



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

CEMENTOS BIOCERÁMICOS EN ENDODONCIA,
EN 3D.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

ANA BELEM REYES TAPIA

TUTOR: Mtro. PEDRO JOSÉ PALMA SALAZAR

ASESORA: Esp. ANA GUADALUPE ONTIVEROS GRANADOS



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Quiero agradecer profundamente a todas las personas que me han acompañado en este camino, gracias a su apoyo he logrado llegar a este momento en mi vida.

A mis padres, Sonia Tapia e Ireneo Reyes, por brindarme todo el apoyo y el cariño, por hacerme una persona responsable, con valores y por impulsarme siempre a conseguir mis sueños, gracias por creer en mí y brindarme sus consejos y el ejemplo de que trabajando duro uno puede conseguir lo que quiere, Los amo.

A mis hermanos Luis y Erick, Luis gracias por tu apoyo hasta ahora y por crecer conmigo, Erick espero que logres lo que te propongas y estar ahí contigo creciendo, gracias por hacer mis días más felices, sin ustedes nada sería lo mismo, espero llegar a ser un buen ejemplo para los dos, Los amo.

A mi Tío Sergio, que es una pieza fundamental en mi vida, gracias por los consejos y todo el apoyo que me has brindado siempre y por los buenos momentos, te quiero.

A Carlos, por estar en los momentos buenos y no tan buenos, por ayudarme a crecer como persona en todo este tiempo, la paciencia el apoyo incondicional y por impulsarme a conseguir lo que quiero, Gracias.

Al Dr. Reneé Jiménez, gracias por darme la oportunidad de aprender, por el apoyo que me ha brindado en todo este tiempo y en este proceso y por el amor que tiene a todo lo que hace, admiro su dedicación y compromiso con su trabajo, ¡Gracias!

A mis amigos, iniciamos juntos nuestro sueño y estamos logrando concluirlo, gracias por todos estos años y todo lo vivido en este tiempo, buenas y malas experiencias, gracias por ser parte de esto, la Facultad no sería lo mismo sin ustedes.

Al Mtro. Pedro Palma y la Esp. Ana Ontiveros y al Dr Ricardo, gracias por guiarme para lograr concluir este trabajo, por la paciencia y por el tiempo invertido.

A mi amada Universidad Nacional Autónoma de México, a la Facultad de Odontología y a la Escuela Nacional Preparatoria No.1, que honor y orgullo formar parte de tan bella institución. Gracias por darme la mejor etapa de mi vida.

A mis profesores y principalmente a todos los pacientes que tuvieron confianza en mí y contribuyeron en mi enseñanza y práctica, Mil gracias.

INDICE

INTRODUCCION.....	5
OBJETIVO.....	6
1. GENERALIDADES.....	7
1.1 Objetivos Del tratamiento de conductos radiculares.....	7
1.2 Desinfección y conformación del sistema de conductos radiculares.....	7
1.3 Anatomía de los conductos radiculares.....	8
1.3.1 Nomenclatura de los conductos radiculares.....	9
1.3.2 Istmos.....	10
1.3.3 Conducto en C.....	11
1.4 Coadyuvantes en la desinfección.....	13
1.4.1 Irrigantes.....	13
1.4.1.1 Tipos de irrigación.....	17
1.4.2 Medicación intraconducto.....	20
1.5 Sellado hermético del sistema de conductos radicular.....	22
1.6 Materiales de obturación en endodoncia.....	23
1.6.1 Materiales para el núcleo.....	24
2. CEMENTOS SELLADORES.....	25
2.1 Antecedentes.....	25
2.2 Propiedades.....	26
2.3 Justificación del uso de cementos selladores en endodoncia.....	27
2.4 Uso de pastas como material de obturación.....	27
2.5 Clasificación de los selladores de acuerdo a su composición.....	30
2.5.1 Selladores a base de óxido de zinc y eugenol.....	30
2.5.2 Selladores a base de hidróxido de calcio.....	33
2.5.3 Selladores a base de resina epóxica.....	35
2.5.4 Selladores a base de ionómero de vidrio.....	37
2.5.5 Selladores a base de silicona.....	39
3. SELLADORES BIOCERÁMICOS.....	40
3.1 Definición.....	40
3.2 Antecedentes.....	41
3.3 Generaciones.....	41
3.3.1 Primera generación.....	41
3.3.2 Segunda generación.....	45
3.3.3 Tercera generación.....	47
3.4 Categorías de materiales bioactivos.....	48
3.5 Características.....	48
3.6 Indicaciones.....	49

3.7 Forma de reacción.....	49
3.8 Viabilidad celular.....	50
3.9 Retratamiento en conductos obturados con cementos biocerámicos.....	51
3.10 Cementos selladores disponibles en la actualidad.....	51
3.10.1 Endosequence BC Sealer /Totalfill BC Sealer/ IRoot SP.....	51
3.10.2 MTA Fillapex.....	55
3.10.3 BioRoot RCS.....	58
3.11 Comparación de las propiedades fisicoquímicas y biológicas de los materiales biocerámicos utilizados en endodoncia.....	62
CONCLUSIONES.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66



INTRODUCCIÓN

El objetivo de la terapia endodóncica se basa en tres puntos importantes: limpieza, desinfección y conformación del sistema de conductos radiculares y no menos importante una obturación lo más hermética y tridimensional posible.

A lo largo del tiempo se ha observado que la anatomía del conducto no es cónica como se creía anteriormente, por lo que ha sido fundamental la creación de pastas y cementos, que nos permitan sellar, lubricar y unir los materiales empleados para obturar con las paredes del diente, con el objetivo de crear una masa homogénea que nos acerque a un sellado tridimensional del sistema de conductos radiculares.

La obturación juega un papel fundamental en el tratamiento de conductos, ya que la interfase entre la dentina y el material sellador propicia la colonización bacteriana, lo que puede llevarnos al fracaso del tratamiento endodóncico.

Actualmente hay una gran variedad de selladores endodóncicos divididos en diferentes grupos de acuerdo a su composición química, todos encaminados a cumplir los criterios del sellador ideal descritos por el Dr. Grossman desde 1958. Aún no existe ningún sellador que cumpla todas estas características.

En endodoncia los materiales biocerámicos se introdujeron en los años noventa, primero como materiales de obturación retrograda y posteriormente como cementos selladores, estos son materiales estables químicamente, su principal característica es su bioactividad y la capacidad que tienen para formar apatita y establecer un enlace químico entre la dentina y el material de obturación. A partir de la introducción del Mineral de Trióxido Agregado (MTA) han surgido nuevas generaciones de cementos biocerámicos con el objetivo de mejorar sus características y lograr obtener un material ideal para el uso en endodoncia.



OBJETIVO

- Describir los diferentes tipos de cementos biocerámicos, su composición, características y propiedades, así como sus ventajas y desventajas y el efecto que tienen en el sistema de conductos radiculares, así como los cementos selladores disponibles actualmente.



1. GENERALIDADES

1.1 Objetivos del tratamiento de conductos radiculares

La terapéutica endodóncica se ocupa de conservar la salud pulpar, recuperarla, o en caso de que la patología alcance un punto irreversible, eliminarla y corregir el daño generado en su área de influencia, a fin de mantener su función como parte integrante del sistema.¹

Según Oscar A. Maisto, un tratamiento endodóncico está constituido por un grupo de maniobras quirúrgico químicas realizadas con una orientación biológica básica. Esto consiste en lograr la reparación final de las lesiones a expensas de los tejidos vivos que rodean el diente ya que de su estado de salud depende la conservación de la función dental.¹

El éxito del tratamiento endodóncico se basa en la triada de desbridamiento, desinfección exhaustiva, y obturación, todos con la misma importancia, esto en conjunto con un diagnóstico y planificación del tratamiento adecuado, así como el conocimiento de la anatomía y la morfología dental.²

En resumen, en endodoncia se tiene como objetivo: mantener o recuperar la salud de los tejidos que forman el complejo pulpoperiodontal.

1.2 Desinfección y conformación del sistema de conductos radiculares

El espacio del conducto radicular puede estar ocupado por tejido pulpar sano, enfermo o necrótico.³

El objetivo de la preparación, limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares, sin importar la técnica utilizada o el sistema, es la



remoción del tejido pulpar independientemente de la condición clínica que presente.

Una vez que se determina la longitud de trabajo, se efectúa la limpieza con instrumentos manuales, de movimiento rotatorio continuo o reciprocantes, acompañado del uso de soluciones antisépticas capaces de disolver el tejido orgánico.³

El número de microorganismos presente en el Sistema de Conductos Radiculares puede ser reducido en la preparación mecánica, sin embargo, esta preparación sólo abarca un tercio de la superficie. Por ello, es imprescindible el uso de una sustancia irrigadora que logre la máxima limpieza y con ello la desinfección del SCR.

Paqué et al., reportan que, en áreas del SCR, especialmente en istmos, con frecuencia se empacan restos de tejido, así como material inorgánico durante la preparación biomecánica.⁴

1.3 Anatomía de los conductos radiculares

El sistema de conductos radiculares es sumamente complejo. Las raíces y los conductos radiculares raramente son rectos a pesar de su apariencia radiográfica, que en la mayoría de los casos exhibe una curvatura ligera. Las raíces tienden a ser más anchas en sentido buco-lingual, en comparación con el plano mesio-distal. Generalmente el conducto sigue la forma que tiene la raíz.³

Vertucci, describió ocho configuraciones distintas de los conductos radiculares.¹⁴ Figura 1

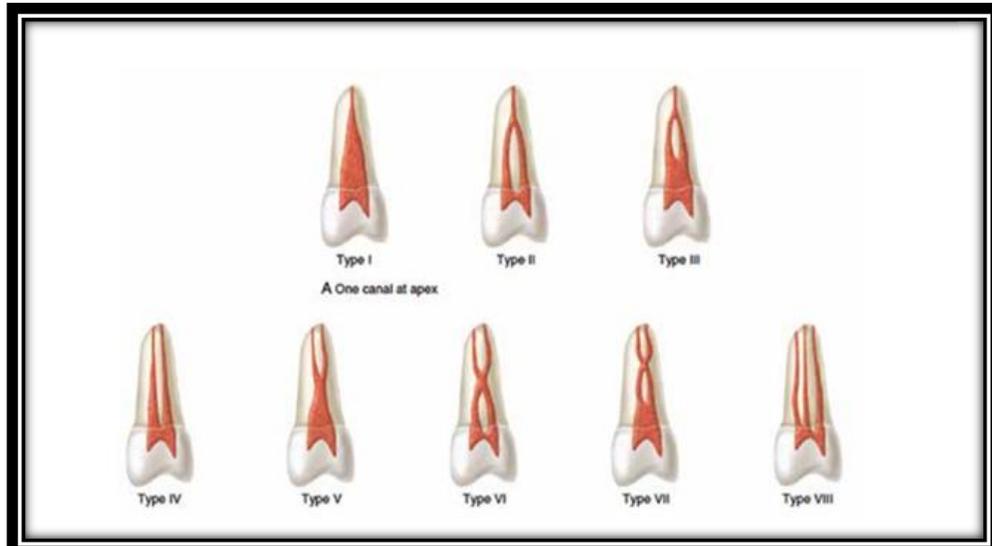


Fig .1 Anatomía de los conductos radiculares según Vertucci:

Tipo1: (1-1), Tipo2: (2-1), Tipo3: (1-2-1), tipo4: (2-2), tipo5: (1-2), tipo6: (2-1-2) tipo7: (1-2-1 2), tipo8: (3-3).²

Los conductos radiculares no se presentan como un tubo de paredes lisas, la anatomía a menudo es anfractuosa y multiforme. Ésta conformado por paredes de dentina hasta el extremo apical, donde la invaginación de cemento radicular penetra las paredes a distintas profundidades.¹

1.3.1 Nomenclatura de los conductos radiculares:

La variada morfología del sistema de conductos radiculares ha dado lugar a diversas nomenclaturas sobre la disposición y ramificación del conducto radicular, la nomenclatura siguiente corresponde a Pucci y Reig²: Figura 2.

