



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Odontología

Unidad de Posgrado

**Cementos selladores a base de MTA ; Terapia pulpar
indirecta en dos etapas: técnica de stepwise excavation**

REPORTE CLÍNICO

Para optar el Título de Segunda Especialidad Profesional en
Endodoncia y Cariología

AUTOR

Valentina CARDOZO NORIEGA

Lima, Perú

2016



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Cardozo V. Cementos selladores a base de MTA ; Terapia pulpar indirecta en dos etapas: técnica de stepwise excavation [Reporte clínico de segunda especialidad]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Unidad de Posgrado; 2016.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE ODONTOLÓGIA
UNIDAD DE POSGRADO

N° 008-FO-UPG-2016

ACTA DEL EXAMEN DE CAPACITACIÓN PROFESIONAL

4
57

En la ciudad Universitaria, Unidad de Posgrado, Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, siendo las 11:00 hrs. del lunes 13 de junio de 2016, se reunieron los Miembros del Jurado de Examen de Titulación en el salón de consejo de la Facultad para llevar a cabo el Examen de Capacitación Profesional de la C.D. VALENTINA CARDOZO NORIEGA, referente al Reporte Clínico "CEMENTOS SELLADORES A BASE DE MTA" "TERAPIA PULPAR INDIRECTA EN DOS ETAPAS: TÉCNICA DE STEPWISE EXCAVATION", para obtener el Título de Segunda Especialidad Profesional en ENDODONCIA - CARILOGÍA.

El Jurado en pleno, luego de evaluar las respuestas al interrogatorio del Examen de Capacitación emitió el calificativo de:

Muy bueno
Escala

17
Número

Diecisiete
Letras

El Presidente del Jurado de Examen de Titulación, en virtud de los resultados favorables, recomienda que la Facultad proponga que la Universidad le otorgue el Título de Segunda Especialidad Profesional en ENDODONCIA - CARILOGÍA a la C.D. VALENTINA CARDOZO NORIEGA.

Siendo las 12:15, concluyó el acto académico, por lo cual los Miembros del Jurado de Examen de Titulación dan fe de lo actuado, firmando la presente Acta por cuadruplicado.

Mg. Esp. MARISA CECILIA JARA CASTRO
Presidente

Mg. Esp. MARTHA ELENA PINEDA MEJÍA
Miembro

Mg. Esp. ELVIS PABLO TERREL NAVARRO
Miembro

Escala de calificación

- Excelente 20, 19
- Muy bueno 18, 17
- Bueno 16, 15
- Aprobado 14
- Desaprobado 13 o menos

A mis padres y hermana.

Agradecimiento especial a la Dra. Natalia Henostroza por su constante apoyo en la elaboración de este trabajo.

INDICE GENERAL

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCION	3
<u>I.</u> OBJETIVOS.	5
A. CEMENTOS SELLADORES A BASE DE MTA	
II. MARCO TEÓRICO.	6
III. CASO CLINICO	24
IV. DISCUSIÓN	29
B. TERAPIA PULPAR INDIRECTA EN DOS ETAPAS O TECNICA STEPWISE EXCAVATION	
II. MARCO TEORICO	33
III. CASO CLINICO	40
IV. DISCUSION	47
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS	52

RESUMEN

El siguiente trabajo corresponde a dos casos clínicos; el primero de ellos corresponde a obturación endodóntica de los conductos radiculares con cemento sellador a base de MTA, y el segundo caso se refiere al manejo de lesión cariosa profunda con la técnica Stepwise Excavation.

Los cementos selladores van a ser esenciales en promover la capacidad de sellado de la gutapercha en el complejo sistema de conductos; recientemente se han desarrollado nuevos cementos selladores con mineral trióxido agregado (MTA) en su composición. Surgieron con el deseo de incorporar las propiedades biológicas del MTA en un formato fácil de manipular e insertar, obteniendo así un material biocompatible, que induce la mineralización de tejidos con adecuada fluidez y manipulación. Entre estos cementos tenemos: MTA Fillapex, Endo CPM, entre otros; cada uno con características diferentes pero que cumplen los requisitos ANSI/ADA e ISO 6876.

Por otro lado entre los procedimientos de protección pulpar para el manejo de lesiones cariosas profundas tenemos la Terapia Pulpar Indirecta en Dos Etapas o Técnica de Stepwise Excavation. Este tratamiento tiene como objetivo detener el avance de la lesión cariosa, minimizar la dentina cariada retenida y permitirle a la pulpa recuperarse generando dentina reparativa para evitar cualquier exposición pulpar en una segunda sesión.

Palabras clave:

Selladores endodónticos.

Mineral trióxido agregado (MTA)

Caries dental/terapia.

Recubrimiento de la pulpa dental/métodos.

Exposición de la pulpa dental/prevención y control.

ABSTRACT

The present study presents two clinical cases; the first one correspond to endodontic obturation of root canals with MTA endodontic based sealer, and the second one is about deep carious lesion treated with Stepwise Excavation technique..

Root canal sealers are essential to promote the sealing ability of gutta-percha in complex root canals; recently, new types of sealers containing mineral trioxide aggregate (MTA) have been developed. They arise in an effort to incorporate the biological properties of MTA into an easy to manipulate and insert material thus obtaining biocompatible material which induce mineralized tissue formation with suitable flow rate and manipulation. Among these are: MTA Fillapex, Endo CPM, etc; each with different characteristics but all of them qualifies for ANSI/ADA and ISO 6876 regulations.

On the other hand, among pulp protection techniques in case of deep carious lesions there is a two step indirect pulp therapy also called Stepwise excavation. Its purpose is stop caries progression, change cariogenic environment and allow the pulp recover generating reparative dentine to avoid pulp exposure in a second visit.

Key Words:

Endodontic sealers.

Mineral trioxide aggregate (MTA)

Dental caries/therapy.

Dental pulp capping/methods.

Dental pulp exposure/prevention and control.

INTRODUCCION

Los cementos selladores se utilizan en la obturación de los conductos radiculares para proporcionar un sellado hermético a lo largo de éste, sellar irregularidades del conducto y cualquier discrepancia que exista entre la gutapercha y la pared del propio conducto. Deben poseer propiedades físicas y químicas favorables, deben ser altamente biocompatibles ya que van a estar en contacto directo con el tejido periodontal a través del foramen y conductos accesorios ¹.

Durante décadas los cementos de obturación más utilizados fueron a base de óxido de zinc y eugenol, que a pesar de tener desempeño satisfactorio en cuanto a sus propiedades físico-químicas no tuvieron comportamiento biológico favorable ².

En la década de los 90's se desarrolló el Mineral Trióxido Agregado, más conocido como MTA, se usó inicialmente en odontología como cemento de reparación en casos de perforaciones, pulpotomías y retro obturaciones debido a sus propiedades biológicas, inducción de deposición de tejido duro y bioactividad. Posteriormente se mejoraron las características de manipulación del MTA para ser usado como sellador de conductos, es así que se lanzaron al mercado nuevos cementos selladores de conducto con MTA y silicato de calcio en su composición que se caracterizan principalmente por ser bioactivos, presentar propiedades físicas y biológicas favorables, no ser citotóxicos y ser biocompatibles ³.

Respecto al manejo pulpar de lesiones cariosas profundas, han surgido diferentes técnicas en la terapia pulpar indirecta con la idea de minimizar el riesgo de exposición pulpar, éstas van desde la excavación completa de caries, la remoción parcial de caries (Partial Caries Removal) y la remoción en dos pasos (Stepwise Excavation), todas estas técnicas se basan en el diagnóstico pulpar (ausencia de síntomas clínicos que indiquen pulpitis irreversible) y la evaluación radiográfica.

La terapia pulpar indirecta en dos etapas o técnica de Stepwise Excavation, como su nombre lo indica, consta de dos fases, en la primera se realiza la remoción de la dentina

infectada, dejando dentina afectada ligeramente reblandecida y sellando la cavidad con hidróxido de calcio y material restaurador provisional. En la segunda fase, que puede variar de 1 a 20 meses ^{4,5,6,7} se remueve todo el tejido que no ha sido remineralizado. En este momento, las bacterias remanentes han disminuido o desaparecido gracias a la actividad bacteriostática y bactericida del hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), el remanente dentinario se ha remineralizado, generándose por tanto dentina terciaria ^{4,7}. Su fin es ayudar a la recuperación pulpar para así mantener su vitalidad y función.

I. OBJETIVOS.

1.1 OBJETIVO GENERAL.

- 1er Caso Clínico: Promover reparación apical después de la terapia endodóntica.
- 2do Caso Clínico: Evitar la exposición pulpar en el manejo de caries profundas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1er Caso Clínico:
 - Lograr un sellado hermético del conducto radicular.
 - Conocer las características de los cementos selladores a base de MTA.
- 2do Caso Clínico:
 - Promover la formación de dentina terciaria.
 - Mantener la vitalidad pulpar de la pieza dental.
 - Restaurar la pieza dental afectada.

A. CEMENTOS SELLADORES A BASE DE MTA

II. MARCO TEÓRICO.

2.1 ANTECEDENTES

Holland et al, 2009. Fueron los primeros en utilizar el MTA como cemento sellador de conductos. Evaluaron la reacción de tejidos apicales en dientes de canes rellenados con gutapercha y MTA y Ketac Endo (a base de ionómero de vidrio). Los resultados mostraron ausencia de reacción inflamatoria de los tejidos apicales y cierre total del foramen apical en todos los dientes sellados con MTA, mientras que los dientes sellados con Ketac Endo mostraron cierre parcial del foramen apical y reacciones de inflamación crónica en diferentes grados, por lo que concluyeron que el MTA presentaba excelentes propiedades biológicas y podía ser usado como cemento sellador ⁸.

