacio periodontal apical, sobre la superficie radicular resectada, pero menor al doble de la amplitud del espacio periodontal de las partes no resectadas de la raíz.
- c. Pequeño defecto en la lámina dura que rodea el relleno del término radicular.
- d. Reparación ósea completa con lámina dura discernible; el hueso que rodea el área apical y no tiene la misma densidad que el tejido no involucrado.
- e. Reparación ósea completa. Tejido duro cubre completamente la superficie de la raíz resectada. No existe un espacio periodontal discernible.

II. Curación Limitada

Curación completa puede ser observada en la proximidad de la superficie radicular resectada, pero el lecho quirúrgico demuestra una de las siguientes condiciones.

- a. La continuidad del plato cortical es interrumpida por un área de baja intensidad.
- b. Un área de baja densidad permanece asimétricamente localizada alrededor del ápice o tiene una conexión angular con el espacio periodontal.
- c. Hueso no se ha formado completamente en el área del lecho quirúrgico.
- d. En áreas con pre existencia de enfermedad periodontal o fenestración fisiológica en la superficie radicular no resectada no hay re inserción periodontal y/o cobertura ósea.

III. Curación Incierta

El volumen del área con baja densidad parece disminuido y demuestra una de las siguientes condiciones:

- a. El grosor del espacio periodontal es más que el doble que el espacio periodontal normal.
- b. La localización es simétrica alrededor del ápice como una extensión en forma de embudo del espacio periodontal.

I. Curación Insatisfactoria

El volumen del área con baja densidad parece aumentado o sin cambio.

OBJETIVO GENERAL

Realizar una revisión bibliográfica de los últimos 5 años, con el fin de identificar cuáles son los materiales de retro-obturación utilizados en cirugía apical.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar cuál/cuáles es/son los materiales de retro-obturación más utilizados en cirugía apical.
- Exponer cuál es el período de seguimiento mínimo realizado en las cirugías periapicales según los estudios.
- Determinar cuáles son los criterios de evaluación de éxito más prevalentes en los estudios.
- Determinar cuál/cuáles es/son los materiales que mejor resultados obtienen.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de investigación: Revisión de la literatura

Determinación de la muestra: Estudios clínicos y reportes de casos de cirugías apicales, publicados entre los años 2013 y 2018.

Palabras clave para la búsqueda bibliográfica:

- Root-end surgery / Apical surgery
- Retrograde filling
- Amalgam
- Zinc oxide-eugenol cement
- IRM
- Super-EBA / Super ethoxybenzoic acid
- Glass ionomer cement
- Retroplast
- Diaket
- Geristore
- Mineral trioxide aggregate / MTA
- Biodentine
- Bioaggregate
- EndoSequence

Criterios de inclusión:

- Estudios clínicos y reportes de caso de cirugías apicales que se hayan publicado entre enero del 2013 y septiembre del 2018.
- Estudios realizados en humanos sin importar sexo ni edad.

Criterios de exclusión:

- Estudios realizados en animales.
- Estudios con lesiones combinadas como perforaciones iatrogénicas, malformaciones del desarrollo, reabsorciones radiculares o formación radicular incompleta.
- Estudios que no hayan tenido ningún tipo de seguimiento.
- Estudios que no hayan tenido ningún tipo de evaluación de los resultados postcirugía, ya sea clínica o radiográfica.
- Estudios que no contemplen la utilización de materiales de obturación a retro.

Método de búsqueda o muestreo

La búsqueda se realizó en las bases de datos Pubmed, EBSCO, Web of Science y Cochrane. Para cada base de datos se utilizaron las palabras claves expuestas anteriormente asociadas por los conectores booleanos OR, AND y NOT. Se aplicaron las mismas llaves de búsqueda para cada buscador a excepción de EBSCO y Web of Science en donde sobre las mismas llaves de búsqueda se adicionó "AND Endodontics" para acotar aún más los resultados. La llaves de búsqueda utilizadas fueron las siguientes:

- Root-end surgery OR Apical surgery AND Amalgam NOT in vitro
- Root-end surgery OR Apical surgery AND Zinc oxide-eugenol cement NOT in vitro
- Root-end surgery OR Apical surgery AND Super-EBA OR Super ethoxybenzoic acid NOT in vitro
- Root-end surgery OR Apical surgery AND IRM NOT in vitro
- Root-end surgery OR Apical surgery AND Glass ionomer cement NOT in vitro
- Root-end surgery OR Apical surgery AND Retroplast NOT in vitro
- Root-end surgery OR Apical surgery AND Diaket NOT in vitro
- Root-end surgery OR Apical surgery AND Geristore NOT in vitro
- Root-end surgery OR Apical surgery AND Mineral trioxide aggregate OR MTA NOT in vitro

- Root-end surgery OR Apical surgery AND Biodentine NOT in vitro
- Root-end surgery OR Apical surgery AND Bioaggregate NOT in vitro
- Root-end surgery OR Apical surgery AND EndoSequence NOT in vitro
- Retrograde filling AND Amalgam NOT in vitro
- Retrograde filling AND Zinc oxide-eugenol cement NOT in vitro
- Retrograde filling AND Super-EBA OR Super ethoxybenzoic acid NOT in vitro
- Retrograde filling AND IRM NOT in vitro
- Retrograde filling AND Glass ionomer cement NOT in vitro
- Retrograde filling AND Retroplast NOT in vitro
- Retrograde filling AND Diaket NOT in vitro
- Retrograde filling AND Geristore NOT in vitro
- Retrograde filling AND Mineral trioxide aggregate OR MTA NOT in vitro
- Retrograde filling AND Biodentine NOT in vitro
- Retrograde filling AND Bioaggregate NOT in vitro
- Retrograde filling AND EndoSequence NOT in vitro

Para Pubmed: se seleccionaron los filtros por tipo de estudio (Case Reports, Clinical Study y Clinical Trial), fecha de publicación (01/01/2013 a 30/09/2018), especie (Humans) y categoría de revistas (Dental Journals).

Para EBSCO: se seleccionó el servicio EBSCOhost, dentro de esto se seleccionó *Academic Search Ultimate* y *Medline with full text*. Luego en búsqueda avanzada se agregó el filtro por fecha entre enero del 2013 y septiembre del 2018.

Para Web of science: se seleccionaron las siguientes bases de datos, Science Citation Index Expanded y Emerging Sources Citation Index, luego se delimitó la fecha de búsqueda para los últimos cinco años.