- **Conducto Principal:** Conducto de mayor calibre, que se extiende desde la cámara hasta el foramen apical principal.
- **Conducto Accesorio:** Ramificación del conducto principal o la cámara pulpar que comunica con el espacio periodontal, generalmente de menor calibre que el principal.

- **Conducto Recurrente:** Conducto que parte del principal y vuelve a unirse a él antes de la desembocadura apical.
- **Interconducto:** Conducto que conecta entre si otros dos sin alcanzar el espacio periodontal.
- **Conducto Interradicular:** Conducto que parte del piso de la cámara pulpar y emerge en la furcación de las raíces de las piezas multirradiculares.
- **Conducto Lateral:** Conducto accesorio que se extiende en forma perpendicular al conducto principal y comunica con el periodonto.
- **Delta Apical:** Múltiples orificios de salida en los que se divide el conducto principal, localizado en el ápice o cercano a él.¹

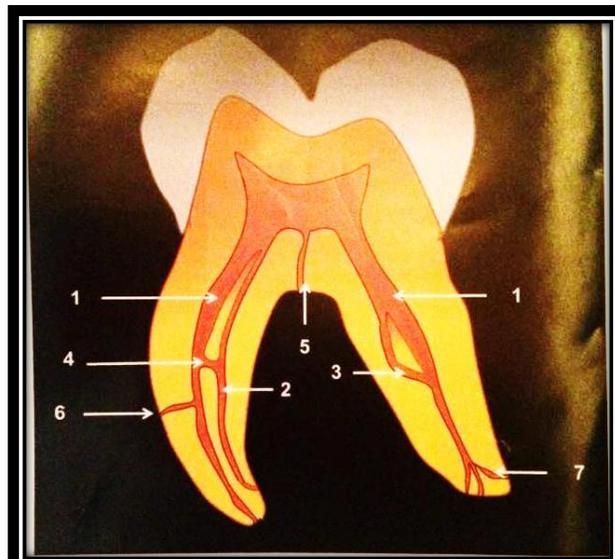


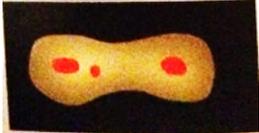
Fig. 2 Nomenclatura de las posibles ramificaciones del conducto radicular según Pucci y Reig.

1.3.2 Istmos

Una variación anatómica importante presente en las raíces que contienen dos o más conductos radiculares son los istmos. Se define como un corredor

o pasaje estrecho que contiene tejido pulpar y mantiene una comunicación con los conductos principales.

A continuación, se muestran los 5 tipos de istmos descritos por Kim y col. (tabla 1).¹

Tabla 1 Clasificación de los istmos de Kim y Col. (Hsu Y-Y, Kim S, 1997).		
Tipo 1	Istmo incompleto. Tenue comunicación entre ambos conductos.	
Tipo 2	Istmo completo. Dos conductos con una conexión definida entre ellos.	
Tipo 3	Istmo completo. Entre dos conductos. Muy corto.	
Tipo 4	Istmo completo o incompleto. Entre tres o más conductos.	
Tipo 5	Marcados por dos o tres conductos abiertos sin conexiones visibles.	

1.3.3 Conducto en C

En 1979, Cooks y Cox fueron los primeros en publicar una anomalía anatómica de los conductos que presenta una conformación especial, originada del desarrollo embrionario, que denominaron conducto en C, que debe su nombre a la anatomía transversal de la raíz.

Son producto de una aleta o red que conecta los conductos radiculares individuales que indica la existencia de una hendidura continua entre ellos, con una curvatura desde el plano mesiolingual hasta vestibular y alrededor del plano vestibular, en sentido distolingual.

Pueden ser independientes, fusionados, con foramen propio o unido al conducto principal, continuo o solo con esta forma en el tercio apical.

Es más frecuente en segundos molares inferiores, con mayor incidencia en poblaciones asiáticas con el 31.5%.¹

Cheung Clasifica los conductos en C en tres categorías:

Categoría 1. Conductos en C completo o fusionado (figura 3)¹



Categoría 2. Conductos simétricos (figura 4).¹

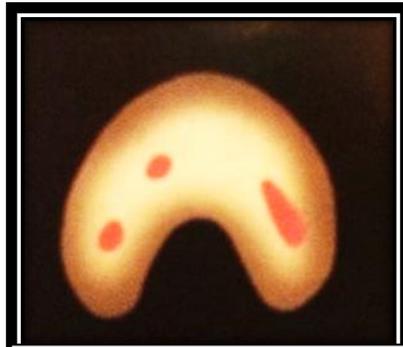


Fig. 4 Dos o más conductos simples discretamente separados, simétricos en tamaño y continuidad hasta el ápice.

Categoría 3. Conductos en semicolon, punto y coma o asimétricos (figura 5).¹



Fig. 5 Conductos en forma de C en los cuales hay dentina que separa el conducto D del V o el L.

1.4 Coadyuvantes en la desinfección

1.4.1 Irrigantes

Un irrigante, en medicina, se define como aquella sustancia empleada para lavar una cavidad natural, un conducto o una herida, aplicándose en forma corriente líquida.¹



A continuación, se describen los irrigantes más usados durante el tratamiento de conductos.

Hipoclorito de sodio. (NaOCl).

El hipoclorito de sodio posee un efecto antibacteriano efectivo sobre la mayoría de los microorganismos endodóncicos, por ello se considera la solución irrigadora más adecuada en endodoncia.³

Propiedades:

- pH alcalino 11,8
- Bactericida
- Neutraliza productos tóxicos
- Es lubricante
- Disuelve restos orgánicos
- Saponifica ácidos grasos
- Baja tensión superficial
- Es desodorante
- Posee acción blanqueadora
- Neutraliza las endotoxinas bacterianas¹

Su velocidad y profundidad de acción dependen de la concentración y la temperatura. La concentración ideal para la desinfección es al 5.25%.

Al aplicar calor sobre el hipoclorito de sodio se produce un aumento sobre las moléculas, las cuales entran en contacto entre sí y con los sustratos con mayor rapidez, lo que desintegra el tejido orgánico sobre el que actúan en un menor tiempo.¹

La irrigación con hipoclorito de sodio a diferentes concentraciones debe tener un recambio frecuente y ser abundante para obtener el máximo efecto de la solución.

El NaOCl es una sal que multiplica su acción sobre la base de los dos compuestos que lo forman, el ácido hipocloroso (HOCl) y el hidróxido de sodio (NaOH). Los hipocloritos basan su efecto antibacteriano en la transformación del HOCl no disociado, reacción que es dependiente del pH del medio.

El HOCl no disociado es un antimicrobiano potente que actúa a través de la liberación de cloro y oxígeno nascente (figura 6).¹

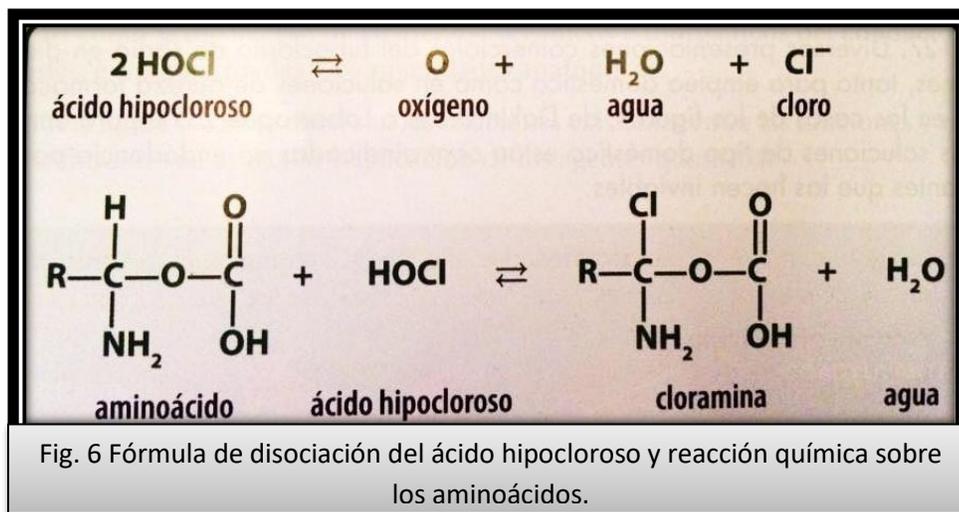


Fig. 6 Fórmula de disociación del ácido hipocloroso y reacción química sobre los aminoácidos.

El hidróxido de sodio (NaOH) es un hidróxido caústico muy corrosivo, responsable de la alta alcalinidad. Es un disolvente potente de sustancias orgánicas además saponifica los ácidos grasos transformándolos en jabones solubles de fácil eliminación. Destruye con rapidez los tejidos por el contacto tanto en su forma sólida como en soluciones concentradas (figura 7).¹

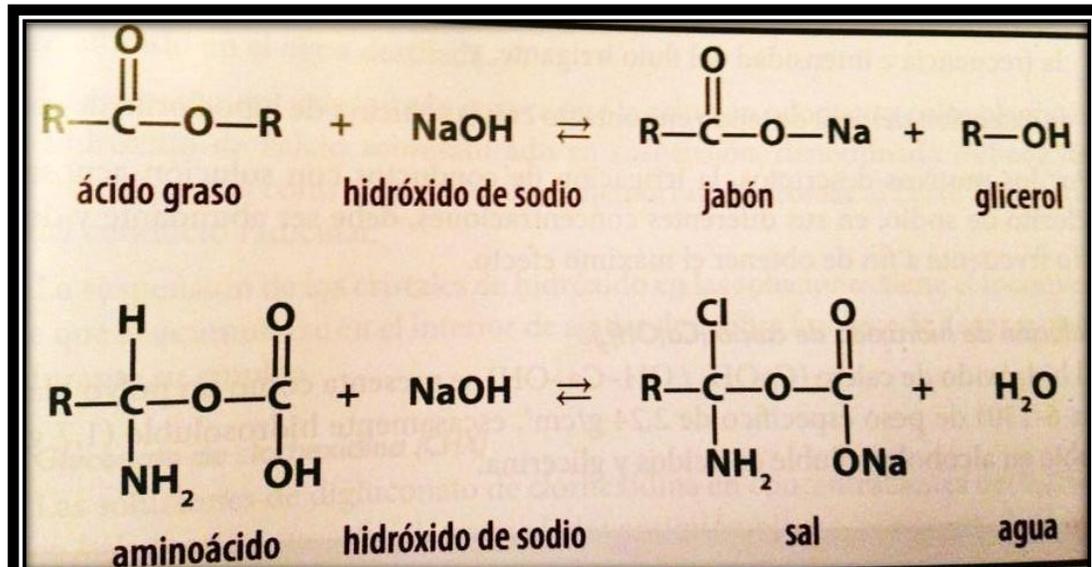


Fig. 7 Reacciones químicas entre los componentes del tejido pulpar y el hidróxido de sodio, resultante de la disociación de la solución de hipoclorito de sodio.