Camilleri et al, 2011. Compararon la capacidad de sellado de dos cementos selladores, uno nuevo a base de MTA al que llamaron (MTAS) y Pulp Canal Sealer (PCS) a base de eugenol. El nuevo sellador a base de MTA presentó capacidad de sellado comparable al PCS, además se observó que el MTAS en contacto con fluidos simulados liberó iones de calcio en la solución, lo que fomenta la deposición de cristales de fosfato de calcio ⁹.

Kuga et al, 2011. Estudios comparativos entre MTA Fillapex, MTA blanco y MTA gris, mostraron que estos cementos presentaban pH alcalino y promovían la liberación de calcio durante todos los periodos de tiempo estudiados; siendo la liberación de calcio del MTA Fillapex similar a la del MTA blanco. Además el MTA Fillapex presentó una tendencia constante de liberación de calcio hasta los 14 días ¹⁰.

Gomez Filho et al, 2012. Determinaron la capacidad de sellado de cementos a base de MTA (MTA Fillapex, Endo CPM sealer) respecto a cementos a base de hidróxido de calcio (Sealapex). Midieron la filtración desde ápice a corona de

piezas uniradiculares recién extraídas y decoronadas que fueron preparadas, selladas y sometidas a tinción de Rodamina B por 24 horas. Los resultados obtenidos eran similares entre Fillapex y Sealapex, ambos fueron capaces de prevenir la filtración apical, a diferencia del CPM Sealer que mostró los mayores niveles de filtración ¹¹.

Vitti RP et al, 2013. Evaluaron y compararon diferentes propiedades físico químicas como tiempo de trabajo y de fraguado, fluidez, solubilidad y absorción de agua del MTA Fillapex frente al AH Plus. Ambos cementos se manipularon siguiendo las instrucciones del fabricante, y se obtuvieron los siguientes resultados: El MTA Fillapex presentó los valores más bajos de fluidez, tiempo de trabajo y de fraguado, solubilidad y absorción de agua en comparación al AH Plus, sin embargo cumplió con las características adecuadas para ser usado como cemento sellador de conductos ¹².

Borges AH et al, 2014. Evaluaron propiedades físico químicas como solubilidad, pH, conductividad eléctrica, radiopacidad entre MTA Fillapex y AH Plus. Al término de la evaluación ambos cementos presentaron un pH alcalino, lo que ayuda en el proceso de mineralización. Ambos cementos cumplieron a su vez con los requisitos ANSI/ADA, aunque presentaron algunas diferencias entre ellos como mayor solubilidad así como conductividad eléctrica por parte del Fillapex y mayor radiopacidad del AH plus debido principalmente a sus agentes radiopacificadores ¹³.

Chang SW et al, 2014. Observaron los efectos en la viabilidad, respuesta inflamatoria y potencial osteogénico de células humanas del ligamento periodontal frente a diferentes cementos selladores: Sealapex, Apatite Root Sealer, MTA Fillapex e iRoot SP. Encontraron que ninguno de los cementos selladores presentaba efectos citotóxicos luego de una exposición de 3, 7 y 14 días, además que MTA Fillapex, ARS e iRoot SP indujeron menor expresión de

mediadores pro inflamatorios en comparación a Sealapex así como un mayor potencial osteogénico ¹⁴.

Silva RV et al, 2015. Por medio de la microscopía confocal láser de barrido observaron la capacidad de sellado y el grado de penetración de diferentes cementos selladores: AH Plus, Pulp Canal Sealer EWT, Sealapex y MTA Fillapex en los túbulos dentinarios seguida de la técnica de compactación vertical con gutapercha. La alta fluidez del AH plus y MTA Fillapex permitieron un mayor grado de penetración en los túbulos dentinarios frente a lo alcanzado por el PCS, aunque ningún sellador fue capaz de penetrar toda la extensión de los túbulos dentinarios ¹⁵.

2.2 BASES TEÓRICAS

Obturar un conducto radicular significa llenarlo en toda su extensión con un material inerte o antiséptico, sellándolo herméticamente, sin interferir y preferiblemente estimulando el proceso de reparación apical y periapical que debe ocurrir después del tratamiento endodóntico radical.

Objetivos:

- Finalidad selladora antimicrobiana. Consiste en sellar canalículos, ramificaciones y la unión cemento dentina conducto, con el propósito de impedir el paso de microorganismos que por acaso hayan escapado de la terapéutica endodóntica y puedan proliferar e irritar nuevamente la región periapical.
- Finalidad selladora con el propósito de evitar el espacio vacío. La permanencia de un espacio vacío puede poner en peligro los buenos resultados que se esperan del tratamiento.
- Finalidad biológica. Se espera que estimulen el proceso de reparación apical y periapical que se producirá después de las intervenciones endodónticas.

Por eso la obturación del conducto radicular debe realizarse con un material que promueva su sellado, lo más hermético posible y evite el intercambio de fluidos tisulares del periápice hacia el interior del espacio endodóntico, y que mantenga el conducto libre de microorganismos. Además este material debe tener compatibilidad biológica apical y periapical, debe ser inerte o ser capaz de inducir mineralización apical, adelantando o induciendo el sellado biológico del foramen radicular ².

Los cementos selladores son utilizados en la obturación del sistema de conductos para lograr un sellado hermético dentro del conducto, incluyendo el foramen, irregularidades del conducto y discrepancias menores entre la pared dentinal del conducto y el material de obturación. Es por eso que los cementos selladores ayudan a prevenir la filtración, reducen la posibilidad de bacteria residual en el

conducto que puedan invadir los tejidos periapicales y resuelven las lesiones periapicales.

Según Grossman, un cemento sellador ideal debe poseer las siguientes características:

- Excelente sellado al fraguar.
- Estabilidad dimensional.
- Tiempo de fraguado lento que brinde suficiente tiempo de trabajo.
- Insolubilidad a los fluidos tisulares.
- Adecuada adhesión a las paredes del conducto.
- Biocompatibilidad.

En la actualidad hay disponibles una serie de cementos selladores, a base de óxido de zinc y eugenol, resina, hidróxido de calcio, ionómero de vidrio, silicona y MTA. Éstos en particular han llamado considerablemente la atención debido a sus propiedades físicas y biológicas como su pH alcalino, estabilidad química con el medio ambiente biológico y su falta de contracción, además de ser biocompatible ¹⁶.

MINERAL TRIOXIDO AGREGADO (MTA)

El MTA fue desarrollado en la década de los 90's por el Dr. Torabinejad en la Universidad de Loma Linda (EE.UU) a partir del cemento del Portland como material endodóntico. La fórmula de 80% de cemento de Portland y 20% de óxido de bismuto fue patentada y recibió la aceptación de la FDA dándose a conocer comercialmente como ProRootMTA gris ¹⁷.

Este cemento fue inicialmente propuesto para retro obturaciones, perforaciones radiculares y de furca, reabsorciones, cirugías apicales así como terapias pulpares. Posteriormente, en el 2004 fue introducido al mercado el ProRootMTA blanco, cemento de Portland blanco libre de hierro con oxido de bismuto como

radio-opacificador. Años después, la casa Angelus en Brasil, introdujo al mercado el MTA Angelus con presentación blanca y gris pero más económica ³.

Los cementos a base de MTA están compuestos principalmente por partículas de:

- Silicato tricálcico 53.1%
- Silicato dicálcico 22.5%
- Aluminato férrico tetracálcico.
- Sulfato de calcio dihidratado.
- Óxido tricálcico.
- Óxido de silicato ¹⁸.

El silicato tricálcico es el principal componente del MTA (53.1%) y ha sido usado solo o con aditivos como cemento óseo, como material de restauraciones posteriores y como material de relleno de conductos en odontología. El silicato tricálcico presenta propiedades físicas adecuadas e induce el crecimiento celular y diferenciación, así como la deposición de apatita en su superficie ¹⁷. Se le ha adicionado también óxido de bismuto (21.6%) que le proporciona la radio-opacidad, además de una pequeña cantidad de óxidos minerales, responsables de las propiedades físicas y químicas de este agregado ¹⁸.

Propiedades físico químicas del MTA

- **Valor de pH:** El pH del MTA es de aproximadamente 10.2 pero aumenta a 12.5 después de 3 horas en una solución. El MTA tiene la habilidad de mantener altos valores de pH durante largos periodos. El alto pH se le atribuye a la constante liberación de calcio y formación de hidróxido de calcio.
- **Tiempo de fraguado:** La hidratación del polvo de MTA produce un gel coloidal que al solidificarse resulta en una estructura sólida. A diferencia de

otros materiales de obturación retrógrada, su tiempo de fraguado es más largo, siendo de 2-3 horas.