Para Cochrane: se seleccionó el tema Odontología & salud bucodental, luego se seleccionó el tipo de documento en "Ensayos" y se delimitó la fecha de búsqueda entre los años 2013 y 2018.

Selección de estudios:

Para seleccionar los estudios que se encontraron en las distintas bases de datos, ambos investigadores leyeron los títulos y abstracts de todos los artículos encontrados; en los casos en que la información contenida en el abstract fue insuficiente se revisó el full text de estos estudios para mayor seguridad. Luego de esto, bajo discusión, se fueron seleccionando de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión.

RESULTADOS

El diagrama de flujo de la búsqueda es presentado en la Figura I. Un total de 4404 artículos fueron obtenidos de la búsqueda electrónica, luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión se obtuvieron 393, posteriormente estos fueron sometidos a la eliminación de las duplicatas reduciéndose a un total de 24, de los cuales 3 fueron excluidos debido a que no cumplían con criterios de elegibilidad (descritos en la figura 1). Finalmente, 21 artículos fueron seleccionados para esta revisión de la literatura.

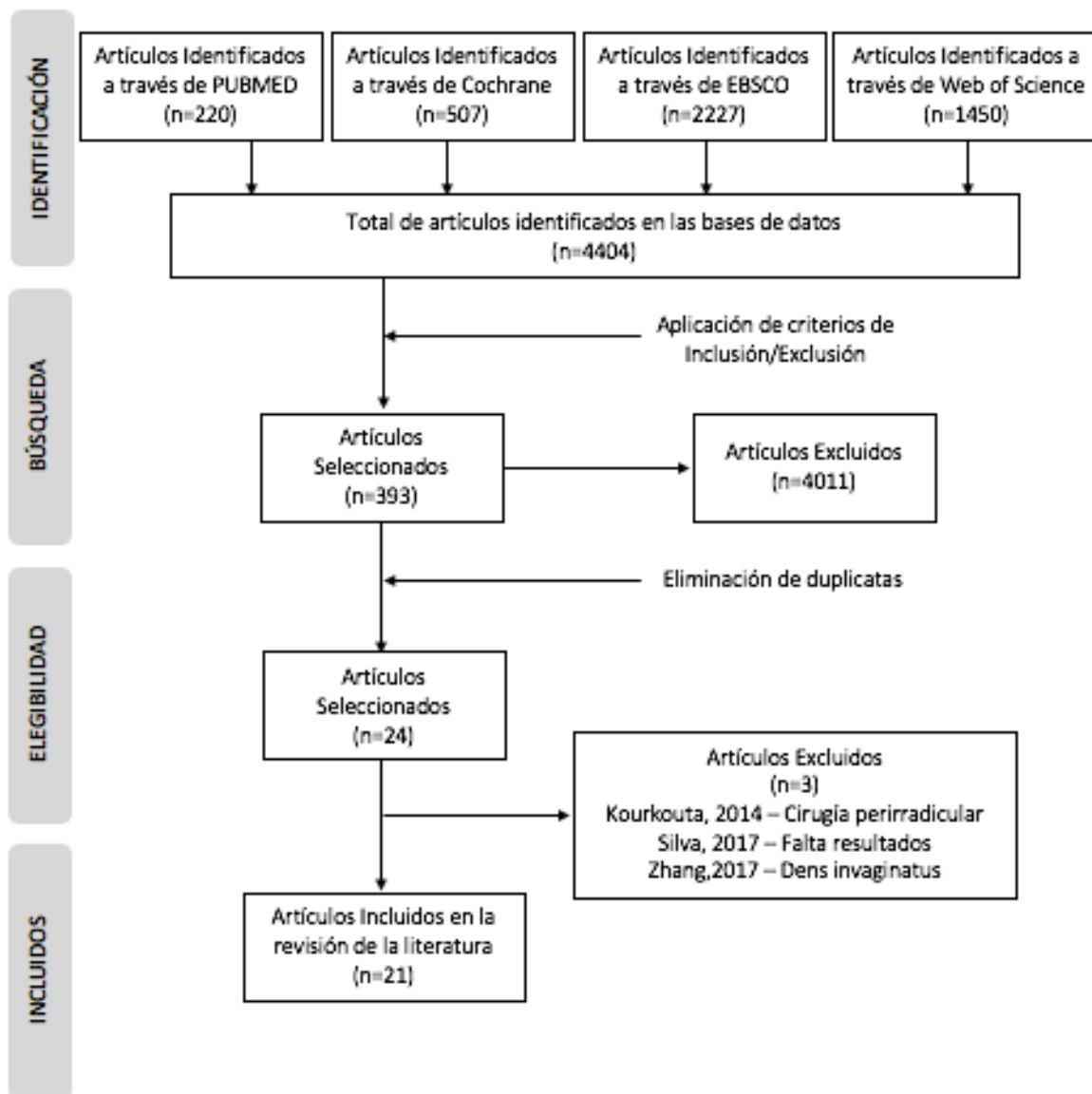


Figura I: Diagrama de flujo de los artículos incluidos

Los estudios incluidos en esta revisión bibliográfica se presentan a continuación en la Tabla I, en esta se les asignó un código de identificación por orden de antigüedad para poder reconocerlos fácilmente en las posteriores tablas de resultados.

Código	Autores	Título	Año de publicación	Tipo de estudio
1	Pedro Felício Estrada Bernabé, Mariane Maffei Azuma, Luciana Louzada Ferreira, Eloi Dezan-Júnior, João Eduardo Gomes-Filho, Luciano Tavares Angelo Cintra	Root Reconstructed with Mineral Trioxide Aggregate and Guided Tissue Regeneration in Apical Surgery: A 5-year Follow-up	2013	Reporte de caso
2	Minju Song, Sahng Gyoon Kim, Seung-Jong Lee, Baekil Kim, and Euisseong Kim.	Prognostic Factors of Clinical Outcomes in Endodontic Microsurgery: A Prospective Study	2013	Ensayo clínico
3	Gregory Caron, Jean Azerad, Marie-Odile Faure, Pierre Machtou, and Yves Boucher.	Use of a new retrograde filling material (Biodentine) for endodontic surgery: two case reports	2014	Reporte de caso
4	Thomas von Arx, Stefan Haenni, and Simon Storgard Jensen.	5-year Results Comparing Mineral Trioxide Aggregate and Adhesive Resin Composite for Root-end Sealing in Apical Surgery	2014	Ensayo clínico
5	Jeen-Nee Lui, Ma-Ma Khin, Gita Krishnaswamy,	Prognostic Factors Relating to the Outcome of	2014	Ensayo clínico