Clorhexidina.

La clorhexidina es una biguanida catiónica, la cual es absorbida por la membrana celular bacteriana lo que produce el escape de componentes intracelulares, a concentraciones elevadas tiene efecto antimicrobiano basado en la coagulación del citoplasma celular.⁹

El efecto antimicrobiano dependerá del pH, el cual es influenciado por el contenido orgánico del conducto radicular.³

Jeansonne y White, demostraron que el efecto antibacteriano de la clorhexidina al 0.2% y el NaOCl al 5.25% es similar, sin embargo hay que considerar que la clorhexidina no es capaz de remover el biofilm, así como su incapacidad para disolver material inorgánico razón por la cual no puede sustituir al NaOCl.¹⁰



Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA).

Es considerado un coadyuvante para la desinfección en endodoncia. La sal disódica del EDTA en concentraciones de 10 a 17% tiene un efecto quelante potente.¹¹

Por esta razón es capaz de absorber calcio de la dentina y disolver la capa residual dentinaria generada durante la preparación de conductos.

Propiedades:

- Contribuye a la lubricación de los instrumentos empleados durante la instrumentación.
- Su uso en conjunto con el NaOCl, durante la preparación es el mejor sistema para la eliminación del barro dentinario.
- Posterior a la conformación, elimina los residuos finales e incrementa la permeabilidad de la dentina. Además de mejorar la obturación en conductos accesorios y conductillos dentinarios durante la obturación.
- No es bactericida ni bacteriostático, pero inhibe la proliferación bacteriana provocando lisis por inanición.¹

1.4.1.1 Tipos de irrigación

- Por acción pasiva: Consiste en inundación y pasaje de la solución irrigante para alcanzar las paredes del conducto radicular, con el fin de remover y arrastrar restos pulpares, dentinarios, microorganismos y detritos. Mientras se descarga el irrigante se realizan movimientos de entrada y salida con el fin de alcanzar todas las paredes del conducto. El nivel de penetración de la aguja en el conducto y el volumen empleado son los factores más importantes del procedimiento.¹
- Por acción activa: Consiste en la inundación del conducto con una solución, a la que mediante agitación con movimiento enérgico o vibración se activan sus propiedades hidrodinámicas y se aumenta la

capacidad de desinfección, limpieza o dilución, mediante la ayuda de instrumentos de acción manual o mecánica.¹

- Con presión positiva: Se realiza con aguja de calibre adecuado y jeringa, en la zona próxima a la constricción apical. El irrigante se descarga a la mayor profundidad posible del conducto y al mismo tiempo se aspira (figura 8).¹

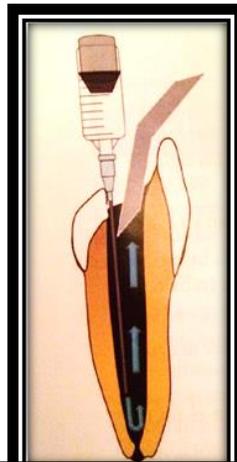


Fig. 8 Esquema de irrigación de técnica de irrigación con presión positiva.

Algunos ejemplos de irrigación con presión positiva son la irrigación sónica o ultrasónica (figura 9).¹

El ultrasonido actúa a través de ondas de agitación que se propagan en los líquidos, lo que produce un fenómeno llamado “corriente acústica”, que consiste en una concatenación de ondas sonoras que agitan el irrigante y actúan directamente contra las bacterias rompiendo su membrana celular, rompe la organización de la biopelícula adherida y elimina el lodo dentinario.¹³ Figura 10



Fig. 9 Endoactivador de Denstply, USA, provee movimientos vibratorios a la punta plástica con el fin de activar las soluciones al interior del conducto radicular.

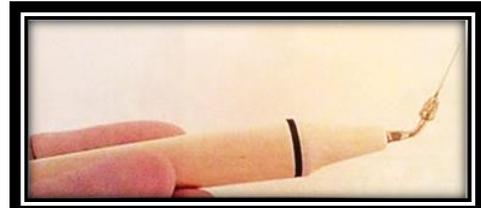


Fig.10 Pieza Ultrasónica. Existen diferentes puntas endodóncicas que al entrar en contacto con el irrigante produce su activación y una mayor penetración.¹

- Con presión negativa: Se dispensan las soluciones en la zona cervical del conducto por medio de jeringa y aguja, al mismo tiempo con una cánula de aspiración de calibre pequeño se alcanza la zona apical, lo que produce un vacío en esta zona. Este vacío genera arrastre de la solución a lo largo del conducto y elimina el contenido desde la zona más profunda próxima a la constricción (figura 11).¹

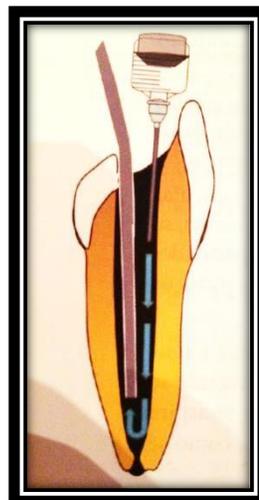


Fig. 11 Esquema de irrigación de técnica de irrigación con presión negativa.

El EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA, EUA) es un sistema de irrigación y evacuación combinado lo que permite realizar la irrigación de una notable cantidad de solución desde la cámara con presión y aspirar en la zona apical del conducto mediante la aplicación de vacío por medio de la microcánula (figura 12).¹

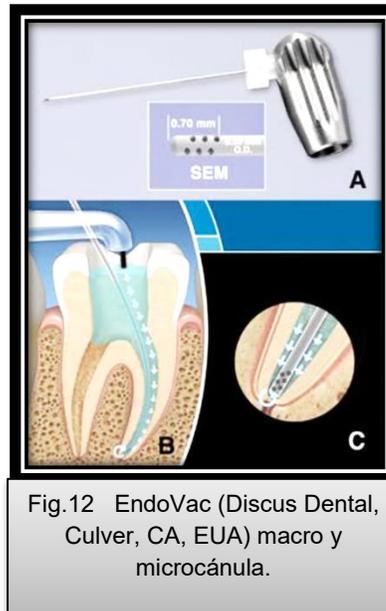


Fig.12 EndoVac (Discus Dental, Culver, CA, EUA) macro y microcánula.

1.4.2 Medicación intraconducto

La medicación intraconducto o apósito endodóncico, implica el uso interno de un medicamento con la intención de lograr efectos terapéuticos locales, y no sistémicos. Los antisépticos constituyen el mayor porcentaje de medicación intraconducto empleada en Endodoncia.¹⁴

Si el tratamiento de conductos no se culmina en una sesión, es recomendable utilizar agentes antimicrobianos para mantener la asepsia dentro del conducto radicular, para evitar la proliferación de microorganismos entre citas.



El uso de medicamentos intraconducto es considerado uno de los pasos más importantes de la terapia endodóncica, para obtener y mantener la desinfección del conducto después de la instrumentación y antes de la obturación aumentando las posibilidades de un tratamiento exitoso.¹⁴

Sustancias utilizadas:

Compuestos fenólicos

- Eugenol
- Paramonoclofenol
- Paraclorofenol, paraclorofenol alcanforado
- Cresol; cresota; timol

Aldehídos

- Formaldehido, paraformaldehido
- Glutaraldehido

Combinaciones de fenoles y aldehídos

- Formocresol

Compuestos halogenados (Haluros)

- Hipoclorito sódico

Antibióticos

- MTAD

Torabinejad et al. 2003 investigo esta solución acuosa compuesta de 3% de doxiciclina, 4.25% de ácido cítrico y 0,5% de detergente (tween80).

- Pasta triantibiótica

Polvo: Metronidazol, Ciprofloxacino y Minociclina en una proporción de 1:1:1.



Líquido: Macrogol, y Propilenglicol en proporción 1:1²⁵

Otros

- Hidróxido de calcio
- Clorhexidina¹⁵

La decisión de cuándo y qué utilizar como medicación intraconducto dependerá del diagnóstico clínico y pronóstico a largo plazo. Puede usarse por diversas razones como:

- Anatomía compleja, con múltiples zonas inaccesibles a la instrumentación o irrigación.
- Periodontitis con reabsorción de ápice con cráteres donde proliferen bacterias.
- Casos de sobreinstrumentación.¹⁵

Es necesario considerar:

- Cantidad.
- Localización.
- Tiempo de aplicación.

1.5 Sellado hermético del sistema de conductos radicular

La obtención de un “sellado hermético” es nombrada con frecuencia como un objetivo fundamental en el tratamiento de conductos radiculares. Este término significa sellado contra la entrada o salida del aire, o convertido en impermeable al aire mediante fusión o sellado.²

Hatton afirmó en 1924: “quizá no exista una operación técnica en odontología o cirugía que dependa tanto de la aplicación consciente de ideales elevados como el llenado de conductos de la pulpa”.⁶



De acuerdo a la Asociación Americana de Endodoncia (AAE), una obturación adecuada se define como “el llenado tridimensional de todo el conducto radicular, lo más cercano posible a la unión cemento-dentinaria”, la obturación es la última etapa operatoria del tratamiento de conductos radiculares, y tiene un valor fundamental en el éxito a mediano y largo plazo, por lo que su objetivo es la obturación del sistema de conductos para lograr la preservación del diente como una unidad funcional sana.⁷

Con la introducción de la radiografía para evaluar las obturaciones radiculares, quedó tristemente evidenciado, que el conducto no era cónico como se creía y que se necesitaba otro material aparte de la gutapercha, para rellenar los huecos que se observaban.

Esto trajo la creación de pastas de cementos, que se creía debían poseer una acción antiséptica, así que le agregaron fenol o formalina.

El reblandecimiento y la disolución de la gutapercha para emplearla como sustancia cementante, mediante el uso de colofonia, fue introducido por Callahan, en 1914.⁸ Más adelante se crearon numerosas pastas, selladores y cementos, en el intento de descubrir el mejor sellador posible para el uso con gutapercha.