- **Radiopacidad:** Presenta 20% de bismuto, agente encargado de la radiopacidad.
- **Resistencia compresiva:** Después de 24 horas de mezclado presenta resistencia compresiva baja (40MPa), sin embargo después de 21 días es similar al súper EBA e IRM (70MPa).
- **Fuerza de adhesión:** La presencia de humedad promueve una mayor fuerza de adhesión. El MTA es un cemento hidráulico que mejora sus propiedades en presencia de humedad. La fuerza de adhesión aumenta de manera significativa cuando se almacena en fluidos sintéticos como solución balanceada de Hank o solución buffer fosfato. Estas soluciones tienen la habilidad de promover la biomineralización la cual ejerce una influencia positiva en la fuerza de adhesión.
- **Estabilidad dimensional:** El MTA exhibe expansión higroscópica en contacto con fluidos tisulares y se contrae si se deja secar. Esta expansión después del fraguado puede mejorar la capacidad de sellado.
- **Solubilidad:** La literatura reporta que el MTA presenta baja o casi nada de solubilidad.
- **Capacidad de sellado:** Presenta una capacidad de sellado adecuada y es un material biocompatible.
- **Propiedad antibacteriana:** Posee propiedades antibacterianas y antifúngicas dependiendo de la proporción polvo-líquido.
- **Biocompatible:** Promueve proliferación celular y producción de citoquinas; cementogénico; promueve regeneración de tejidos periodontales adyacentes¹⁹.

CEMENTOS SELLADORES A BASE DE MTA

Los cementos selladores a base de MTA se han desarrollado con la idea de combinar las propiedades biológicas del MTA con las propiedades físico químicas de los cementos selladores (biocompatibilidad, inducir formación de tejido mineralizado, fluidez apropiada y buena manipulación). Estos cementos son materiales hidrofílicos hidráulicos que pueden fijarse en ambientes húmedos (sangre, fluido dentinal). La humedad (como fluidos biológicos) es esencial para permitir las reacciones de fraguado e inducir el proceso de bioactividad con la formación de precipitados de apatita²⁰.

En 1999, Holland comparó un cemento sellador a base de ionómero de vidrio (Ketac Endo) con el MTA como sellador, allí comprobó que el MTA inducía el cierre del foramen principal del conducto con la nueva formación de cemento y ausencia de células inflamatorias. Años después, en el 2007, examinó la influencia de la extensión de la obturación en los tejidos apicales y periapicales después de llenar el conducto con MTA y concluyó que éste podía ser usado como cemento sellador de conductos²¹.

Los cementos selladores a base de MTA son cementos biocompatibles, que estimulan la mineralización y con mejores propiedades que los cementos a base de óxido de zinc y eugenol²⁰. Van a ser materiales bioactivos y biocompatibles que inducen la diferenciación de osteoblastos, mejoran la proliferación de fibroblastos periodontales y estimulan la mineralización de células pulpares²² además de promover los depósitos cristalinos de apatita a lo largo del tercio apical y medio del conducto radicular⁹.

El MTA presente en el cemento sellador puede formar iones de calcio e iones hidroxilo, importantes en la estimulación de la deposición de tejido duro¹¹. Los cementos a base de MTA son ricos en iones de calcio, que se transforman en hidróxido de calcio al contacto con el agua, y disocian en calcio e iones

hidroxilo, aumentando el pH de la solución. Además que la variación en la concentración de hidróxido de calcio lleva a diferentes valores de pH ²⁰. Un pH alto activa la fosfatasa alcalina, una enzima envuelta estrictamente en el proceso de mineralización, además que neutraliza los ácidos secretados (ácido láctico) por los osteoclastos, evitando la destrucción del tejido mineralizado (16, 18).

Con respecto a sus propiedades físicas, estudios de Zhou et al, indican que estos cementos selladores poseen fluidez mayor de 20mm y su solubilidad están dentro del límite permitido por la norma ISO6876/2001. En cuanto al grosor de película, el MTA Fillapex presenta mayor grosor de película en comparación con cementos selladores a base de resina epóxica y silicona. El pH de estos cementos es alcalino y se mantiene así después del fraguado ¹⁶. Estos cementos también exhiben mayor adhesividad a la dentina que los cementos a base de óxido de zinc y eugenol y un sellado similar a los cementos base de resina epóxica ¹⁰.

La presencia del MTA sugiere la posibilidad de expansión en el fraguado, lo que puede favorecer en el sellado. La mayoría de materiales tienen tendencia a contraerse de sus márgenes interfaciales exponiendo una brecha a través de la cual los elementos contaminantes pueden penetrar ¹¹.

Ventajas del MTA para su uso como cemento sellador.

- Al tener MTA son altamente biocompatibles y estimulan la mineralización.
- Son bioactivos.
- Poseen actividad antimicrobiana contra *M.luteus*, *S.aureus*, *E.coli*, *P.aeruginosa*, *C.albicans* y *E.faecalis* dado su pH alcalino.
- Modulan la producción de citoquinas.
- Forman hidroxiapatita (o apatita carbonatada) en la superficie del MTA y proveen sellado biológico.
- Poseen mayor adhesividad a la dentina que los cementos a base de óxido de zinc y eugenol y capacidad de sellado similar a los cementos a base de resina epóxica.

- Forma hidróxido de calcio que libera iones de calcio para la fijación y proliferación celular.
- Es radiopaco.
- No es sensible a la humedad y contacto con sangre ²¹.

Entre los cementos selladores a base de MTA tenemos:

➤ **CPM- SEALER** (Egeo SRL, MTM Argentina SA, Buenos Aires, Argentina)

Se desarrolló en el 2004 en Argentina en un intento de combinar la capacidad de sellado y propiedades físico químicas de un cemento sellador con las propiedades biológicas del MTA.

Su presentación polvo/ líquido, tiene tres presentaciones de 1gr, 2gr y 15gr. El polvo está compuesto por partículas hidrofílicas que forman un gel coloidal en presencia de humedad. Sus principales componentes son:

- Silicato tricálcico.
- Oxido tricálcico
- Aluminio tricálcico y
- Otros óxidos

La parte líquida está compuesta por solución salina y cloruro de calcio.

La composición después de la mezcla es de 50% MTA (SiO₂, K₂O, Al₂O₃, SO₃, CaO y Bi₂O₃), 7% SiO₂, 10% CaCO₃, 10% Bi₂O₃, 10% BaSO₄, 1% alginato propilenglicol, 1% propilenglicol, 1% Citrato de sodio y 10% cloruro de calcio ²¹. El cemento Endo CPM ha demostrado poseer adecuada radiopacidad, liberación de iones de calcio e hidroxilos, actividad antimicrobiana, biocompatibilidad (incluyendo estimulación de mineralización) además de no ser citotóxico a los cultivos de fibroblastos ¹¹.



➤ **TECH BIOSEALER ENDO** (Isasan, Como, Italy)

Indicaciones

- Cemento para tratamiento endodóntico (obturación ortógrada)
- Perfecta biocompatibilidad
- Endurece en el conducto húmedo o mojado (con ápice abierto)
- Excelente combinación con gutapercha caliente.
- Expansión volumétrica del 0.35-0.50%
- Sello de porosidad debido a la formación de depósitos de apatita.
- Elevada actividad antibacteriana resultante de la liberación de hidróxido de calcio.
- Excelente resultado del sellado apical controlado 12 meses
- Excelente radiopacidad

Composición:

- Polvo: composición base consiste en cemento de Portland y cloruro de calcio, adicionalmente tiene un filosilicato patentado cuya función es mejorar la plasticidad del material
- Líquido 1 botella de 5 ml de DPBS (Buffer Fosfato Salino de Dubelcco)

Presentación:

- 10 cápsulas de 270 mg c/u en blíster
- 1 botella de líquido DPBS (Buffer Fosfato Salino de Dubelcco) de 5 ml²³.



➤ **MTA OBTURA** (Angelus Soluções Odontológicas, Londrina, PR, Brazil)

Es una mezcla de MTA blanco con un líquido viscoso. En estudios in vitro MTA Obtura mostró aumento progresivo de filtración durante periodos experimentales. Estudios de Bernardes et al, concluyeron que presenta el menor valor de fluidez (27.65mm), debido a esta propiedad este sellador podría penetrar con mayor dificultad en las ramificaciones e irregularidades del conducto radicular que otros selladores, sin embargo este valor es mayor que el mínimo requerido por las especificaciones ANSI/ADA²¹.

➤ **MTA FILLAPEX** (Angelus Soluções Odontológicas, Londrina, PR, Brazil)

Es un cemento sellador a base de MTA desarrollado por Angelus (Londrina/Paraná/Brasil) y lanzado comercialmente en 2010²⁴ es un producto que combina las ventajosas propiedades del MTA con su fácil manejo dentro del conducto²⁰. El MTA presente en la composición del MTA Fillapex es más estable que el hidróxido de calcio, brindando liberación de calcio constante hacia los tejidos y manteniendo un pH que brinda efectos antibacterianos. Este producto es libre de eugenol y no interfiere con los procesos adhesivos dentro del conducto radicular, tampoco causa cambio de coloración de la estructura dental²⁴.

El MTA Fillapex viene en presentación pasta-pasta que en contacto promueve dos reacciones químicas que son las responsables del fraguado del material: la hidratación progresiva de los iones ortosilicato SiO_4^{4-} y la reacción entre el

MTA y la resina salicilato. El MTA reacciona con el salicilato creando un polímero aniónico. Cuando las partículas de silicato de calcio del MTA reaccionan con el agua se forma un gel hidratado de silicato de calcio nanoporoso en las partículas de cemento. El gel se polimeriza y endurece formando una sólida red ¹².

Composición

- Resina salicilato.
- Resina diluyente.
- Resina natural.
- Óxido de bismuto.
- Sílica nanoparticulada.
- Mineral trióxido agregado.
- Pigmentos ²⁵.