	and Nah-Nah Chen.	Endodontic Microsurgery.		
6	Hong Li, Fei Zhai, Ru Zhang, and Benxiang Hou.	Evaluation of Microsurgery with SuperEBA as Root-end Filling Material for Treating Post- treatment Endodontic Disease: A 2-year Retrospective Study	2014	Ensayo clínico
7	Silvia Tortorici, Paolo Difalco, Luigi Caradonna, and Stefano Tete.	Traditional Endodontic Surgery Versus Modern Technique: A 5- Year Controlled Clinical Trial	2014	Ensayo clínico
8	Minju Song, Taekjin Nam, Su-Jung Shin and Euseong Kim.	Comparison of Clinical Outcomes of Endodontic Microsurgery: 1 Year versus Long-term Follow-up	2014	Ensayo clínico
9	Nicole Shinbori, Ana Maria Grama, Yogesh Patel, Karl Woodmansey, and Jianing He.	Clinical Outcome of Endodontic Microsurgery That Uses EndoSequence BC Root Repair Material as the Root-end Filling Material	2015	Ensayo clínico
10	M. K. Caliskan, U. Tekin M. E. Kaval & M. C. Solmaz	The outcome of apical microsurgery using MTA as the root-end filling material: 2- to 6-	2015	Ensayo clínico

		year study	follow-up	
11	Sunil Kim, Minju Song, Su-Jung Shin, and Euseong Kim,	A Randomized Controlled Study of Mineral Trioxide Aggregate and Super Ethoxybenzoic Acid as Root-end Filling Materials in Endodontic Microsurgery: Long-term Outcomes	2016	Ensayo clínico
12	Casper Kruse, Rubens Spin-Neto, Rene Christiansen, Ann Wenzel, and Lise-Lotte Kirkevang,	Periapical Bone Healing after Apicectomy with and without Retrograde Root Filling with Mineral Trioxide Aggregate: A 6-year Follow-up of a Randomized Controlled Trial	2016	Ensayo clínico
13	Masoud Parirokh, Sedigheh Farzaneh, Ali Reza Hallajmofrad.	Conservative Management of Unset Mineral Trioxide Aggregate Root-End Filling: A Case Report	2016	Reporte de caso
14	Jing Shen, Haifeng Zhang, Jing Gao, Xinghua Du, Yao Chen, Lijun Han.	Short-term observation of clinical and radiographic results of periapical microsurgery: a prospective study.	2016	Ensayo clínico

15	Han Guo Wang, Ning XU, Qing YU	Endodontic Microsurgical Treatment of a Three-rooted Mandibular First Molar with Separate Distolingual Root: Report of One Case	2016	Reporte de caso
16	Selya Wdowik, Antoine Godard, Patrick Limbour	Résection apicale avec utilisation d'IRM® et du microscope opératoire, étude rétrospective de 122 cas	2016	Ensayo clínico
17	Wei Zhou, Qinghua Zheng, Xuelian Tan, Dongzhe Song, Lan Zhang, and Dingming Huang.	Comparison of Mineral Trioxide Aggregate and iRoot BP Plus Root Repair Material as Root- end Filling Materials in Endodontic Microsurgery: A Prospective Randomized Controlled Study	2017	Ensayo clínico
18	Faruk Ogutlu and Inci Karaca	Clinical and Radiographic Outcomes of Apical Surgery: A Clinical Study	2017	Ensayo clínico
19	Ajinkya Mansing Pawar, Suraj M. Pawar, Bhagyashree Thakur, Sharad kokate	Successful Surgical Outcome for an Endodontic Failure using Biodentine™ as Retrograde Restoration in Conjunction with	2017	Reporte de caso

		Platelet Rich Fibrin (PRF) for Progressive Healing		
20	Tom Schloss, David Sonntag, Meetu R. Kohli, and Frank C. Setzer.	A Comparison of 2- and 3-dimensional Healing Assessment after Endodontic Surgery Using Cone-beam Computed Tomographic Volumes or Periapical Radiographs	2017	Ensayo clínico
21	Zu-Hua Wang, Ming-Ming Zhang, Ji Wang, Lan Jiang, and Yu-Hong Liang.	Outcomes of Endodontic Microsurgery Using a Microscope and Mineral Trioxide Aggregate: A Prospective Cohort Study	2017	Ensayo clínico

Tabla I: tabulación de estudios seleccionados, código asignado, autores, título, año de publicación y tipo de estudio.

Los datos atinentes para esta investigación son presentados en las Tablas II, III, IV, V, VI, VII, VIII. Para permitir una lectura más clara de los resultados los investigadores decidieron dividirlos de acuerdo al diseño del estudio en ensayos clínicos (Tablas III-V-VII) y reportes de caso (Tablas IV-VI-VIII).

Código	Número de Participantes	Material Utilizado	Tipo de estudio
1	1	MTA	Reporte de caso
2	431	MTA (196), Super EBA (223), IRM(12)	Ensayo clínico

3	2		Biodentine	Reporte de caso
4	271		MTA – Resina Compuesta	Ensayo clínico
5	93		IRM (77) – MTA (16)	Ensayo clínico
6	82 (101 dientes)		Super EBA	Ensayo clínico
7	843 (938 dientes)		Amalgama – MTA	Ensayo clínico
8	115		IRM, Super EBA, MTA	Ensayo clínico
9	94 (113 dientes)		Endosequence BC Root	Ensayo clínico
10	90		MTA	Ensayo clínico
11	182		MTA(83) – Super EBA(99)	Ensayo clínico
12	33 (39 dientes)		MTA(19)	Ensayo clínico
13	1		MTA	Reporte de caso
14	97		MTA	Ensayo clínico
15	1		MTA	Reporte de Caso
16	122		IRM	Ensayo clínico
17	158		MTA(87) – iRoot BP Plus (71)	Ensayo clínico
18	112		MTA(56) – Super EBA(56)	Ensayo clínico
19	1		Biodentine	Reporte de Caso
20	44 (51 dientes)		MTA	Ensayo clínico
21	81 (98 dientes)		MTA	Ensayo clínico

Tabla II: Número de participantes, material utilizado, tipo de estudio.