1.6 Materiales de obturación en endodoncia

Los materiales empleados para la obturación se dividen en:

- a) Materiales para el núcleo: sólidos o semisólidos
- b) Selladores y cementos: Plásticos⁷

Por esto el método de obturación más aceptado actualmente emplea un núcleo sólido o semisólido como es la gutapercha y un cemento sellador del conducto radicular.¹²



1.6.1 Materiales para el núcleo

- Gutapercha

La gutapercha es un isómero de caucho natural, derivado del árbol Taban (Isonandra perchas). La forma química natural de la gutapercha es 1,4-poliisopreno. Su componente principal es óxido de zinc (50-79%), sales de metales pesados, (1-17%), cera o resina (1-4%) y solo 19-22% de gutapercha real.¹⁶

La gutapercha puede presentarse en tres formas distintas: Dos esteéricas cristalinas (alfa y beta) y una forma amorfa o fundida. Las tres forman parte de la obturación de conductos radiculares. Las puntas convencionales de gutapercha están formadas de fase beta, que se transforma en fase alfa cuando se calienta.⁷

La gutapercha es el material central más popular usado para la obturación, sus principales ventajas son plasticidad, fácil manipulación, mínima toxicidad, radioopacidad, y fácil eliminación con solventes o calor.²

- Resilon®

El Resilon® (Pentron clinical technologies, Wellingford, CT, EEUU), conocido comercialmente como Real Seal® (SybronEndo, Orange) es un polímero de policaprolactona a base de resina sintética, se ha desarrollado como un sustituto de gutapercha para ser usado con Ephiphany® (Pentron® Clinical Technologies, Wallingford, Connecticut), un sellador de resina. Los precursores de esta técnica proponen que el sellador de resina se uniría a las paredes del conducto y al material de relleno, formando así una obturación en bloque (monobloque). Es capaz de suministrarse en tamaños y formas ISO normalizadas. El fabricante declara que sus propiedades de manejo son similares a las de la



gutapercha y por lo tanto puede utilizarse con cualquier técnica de obturación. Resilon® contiene polímeros de poliéster, vidrio bioactivo y cargas radiopacas (oxicloruro de bismuto y sulfato de bario) con un contenido de carga de aproximadamente del 65%. Puede ser suavizado con calor o disuelto con solventes como el cloroformo, actualmente ya no se utiliza.¹⁶

2 CEMENTOS SELLADORES

2.1 Antecedentes

El empleo de un cemento sellador para la obturación de conductos radiculares es esencial para el éxito del tratamiento ya que no sólo contribuye al sellado apical, sirve para rellenar las irregularidades del conducto y los espacios que existen entre el relleno sólido y las paredes del conducto radicular, además de ser un medio cementante de las puntas accesorias.¹⁷ Son materiales de más de un componente que combinan polvos y líquidos o pastas y líquidos o pastas entre sí, para generar algún tipo de reacción química que produzca su endurecimiento.¹

El sellado tridimensional depende en gran medida de la capacidad que posea el sellador para adherirse a la dentina y sellar los espacios.

A lo largo del tiempo se han utilizado diversos materiales para lograr el sellado del sistema de conductos, desde 1883, Hunter recomendaba el uso de una mezcla de excremento de gorrión inglés con melaza de sorgo. Hoy en día existe una gran variedad de selladores disponibles en el mercado.³



2.2 Propiedades

Grossman, 1958, describió las propiedades del cemento sellador ideal, éstas siguen vigentes hoy en día, aunque actualmente ningún sellador endodóncico disponible cumple con todas estas propiedades (tabla 2).¹⁸

TABLA 2. PROPIEDADES DE LOS CEMENTOS SELLADORES SEGÚN GROSSMAN	
➤	Pegajoso durante la mezcla, para proporcionar buena adherencia con la pared del conducto una vez fraguado.
➤	Proporcionar un sellado hermético.
➤	Ser radioopaco para poder observarlo a través de las radiografías.
➤	Ser un polvo muy fino, que se pueda mezclar adecuadamente con el líquido.
➤	No tener contracción al fraguar.
➤	No teñir la estructura dental.
➤	Ser bacteriostático, o al menos no favorecer la proliferación bacteriana.
➤	Fraguar lentamente.
➤	Ser insoluble en fluidos tisulares.
➤	Ser tolerado por los tejidos, es decir, no producir irritación al tejido periradicular.
➤	Ser soluble en un solvente común.



2.3 Justificación del uso de cementos selladores en endodoncia

El sellador tiene una función importante en el relleno del conducto radicular, rellena todo el espacio que la gutapercha es incapaz de obturar, debido a sus limitaciones físicas.²

Los selladores suelen proyectarse a través de los conductos accesorios o laterales y pueden ayudar al control microbiano al expulsar los microorganismos alojados en las paredes del conducto radicular o los túbulos dentinarios cuando se produce un sellado tridimensional.¹⁸

Además, actúan como lubricantes durante el proceso de obturación.

Podemos concluir las funciones de los cementos selladores en:

1. Agente antimicrobiano
2. Agente de unión
3. Agente de relleno
4. Radioopaco
5. Lubricante²⁰

2.4 Uso de pastas como material de Obturación

Las pastas son materiales que se forman por la combinación de un polvo con un vehículo acuoso o viscoso, que no presentan reacción de endurecimiento, en una gran proporción de casos, sus componentes se reabsorben o se diluyen en los tejidos periapicales o dentro del conducto radicular.¹

Cuentan en su composición con fármacos antisépticos de diversas características, sólidos o líquidos, por lo general de amplio espectro, con tiempos de acción más duraderos o efímeros, de acuerdo a la velocidad de reabsorción de cada uno.¹

Pastas en base a Yodoformo:

- Pasta antiséptica de Maisto. Figura 13

Material de obturación definitivo.

Fórmula:

- Yodoformo 42g
- Óxido de zinc 14g
- Timol 2g
- Lanolina anhidra 0.5g
- Clorofenol alcanforado 3ml.¹



Fig. 13 Pasta de Maisto.⁴³

- Pasta Licon-D

Biomaterial de 3ª generación que actúa de matriz tridimensional con objetivo de modular la respuesta reparadora postendodóncica.

Figura 14

Fórmula:

- Óxido de zinc
- Yodoformo
- Timol
- Paramonoclorofenol alcanforado
- Lanolina anhidra

Cementos Biocerámicos en Endodoncia, en 3D.

- MAC: Sistema matricial microparticulado de un biomaterial natural polimérico y un biomaterial cerámico.¹



Fig. 14 Pasta Licon-D.⁴⁴

Pastas en Base a Hidróxido de Calcio:

- Pastas alcalinas.

Pastas de obturación provisional, cuentan con una alta proporción de hidróxido de calcio en su fórmula, acompañada de algún vehículo líquido. Figura 15

Fórmula:

- ✓ Polvo: hidróxido de calcio
- ✓ Líquido: agua destilada, propilenglicol, glicerina.



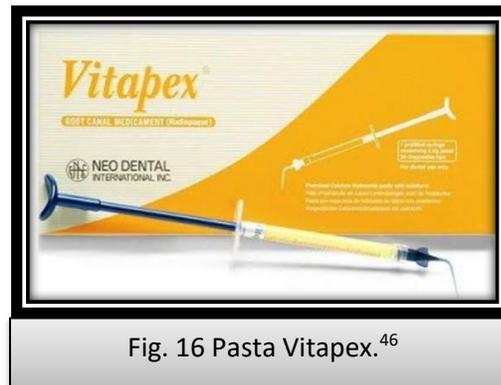
Fig. 15 Pasta Alcalina.⁴⁵

➤ Vitapex o Ultrapex

Pasta utilizada para obturación intraconducto, principalmente en dientes deciduos, no endurece y es de fácil reabsorción. Figura 16

Fórmula:

- Hidróxido de calcio
- Yodoformo
- Aceite de silicón
- Material inerte¹



2.5 Clasificación de los selladores de acuerdo a su composición

Entre los selladores más utilizados actualmente para el tratamiento de conductos tenemos los siguientes.

2.5.1 Selladores a base de óxido de zinc y eugenol

Dentro de los selladores a base de óxido de zinc y eugenol se encuentran los siguientes: Tabla 3



Tabla 3. Selladores a base de óxido de zinc y eugenol, nombre comercial y casa que los fabrica. ²	
Marca	Manufactura
<ul style="list-style-type: none"> • Cemento Roth 	<ul style="list-style-type: none"> • Roth. Inc, Chicago, IL, USA.
<ul style="list-style-type: none"> • Kerr Pulp Canal Sealer. Figura 17 	<ul style="list-style-type: none"> • Kerr PCS, Silver Ker, Romulus, MI, USA.
<ul style="list-style-type: none"> • Proco seal 	<ul style="list-style-type: none"> • Procosol, Den-tal-ez, Lancaster, PA, USA
<ul style="list-style-type: none"> • Endomethasone. Figura 18 	<ul style="list-style-type: none"> • Septodont, Saint-MAur des Fosse's, France.
<ul style="list-style-type: none"> • Cemento Rickert 	
<ul style="list-style-type: none"> • Kerr Pulp Canal Sealer EWT 	<ul style="list-style-type: none"> • Kerr- USA.
<ul style="list-style-type: none"> • Endo R2 	<ul style="list-style-type: none"> • Kleep.
<ul style="list-style-type: none"> • Cemento Grossman 	

Composición

Polvo:

- ✓ Óxido de zinc (42%)
- ✓ Resina Estabelita (27%)
- ✓ Subcarbonato de bismuto (15%)
- ✓ Sulfato de Bario (15%)
- ✓ Borato de sodio anhídrido (1%)

Líquido:

- ✓ Eugenol: (4-anil-2-metoxifenol)



Ventajas

- Baja contracción comparada con cementos a base de resina.
- Propiedad antimicrobiana duradera. Los cementos a base de ZOE han demostrado propiedades antimicrobianas contra varios microorganismos, incluyendo el Enterococo Faecalis y bacterias anaeróbicas incluso 7 días después de la mezcla.
- Son de fácil manejo.
- Buena radioopacidad.
- La relación 1:3 polvo/líquido causa expansión volumétrica de la gutapercha y sella el canal.
- Los cambios dimensionales que sufre son bajos comparado con otros cementos.³

Desventajas

- Varios estudios demuestran que estos cementos tienen filtración apical, la cual aumentó hasta en 2 años, a comparación con cementos a base de resina o de hidróxido de calcio.
- En diferentes tejidos nerviosos el eugenol inhibió la conducción nerviosa.
- Estos cementos tienen mayor solubilidad, ya que puede causar microfiltración, aunque está dentro de los límites de la norma ISO, tiene una pérdida de peso de -3% de masa.³

Cementos Biocerámicos en Endodoncia, en 3D.