Principales ventajas y características según el fabricante

- Presencia de MTA en su fórmula: Permite la formación de nuevo tejido, incluyendo cemento radicular.
- Biocompatibilidad: Recuperación rápida de los tejidos sin causar reacción inflamatoria.
- Alta radiopacidad: Permite excelente visualización radiográfica.
- Excelente fluidez: Su fluidez está diseñada para penetrar y sellar los conductos laterales.
- Expansión de fraguado: Provee excelente sellado del conducto radicular, evitando la penetración de fluidos tisulares y/o recontaminación bacteriana.
- Liberación de calcio: Induce rápida regeneración tisular en lugares con lesión ósea y actividad microbiana.
- Sistema pasta/pasta: Fácil manipulación e inserción.
- Tiempo de trabajo: Permite adecuado tiempo de trabajo para el especialista u odontólogo general.

- Fácil remoción: Permite fácil remoción en caso de retratamientos, sobre todo si es usado con conos de gutapercha ²⁴.

Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas.

- Manipulación e inserción. Viene en presentación pasta/pasta en jeringa de automezclado o en dos tubos que proveen una adecuada consistencia para su inserción dentro del conducto radicular. La presencia de nanopartículas permite una mezcla homogénea y mejor fluidez del producto.
- Sellado del conducto.
 - Fluidez: se encuentra dentro de los estándares de ISO 6876:2001, capacidad de fluido: 27.66mm
 - Grosor de película: El grosor de película no excede 50µm, por lo tanto el MTA Fillapex cumple los requisitos de ISO 6876:2001 con un apropiado grosor de película y amplio margen de seguridad.
- Cambio dimensional. El MTA Fillapex a diferencia de los cementos a base de resina presenta una característica importante requerida por los materiales selladores que es la expansión de fraguado, ya que esta disminuye la filtración apical. Su cambio dimensional promedio es 0.088%; la norma ISO indica que el cambio dimensional promedio no debe exceder 1.0% en contracción ó 0.1% en expansión.
- Solubilidad. El valor de solubilidad es de 0.1%, un valor menor que el máximo aceptado por ISO que es de 3%.
- Acción antimicrobiana. El uso de materiales que poseen alta alcalinidad favorece la mineralización de los tejidos así como buenas propiedades antimicrobianas ²⁴. Estudios de Kuga et al, mostraron que provee alto pH y liberación adecuada de calcio durante 24 horas, 14 días y 28 días, periodos en los que fueron evaluados, y su propiedad antibacterial fue similar al AH Plus, que viene a ser el *gold standard* en las pruebas de materiales endodónticos ²⁰.
- Fácil remoción. Puede ser removido de manera química o mecánica o una combinación de ambas. Los solventes a base de aceites cítricos y sustancias cloroformadas pueden ser utilizados.

- Radiopacidad. Cumple con los requisitos propuestos por la norma ISO 6876:2001 y ADA Nro. 57.
- Biocompatibilidad. Las propiedades biológicas inherentes al MTA se replican en el MTA Fillapex²⁴.
- Tiempo de trabajo: 35 minutos.
- Tiempo de fraguado: 130 minutos.
- Reacción de complejación: La reacción química que promueve el fraguado del MTA Fillapex no es reacción de polimerización entre pastas sino reacción de complejación.



2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Bioactividad. Se define como el efecto beneficioso producido por algunos materiales cuando son implantados en tejidos vivos. A través de reacciones bioquímicas y biofísicas los fluidos tisulares interactúan con estos materiales llevando a la formación de cristales carbonatados de apatita, que son el principal compuesto mineral de tejidos duros como hueso, dentina y cemento. Idealmente los cementos selladores deben ser bioactivos dado que están en contacto directo con los tejidos periapicales a través del ápice radicular²⁶.

Solubilidad. Capacidad de una sustancia o un cuerpo para disolverse al mezclarse con un líquido.

En general los cementos selladores deben presentar baja solubilidad en contacto con los fluidos tisulares. En los casos en que el material presenta alta solubilidad los compuestos químicos pueden ser liberados e irritar los tejidos periapicales. La posibilidad de formar espacios entre el conducto radicular y el material de relleno también puede aumentar la filtración bacteriana¹³.

Fluidez. La fluidez es una característica de los líquidos o gases que les confiere la habilidad de poder pasar por cualquier orificio o agujero por más pequeño que sea. Los cementos selladores presentan una fluidez satisfactoria cuando penetran en las irregularidades de los conductos, túbulos dentinarios y aumentan el entrelace mecánico entre el sellador y la dentina. Sin embargo una mayor fluidez puede derivar en riesgo de extrusión apical que puede llevar a una reacción inflamatoria de los tejidos periapicales causada por la citotoxicidad de los selladores²⁶. La habilidad para penetrar en el sistema de conductos depende del tamaño de la partícula, temperatura, tiempo de fraguado, tasa de inserción y diámetro interno de los conductos. La fluidez del material puede ser evaluada utilizando diferentes métodos que incluyen viscosidad, penetrabilidad, grado de aplastamiento y extrusión¹².

ANSI/ADA. Estándar dental propuesto por la Asociación Dental Americana para el diseño y manufactura de productos dentales. Con respecto a los cementos selladores recomiendan que la solubilidad sea menor de 3%, fluidez ≥ 20 mm de diámetro de un disco y tiempo de fraguado no exceda 10% del tiempo especificado por el fabricante (ANSI/ADA especificaciones 57) ²⁷.

III. CASO CLINICO

3.1 HISTORIA CLÍNICA

Paciente femenino de 39 años.

- Motivo de la consulta: Terminar tratamiento previamente iniciado en la pieza:4.7
- Antecedentes: Sin antecedentes médicos relevantes.
- Signos y Síntomas
 - Dolor: Ausencia de dolor a la percusión tanto vertical como horizontal, respuesta negativa al frío,
 - Inspección: Encía ligeramente enrojecida por presencia de placa bacteriana.
 - Exploración: Ausencia de tracto sinusal.
- Evaluación radiográfica: A nivel coronal se observa imagen radiolúcida compatible con ausencia de sellado coronario seguida de imagen radiopaca compatible con material de restauración temporal sobre imagen radiolúcida en cámara pulpar. A nivel radicular se observa ligero ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal así como imagen radiolúcida apical < 2mm compatible con periodontitis apical.



Imagen1: Radiografía Diagnóstica

3.2 DIAGNÓSTICO. Periodontitis apical asintomática asociada a terapia previamente iniciada.

3.3 PLAN DE TRATAMIENTO. Necropulpectomía

3.4 TRATAMIENTO REALIZADO. El tratamiento se realizó en 2 sesiones

Primera sesión:

- Anestesia troncular.
- Aislamiento absoluto.
- Acceso cameral.
- Irrigación con NaOCl 2.5%, Aspiración.
- Permeabilización de conductos con limas manuales K Nro 08, 10,15, 20 con conicidad 0.02%
- Uso de sistema Irace Plus hasta longitud temporal de trabajo.
- Conductometría:
 - ✓ Conducto distal: Lima K nro20 – 20mm
 - ✓ Conducto mesiovestibular: Lima K nro10 – 19mm
 - ✓ Conducto mesiolingual: Lima K nro15 – 19mm
- Preparación Biomecánica: Técnica Híbrida

Conductos	Conducto Distal	Conducto M Vestibular	Conducto M Lingual
Sistema utilizado en la PBM	<i>Sistema Irace (R1,R2,R3), Mtwo 35/.04 y terminación apical Mtwo 40/.04</i>	<i>Sistema Irace R1, R2, R3. Terminación apical 30/.04</i>	<i>Sistema Irace R1,R2,R3 y terminación apical Mtwo 35/.04</i>

- Irrigación con NaOCl 2.5%, Aspiración.
- Medicación Intraconducto con Hidróxido de Calcio
- Se deja material provisional entre cita y cita.

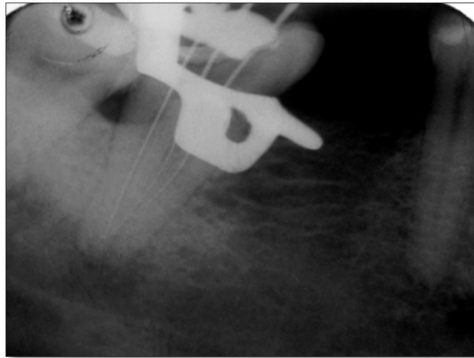


Imagen 2: Conductometría

Segunda Sesión: 7 días después.

- Anestesia troncular.
- Aislamiento absoluto.
- Acceso cameral
- Irrigación NaOCl 2.5%, Aspiración.
- Retiro de hidróxido de calcio de los conductos.
- Conometría.
 - Conducto distal: Cono 40/.04 – 20mm.
 - Conducto Mesiovestibular: Cono 30/.04 – 19mm.
 - Conducto Mesiolingual: Cono 35/.04 – 19mm.



Imgen3: Conometría

- Irrigación final: suero fisiológico seguido de EDTA 17% por un minuto con 3 activaciones mínimas de 20 segundos
- Obturación con cemento sellador a base de MTA, **MTA Fillapex** (Angelus Soluções Odontológicas, Londrina, PR, Brazil) siguiendo las indicaciones del fabricante.



Imagen 4: Cemento MTA Fillapex

- Obturación con técnica de condensación lateral.
- Se deja material provisional. Se deriva a la paciente con su operador para la restauración definitiva.