Código	Número Participantes	de Sexo		Tipo Diente Maxilar Superior			Tipo Diente Maxilar Inferior		
		F	M	ANT	PM	M	ANT	PM	M
2	431	263	16	228*	86*	11	-	-	-
4	271	148	12	84	48	46	5	17	71
5	93	57	36	36	15	12	11	2	17
6	82 (101 dientes)	49	33	58	8	11	12	7	5
7	843 (938 dientes)	385	46	390	152	12	37	96	187
8	115	49	66	48	19	12	16	6	14
9	94 (113 dientes)	63	50	21	17	30	6	11	28
10	90	38	52	70	-	-	20	-	-
11	182	118	63	62	38	24	20	11	27
	MTA (83)	53	30	28	18	10	9	6	12
	Super EBA (99)	66	33	34	20	14	11	5	15
12	33 (39 dientes)	17	16	-	19	-	15	5	-
14	97	46	51	33	16	10	16	13	9
16	122	66	56	14*	20*	61	-	-	-
17	158	94	64	113*	19*	26	-	-	-
18	112	46	66	76	-	11	15	-	10
20	44 (51 dientes)	26	18	11*	11*	29	-	-	-
21	81 (98 dientes)	24	47	50*	14*	7*	-	-	-

Tabla III: Ensayos Clínicos; número de especímenes estudiados, sexo, tipo de diente operado (anterior, premolar, molar/superior o inferior). *No especifica si los dientes son del maxilar superior o inferior

Código	Número Participantes	de Sexo		Tipo Diente Maxilar Superior			Tipo Diente Maxilar Inferior		
		F	M	ANT	PM	M	ANT	PM	M
1	1	1	-	1	-	-	-	-	-

3	2	2	-	2	-	-	-	-	-
13	1	-	1	1	-	-	-	-	-
15	1	1	-	-	-	-	-	-	1
19	1	1	-	1	-	-	-	-	-

Tabla IV: Reporte de Casos; número de especímenes estudiados, sexo, tipo de diente operado (anterior, premolar, molar/superior o inferior).

Código	Número Participantes	de	Tipo de Evaluación Clínica	Tipo de Evaluación Radiográfica
2	431		Signos y síntomas, pérdida de función, sensibilidad a la percusión o palpación, discomfort subjetivo, movilidad, fístula, saco periodontal.	Rx Periapical (Criterios de Rud & Molven)
4	271		Ausencia de signos y síntomas (Criterios propios)	Rx Periapical (Criterios de Rud & Molven)
5	93		Ausencia de signos y síntomas (No especifica)	Rx Periapical (Criterios de Rud & Molven)
6	82 (101 dientes)		Signos y síntomas, pérdida de función, sensibilidad a la percusión o palpación, discomfort subjetivo, movilidad, fístula y saco periodontal	Rx Periapical (Criterios de Rud & Molven)
7	843 (938 dientes)		Ausencia de signos y síntomas, dolor, inflamación gingival, movilidad, hipersensibilidad, sensibilidad a la percusión y palpación, fístula (Criterios propios)	Rx Periapical (Criterios propios)

8	115	Signos y síntomas, pérdida de la función, sensibilidad a la percusión o palpación, disconfort subjetivo, movilidad, fístula y saco periodontal	Rx Periapical (Criterios de Rud & Molven)
9	94 (113 dientes)	Signos y síntomas, pérdida de función, molestias a la palpación y percusión, movilidad, fístula, saco periodontal	Rx Periapical (Criterios de Rud & Molven)
10	90	Sin signos, Sin síntomas (No específica)	Rx Periapical (Disminución de lesión)
11	182	-	Rx Pericapical (Criterios de Rud & Molven)
12	33 (39 dientes)	Permanencia dental, fistula, movilidad, saco periodontal, molestias al masticar y a la percusión, dolor, inflamación de la encía	Rx Periapical (Criterios de Rud & Molven)
14	97	Criterio de von Arx y Kurt	Criterio de von Arx y Kurt
16	122	Cicatrización mucosa, sensibilidad a la palpación y recuperación de la función	Rx Periapical (Criterios de Rud & Molven)
17	158	Pérdida de función, dolor, hinchazón, sensibilidad a la percusión y palpación, movilidad, fístula, saco periodontal,	Rx Periapical (Criterios de Rud & Molven)
18	112 MTA (56) Super EBA (56)	Presencia de signos y síntomas, pérdida de función, percusión,	Rx Periapical (Criterios de Rud & Molven)

		movilidad, fístula, parestesia, saco periodontal y decoloración encía.	
20	44 (51 dientes)	-	Rx Pericapical+CBCT (Criterios de Rud & Molven; Modificados de PENN)
21	81 (98 dientes)	Discomfort subjetivo, hinchazón, fístula, sensibilidad a la palpación o percusión, movilidad, saco periodontal, cualidades de la restauración	Rx Periapical (Criterios de Rud & Molven)

Tabla V: Ensayos Clínicos; criterios para evaluar éxito, tipo de evaluación clínica y radiográfica.

Código	Número de Participantes	Tipo de Evaluación Clínica	Tipo de Evaluación Radiográfica
1	1	Sin signos, Sin síntomas (No indica)	Rx Periapical (No indica)
3	2	Sin signos, Sin síntomas (Sin dolor, decoloración gingival, defecto periodontal)	Rx Periapical (Cicatrización completa, no específica criterios)
13	1	Recuperación clínica completa (No específica)	Rx Periapical (Cicatrización completa, no específica criterios)
15	1	Sin signos, Sin síntomas (No específica)	Rx Periapical (Cicatrización completa, no específica criterio)
19	1	(No específica)	Rx Periapical (Cicatrización completa, no específica criterios)

Tabla VI: Reporte de Casos; criterios para evaluar éxito, tipo de evaluación clínica y radiográfica.