Fig. 17 Sellador Pulp Canal Sealer Kerr.⁴⁷

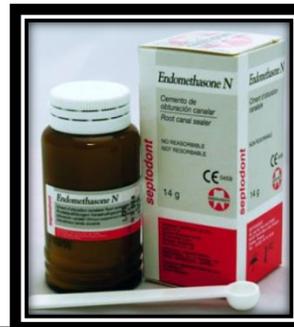


Fig. 18 Sellador Endomethasone a base ZOE.⁴⁸

2.5.2 Selladores a base de hidróxido de calcio

El primero en utilizar clínicamente hidróxido de calcio como relleno de un conducto radicular fue Rhoner en 1940.²² Tabla 4

Tabla 4. Componentes de los selladores más conocidos a base de hidróxido de calcio³

<u>Sealapex (SybronEndo). Figura 19</u>		<u>Apexit Plus (Ivoclar vivadent). Figura 20</u>	
Base	Catalizador	Base	Activador
Hidróxido de calcio 25%	óxido de zinc 6.5%	Hidróxido de Calcio/óxido de Calcio 36.9%	Disilicato 47.6%
	Sulfato de bario 18.6%	Colofonia hidratada 54%	Hidróxido de bismuto/carbonato de bismuto 36.4%
	Dióxido de titanio 5.1%	Rellenos y otras materias auxiliares (dióxido de silicio altamente disperso, éster aquil de ácido fosfórico) 9.1%	Rellenos y otras materias auxiliares 16 %
	Estearato de Zinc 1.0%		

Ventajas

- El hidróxido de calcio es antibacteriano dependiendo la cantidad de iones hidroxilo libres.
- Tiene un pH alto (12.6-12.8) que estimula la reparación y calcificación activa.
- Dentro del conducto se desnaturalizan las proteínas del hidróxido de calcio, lo que lo hace menos tóxico.
- El hidróxido se difunde a través de los túbulos dentinarios.
- Alto efecto antimicrobiano.³

Desventajas

- Tiene efectos antimicrobianos variables.
- Su citotoxicidad es mayor a comparación de otros cementos como MTA y GuttaFlow.
- Son altamente solubles, lo que favorece la microfiltración.³



Fig. 19 Sellador Sealapex Sybron Endo.⁴⁷



Fig. 20 Sellador APexit Ivoclar.⁴⁹



2.5.3 Selladores a base de resina epóxica

Dentro de los selladores a base de resina epóxica tenemos los siguientes:

Tabla 5

Tabla 5. Tipos de cementos selladores a base de resina epóxica, nombre comercial y casa que los fabrica. ²¹	
Cemento sellador	Manufactura
<i>AH plus Figura 21</i>	Dentsply Maillefer, Ballaigues. Switzerland
<i>AH26</i>	Dentsply Maillefer, Ballaigues. Switzerland
<i>Topseal Figura 22</i>	Dentsply Maillefer, Ballaigues. Switzerland
<i>2-seal</i>	VDW, Endodontic Synergy, Munchen, Germany

Composición

Resina epóxica:

- ✓ Dióxido de zirconio
- ✓ Tungstato de calcio
- ✓ Aerosil
- ✓ Pigmento

Pasta amina:

- ✓ N, N'-dibenzyl-5-oxa-nondanimida-1,9 TCD diamina
- ✓ Óxido de zirconio
- ✓ Tungstanato de calcio
- ✓ Aerosil
- ✓ Aceite de silicón²¹



Ventajas

- Estabilidad dimensional a la polimerización.
- Alta radioopacidad.
- Solubilidad muy baja en el sellador AH plus, pero el AH26 presenta más solubilidad que el Roekoseal y el AHplus.
- La expansión lineal del AH plus es muy baja comparada con otros selladores.
- Pueden penetrar los túbulos dentinarios para tener una buena adhesión a la dentina.
- Su manejo es fácil.
- AH plus produce una ligera inhibición en las colonias de Streptococos mutans en 20 días y al Actinomicetes israeli en el mismo intervalo de tiempo.²¹

Desventajas

- Baja resistencia a la fractura cuando se usa gutapercha comparado con Resilon®.
- AH26 tiene liberación de formaldehído nociva, 1347ppm.
- Inflamación aguda reversible de la mucosa oral al contacto con la pasta, en algunos casos se han reportado reacciones alérgicas locales y sistémicas.
- Los cementos a base de resina epóxica tienen buena adhesión con la dentina por lo que la remoción con instrumentos rotatorios es difícil.²¹



Fig. 22 Sellador Topseal Dentsply.⁵⁰



Fig.21 Sellador AH Plus Dentsply.⁵⁰

2.5.4 Selladores a base de ionómero de Vidrio

Dentro de los selladores a base de ionómero de vidrio encontramos los siguientes: Tabla 6

Tabla 6. Selladores a base de Ionómero de vidrio, nombres comerciales y composición ¹					
<u>Ketac Endo (ESPE-Germany) Figura 23</u>		<u>Active Sealer (Brasseler USA)</u>		<u>Endion (VOCO-Germany) Figura 24</u>	
Polvo	Líquido	Polvo	Líquido	Polvo	Líquido
Calcio aluminio lantano	Polietilenglicol	Vidrio alúmina silicato	Ácido poliacrílico	Ionómero vítreo de alúmina silicato	Agua destilada
Vidrio fluorsilicato	Ácido maleico	Ionómero de vidrio			
Volframato de calcio	Ácido tartárico				
Ácido salicílico Pigmentos	Agua destilada				

Ventajas

- Adhesión química a la dentina
- Buena estabilidad dimensional
- Mínima contracción
- Baja irritación tisular
- Buena biocompatibilidad ¹
-

Desventajas

- Posible filtración antes de su endurecimiento
- Es lábil en presencia de humedad en el periodo de endurecimiento
- Puede liberar componentes citotóxicos
- Tiempo de trabajo corto
- Difícil remoción del conducto¹



Fig. 23 Ketac Endo.⁵¹



Fig. 24 Endion Voco.⁵²



2.5.5 Selladores a base de siliconas

Dentro de los selladores a base de siliconas podemos encontrar los siguientes: Tabla 7

Tabla 7. Selladores a base de silicona, nombre comercial, presentación y fórmula. ¹	
<u>RoekoSeal (Coltene Whaledent-Germany) Figura 25</u>	<u>GuttaFlow (Coltene Whaledent-Germany) Figura 26</u>
<i>Presentación</i>	<i>Fórmula</i>
Pasta pasta en jeringa automezclante	Polidimetilsiloxano
Monodosis	Aceite de silicona
	Aceite de parafina
	Dióxido de Zirconio
	Ácido hexacloroplantínico

Ventajas

- Buena fluidez después de la mezcla
- Ligera expansión de fraguado (0,2%)
- Es impermeable
- Buena biocompatibilidad
- Buena radioopacidad
- Fácil manejo¹

Desventajas

- Gutta flow no tiene adherencia química a la dentina
- Debido a su viscosidad es más probable que se extruya cuando se realiza presión apical
- Humectabilidad dentinaria escasa por parte de GuttaFlow
- Existen vacíos inertes una vez obturado el conducto²¹



Fig. 25 Sellador Roekoseal
Coltene.⁵³



Fig. 26 Sellador Guttaflow Coltene.⁵³

3 SELLADORES BIOCERÁMICOS

3.1 Definición

Los biocerámicos son materiales especialmente diseñados para el uso clínico, que incluyen en su composición alúmina, zirconio, vidrio bioactivo, vidrios cerámicos, hidroxiapatita y fosfatos de calcio reabsorbibles, éstos se han utilizado previamente en Endodoncia como materiales de reparación radicular, así como materiales de retroobtusión.²¹

Koch y Brave (2012) definen los cementos biocerámicos como productos o componentes empleados en Medicina y Odontología principalmente como implantes o sustitutos que tienen propiedades osteoinductivas.²⁴



3.2 Antecedentes

A finales de la década de los 60, algunos investigadores como Hench et al., observaron que varios vidrios y cerámicas tenían la capacidad de adherirse al tejido óseo vivo, creándose un nuevo material llamado “Bioglass”.²²

En Endodoncia los materiales biocerámicos se introdujeron en los años 90, primero como materiales de obturación retrograda y luego como cementos para reparación radicular, selladores de conductos radiculares y como recubrimiento para conos de gutapercha.²³

3.3 Generaciones

Los materiales biocerámicos en odontología se encuentran divididos en tres generaciones.

3.3.1 Primera generación

Dentro de la primera generación encontramos el Mineral Trióxido Agregado (MTA).

En 1999 M. Torabinejad, de la Universidad de Loma Linda, hizo la presentación de un nuevo material creando expectativas respecto a su uso en endodoncia. Surge así el Mineral Trióxido Agregado (MTA), que es un polvo que consiste en finas partículas hidrofílicas, las cuales fraguan en presencia de humedad.³⁷

Composición:

Como se indica en la patente, MTA se compone principalmente de cemento Portland. La Hoja de datos de seguridad del material (MSDS) de ProRoot MTA indica que es aproximadamente 75% en peso de cemento Portland,



20% en peso de óxido de bismuto (Bi_2O_3) y 5% en peso de sulfato de calcio dihidrato o yeso ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$).³⁸

Los materiales MTA son una mezcla de silicato dicálcico, silicato tricálcico, aluminato tricálcico, yeso, aluminoferrita tetracálcica y óxido de bismuto.

MTA se comercializa actualmente en dos formas: gris (GMTA) (figura 27) y blanco (WMTA) (figura 28). WMTA fue Desarrollado unos años más tarde que el GMTA original. Debido al potencial de decoloración de la dentina por GMTA. Las investigaciones han mostrado menor cantidad de hierro, aluminio y magnesio en WMTA en comparación con GMTA.⁴⁰

Características:

El MTA presenta un tiempo de fraguado largo (165 minutos), un pH alto (10,2 al mezclado y se estabiliza a las 3 horas a 12,5) y una baja resistencia a la compresión. Posee algunas propiedades antibacterianas y antifúngicas dependiendo de su proporción de polvo a líquido. El MTA es un material bioactivo que influye en el entorno que lo rodea y tiene un buen sellado, además es considerado un material biocompatible.³⁸

Presenta, radioopacidad mayor a la dentina, el MTA ha presentado buena resistencia a la microfiltración, además de buena adaptación marginal.

Usos:

Desde su introducción en el mercado endodóncico, MTA ha ganado un uso utilizado como:

- Material de relleno retrógrado

El procedimiento de retroobturacion supone la colocación de un material de obturación en una preparación radicular para conseguir un sellado.



Esta preparación debe incluir todo el foramen apical, permitir un volumen suficiente de material de obturación, tener retenciones para mantener el material de la retroobturación. Se pueden utilizar muchos materiales como MTA, amalgama, súperEBA, zoe o Cavit.⁶³

➤ Material de recubrimiento pulpar y pulpotomía:

Estos tratamientos están indicados en dientes con ápices inmaduros ante la exposición pulpar y se requiere mantener su vitalidad.⁵⁹ Su reparación no depende del material de recubrimiento, pero sí de la capacidad que este tenga para evitar la filtración bacteriana y la condición de asepsia del tratamiento.⁶⁰

Estudios sobre el MTA han demostrado que estimula la formación de un puente de dentina adyacente a la pulpa.⁶¹

➤ Barrera apical y Apexificación:

La creación de una barrera apical con MTA está indicada en dientes con pulpas necróticas y ápices abiertos, el MTA se transporta al conducto y se condensa suavemente hasta crear 3-4 mm de barrera apical.

Este material estimula la formación de tejido duro son producir inflamación en el área adyacente al ápice de las raíces inmaduras.⁶⁰

➤ Reparación de perforaciones

El MTA fue evaluado experimentalmente para evaluar la reparación en perforaciones de furca de dientes de perro. Se observó que en ausencia de contaminación la respuesta del tejido se caracterizó por la ausencia de inflamación y la formación de cemento en la mayoría de los dientes estudiados. Algunos autores han reportado resultados en casos clínicos de su uso en humanos y observaron que este

material permite la reparación del hueso y la eliminación de síntomas clínicos.⁶²

Preparación y manipulación:

MTA se prepara mezclando el polvo con agua estéril en una proporción de polvo a líquido de 3:1 hasta conseguir una consistencia de arena mojada, puede llevarse a la zona de interés con un porta amalgama o jeringas específicas como la MTA Gun o la MAP System, que cuentan con varias puntas y diversas angulaciones.

Desventajas:

- El tiempo medio de fraguado de MTA es aproximadamente de 165 minutos, que es más largo que Amalgama, Súper EBA e IRM.
- Posible decoloración de los dientes con GMTA.
- Difícil manipulación por consistencia arenosa que presenta la mezcla, así que requiere practica para su manipulación.