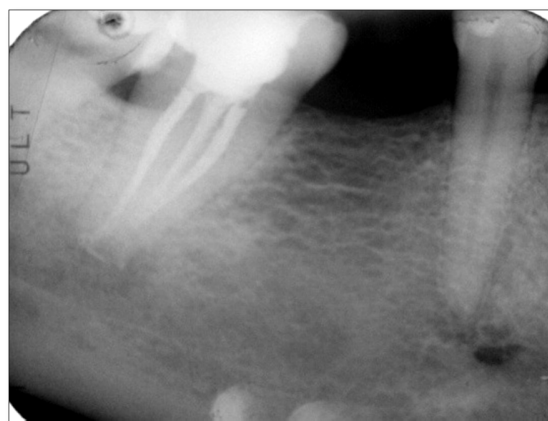


Imagen 5: Obturación final

3.5 EVOLUCIÓN DEL CASO. El Control radiográfico se realizó a los 03 meses, pieza restaurada, paciente asintomática.

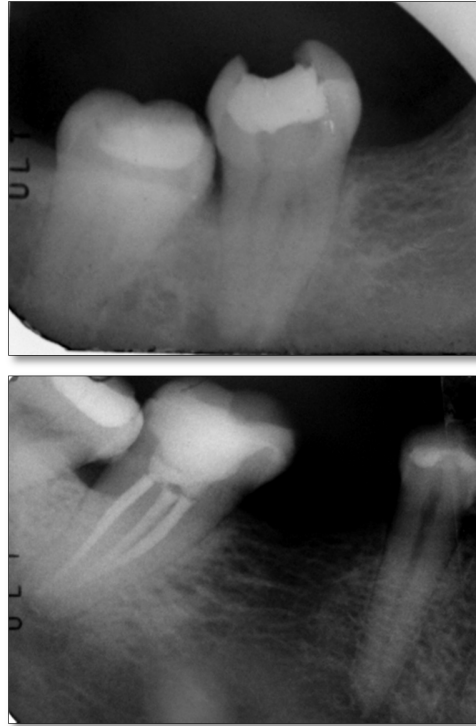


Imagen 6: Radiografía inicial y de control 03 meses después de finalizado el tratamiento de conducto

IV. DISCUSION

Dadas las respuestas biológicas positivas del uso del MTA, se han desarrollado cementos selladores basados en su composición y con mejoras en su manipulación, que se caracterizan por poseer adecuadas propiedades físico químicas para ser usados como tales, como por ejemplo el MTA Fillapex, entre otros.

Los cementos selladores a base de MTA se caracterizan por presentar pH alcalino, ésta alcalinidad favorece la mineralización de los tejidos así como la actividad antimicrobiana⁶. El MTA Fillapex presenta pH alcalino^{16, 13, 28} lo que contribuye con su potencial osteogénico, compatibilidad y actividad antibacterial. Al presentar un pH alto se activa la fosfatasa alcalina, enzima envuelta estrictamente en el proceso de mineralización y a su vez neutraliza los ácidos secretados por los osteoclastos evitando así la destrucción del tejido mineralizado¹³. Estudios de Zhou et al, demostraron que el MTA Fillapex presentó pH alcalino durante todos los intervalos de tiempo evaluados (1 día a 5 meses) a diferencia de otros cementos como AH Plus y Thermaseal que disminuyeron su pH después de 24 horas¹⁶. De igual manera Chávez et al encontraron que la liberación de pH era mayor durante el 7mo y 28vo día en comparación con el AH Plus que presentó menor valor de pH durante todos los periodos estudiados²⁸.

Otra ventaja en el uso de este tipo de cementos es su potencial de liberación de calcio; estudios de Kuga et al mostraron liberación constante de calcio por parte del MTA Fillapex durante los 14 días del periodo de evaluación, aunque ésta era menor que la presentada por el MTA gris¹⁰. Otros estudios también mostraron que la liberación de calcio a las 24 horas y a los 14 días era estadísticamente similar entre MTA Fillapex y Sealapex, a diferencia del AH plus que presentó

menor liberación de calcio en todos los periodos ²⁸. La liberación de calcio evalúa el potencial de inducción de mineralización proveniente del material ¹⁰.

El MTA Fillapex también presenta fluidez adecuada para ser utilizado como cemento sellador ^{12,27} permitiéndole ingresar en las irregularidades del conducto y en sus conductos accesorios ¹². Estudios de Chávez et al, encontraron fluidez similar del MTA Fillapex con respecto al AH plus y Sealapex ²⁸; Vitti et al, sin embargo encontraron que presentaba menor fluidez (29.04mm) que el AH Plus (37.97mm) aunque podría estar relacionado con el método utilizado para medir la fluidez ¹² ya que otros estudios consideraron que la fluidez del MTA Fillapex es mayor al resto de cementos (AH plus, Endo CPM, Epiphany y Epiphany SE) lo que podría generar riesgo de extrusión hacia los tejidos periapicales ²⁹. Tan importante como la fluidez es el grado de penetración del cemento pues brinda un beneficio biológico gracias a su efecto antibacteriano a nivel de los túbulos dentinarios ¹⁵. El MTA Fillapex presenta un grado de penetración similar al AH plus. ^{15,27,30}.

En cuanto a su capacidad de sellado se observó que MTA Fillapex tiene mejor capacidad para prevenir la filtración apical que el Endo-CPM y tanto el Fillapex como Sealapex mostraron menos tinción de filtración que el Endo-CPM con diferencias estadísticamente significativas. La presencia de MTA sugiere la posibilidad de expansión en el fraguado lo que podría favorecer el sellado ¹¹; por otro lado estudios de Silva et al, utilizando microscopia confocal laser de barrido muestran fallas de sellado por parte del MTA Fillapex a 4-6mm del ápice, considerando su desempeño inferior al resto de cementos (AH Plus, Pulp Canal Sealer EWT y Sealapex) ¹⁵.

Otra característica de estos cementos es la fuerza adhesiva, el MTA Fillapex presenta una alta adhesión a dentina húmeda ³¹ lo que le permite ser usado bajo condiciones de humedad sin que afecte su capacidad de sellado apical ³², sin embargo estudios de microscopía confocal láser de barrido (CLSM) mostraron

que el MTA Fillapex presentó mayor porcentaje de espacios en la interface dentina/sellador en comparación al AH Plus, lo que podría incrementar el potencial de invasión microbiano y recolonización ²⁷.

Finalmente, una de las características más importantes que debe tener todo cemento sellador es la **BIOCOMPATIBILIDAD**. Gomes-Filho et al, observaron que el MTA Fillapex era biocompatible y además estimulaba la mineralización ¹, comprobaron también que el MTA Fillapex y Sealapex producían menor reacción inflamatoria en el muñón pulpar demostrando así su biocompatibilidad ²⁵. Estudios de Marques et al, mostraron mejores propiedades de biocompatibilidad del MTA Fillapex con respecto al óxido de zinc y eugenol (a nivel de tejido sc) aunque se observó inflamación moderada a los 7 días, ésta disminuyó con el tiempo, y a los 15 días estaba ausente con muchas fibras colágenas presentes que indicaban reparación normal de los tejidos ³³. Sin embargo Tavares et al, señalan que la presencia de MTA en el MTA Fillapex no le brinda ninguna ventaja de biocompatibilidad en comparación al AH plus o Endofill probablemente por su composición química por lo que para ellos el AH plus sigue siendo el sellador de elección ³⁴.

No obstante estudios de citotoxicidad en células humanas del ligamento periodontal demostraron que el MTA Fillapex no producía efecto citotóxico, más bien inducía menor expresión de mediadores pro inflamatorios y aumentaba la diferenciación osteoblástica de las células del ligamento periodontal ¹⁴.

**B. TERAPIA PULPAR INDIRECTA EN DOS ETAPAS: TÉCNICA DE
STEPWISE EXCAVATION.**

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES.

Leksell et al, 1996. Mostraron en piezas posteriores permanentes jóvenes que la posibilidad de exposición pulpar fue menor con la técnica Stepwise excavation (17,5%) que cuando se realizó excavación directa (40%), puesto que fomentó la remineralización en un periodo de 8-24 semanas y disminuyó la posible exposición pulpar. El tiempo de seguimiento del control de los casos fue de 1 a 11 años teniendo como criterio de éxito condiciones normales tanto clínicas como radiográficas ⁴.

Bjørndal y Thylstrup, 1998. Evaluaron la terapia pulpar indirecta en dos etapas en piezas permanentes con lesiones cariosas profundas. Comprobaron que el uso de hidróxido de calcio, en un periodo de 2 a 19 meses, como base en el tratamiento, produjo un cambio en la consistencia de la dentina, de presentarse blanda o muy blanda al inicio de la excavación (68%) a encontrarse dura después de la excavación final (88%). Observando una alta tasa de sobrevivencia después de un año de seguimiento ⁵.

Bjørndal et al, 2010. Encontraron que la incidencia de exposición pulpar era menor con la técnica de Stepwise excavation (17,5%) frente a la excavación directa (28,9%) en lesiones cariosas en adultos mayores de 18 años; siendo el periodo de reingreso a la cavidad de 8 a 12 semanas posteriores a la excavación inicial. Al año de control, las piezas mantenían vitalidad pulpar y no presentaban radiolucidez apical, siendo 89,8% para las piezas con stepwise excavation y 87,7% para aquellas con excavación directa ³⁵.