Código	Número de Participantes	de Tiempo de Seguimiento	de Porcentaje de Examen Reportado	de CLÍNICO RX
2	431 MTA Super EBA IRM	1 año mínimo	85,2 86,1 83,3	85,2 86,1 83,3
4	271 MTA Resina Compuesta	5 años	92,5 76,6	92,5 76,6
5	93 IRM (77) – MTA (16)	1-2 años	78,5	78,5
6	82 (101 dientes)	2 años	93,1	93,1 (Éxito incluye curación completa e incompleta)
7	843 (938 dientes) Amalgama MTA	5 años	90,8 96	90,8 96
8	115	1 año 4 años	91,3 87,8	91,3 87,8
9	94 (113 dientes)	1 año mínimo	92	92
10	90	2-6 años	80	80
11	182 MTA (83) Super EBA (99)	4 años	-	91,6 89,9
12	33 (39 dientes) MTA (19)	6 años	84	84
14	97	1 año	92,8	-
16	122	7-24 meses	78,7	78,7
17	158 MTA iRoot BP Plus	1 año	93,1 94,4	93,1 94,4
18	112 MTA (56) Super EBA (56)	6 meses	91,1 85,7	91,1 85,7
20	44 (51 dientes)	12-37 meses	-	92,2
21	81 (98 dientes)	1 año	90,5	90,5

Tabla VII: Ensayos Clínicos; periodo de seguimiento y porcentaje de éxito reportado.

Código	Número Participantes	de Tiempo de Seguimiento	de Porcentaje de Examen Reportado	
			CLÍNICO	RX
1	1	5 años	100	100
3	2	2 años	100	100
13	1	27 meses	100	100
15	1	15 meses	100	100
19	1	8 meses	100	100

Tabla VIII: Reporte de Casos; periodo de seguimiento y porcentaje de éxito reportado.

DISCUSIÓN

Esta revisión bibliográfica tuvo por objetivo identificar los materiales utilizados como retro obturadores en cirugía apical. Solo 21 estudios pertenecientes a los últimos 5 años de publicación fueron finalmente seleccionados para responder esta interrogante. Debido a que entre los artículos incluidos encontramos distintos diseños de estudios fueron separados por su nivel de evidencia científica, 16 de ellos fueron ensayos clínicos (76%) y 5 reportes de casos (24%), los análisis se realizaron priorizando los resultados obtenidos a partir de los ensayos clínicos, y en segundo instancia, como un nivel de evidencia científico menor, los reportes de casos. En relación a los autores de los artículos obtenidos, podemos observar que existe una gran variedad entre ellos, teniendo sólo un grupo de autores que se repiten (2,8), lo que demuestra el interés de diferentes investigadores en la búsqueda del material indicado para el sellado en cirugías periapicales. Con respecto a la fecha de publicación, la mayor cantidad de estudios se concentraron entre los años 2016 y 2017, esto probablemente debido a la utilización de materiales biocerámicos que debían ser evaluados considerando su desempeño clínico.

Para los materiales, Óxido de Zinc-Eugenol, Ionómero de Vidrio, Retroplast, Diaket, Geristore y Bioaggregate no se encontraron artículos pertinentes para fines de esta investigación, este hallazgo se puede atribuir a dos factores principalmente, en primer lugar a que nuevos materiales han llegado a reemplazar a aquellos que se han reportado históricamente para el manejo del sellado a retro como cemento óxido de zinc-eugenol, ionómero de vidrio, Retroplast, Diaket y Geristores, y en segundo lugar, a que la búsqueda del desarrollo de nuevas alternativas para el sellado, como el Bioaggregate, no han sido evaluadas o reportadas hasta el momento. Para el MTA se seleccionaron 16 artículos, correspondientes a 13 ensayos clínicos (2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 17, 18, 20, 21) y 3 reportes de casos (1, 13, 15), para el Super EBA se hallaron 5 ensayos clínicos (2, 6, 8, 11, 18), en el caso de IRM se encontraron 4 ensayos clínicos (2, 5, 8, 16), para el Biodentine se seleccionaron 2 reportes de casos (3, 19), para la Amalgama se incluyó 1 ensayo clínico(7) y, por último, 1 ensayo clínico para Endosequence(9). La cantidad de artículos incluidos, en especial los correspondientes a ensayos clínicos, se ve respaldado por otras revisiones literarias, Brodrumlu E. 2008 (58), revisó la biocompatibilidad de los materiales de relleno retrógrado llegando a la conclusión de que si bien ningún material es ideal, MTA y Super EBA parecen ser los más biocompatibles, además relata que el MTA junto con ser compatible tiene el potencial de estimular a los osteoblastos, sin embargo, este artículo no incluye biocerámicos como Biodentine, Bioaggregate y Endosequence, que de acuerdo a estudios in vitro como el de Escobar y cols.(59), Mukhtar-Fayyad(60) y Ma y cols(61). respectivamente, concluyen que poseen una biocompatibilidad igualable a la del MTA. Por lo tanto, la falta de estudios clínicos sobre estos materiales se atribuiría a otro aspecto a investigar.

En relación a la distribución de los participantes de los artículos, no se observa una predilección por sexo en la indicación de la cirugía periapical, y de acuerdo a lo reportado por Friedman S(62). este dato no es determinante en el resultado de la cirugía. Por otra parte, se observa un mayor número de dientes anteriores sometidos a cirugías periapicales, seguido por los premolares, y por último, molares, este hecho concuerda

con la revisión realizada por Friedman S. (62), quien hace la observación de que la predilección por los dientes unirradiculares se puede deber a la facilidad en el abordaje quirúrgico. Con respecto a si los dientes corresponden al maxilar superior o inferior, pareciese no ser una información relevante, cinco artículos incluidos en la presente revisión no entrega dicha información (2, 16, 17, 20, 21).

Con respecto a la determinación del éxito quirúrgico, la mayoría de los ensayos clínicos describen una evaluación clínica e imagenológica (2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 17, 18, 21) con la excepción de dos artículos (11, 20) los cuales sólo se enfocaron en la evaluación imagenológica. Algunos artículos describen las características evaluadas clínicamente, dentro de las que se encuentran pérdida de función, sensibilidad a la percusión o palpación, disconfort subjetivo, movilidad, fístula, saco periodontal. (2, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 14, 16, 17, 18, 21) mientras que otros sólo se limitan a describir la ausencia de signos y síntomas (4, 5, 10). En el caso de la evaluación imagenológica parece existir un mayor consenso, ya que la mayoría de los artículos incluidos en esta revisión utiliza los criterios de Molven & Rud para la evaluación de radiografías periapicales (2, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 16, 17, 18, 20, 21) y los criterios modificados de Penn en los casos de CBCT (20). Sólo tres artículos describen criterios propios (7, 10, 14). Al comparar estos hallazgos con la literatura disponible, podemos ver la predilección de selección de los criterios de Rud & Molven(63) y los criterios modificados de PENN para evaluar los resultados de radiografías periapicales y CBCT respectivamente(64)(65). Dentro de los artículos incluidos podemos ver la poca utilización de CBCT para la evaluación imagenológica de cirugías periapicales, esto podría deberse al costo/beneficio en comparación con la radiografía periapical dado que, Kanagasingam y cols 2016 (65) concluyen que, todas las técnicas imagenológicas tienen una especificidad y un valor predictivo similar, aunque destaca la mayor capacidad del CBCT para detectar periodontitis apical, a esto Kruse y cols. 2018 (64) agregan que, el uso de CBCT lleva al clínico a tomar decisiones de tratamientos más invasivas tras los controles, lo que no necesariamente es una ventaja. En el caso de los reportes de casos la información es más acotada, describiendo la evaluación clínica como la ausencia de signos y síntomas (1, 3, 13, 15) y la evaluación imagenológica como la cicatrización completa de la lesión radiográfica (1, 3, 13,15, 19), sin especificar el criterio de evaluación utilizado.