Se han realizado esfuerzos para superar estas desventajas, sin embargo, el hecho de agregar o quitar componentes puede repercutir en la elaboración del MTA quitando buenas características que presenta el material, por tanto, introducir nuevas formulaciones implica la amplia espera de evaluaciones in vivo e in vitro.⁴⁰

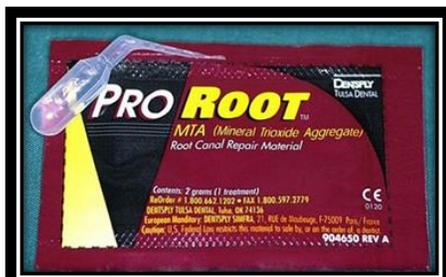


Fig. 27 Mineral Trióxido Agregado color Gris.⁴⁰



Fig. 28 Mineral Trióxido Agregado color Blanco.⁴⁰



3.3.2 Segunda generación

La segunda generación corresponde al material Biodentine (Septodont, Saint Maur des Fosses, Francia) Figura 29:

Composición:

Polvo:

- Silicato tricálcico
- Carbonato de calcio
- Óxido de circonio (da cualidad de radioopacidad)

Líquido:

- Agua
- Cloruro de calcio
- Policarboxilato modificado

Se recomienda el uso de Biodentine como un sustituto de dentina debajo de restauraciones de resina compuesta, además tiene indicaciones similares a las del MTA debido a su buena capacidad de sellado, alta resistencia a la compresión y tiempo de fraguado corto.²⁶

Manipulación:

Para prepararlo se coloca una porción de líquido en una cápsula desechable que contiene el polvo y posteriormente se mezcla en un amalgamador durante 30 segundos, este cemento puede aplicarse directamente con una espátula y un condensador como sustituto de la dentina sin acondicionamiento previo.⁴⁰

Propiedades Fisicoquímicas:

Biodentine posee un pH de 11.7 que se mantiene sin cambios significativos durante 28 días, buena radioopacidad, y un tiempo de fraguado de 12 minutos.

En cuanto a la resistencia de unión de Biodentine a la dentina radicular es significativamente mayor a la del MTA, y aunque los irrigantes endodóncicos no influyen en la resistencia al desprendimiento de Biodentine²⁷, la eliminación de la capa de barrillo dentinario si es perjudicial para la resistencia de la unión entre los cementos de silicato de calcio y la dentina.²⁸



Por otro lado se ha señalado que el contacto prolongado de los cementos a base de silicatos de calcio con la dentina tiene un efecto adverso sobre la integridad de la matriz colágena, sin embargo el daño producido se limita al área de la superficie de contacto; por lo que se recomienda precaución cuando estos materiales sean utilizados en paredes de dentina delgadas así como cuando se usen para obturar toda la longitud del conducto, para evitar la degradación del colágeno que podrían llevar a la fractura de la raíz.²⁹

Propiedades Biológicas:

Se ha señalado que Biodentine es bioactivo ya que aumenta la proliferación celular en células pulpares y estimula su biomineralización por lo que puede ser considerado como un material adecuado para indicaciones clínicas de regeneración del complejo dentinopulpar como en el caso de recubrimiento pulpar directo.³⁰

Según Nowicka este cemento tuvo una eficacia clínica similar al MTA en el tratamiento de recubrimiento pulpar durante la terapia pulpar vital por lo que puede ser considerado como una alternativa válida para este tratamiento.³¹

Además, Biodentine aumenta la expresión de factor de crecimiento transformante beta 1 (TGF-b1) en células pulpares humanas e induce focos de mineralización³², por la liberación de iones de calcio en mayor cantidad que el MTA, y una mayor precipitación intratubular profunda de iones calcio y silicato.³³

Se considera que Biodentine es biocompatible, ya que los fibroblastos expuestos a este material muestran una alta viabilidad celular además de que se adhieren y se esparcen sobre la superficie del material de igual forma que con el MTA.³⁴

Biodentine tiene un fraguado rápido (alrededor de 10-12 minutos).⁴⁰

Ventajas de Biodentine sobre MTA

- La consistencia asegura un mejor manejo que se adapta mejor al uso clínico que el MTA.
- Exhibe mejores propiedades mecánicas que el MTA.

- No requiere un procedimiento de restauración de dos pasos como en el caso de MTA.
- A medida que el ajuste es más rápido, hay un menor riesgo de contaminación bacteriana que con MTA
- Tiempo de fraguado mas corto



Fig. 29 Presentación comercial Biodentine.⁴⁸

3.3.3 Tercera generación

Los materiales de tercera generación son considerados moduladores de la respuesta reparativa utilizados en endodoncia regenerativa y a su vez inhiben el crecimiento bacteriano.

Generalmente poseen propiedades biológicas como compresibilidad, plasticidad, fluidez, viscosidad, y endurecimiento por trabajo, esto permite crear una buena interfase con las paredes dentinarias y el conducto radicular.



Contienen un sistema matricial microparticulado biodegradable y bioabsorbible que permite la liberación controlada y sostenida de Calcio.⁵⁶

El primer biocerámico de tercera generación fue Bioroot ERRM, actualmente ya no existe en el mercado.

3.4 Categorías de materiales bioactivos

Existen tres categorías de Biocerámicos:

- Bioinertes: capaces de rellenar tejidos y ser tolerados por el organismo.
- Bioactivos: tolerados por el organismo con capacidades de osteoinducción, dentro de este grupo podemos encontrar a los selladores endodóncicos como I-Root SP (IBC, Canada), Endosequence BC Sealer (Brasseler, USA) y el Totalfill BC Sealer (FKG Suiza).
- Biodegradables: con capacidad de ser degradados en ambiente biológico y ser reemplazado por hueso.²³

3.5 Características

- Son biocompatibles ya que no producen respuesta inflamatoria a los tejidos periodontales cuando entran en contacto.
- Estables, sin contracción al fraguado, tienen expansión de 0,002mm y no se reabsorben.
- Pueden producir hidroxiapatita en su proceso de fraguado generando un enlace químico entre la dentina y el material de obturación.



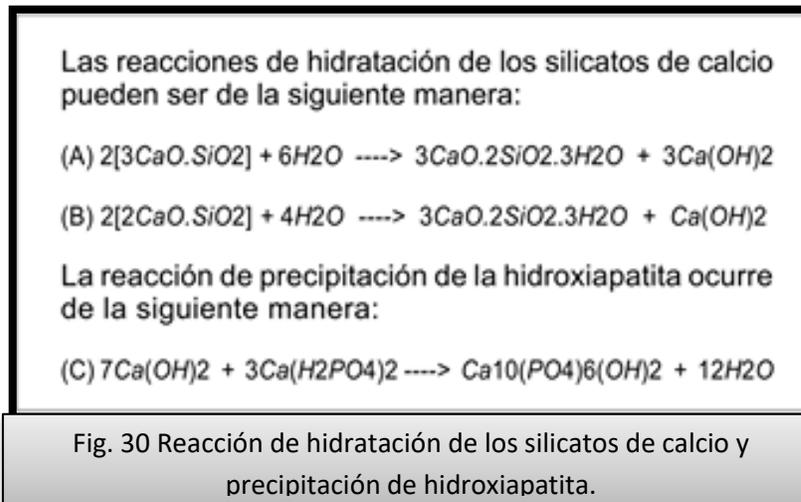
- pH alcalino las primeras 24 hrs de fraguado (actividad antimicrobiana).
- Elevada actividad bacteriana en las primeras 24 hrs de fraguado.
- Fácil manipulación gracias a la partícula de 0-2mm.
- Hifrofílicos: fraguan en presencia de humedad aportada por los túbulos dentinarios.
- Tiempo de trabajo de 3 a 4 hrs.²³

3.6 Indicaciones

- Recubrimiento pulpar directo
- Perforación en furca
- Perforación lateral radicular
- Resorción radicular interna inflamatoria en conductos y cámara pulpar
- Obturación ortógrada
- Obturación retrograda
- Tratamiento en dientes con ápices abiertos
- Endodoncia regenerativa, revascularización⁴¹

3.7 Forma de reacción

Los cementos biocerámicos comparten una reacción de fraguado en común, en la que los silicatos de calcio del polvo al hidratarse forman un gel de silicato de calcio e hidróxido de calcio. Posteriormente el agua reacciona con los silicatos de calcio, para que estos se precipiten generando un hidrato-silicato de calcio generándose finalmente un precipitado de hidroxiapatita. Durante este proceso el agua juega un papel fundamental en el control del nivel de hidratación y el fraguado del material (figura 30).²³



Además, son hidrofílicos, fraguan sólo ante la exposición a un ambiente húmedo, humedad que es proporcionada por los túbulos dentinarios.³⁵

De acuerdo con lo relatado por Koch (2010) al contener la dentina un 20% de agua en relación a su volumen, esta agua sería la que inicia el proceso de fraguado del cemento y la consecuente formación de hidroxiapatita.³⁶

3.8 Viabilidad celular

La extrusión de materiales de obturación es una complicación frecuente por lo que sus características biológicas son esenciales en el éxito clínico.

Según Candeiro los selladores a base de biocerámicos son menos citotóxicos y genotóxicos.³⁹



3.9 Retratamiento en conductos obturados con cementos biocerámicos

Para la desobturación de canales sellados con biocerámicos se describe el uso de técnicas convencionales y de sistemas ultrasónicos piezoeléctricos.

La técnica descrita para la remoción de sellador BC es muy similar a la de remoción de ionómero de vidrio y consiste fundamentalmente en el uso de ultrasonido con un flujo abundante de agua para realizar el abordaje del tercio cervical. Una vez alcanzado el tercio medio, se sugiere el uso de solventes (cloroformo o xilol), y el uso de un instrumento rotatorio 30 o 35 al 4% a una velocidad aumentada, hasta alcanzar la longitud de trabajo. También se pueden ocupar limas manuales para la negociación del tercio apical del canal.²³

3.10 Cementos Selladores disponibles en la actualidad

3.10.1 Endosequence BC Sealer / Totalfill BC Sealer / iROOT SP

Es un sellador endodóncico biocerámico pre-mezclado.

Este producto se denomina de diferentes maneras dependiendo de donde se comercialice. Denominándose Endosequence BC Sealer en su comercialización en Estados Unidos, iRoot en Canadá, y TotalFill en Europa. (Trope y cols., 2015)

Endosequence BC Sealer pertenece a la casa comercial Brasseler,USA, Savannah, Georgia. Figura 31

Totalfill BC Sealer pertenece a la casa FKG, Dentaire, Europa. Figura 32

I Root Sp pertenece a la casa Innovative Bioceramix,Inc, Vancouver Canadá. Figura 33



Estos selladores utilizan la humedad mantenida dentro de los túbulos dentinarios posterior a la irrigación para comenzar su proceso de fraguado.¹⁴

Propiedades fisicoquímicas:

- Buena radioopacidad, pero significativamente inferior en comparación con cemento AH Plus.
- pH elevado (10.7-12), presenta mayor fluidez.
- Tiempo de trabajo mayor a 4 horas, dependerá de la cantidad de agua presente en túbulos dentinarios.
- Presentan buena adherencia debida al contenido de silicato de calcio, lo que resulta en una interfaz libre de espacios entre la gutapercha, el sellador y la dentina.
- Su uso aumenta la resistencia a la fractura en dientes con tratamiento endodóncico debido a la unión química con la dentina.⁴¹

Propiedades biológicas:

- Presentan citotoxicidad más baja que AH plus en un periodo de 24 a 72 hrs.
- I Root SP muestra resultados favorables contra E. Faecalis hasta 3 días después de mezclar el sellador debido al alto pH, hidrofílicidad, y su difusión activa de hidróxido de calcio.
- Endosequence puede extender su efecto contra E. Faecalis hasta 30 días después en los túbulos dentinarios.
- Fácil uso.