Hayashi et al, 2011. En una revisión sistemática sobre preservación pulpar a través de la terapia pulpar indirecta en dos etapas, se observó que el tiempo de reingreso a la cavidad iba de 4 semanas a 12 meses, siendo el tiempo más común de 3 a 6 meses y el material más utilizado era el hidróxido de calcio. Asimismo

consideraron que la técnica de stepwise excavation era efectiva en la preservación de la pulpa dental en lesiones cariosas profundas en piezas permanentes, presentando un alto porcentaje de éxito (94 a 100%) en la mayoría de los casos, independientemente del material utilizado como base ³⁶.

Ricketts et al, 2013. En una revisión sobre remoción de caries concluyeron que la técnica de stepwise excavation presentó 56% menos incidencia de exposición pulpar que la excavación completa y la incidencia de exposición pulpar en los casos de remoción completa fue de 34,7% y 15,4% para la técnica de stepwise³⁷.

2.2 BASES TEÓRICAS

TERAPIA PULPAR INDIRECTA

En 1859 John Tomes consideró la terapia pulpar indirecta como tratamiento conservador alternativo del complejo dentino pulpar para dentición primaria y permanente. “Es mejor que quede una capa de dentina decolorada remanente para proteger la pulpa que correr el riesgo de sacrificar el diente” ³⁸.

Tradicionalmente los procedimientos restauradores consisten en la remoción de dentina blanda, desmineralizada antes de colocar la restauración, sin embargo esta forma puede llevar a una invasión bacteriana si se expone la pulpa mecánicamente.

La terapia pulpar indirecta está indicada en cualquier situación en que la proximidad con la pulpa pueda permitir el ingreso de irritantes provenientes del proceso carioso o del propio material restaurador. Esta técnica es realizada cuando aún no ocurre comunicación directa del órgano pulpar con la cavidad ³⁹. Tenemos así excavación completa de caries (terapia pulpar indirecta propiamente dicha), remoción parcial de caries y remoción en dos etapas “stepwise excavation”.

- Remoción parcial de caries: Omite el reingreso en una siguiente etapa, la caries residual es sellada debajo de una restauración definitiva en la primera y única visita. Sin embargo la cantidad de caries en la dentina es variable; algunos estudios sólo remueven a nivel de esmalte y no tocan la dentina, otros remueven el esmalte afectado y parte de la dentina, dejando caries blanda y húmeda en el piso y otros estudios dejan una delgada capa de dentina cariada sobre la pulpa dental. El problema en este caso es saber si dejar más dentina cariada es beneficiosa (disminuye el riesgo de exposición pulpar) o perjudicial (mayor riesgo de fallas debido a la progresión de la caries) ⁴⁰.

- Stepwise Excavation o remoción en dos etapas: En la primera etapa se realiza remoción parcial de caries cercana al piso pulpar y se sella con material temporario. La segunda etapa se reingresa de 1 a 20 meses después (4, 5, 6,7) y se realiza la remoción completa de la caries seguida de una restauración definitiva, promoviendo así la remineralización y desarrollo de una dentina terciaria durante este intervalo de tiempo ⁴⁰.

TÉCNICA PULPAR INDIRECTA EN DOS ETAPAS: TÉCNICA DE STEPWISE EXCAVATION

La terapia pulpar indirecta en dos etapas se presenta cuando la pulpa es separada de la cavidad por una fina capa de dentina afectada que de ser removida puede provocar una exposición pulpar. Tiene la finalidad de promover la recuperación pulpar, la deposición de dentina terciaria y la remineralización de esa fina capa de dentina minimizando los riesgos de exposición accidental ⁴¹. Aunque la dentina cariada que se deja en el diente probablemente contenga algunas bacterias, el número de estas va a disminuir extremadamente cuando esta capa sea cubierta con un material de protección indirecta adecuado, el cual sella los microorganismos en los túbulos. Ante la ausencia de nutrientes, los microorganismos remanentes ya no se mantienen viables. Además si el material

de protección puede desnaturalizar la dentina cariada reblandecida y a la vez promover su remineralización, el microambiente en el diente se modificará y se producirá dentina terciaria ⁴².

La técnica Stepwise Excavation es realizada en dos sesiones. La primera comprende la remoción parcial de la caries y la protección del complejo dentino pulpar. La segunda etapa consiste en la confirmación del resultado, limpieza completa de la cavidad y complementación con el tratamiento restaurador final⁴¹.

En el Simposio de la Asociación Americana de Endodoncia (AAE) y la Asociación Americana de Odontología Pediátrica (AAPD) realizado en 2007 en Chicago (EEUU), tal como lo citó Bjørndal en el 2008, se dieron las directrices con respecto a esta técnica:

1. Presencia de lesión cariosa profunda que puede resultar en exposición pulpar si se trata en una única sesión. En la evaluación radiográfica, la lesión dentinaria compromete $\frac{3}{4}$ o más del espesor dentinario.
2. Ausencia de síntomas previos como dolor espontáneo o dolor provocado. Sin embargo, puede existir dolor leve a moderado al estímulo térmico.
3. Sensibilidad pulpar positiva mediante las pruebas pulpares eléctricas, estímulo térmico o prueba de la cavidad.
4. Radiografías preoperatorias que muestren ausencia de patología apical.
5. Remoción del tejido carioso y dentina infectada de las paredes y el piso de manera que pueda colocarse adecuadamente una restauración provisional.
6. No excavar demasiado durante la primera sesión, de esta manera se reduce el riesgo de exposición pulpar.
7. Seleccionar un material restaurador provisional según la duración del intervalo del tratamiento ³⁸.

El propósito de este tratamiento no es hacia la excavación completa de caries, sino a cambiar el medio de una caries de progresión rápida a una crónica o

detenida. Es más, la excavación final se realiza en dentina cariada que va a mostrar los signos clínicos de caries detenida, siendo más oscura y de consistencia dura. Así la excavación final se vuelve más fácil y más controlable que en una dentina blanda y desmineralizada ⁶.

Esto se consigue gracias a materiales ideados para ese fin como es el hidróxido de calcio que fue introducido por Herman en 1920 como agente de recubrimiento pulpar, pues fomenta la deposición de un puente de tejido duro que normalmente protege la pulpa dental.

El uso de hidróxido de calcio como material de protección ha demostrado favorecer la formación de dentina reparadora ⁴³, proteger la pulpa de estímulos térmicos y eléctricos y presentar propiedades antimicrobianas ⁴¹. El hidróxido de calcio detiene la lesión cariosa ya que actúa sobre el crecimiento y metabolismo bacteriano ⁴³.

Los iones calcio Ca^{2+} inducen la proliferación de células de la pulpa dental y su diferenciación en odontoblastos, formación de puente dentinario terciario/reparador, la mineralización de dentina y sustracción del CO_2 ambiental requerido para el crecimiento bacteriano. Los iones hidroxilo OH^- (pH alcalino) tienen actividad bacteriostática y antibacterial/bactericida (destrucción de la membrana citoplasmática de la bacteria, desnaturalización de proteínas, prevención de nuevo crecimiento bacteriano y re ingreso a los túbulos dentinarios/pulpa); pueden neutralizar el ácido láctico producido por la actividad bacteriana y promover la formación de apatita ⁴⁴. Se ha comprobado la reparación del colágeno en dientes con lesiones cariosas y sellar la dentina afectada con hidróxido de calcio promueve una mejor organización del colágeno en comparación con los sistemas adhesivos ⁴⁵.

El éxito de esta técnica depende de la integridad de la restauración y el sellado; los controles periódicos son importantes. En el infortunado caso que la restauración falle y no se detecte, la lesión potencialmente reactiva se encontraría en un estadio más avanzado ³⁹.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Caries profunda: Es aquella que abarca $\frac{3}{4}$ o más del espesor total de la dentina remanente, clasificación R4 Pitts ⁴⁶.

Dentina Terciaria

También llamada de irritación, se produce como respuesta a agentes agresores, no sólo caries, sino también desgaste dentario o procedimientos restauradores. Frente a la injuria o al estímulo, los odontoblastos regulan su función secretora con el propósito de crear una nueva matriz extracelular en la cual nuevo mineral se pueda cristalizar. La dentina terciaria se forma para reparar el tejido dañado y va a ser de dos tipos, dentina reaccionaria y dentina reparativa.

Dentina reaccionaria.

Depende exclusivamente de la población celular existente y requiere que los odontoblastos sobrevivan al estímulo, la injuria es además de tipo medio.

Dentina reparativa.

Se forma en respuesta a una agresión sostenida o un estímulo mucho mayor que aquel que provoca la deposición de dentina reaccionaria. La nueva dentina es producida por células odontoblastoides reclutadas al lugar de la lesión. Esto se da debido a que los odontoblastos han sido eliminados por la severidad de la injuria⁴⁷.

Dentina infectada: Corresponde a la porción externa de la dentina cariada. Es de consistencia blanda, aspecto húmedo y color amarillo-marrón semejante a un queso, está irreversiblemente desnaturalizada y desmineralizada y contiene una alta concentración de microorganismos (10^8 bacterias/g). Esta capa no es sensible al contacto y puede removerse sin necesidad de utilizar anestesia debido a que ha perdido el sistema hidrodinámico que presentan los túbulos dentinarios cuando están intactos ⁴⁸.

Dentina afectada: Corresponde a la porción interna de la dentina cariada. La dentina afectada se encuentra más allá de la zona de invasión bacteriana masiva.