El tiempo de seguimiento reportado por los artículos incluidos es amplio, variando desde los 6 meses (18) a los 6 años (10, 12). En el caso de los ensayos clínicos la mayoría tiene un tiempo de seguimiento mínimo de 1 año (2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 20, 21), a excepción de un artículo que reportó un seguimiento menor (18). Por otro lado, los reportes de casos, en su mayoría superan el año de seguimiento, y sólo uno tiene un seguimiento menor a esto. De acuerdo a una actualización clínica realizada por Floratos S. y Kim S. 2017 (66), recomienda tener un seguimiento a corto plazo 1 año desde la cirugía periapical y otro a largo plazo de 5-7 años, esto se atribuye a la posibilidad de recidiva. Sin embargo, estudios de seguimiento a largo plazo de cirugías periapicales consideradas curadas al año han demostrado tener resultados similares al obtenido en una primera instancia (67).

El porcentaje de éxito obtenido en los distintos ensayos clínicos varía de acuerdo al material utilizado, en el caso del MTA el menor porcentaje reportado es de un 78,5% (5), sin embargo, el autor aclara que el porcentaje reportado es en conjunto con los casos en donde se utilizó IRM, declarando que el porcentaje sería mayor si sólo se considerara el MTA, bajo esa aclaración se debería considerar un porcentaje menor reportado como un 84%(12), mientras que el mayor corresponde a un 96% (7). El segundo material con más artículos corresponde a Super EBA, el que reporta un éxito entre 86,1%(2) y un 93,1%(6). En tanto, IRM reporta valores entre 78,7% (16) y 87,8%(8). Para la amalgama se incluyó sólo un artículo, al igual que para el Endosequence, reportando un éxito de 90,8%(7) y 92%(9) respectivamente. Al contrastar estos porcentajes, con la literatura disponible, observamos que el éxito documentado de la cirugía apical varía en torno al 95,2% (66)(67)(68), Friedman S. (62) atribuye esta variación entre otras cosas al material de retro-obturación, relatando que el resultado de la cirugía periapical depende directamente de la calidad de adhesión y sellado del material seleccionado, y concluye documentando que es por esto que tanto el MTA y Super EBA poseen porcentajes similares. Cabe destacar que en la revisión realizada por Friedman no se incluyen biocerámicos como Biodentine, Bioaggregate y Endosequence. Finalmente, el porcentaje de éxito es de un 100% en los reporte de casos, y particularmente en el caso del biodentine (3, 19) material en el que no se encontró un ensayo clínico apropiado para esta revisión, no se considerará al momento de la conclusión.

CONCLUSION

- Según este estudio los materiales que se reportaron como retro obturadores en cirugía apical durante los últimos cinco años fueron; MTA, Súper EBA, IRM, Biodentine, Amalgama y EndoSequence.
- El material más utilizado fue el MTA.
- El tiempo de seguimiento mínimo reportado fue de al menos 1 año.
- El éxito quirúrgico se determinó a través de parámetros clínicos e imagenológicos en conjunto en la mayoría de los estudios. En el caso de la evaluación imagenológica, la mayoría de los artículos utilizó los criterios de Molven & Rud para la evaluación radiográfica, mientras que fueron los criterios modificados de Penn los elegidos para las evaluaciones de CBCT. Para la evaluación clínica no se encontró ninguna pauta o parámetro establecido que se repitiera.
- El material que mejores resultados reportó fue el MTA

RESUMEN

La cirugía paraendodóntica implica el manejo quirúrgico de los dientes con problemas de origen pulpar, existen distintos tipos y una de ellas es la cirugía periapical. A través de los años, esta cirugía ha evolucionado con el avance de la tecnología y el desarrollo de materiales más biocompatibles. El tipo de retro-obturador utilizado es uno de los muchos factores que contribuyen al éxito y a lo largo del tiempo se han utilizado numerosos materiales siendo el gold standard el MTA, sin embargo, desde hace algunos años se han introducido los biocerámicos que presentan un comportamiento igualable e incluso mejor en algunos aspectos.

Se realizó una revisión bibliográfica en los principales motores de búsqueda con el fin de dilucidar cuáles son los materiales de retro-obturación más utilizados en cirugía periapical en los últimos cinco años, con el fin de exponer el período de seguimiento mínimo, ver los criterios de éxito de las cirugías y determinar cual es el material que mejor resultados obtiene. Se obtuvieron un total de 4404 estudios en la búsqueda electrónica, pero finalmente se seleccionaron solo 21 artículos de los cuales se concluyó: los materiales utilizados son MTA, Súper EBA, IRM, Biodentine, Amalgama y EndoSequence. El material más utilizado es el MTA, el tiempo de seguimiento mínimo es 1 año, los criterios de evaluación de éxito son parametros clinicos e imagenológicos en conjunto, y el material que mejores resultados obtiene sigue siendo el MTA.