Presentación:

Se entrega como una masilla moldeable premezclada o como una pasta precargada en una jeringa con puntas de administración para la administración intracanal.

Composición:

- Óxido de zirconio
- Silicato tricálcico
- Silicato dicálcico
- Sílice coloidal
- Silicatos de calcio
- Fosfato de calcio
- Fosfato monobásico
- Hidróxido de calcio

El óxido de zirconio se añade para incrementar la radioopacidad del sellador.

Uso:

Fue desarrollado para ser utilizado como sustituto del MTA, ya que posee muchas de sus cualidades con la ventaja de un fraguado más rápido y características de manejo superiores.

- Retroobtención.
- Recubrimiento pulpar
- Barrera apical
- Reparación de perforaciones

Cementos Biocerámicos en Endodoncia, en 3D.



Fig.31 Endosequence BC Sealer en sus diferentes presentaciones A) pasta B) Masilla de fijación rápida y C) Masilla.⁴⁰



Fig. 32 Totalfill BC Sealer en sus diferentes presentaciones A) Pasta B) Masilla y C) Masilla de fijación rápida.⁵⁴



Fig. 33 IROOT SP jeringa inyectable con consistencia de pasta.⁵⁵



3.10.2 MTA Fillapex

Se trata de un cemento sellador de conductos basado en la fórmula del MTA, pertenece a la casa comercial Angelus, Londrina, Brasil.

La mayor diferencia de este sellador con respecto al Endosequence BC Sealer y a otros selladores de silicatos es la presencia de una matriz de resina en su composición. Fue creado con la intención de combinar las propiedades físicoquímicas de las resinas y las propiedades biológicas del MTA (figura 34).⁴⁰

Composición:

- Resina de salicilato
- Resina diluyente
- Resina natural
- Óxido de bismuto
- Sílice nanoparticulada
- Agregado trióxido mineral
- Pigmentos

El óxido de bismuto se añade como radioopacificador (Xuereb, 2015).

Según el fabricante (Angelus, Londrina, Brasil), el tiempo de trabajo es de 30 minutos y el tiempo de fraguado de 120. En un estudio, el tiempo de trabajo mostró una media de 45 minutos y el tiempo de fraguado fue de 2,5 h. Sin diferencias significativas con el Endosequence BC Sealer (Zhou y cols., 2013).



Propiedades fisicoquímicas:

- Tiene alta solubilidad y liberación de iones de calcio.
- Menor radioopacidad y cuenta con valores de flujo más altos comparados con AH Plus.
- Su composición química de este material a base de MTA puede influir en el comportamiento de unión al diente. Aunque su fuerza de adhesión es reportada como más baja comparada con selladores como AH plus y IRoot SP.
- Su componente a base de resina puede afectar su unión a la dentina.⁴⁰

Propiedades biológicas:

- Al inicio del fraguado presenta niveles de citotoxicidad altos, los cuales reducen a las 48 horas mostrando un mayor nivel de viabilidad celular.
- Es capaz de estimular sitios de enucleación tardía para formar cristales de apatita.
- Aunque la parte resinosa del cemento reduzca su compatibilidad, podría tener un papel importante en eliminar a *E. Fecalis* ya que tiene actividad sobre él biofilm.

Técnica de uso:

- Preparación del canal radicular: Antes de la aplicación del MTA-FILLAPEX, prepare, limpie y seque los canales radiculares a ser obturados, de acuerdo con la técnica endodóncica utilizada. Es necesaria la utilización del aislamiento. La humedad desde los túbulos dentinarios es suficiente para empezar el fraguado de MTA-FILLAPEX.
- Dosis y mezcla:

Cementos Biocerámicos en Endodoncia, en 3D.

Jeringa doble: La jeringa doble hace la proporción adecuada de (1:1). Se presiona el émbolo para dispensar el producto en una loseta de vidrio o se coloca el bloque de mezcla directamente en el conducto. Utilice el cemento inmediatamente después de la mezcla.

Tubos: Utilice dosis iguales (1:1) de las dos pastas y haga la mezcla por 30 segundos hasta homogenizar el producto.

- **Aplicación:** Utilice el MTA-FILLAPEX junto con conos de gutapercha envolviéndolos en una fina capa del cemento y condensándolo de acuerdo con la técnica utilizada. MTA-FILLAPEX puede ser llevado al canal con fresas Léntulo.
- **Atención:** La punta de automezcla se debe desechar después de su uso.
- **Remoción de la obturación del canal radicular:** El MTA-FILLAPEX puede ser removido utilizando las técnicas convencionales de remoción de gutapercha.
- **Tiempo de trabajo:** 23 minutos.⁵⁷



Fig. 34 MTA Fillapex en su presentación de jeringa predosificada y tubos de pasta.⁴⁰



3.10.3 BioRoot RCS

Pertenece a la casa comercial Septodont, Saint Maur des Fossés, France.

Es un material biocerámico que sirve para realizar obturación permanente del conducto radicular, está hecho a base de silicato tricálcico a diferencia de los materiales a base de Cemento Portland, asegura la pureza del silicato de calcio con la ausencia de aluminato y sulfato de calcio. Figura 35

Composición:

Polvo:

- Óxido de zirconio
- Polímero biohidrofílico
- Silicato tricálcico
- Minerales

Líquido:

- Agua
- Cloruro de calcio

Presentación:

Se presenta en un Frasco de 15mg de polvo y 35 unidades de líquido.

Propiedades:

BioRoot™ RCS es un cemento para sellado de conductos radiculares mineral bioactivo, basado en la innovadora tecnología de biosilicato activo (“Active Biosilicate Technology”) patentada por Septodont, que contiene microagregados minerales. BioRoot™ RCS ofrece las siguientes propiedades:



Cementos Biocerámicos en Endodoncia, en 3D.

- Formulación con minerales de alta pureza y libre de monómeros.
- Formación de hidroxiapatita en la interfase diente-sellador y mineralización de la estructura dentinaria.
- Antimicrobiano.
- Hermético.
- Radiopaco.
- Fácil manipulación.
- Puede retirarse.

BioRoot™ RCS puede considerarse completamente compatible y no presenta posibilidad de interacción con los campos magnéticos.

Características:

- Es altamente biocompatible y reduce el riesgo de reacciones tisulares adversas.
- Estimula el proceso fisiológico del hueso y la mineralización de la estructura dental. Además, crea un entorno favorable para la curación periapical.
- Previene el desarrollo bacteriano que conduce a fracasos clínicos.
- Su cristalización crea un sello hermético dentro de los túbulos dentinarios.
- Puede retirarse fácilmente del conducto radicular, si es necesario repetir el tratamiento.



Indicaciones:

Obturación permanente del conducto radicular en combinación con puntas de gutapercha, tanto para pulpa vital como necrótica, o después de un procedimiento de repetición del tratamiento.

BioRoot™ RCS es adecuado para su uso en la técnica de cono único o de condensación lateral en frío.

Instrucciones:

La mezcla debe hacerse de forma extemporánea.

- Recoja el polvo con la cuchara incluida en el envase. Ponga una cucharada rasa de polvo en el recipiente de mezcla.
- Separe una dosis única de solución de mezcla. Gire la tapa para abrirlo. Vierta 5 gotas de solución de mezcla en el recipiente de mezcla.
- Prepare el sellador añadiendo progresivamente el polvo al líquido. Mezcle hasta obtener una pasta de consistencia cremosa (alrededor de 60 segundos). Tan pronto como se obtenga una consistencia lisa y cremosa, se deberá dejar de incorporar más polvo al líquido.
- Enjuague y limpie inmediatamente los instrumentos para eliminar cualquier residuo de material.
- BioRoot™ RCS ofrece un tiempo de trabajo mínimo de 10 minutos y un tiempo máximo de fraguado de 4 horas.



Colocación en el conducto radicular:

- Realice la conformación y la desinfección del conducto radicular empleando procedimientos de endodoncia estándar.
- Seleccione un cono maestro de gutapercha calibrado y compruebe que se ajuste perfectamente a la longitud de trabajo.
- Seque el conducto con puntas de papel.
- Prepare BioRoot™ RCS de acuerdo con las instrucciones de mezcla indicadas anteriormente.
- Aplique una capa de BioRoot™ RCS en las paredes del conducto utilizando una punta de papel o el cono de gutapercha.
- Complete la obturación insertando el cono maestro de gutapercha previamente recubierto con BioRoot™ RCS (técnica de cono único) o varios puntos de gutapercha recubiertos (técnica de condensación lateral).
- Evalúe la calidad de la obturación del conducto con una radiografía.
- Utilice un instrumento caliente para cortar la gutapercha que sobresale.
- Realice la restauración provisional utilizando cualquier material de sellado temporal.
- Si se requiere la colocación de un perno, deberá realizarse después de que BioRoot™ RCS se haya endurecido por completo, es decir, entre 1 semana y 1 mes. Se deberá tomar una radiografía para determinar que la obturación apical es de 3 a 5 mm

Retratamiento con BioRoot:

Como BioRoot™ RCS se utiliza en combinación con puntas de gutapercha, se puede retirar mediante técnicas convencionales.⁵⁸



FIG 35. Cemento Bioroot RCS.⁴⁸

3.11 Comparación de las propiedades físico-químicas y biológicas de los materiales biocerámicos utilizados en endodoncia

Entre los cementos biocerámicos más utilizados en el tratamiento endodóncico actualmente se encuentran los siguientes, de los cuales se realiza una breve descripción de sus propiedades fisicoquímicas y biológicas.

Tabla 8



Tabla 8. Propiedades fisicoquímicas y biológicas de los cementos y selladores biocerámicos.⁴⁰

Cementos	Biodentine	MTA	IRootSP/ Totalfiil/ Endosequence	MTA Fillapex	Bioroot ⁶⁴
Características					
pH	11.7-12.4	9.0-12.5	10.3-11.1	9.7-10.5	11.5-13.0
Liberación de calcio (mg/l)	14.7-34.0	9.7-24.0	2.5-11.3	144.4	721.4+-81.3
Tasa de flujo (mm)	-	-	26.9	31.0	
Porosidad (%)	6.8	30.3-38.4	-	-	53.9+-4.8
Solubilidad (%)	0.0	1.7-2.8	20.6	14.8-16.1	
Radioopacidad (mmAl)	3.3-4.1	7.1	3.8	7.0	5.2
Ajuste de tiempo (h)	0.1-0.7	6.9	72.0-24.0	12.0	
Microdureza (VHN o KHN)	48.4-130.0 VHN	53.2- 60.0VHN 46.6-52.3 KHN	15.0 KHN	-	
Fuerza de compresión (N)	67.1-316.4	60.0-101.7	-	-	
Fuerza de expulsión (MPa)	6.47-7.64	3.0-9.4	0.8-3.4	2.0-3.0	
Fuerza flexible (MPa)	34.0	10.7-14.2	-	-	
Viabilidad celular (%)	60.0-100.0	55.0-100.0	90.0-100.0	35.0-95.0	



CONCLUSIONES

El desarrollo de cementos selladores para el sistema de conductos radicular ha cambiado a lo largo de los años, con la finalidad de que estos materiales nos permitan mejorar la obturación del conducto radicular, teniendo como principal objetivo que los cementos selladores llenen los espacios que la gutapercha no puede ocupar.