Es un tejido vital, sensible a su instrumentación con explorador o cureta y presenta diversos grados de reblandecimiento. La matriz de colágeno se presenta intacta o afectada de modo reversible. Esta dentina puede considerarse remineralizable. Esta dentina remineralizada vuelve a tener una dureza y contenido mineral semejante a la dentina sana o mejor aún ⁴⁶.

III. CASO CLÍNICO

3.1 Historia clínica

Paciente femenino de 15 años de edad.

- Motivo de la consulta: Dolor provocado a los cambios térmicos de corta duración en pieza 37.
- Antecedentes: No contributorios.
- Signos y Síntomas: A la prueba objetiva de diagnóstico con frío (ROEKO Endofrost - Coltène/Whaledent, Alemania) se observó respuesta positiva, que cesaba una vez que se retiraba el estímulo.
- Inspección: Lesión cariosa oclusal en el segundo molar inferior izquierdo, ausencia de tumefacción y encía normal.
- Evaluación radiográfica: La radiografía aleta de mordida reveló lesión de caries oclusal profunda cercana al cuerno pulpar, clasificación R4 de Pitts. Ausencia de radiolucidez a nivel apical. El espacio del ligamento periodontal no se encontraba ensanchado (figura 1 y 2)

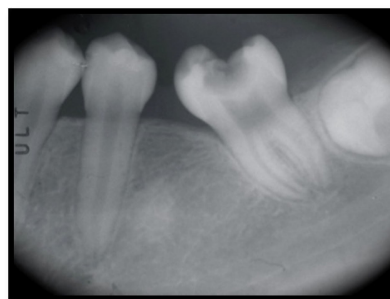


Figura1: Radiografía de diagnóstico inicial aleta de mordida pieza 37.

Figura2: Radiografía de diagnóstico inicial periapical pieza 37.

3.2 DIAGNÓSTICO. Pulpitis Reversible

3.3 PLAN DE TRATAMIENTO.

- Terapia Pulpar en dos etapas: Técnica de Stepwise excavation.

- Restauración definitiva.
- Controles periódicos clínicos- radiográficos.

3.4 TRATAMIENTO REALIZADO: Se dividió en dos fases

Primera Fase

- Anestesia troncular.
- Aislamiento absoluto de la hemiarcada inferior izquierda.
- Remoción de esmalte con punta diamantada redonda #1016, #1014 (KG Sorensen, Brasil) a alta velocidad y abundante refrigeración.
- Remoción de la dentina infectada de las paredes y el piso con cureta de dentina dejándose dentina afectada.
- Limpieza de la cavidad con clorhexidina al 2% y secado con una torunda de algodón estéril.
- Colocación de pasta de hidróxido de calcio (suero y polvo de $(Ca(OH)_2)$ en el piso pulpar, dejando paredes y margen de esmalte libre.
- Restauración temporal con ionómero convencional de alta densidad (Ketac Molar Easymix -3M/ESPE, EEUU) siguiendo instrucciones del fabricante.
- Retiro de aislamiento absoluto.
- Ajuste oclusal y control a los 6 meses.

Segunda Fase

- Reevaluación del paciente a los 6 meses (figura3). Se repite la anamnesis, las pruebas objetivas y los exámenes radiográficos para determinar el diagnóstico. El diente no debe presentar ninguna señal de pulpitis irreversible.



Figura3. Control clínico a 6 meses después de iniciado la técnica de stepwise excavation

- Radiográficamente se observó formación de puente dentinario (figura 4 y 5), por lo que confirmado el estado de normalidad de la pulpa se decide retirar la restauración provisoria para inspeccionar el piso de la cavidad.



Figura 4. Radiografía aleta de mordida de control 6 meses después de iniciada la técnica de stepwise excavation. Se observa formación de puente dentinario en la cámara pulpar.

Figura 5. Radiografía periapical de control 6 meses después de iniciado la técnica de stepwise excavation.

- Anestesia troncular y aislamiento absoluto.
- Se reabrió la cavidad y se retiraron por completo los remanentes del material con una cureta para dentina.
- Limpieza de la cavidad con un chorro de clorhexidina al 2%, y secado con una torunda estéril de algodón (ver figura 6).

- Colocación de un recubridor de ionómero modificado con resina (Vitrebond 3M/ESPE, EEUU) sobre la dentina remineralizada. (ver figura7).



Figura 6. Evaluación clínica de la preparación cavitaria donde se observa dentina remineralizada 6 meses después de la técnica de stepwise excavation



Figura 7. Preparación cavitaria con dentina remineralizada cubierta por ionómero de vidrio modificado por resina.

- Grabado con ácido fosfórico al 35% durante 20 segundos (Scotchbond Etchant, 3M/ESPE, EEUU).
- Lavado y secado con jeringa triple.
- Aplicación del sistema adhesivo (Adper Single Bond2, 3M/ESPE, EEUU).
- Colocación de resina de manera incremental (Herculite A2D Kerr; Filtek Z350, A2, 3M/ESPE, EEUU) y polimerización de cada incremento durante 40 segundos. (ver figura8).
- Retiro del dique de goma, ajuste oclusal y pulido de la superficie de la restauración. (ver figura9)



Figura 8. Colocación de resina compuesta en la preparación.



Figura 9. Restauración final después del pulido.

3.5 EVOLUCIÓN DEL CASO.

- Control clínico radiográfico que se realizó a los doce meses de realizada la técnica de Stepwise excavation no evidenciándose patología/sintomatología alguna que indique pulpitis irreversible. (figuras 10 y 11).
- Palpación (-), Percusión vertical y horizontal (-)
- Test de sensibilidad al frío (+) que cesó poco después de retirar el estímulo.

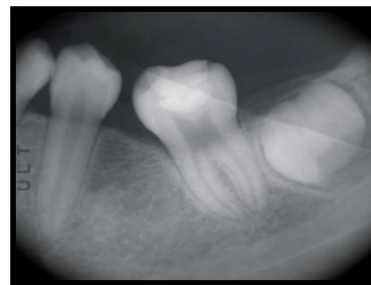
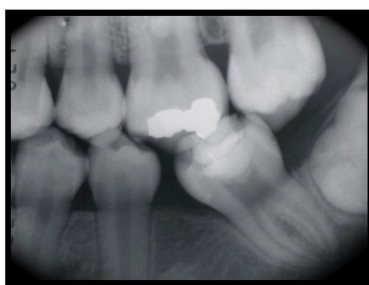


Figura 10. Radiografía aleta de mordida de control, 12 meses después de realizada la técnica de stepwise excavation

Figura 11. Radiografía periapical de control, 12 meses después de realizado el tratamiento expectante.

- A los 60 meses de realizada la terapia pulpar indirecta en dos etapas se realizó otro control en el cual se observó filtración marginal de la restauración a nivel oclusal y vestibular por lo que se procedió a la

restauración. La paciente no presentó sintomatología alguna que indicase pulpitis irreversible, evaluación radiográfica aparentemente normal. (figuras 12 y 13). Se considera el tratamiento efectivo.



Figura 12. Radiografía aleta de mordida de control, 60 meses después de iniciado la técnica de stepwise excavation

Figura 13. Radiografía periapical de control, 60 meses después de iniciado el tratamiento, se observa filtración de restauración a nivel coronal.

IV DISCUSIÓN.

La terapia pulpar indirecta en dos etapas se realiza en los casos de lesiones cariosas agudas muy profundas, en pacientes jóvenes, con ausencia de dolor espontáneo y con respuesta a estímulos térmicos, especialmente al frío, que ceden rápidamente ³⁸. Este procedimiento brinda a la pulpa la posibilidad de recuperarse y producir dentina terciaria, reduciendo así el riesgo de exposición pulpar durante la consiguiente remoción de tejido carioso, produciendo así el menor trauma posible a la pulpa ^(4, 36,38). Así, la tasa de éxito del recubrimiento pulpar indirecto es del 95% incluyendo controles clínicos - radiográficos durante periodos de 2 semanas a 73 meses ⁴⁹ y la tasa de éxito de la técnica de Stepwise excavation es de 94 a 100%, independientemente del material utilizado como base ³⁶.

Bjørndal et al, demostraron menor exposición pulpar después de la excavación final en la terapia pulpar indirecta en dos etapas que en la excavación directa 17,5% y 28,9%, respectivamente. Al año de control, el resto de las piezas mantenían vitalidad pulpar y no presentaban radiolucidez apical, siendo 89,8% para la primera y 87,7% para aquellas con excavación directa. En los pacientes menores de 50 años había mayor probabilidad de mantener la vitalidad pulpar y ausencia de radiolucidez apical que en pacientes mayores de 50 ³⁵. Lima et al, demostraron que la técnica de Stepwise excavation brinda resultados satisfactorios luego de 17 años de seguimiento, siempre y cuando se haya realizado un correcto diagnóstico pulpar, evaluación de historia del dolor, y hallazgos clínico/ radiográficos ⁵⁰.

La terapia pulpar indirecta en dos etapas presenta menor índice de compromiso pulpar (15%) que la excavación directa (53%), por lo que se sostiene que no es necesaria la remoción de toda la dentina infectada en lesiones cariosas profundas para lograr un tratamiento exitoso debido a la remineralización de dentina afectada ⁴⁹. Además, existen estudios a 3 años de duración que muestran que la remoción parcial de caries de dentina y el sellado de la cavidad por un periodo de

36-45 meses estimulan las reacciones de defensa de la pulpa y detienen el proceso carioso ⁵¹.