BIBLIOGRAFIA

1. Stock C. Atlas en Color y Texto de Endodoncia. 1996.
2. Soares IJ, Glodberg F. Endodoncia Técnica y fundamentos. 3ª Edición. Panamericana; 2003. 169-179 p.
3. Tronstad L. Clinical Endodontics: a textbook 2. Stuttgart: Thieme; 2003. 259 p.
4. Caro MM. Corrective Surgery: A solution for root perforations. Experience in the Department of Endodontics. Canal , Universidad de Valparaíso. 2013;28:4–8.
5. Patel B. Endodontic Treatment, Retreatment, and Surgery. Springer International Publishing; 2016.
6. Kim S, Kratchman S. Modern Endodontic Surgery Concepts and Practice: A Review. J Endod. 2006 Jul;32(7):601–23.
7. Setzer FC, Shah SB, Kohli MR, Karabucak B, Kim S. Outcome of Endodontic Surgery: A Meta-analysis of the Literature—Part 1: Comparison of Traditional Root-end Surgery and Endodontic Microsurgery. J Endod. 2010 Nov;36(11):1757–65.
8. Setzer FC, Kohli MR, Shah SB, Karabucak B, Kim S. Outcome of Endodontic Surgery: A Meta-analysis of the Literature—Part 2: Comparison of Endodontic Microsurgical Techniques with and without the Use of Higher Magnification. J Endod [Internet]. 2011 Nov [cited 2018 May 25]; Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239911011460>
9. Cohen S, Hargreaves K. Vías de la pulpa. 10ª Edición. ELSEVIER MASSON; 2011. 655-669 p.
10. Nair PNR. Pathogenesis of Apical Periodontitis and the Causes of Endodontic Failures. Crit Rev Oral Biol Med. 2004 Nov;15(6):348–81.
11. Nair PNR. Pathogenesis of Apical Periodontitis and the Causes of Endodontic Failures. Crit Rev Oral Biol Med. 2004 Nov;15(6):348–81.
12. Nair PNR. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. Int Endod J. 2006;39(4):249–281.
13. Hsu Y, Kim S. The resected root surface. The issue of canal isthmuses. Dent Clin North Am. 1997;529–40.
14. Donald EA, Torabinejad M, Rubinstein R, Chivian N. Practical Lessons in Endodontic Surgery. 1998;
15. Barone C, Dao TT, Basrani BB, Wang N, Friedman S. Treatment Outcome in Endodontics: The Toronto Study—Phases 3, 4, and 5: Apical Surgery. J Endod. 2010 Jan;36(1):28–35.
16. Canalda C, Brau Es. Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas. ELSEVIER MASSON; 2014. 259-266 p.
17. Madison JG, Hokett SD. The effects of different tetracyclines on the dentin root surface of instrumented, periodontally involved human teeth: a comparative scanning electron microscope study. J Periodontol. 1997;68(8):739–745.
18. Blomlöf J, Blomlöf LB, Lindskog S. Smear removal and collagen exposure after non-surgical root planing followed by etching with an EDTA gel preparation. J Periodontol. 1996;67:841.
19. Mariotti A. Efficacy of chemical root surface modifiers in the treatment of periodontal disease. A systematic review. Ann Periodontol. 2003;(8):205.
20. Schloss T, Sonntag D, Kohli MR, Setzer FC. A Comparison of 2- and 3-dimensional

- Healing Assessment after Endodontic Surgery Using Cone-beam Computed Tomographic Volumes or Periapical Radiographs. *J Endod.* 2017 Jul;43(7):1072–9.
21. Gondim E, de Almeida Gomes BPF, Ferraz CCR, Teixeira FB, de Souza-Filho FJ. Effect of sonic and ultrasonic retrograde cavity preparation on the integrity of root apices of freshly extracted human teeth: scanning electron microscopy analysis. *J Endod.* 2002;28(9):646–650.
 22. Peters CI, Peters OA, Barbakow F. An in vitro study comparing root-end cavities prepared by diamond-coated and stainless steel ultrasonic retrotips. *Int Endod J.* 2001;34(2):142–148.
 23. Walmsley AD, Lumley PJ, Johnson WT, Walton RE. Breakage of ultrasonic root-end preparation tips. *J Endod.* 1996;22(6):287–289.
 24. Caron G, Azérad J, Faure M-O, Machtou P, Boucher Y. Use of a new retrograde filling material (Biodentine) for endodontic surgery: two case reports. *Int J Oral Sci.* 2014 Dec;6(4):250–3.
 25. Vasudev SK, Goel BR, Tyagi S. Root end filling materials-A review. *Endodontology.* 2003;15:12–18.
 26. Aranguren Cangas José. Materiales para la obturación a retro: de la amalgama al agregado de mineral trióxido (MTA). *Gac Dent [Internet].* 2009 Mar 17 [cited 2017 Oct 6]; Available from: <https://www.gacetadental.com/2009/03/materiales-para-la-obturacin-a-retro-de-la-amalgama-al-agregado-de-mineral-trioxido-mta-31355/>
 27. Cirugía perirradicular- ClinicalKey [Internet]. [cited 2017 Nov 25]. Available from: <https://www.clinicalkey.es/#!/content/book/3-s2.0-B9788491130567000092>
 28. http://www.retroplast.dk/english/English/Product_description.html. Retroplast.dk. 2018.
 29. Regan JD, Gutmann JL, Witherspoon DE. Comparison of Diaket and MTA when used as root-end filling materials to support regeneration of the perirradicular tissues. *Int Endod J.* 2002;38:840–7.
 30. <http://sasexclusivasdentales.es/es/materiales-de-restauracion/140-geristore.html>. 2018.
 31. Trope M, Bunes A, Debelian G. Root filling materials and techniques: bioceramics a new hope? *Endod Top.* 2015;32(1):86–96.
 32. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod.* 1995 Jul;21(7):349–53.
 33. Baek S-H, Plenk H, Kim S. Periapical tissue responses and cementum regeneration with amalgam, SuperEBA, and MTA as root-end filling materials. *J Endod.* 2005 Jun;31(6):444–9.
 34. Tawil PZ, Duggan DJ, Galicia JC. MTA: A Clinical Review. *Compend Contin Educ Dent Jamesburg NJ* 1995. 2015 Apr;36(4):247–64.
 35. ProRoot, Dentsply. [Internet]. [cited 2017 Nov 25]. Available from: [http://www.dentsply.com.br/isogesac/hisows_portal.aspx?2,53,4,Produto,45,59,0,,0,0,0,0,](http://www.dentsply.com.br/isogesac/hisows_portal.aspx?2,53,4,Produto,45,59,0,,0,0,0,0)
 36. brochure Biodentine Spanish HD_0.pdf [Internet]. [cited 2017 Nov 25]. Available from: http://www.septodont.es/sites/es/files/2016-11/brochure%20Biodentine%20Spanish%20HD_0.pdf
 37. Leiendecker AP, Qi Y-P, Sawyer AN, Niu L-N, Agee KA, Loushine RJ, et al. Effects of calcium silicate-based materials on collagen matrix integrity of mineralized dentin. *J*

Endod. 2012 Jun;38(6):829–33.