Si bien, es importante la conformación y desinfección del conducto radicular para lograr tener una obturación óptima, debemos identificar las características que nos ofrece cada cemento sellador, así como las ventajas y desventajas que presenta cada uno y con base en nuestro criterio seleccionar el que mejor convenga de acuerdo al caso.

Actualmente, el desarrollo de materiales biocerámicos en endodoncia ha cambiado el panorama sobre la obturación y mejorado el pronóstico de los tratamientos endodóncicos.

Los materiales biocerámicos presentan buenas propiedades fisicoquímicas y biológicas debido a su elevada biocompatibilidad y la estabilidad química que tienen en entornos biológicos.

En comparación con los materiales convencionales utilizados para obturar el conducto radicular, los cementos biocerámicos utilizan la humedad existente en los túbulos dentinarios para favorecer su endurecimiento y moldear hidroxiapatita generando un contacto óptimo entre la dentina y el material de relleno.

Sin embargo, aún presentan varias limitantes para que sean considerados como un material ideal, ya que aún carecen de estudios que sustenten estas características, así como de seguimiento clínico que respalde que los selladores biocerámicos cumplen la mayoría de las características descritas por el Dr. Grossman.



Cementos Biocerámicos en Endodoncia, en 3D.



Seguramente con el paso del tiempo, con los reportes y el análisis que se realicen a estos materiales se modificarán las fórmulas con la finalidad de brindarnos un cemento sellador que nos acerque cada vez más a lograr el sellado hermético que se busca en la obturación del sistema de conductos radicular.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Lopreite G, Basilaki J, Endodoncia: Criterios Técnicos y Terapéuticos, 1ª ed, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, grupo guía, 2016. Págs: 43-109.
- 2) Cohen S, Burns R. vías de la pulpa, ed 10. Barcelona: Editorial Mosby elsevier, 10edicion, 2011.
- 3) García L, BriseñoB, Endodoncia I: fundamentos y clínica, 1ª ed, 2016, Librunam.págs:273-312,229-276.
- 4) Paque F. Laib A, Hard tissue debris accumulation analysis by high resolution computed tomography scans. J Endod. 2009; 35:1044-1047.
- 5) Vertucci FJ, Root canal Anatomy of the human permanent teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol.1984, 58:589,599.
- 6) Hatton EH: Changes produced in the pulp and periapical regions, and their relationship to pulp-canal treatment and to systemic disease, Dental cosmos, 66:1183, 1924.
- 7) Giudice-García A, Torres-Navarro. Obturación en endodoncia- Nuevos sistemas de obturación: revisión de la literatura. Rev. Estomatol Herediana. 2011; 21(3) .166-174
- 8) Callahan JR: Rosin solution for the sealing of the dental tobuli as an adjuvant in the filling of root canals. J Allied dent soc, 9:110, 1914.
- 9) Mc Donell G, Rusell AD. Antiseptics and desinfictants:activity,action and resistance.Clin. MicrobiolRev.1999;12:147-179
- 10)Jeansone MJ,White RR.A comparasion of 2.0% Chlorhexidinegluconate and 5.25%sodium hypochlorite as antimicrobial entodontic irrigants. J Endod. 1994; 20:276-278.
- 11)Nikiforuk G, Sreebny L. Demineralization of hard tissues by organic chelating agents at neutral pH. J Dent Res, 1953, 32:859,8677.
- 12)Oguntebi BR, Shen C. Effect off diferent sealers on thermoplasticized Guuta-Percha root canal Obturations. J Endod. 1992; 18(8):363-6.
- 13)Berutti E, Gangliani. M, Manual de endodoncia, 2017, editorial amolca
- 14)Rodriguez D. Actividad antimicrobiana de distintos materiales utilizados en la terapia de conductos radiculares, tesis doctoral. España Universidad de Granada, Universidad autónoma de Nuevo León, Facultad de Odontología, 2009 encontrado en: <https://dialnet.unirioja.es>



- 15)Burgos Patricia, Medicacion intraconducto en endodoncia, postgrado endodoncia, Universidad Valparaiso, 2013, p5-10 encontrado en: www.postgradosodontologia.cl
- 16)Himel V, DiFiore P. Obturation of Root canal Systems. Endod Colleagues Excell.2009:1-9
- 17)Marín GA,Souza S et al. Physicochemical properties of endodontic sealers of different bases. J Appl Oral Sc. 2012; 20(4):455-461.
- 18)Bernardes RA, de Amorim Campelo A, Junior DSS, et al. Evaluation of the flow rate of 3 endodontic sealers: Sealer 26, AH Plus, and M TA Obtura. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. 2010; 109(1): e47-e49.
- 19)Zhou H, Zheng W, Physical properties of 5 root canal sealers. J Endod. 2013; 39(10):1281-1286.
- 20)Soares, I.,Goldberg F. Endodoncia Técnica y Fundamentos.2ed, Buenos Aires, Editorial Medica Panamericana,2012.
- 21)Trope M, Bunes A, Debelian G. Root filling materials and techniques:bioceramics a new hope?. Endod Top, 2015;32(1):86-96
- 22)Hench L. The strory of Bioglass, JMater Sci;Mater Med(2006);17:967-978
- 23)Yañez A., Cementos de Obturación Biocerámicos: Una nueva alternativa en Endodoncia, Canal Abierto Revista de la sociedad de endodoncia de Chile, N.31 abril 2015. Salviat impresores. Pag. 4-8.
- 24)Sumaya M., W. McLean, The use of bioceramic as root-end filling materials in perirradicular sugerí: a literatura review. Saudi Dental Journal, King Saud University, Jul 2018.
- 25)Merlys A., A. Diaz, J. Alvear, Eficacia de la pasta triantibiótica en conductos infectados con Enterococcus faecalis, revisión de literatura.Ciencia y salud, vol5, dic 2013.
- 26)Laurent P, Camps J, About I. Biodentine™ induces TGF-β1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization: Biodentine induces mineralisation and TGF-β1 release. Int Endod J. 2012;45(5):439–48
- 27)Guneser MB, Akbulut MB,. Effect of Various Endodontic Irrigants on the Push-out Bond Strength of Biodentine and Conventional Root Perforation Repair Materials. J Endod. 2013;39(3):380–4
- 28)EL-Ma'aita A, Qualtrough A. The effect of smear layer on the push-out bond strength of root canal calcium silicate cements. Dent Mater. 2013;29(7):797–803



- 29) Leiendecker AP, Qi Y-P, S, et al. Effects of Calcium Silicate-based Materials on Collagen Matrix Integrity of Mineralized Dentin. *J Endod.* 2012;38(6):829–33
- 30) Zanini M, Sautier JM, Berdal A, Simon S. Biodentine Induces Immortalized Murine Pulp Cell Differentiation into Odontoblast-like Cells and Stimulates Biomineralization. *J Endod.* 2012;38(9):1220–6.
- 31) Nowicka A, Lipski M, Parafiniuk M, Sporniak-Tutak K, Lichota D, Kosierkiewicz A, et al. Response of Human Dental Pulp Capped with Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod.* 2013;39(6):7437.
- 32) Laurent P, Camps J, About I. Biodentine™ induces TGF-β1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization: Biodentine induces mineralisation and TGF-β1 release. *Int Endod J.* 2012;45(5):439–48
- 33) Han L, Okiji T. Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials. *Int Endod J.* 2013;46(9):808–14.
- 34) Zhou H, Shen Y, et al. In Vitro Cytotoxicity Evaluation of a Novel Root Repair Material. *J Endod.* 2013;39(4):478–83.
- 35) Koch K, et al. A review of bioceramic technology in endodontics, *Roots International Magazine of Endodontology* (2013); 1: 6-13.
- 36) Koch K, et al. Bioceramics, Part I: The Clinician's Viewpoint, *Dentistry Today* (2012); 1: 130-136
- 37) M. Parirokh, M. Torabinejad. H.Drummer, Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an update overview-part1:vital pulp therapy, 2017, *International Endodontic Journal*, 51,177-205.
- 38) M. Torabinejad, Moneral trioxide aggregate propiedades and clinical applications, oxford, 2015, ed. Wiley Blackwell pgs.
- 39) Candeiro GTM, Moura N., Citotoxicity, genotoxicity and antibacterial effectiveness of a bioceramic endodontic sealer. *Int endod J.* 2015,1-6
- 40) Wang Z. Bioceramic materials in endodontics. *Endod Top.* 2015;32(1):3-30
- 41) Raghavendra S, Jadhav G, Bioceramics in Endodontics-A review, *J Istanbul, Univ Fac Dent* 2017,51(3 suppl 1)
- 42) Trope M, Bunes A, Root filling materials and techniques: bioceramics a new hope?, *Endod Top*,2015,32,86-96.
- 43) Obtenido en: <https://GrimbergDentales.com/pastaMaistoreabsorbible>
- 44) Obtenido en: Endodonciando.blogspot.com
- 45) Obtenido en: Pharmadent.com.uy
- 46) Obtenido en: <https://encolombia.com>



- 47)Obtenido en : [Https://KerrDental.com](https://KerrDental.com)
- 48)Obtenido en: [Https://Septodont.com](https://Septodont.com)
- 49)Obtenido en: [Https://ivoclarvivadent.es](https://ivoclarvivadent.es)
- 50)Obtenido en: [Https://Dentsply.com.mx](https://Dentsply.com.mx)
- 51)Obtenido en: [Https://dentalraces.com-cemento](https://dentalraces.com-cemento)
- 52)Obtenido en: Pharmapost.su
- 53)Obtenido en: [Https://Coltene.com](https://Coltene.com)
- 54)Obtenido en: [Https://fkg.ch](https://fkg.ch)
- 55)Obtenido en: [Https://Dentalsatis.com](https://Dentalsatis.com)
- 56)Raysan S.A, Industria Argentina, Klepp Licon-D, Técnica mínimamente invasiva e el tratamiento de lesiones perirradiculares.
- 57)Manual de uso de cemento sellador obtenido de: www.angelus.com\MTA-Fillapex
- 58)Manual de uso de cemento sellador obtenido de: www.septodont.com.
- 59)Pitt TR, Torabinejad M, Mineral Trioxide aggregate as a pulp capping material. (1969) J Am Dent Assoc, 127:1941-4.
- 60)Chaple A, Herrero L, Generalidades del Agregado de trióxido Mineral (MTA) y su aplicación en Odontología:Revisión de la literatura. Acta Odontológica Venezolana, Vol.45, N.3,2007.
- 61)Torabinejad M, Chivian N, et al., Clinical applications of mineral trioxide aggregate (1999), J.Endod. Loma Linda University,25(3):197-206.
- 62)Holland, Otoboni et al., Mineral trioxide aggregate repair of lateral root perforations (2001), J. Endod. Sao Paulo, Brazil.27(4):281-4.
- 63)Briones A, Importancia de la obturación retrograda en cirugía endodóncica:procedimientos y materiales, Rev Europea Odontoestomatología,mar-abr 2003;15(2):69-76.
- 64)Siboni F, Taddei P. Propieties of BioRoot RCS, a tricalcium silicate endodontic sealer modified with povidone and polycarboxylate, Int End Jour 50, e120-e136,2017.