38. De-Deus G, Canabarro A, Alves G, Linhares A, Senne MI, Granjeiro JM. Optimal cytocompatibility of a bioceramic nanoparticulate cement in primary human mesenchymal cells. *J Endod.* 2009 Oct;35(10):1387–90.

39. Hashem AAR, Wanees Amin SA. The effect of acidity on dislodgment resistance of mineral trioxide aggregate and bioaggregate in furcation perforations: an in vitro comparative study. *J Endod.* 2012 Feb;38(2):245–9.

40. Keskin C, Demiryurek EO, Ozyurek T. Color stabilities of calcium silicate-based materials in contact with different irrigation solutions. *J Endod.* 2015 Mar;41(3):409–11.

41. Bioaggregate [Internet]. [cited 2017 Nov 25]. Available from: <http://www.ibioceramix.com/products.html>

42. Lovato KF, Sedgley CM. Antibacterial activity of endosequence root repair material and proroot MTA against clinical isolates of *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2011 Nov;37(11):1542–6.

43. EndoSequence BC RRM | Bioceramic Root Repair Material [Internet]. Brasseler USA - Dental. [cited 2017 Nov 25]. Available from: <https://brasselerusadental.com/products/bc-rrm/>

44. Charland T, Hartwell GR, Hirschberg C, Patel R. An evaluation of setting time of mineral trioxide aggregate and EndoSequence root repair material in the presence of human blood and minimal essential media. *J Endod.* 2013 Aug;39(8):1071–2.

45. Tsesis I, Rosen E, Taschieri S, Telishevsky Strauss Y, Ceresoli V, Del Fabbro M. Outcomes of surgical endodontic treatment performed by a modern technique: an updated meta-analysis of the literature. *J Endod.* 2013 Mar;39(3):332–9.

46. Hargreaves KM, Berman LH. Cohen's Pathways of the Pulp. Elsevier Health Sciences; 2015. 1143 p.

47. von Arx T. Apical surgery: A review of current techniques and outcome. *Saudi Dent J.* 2011 Jan;23(1):9–15.

48. Song M, Jung I-Y, Lee S-J, Lee C-Y, Kim E. Prognostic factors for clinical outcomes in endodontic microsurgery: a retrospective study. *J Endod.* 2011 Jul;37(7):927–33.

49. Song M, Kim SG, Shin S-J, Kim H-C, Kim E. The influence of bone tissue deficiency on the outcome of endodontic microsurgery: a prospective study. *J Endod.* 2013 Nov;39(11):1341–5.

50. von Arx T, Peñarrocha M, Jensen S. Prognostic factors in apical surgery with root-end filling: a meta-analysis. *J Endod.* 2010 Jun;36(6):957–73.

51. Endodoncia - Técnicas Clínicas Y Bases Científicas Canalda.pdf.

52. 21166560.pdf [Internet]. [cited 2017 Nov 26]. Available from: <https://hera.ugr.es/tesisugr/21166560.pdf>

53. abordaje.pdf [Internet]. [cited 2017 Nov 25]. Available from: http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/odontologia/1999_n4/pdf/abordaje.pdf

54. Klausen B, Helbo M, Dabelsteen E. A differential diagnostic approach to the symptomatology of acute dental pain. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1985 Mar;59(3):297–301.

55. Lui J-N, Khin M-M, Krishnaswamy G, Chen N-N. Prognostic Factors Relating to the Outcome of Endodontic Microsurgery. *J Endod.* 2014 Aug 1;40(8):1071–6.

56. Molven O, Halse A, Grung B. Observer strategy and the radiographic classification of healing after endodontic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1987;16(4):432–439.

57. Patel S, Durack C, Abella F, Roig M, Shemesh H, Lambrechts P, et al. European Society of Endodontology position statement: The use of CBCT in Endodontics. *Int Endod J*. 2014 Jun;47(6):502–4.
58. Bodrumlu E. Biocompatibility of retrograde root filling materials: A review. *Aust Endod J*. 2008 Apr;34(1):30–5.
59. Escobar-García DM, Aguirre-López E, Méndez-González V, Pozos-Guillén A. Cytotoxicity and Initial Biocompatibility of Endodontic Biomaterials (MTA and BiodentineTM) Used as Root-End Filling Materials. *BioMed Res Int*. 2016;2016:1–7.
60. Mukhtar-Fayyad D. Cytocompatibility of new bioceramic-based materials on human fibroblast cells (MRC-5). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2011 Dec;112(6):e137–42.
61. Ma J, Shen Y, Stojicic S, Haapasalo M. Biocompatibility of Two Novel Root Repair Materials. *J Endod*. 2011 Jun;37(6):793–8.
62. Friedman S. The prognosis and expected outcome of apical surgery. *Endod Top*. 2005;11(1):219–262.
63. Molven O, Halse A, Grung B. Observer strategy and the radiographic classification of healing after endodontic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1987;16(4):432–439.
64. Kruse C, Spin-Neto R, Wenzel A, Vaeth M, Kirkevang L-L. Impact of cone beam computed tomography on periapical assessment and treatment planning five to eleven years after surgical endodontic retreatment. *Int Endod J*. 2018 Jul;51(7):729–37.
65. Kanagasingam S, Lim CX, Yong CP, Mannocci F, Patel S. Diagnostic accuracy of periapical radiography and cone beam computed tomography in detecting apical periodontitis using histopathological findings as a reference standard. *Int Endod J*. 2017 May;50(5):417–26.
66. Floratos S, Kim S. Modern Endodontic Microsurgery Concepts. *Dent Clin North Am*. 2017 Jan;61(1):81–91.
67. Rubinstein RA, Kim S. Long-term follow-up of cases considered healed one year after apical microsurgery. *J Endod*. 2002;28(5):378–383.
68. Kim E, Song J-S, Jung I-Y, Lee S-J, Kim S. Prospective Clinical Study Evaluating Endodontic Microsurgery Outcomes for Cases with Lesions of Endodontic Origin Compared with Cases with Lesions of Combined Periodontal–Endodontic Origin. *J Endod*. 2008 May;34(5):546–51.