El propósito de este tratamiento no es hacia la excavación completa de la lesión de caries dental, sino a cambiar el medio de una lesión de caries de progresión rápida a una crónica o detenida. Es más, la excavación final se realiza en dentina cariada que va a mostrar los signos clínicos de caries detenida, siendo más oscura y de consistencia dura. Así la excavación final se vuelve más fácil y más controlable que en una dentina blanda y desmineralizada ⁶.

Existe controversia respecto al reingreso a la cavidad en una segunda sesión puesto que se considera que el tratamiento funciona sólo con la remoción parcial de caries y sellando la pieza en la primera sesión. Sin embargo Hevinga et al, encontraron que aunque la resistencia a la fractura es menor que con la excavación completa, pueden presentarse fallas clínicas a largo plazo en las piezas con remoción parcial de caries. En situaciones clínicas estas fracturas pueden no ser percibidas por el paciente, por lo que el diente seguiría recibiendo cargas y en la interfaz de la restauración y la dentina cariada esta tensión podría llevar a fracturas cuspidas. Además, debido a la presencia de grietas en la restauración existe la posibilidad que el proceso carioso se active nuevamente. Es por eso que sugieren el tratamiento en dos etapas ⁵².

Al cambiar el medio ambiente de una cavidad con lesión cariosa activa, ésta pasa a tener una progresión lenta, la cual estará acompañada de la formación de dentina terciaria, esto se logra gracias a la disminución del número de bacterias ⁵³ Además, estudios microbiológicos revelan que la dentina desmineralizada con lesión activa, blanda, amarillenta se convierte en una más oscura, más dura y más seca, semejante a una lesión de progresión lenta ^(53,54). Ello se puede explicar a través de las observaciones de Bjørndal y Larsen quienes detectaron que la flora bacteriana encontrada después de la técnica de Stepwise excavation disminuía sustancialmente y la distribución de las especies no representaba el típico ambiente cariogénico de caries profundas, confirmando los hallazgos de caries detenida ⁵³. Asimismo, se ha observado la reducción de *S.mutans* y *lactobacilli*,

ésta disminución hace suponer que la producción de ácido se redujo sustancialmente, deteniendo así el progreso de la lesión cariosa ⁵⁴.

Orhan et al, encontraron que el crecimiento bacteriano en lesiones cariosas profundas disminuía después de realizar la terapia pulpar indirecta en dos etapas, de 100% de crecimiento bacteriano en la excavación inicial a 2,2% en la excavación final. Al comparar la técnica de Stepwise excavation versus excavación directa, las muestras de dentina de las piezas tratadas con stepwise excavation presentaban en un 97,8% libre de bacterias, mientras que las piezas donde se realizó la excavación directa el 25,6% presentaban bacterias ⁵⁵.

Por otro lado, el uso de hidróxido de calcio como material de protección ha demostrado detener la lesión cariosa ya que actúa sobre el crecimiento y metabolismo bacteriano, tiene la capacidad de activar enzimas como la fosfatasa alcalina que favorecen la restauración de los tejidos a través de la mineralización, manteniendo así la salud pulpar. La formación del tejido mineralizado se ha observado desde el 7mo al 10mo día ⁴³.

Está comprobado que el uso de hidróxido de calcio como base de la terapia pulpar indirecta en dos etapas produce un cambio en la consistencia de la dentina^{5,55} de presentarse blanda o muy blanda al inicio de la excavación (68%) a encontrarse dura después de la excavación final (88%) ⁵.

También se están estudiando otros materiales para ser utilizados con el mismo fin, como el MTA y silicatos de calcio que son materiales ricos en calcio que inducen dentina reparativa debido al aumento significativo de TGF- β 1 así como proliferación celular y biomineralización ⁵⁶. El MTA por su parte ha demostrado un 94,5% de éxito en comparación al 86,9% del hidróxido de calcio en la terapia pulpar indirecta, así como disminución de *S.mutans* y *Lactobacilli* sin embargo, los autores indican que la diferencia no fue significativa por lo que a pesar de las obvias ventajas del MTA frente al hidróxido de calcio, como son la biocompatibilidad, resistencia a la penetración bacteriana e insolubilidad ⁵⁷, el hidróxido de calcio es un excelente material para este tipo de terapia.

CONCLUSIONES

- El cemento sellador MTA Fillapex promueve la reparación apical después de la terapia endodóntica.
- El MTA Fillapex es un cemento de fácil manipulación e inserción lo que permite un buen sellado de los conductos radiculares.
- El uso del MTA Fillapex como cemento sellador está relacionado con su biocompatibilidad, alcalinidad, fluidez, liberación de calcio, grado de penetración que contribuyen en la resolución del caso.
- La terapia pulpar indirecta en dos etapas es ideal para el manejo de lesiones cariosas profundas en pacientes jóvenes, dado que causa menor trauma al complejo dentino pulpar y mantiene la integridad pulpar.
- Al realizarse en dos fases, evita la probable exposición pulpar que se podría presentar al retirar todo el tejido carioso en una sola cita, disminuye el número de bacterias presentes en la cavidad y principalmente promueve la formación de dentina terciaria.

RECOMENDACIONES

Se recomienda tener más casos control en lo que respecta a los cementos selladores y su evolución en el tiempo para comprobar la viabilidad de este nuevo cemento. Así como actualización constante por ser un material relativamente nuevo.

Se recomienda probar otros materiales como MTA o silicatos de calcio en la técnica de Stepwise Excavation y hacer estudios comparativos entre éstos para comprobar cuál presenta mayor efectividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gomes-Filho JE, Watanabe S, Lodi CS, Cintra LT, Nery MJ, Filho JA, Dezan E Jr, Bernabé PF. Rat tissue reaction to MTA Fillapex®. *Dent Traumatol.* 2012 Dec; 28(6):452-6.
2. Leal JM. Obturación de los conductos radiculares (Definición, Importancia, Objetivos, Límite y Momento). En: Leonardo MR. *Endodoncia Tratamiento de conductos radiculares. Principios técnicos y biológicos.* Sao Paulo: Artes Médicas; 2005. p. 941-44.
3. Gandolfi MG, Siboni F, Botero T, Bossù M, Riccitiello F, Prati C. Calcium silicate and calcium hydroxide materials for pulp capping: biointeractivity, porosity, solubility and bioactivity of current formulations *J Appl Biomater Funct Mater* 2014; Vol. 0 no.0.
4. Leksell E, Ridell K, Cvek M, Mejare I. Pulp exposure after stepwise versus direct complete excavation of deep carious lesions in young posterior permanent teeth. *Endod Dent Traumatol* 1996; 12: 192-6.
5. Bjørndal L, Thylstrup A. A practice-based study on stepwise excavation of deep carious lesions in permanent teeth: a 1-year follow-up study. *Community Dent Oral Epidemiol* 1998; 26(2):122-8.
6. Bjørndal L. Dentin and pulp reactions to caries and operative treatment: biological variables affecting treatment outcome. *Endodontic Topics* 2002; 2: 10-23.
7. Fagundes TC, Barata TJE, Prakki A, Bresciani E, Pereira JC. Indirect pulp treatment in a permanent molar: case report of 4-year follow-up. *J Appl Oral Sci.* 2009; 17(1):70-4.
8. Holland R, de Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabé PF, Dezan Júnior E. Reaction of dogs' teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. *J Endod.* 1999; 25(11):728-30. (Abstract)
9. Camilleri J, Gandolfi MG, Siboni F, Prati C. Dynamic sealing ability of MTA. *Int Endod Journal* 2011; 44: 9–20.

10. Kuga MC, Campos EA, Viscardi PH, Carrilho PZ, Xavier FC, Silvestre NP. Hydrogen ion and calcium releasing of MTA Fillapex® and MTA-based formulations. *RSBO*. 2011 Jul-Sep; 8(3):271-6.
11. Gomes-Filho JE, Moreira JV, , Watanabe S, Lodi CS, Cintra LT, Dezan E Jr, Bernabé PF, Nery MJ, Otoboni Filho JA. Sealability of MTA and calcium hydroxide containing sealers. *J Appl Oral Sci*. 2012; 20(3):347-51.
12. Vitti RP, Prati C, Silva EJ, Sinhoreti MA, Zanchi CH, de Souza e Silva MG, Ogliari FA, Piva E, Gandolfi MG. Physical properties of MTA Fillapex sealer. *J Endod* 2013; 39:915–18.
13. Borges ÁH, Orçati Dorileo MC, Dalla Villa R, Borba AM, Semenoff TA, Guedes OA, Estrela CR, Bandeca MC. Physicochemical Properties and Surfaces Morphologies Evaluation of MTA Fillapex and AH Plus *Scientific World Journal*. 2014; 2014:589732.
14. Chang SW, Lee SY, Kang SK, Kum KY. In vitro biocompatibility, inflammatory response, and osteogenic potential of 4 root canal sealers: Sealapex, Sankin apatite root sealer, MTA Fillapex, and iRoot SP root canal sealer. *J Endod*. 2014 Oct; 40(10):1642-8.
15. Silva RV, Silveira FF, Horta MC, Duarte MA, Cavenago BC, Morais IG, Nunes E. Filling Effectiveness and Dentinal Penetration of Endodontic Sealers: A Stereo and Confocal Laser Scanning Microscopy Study. *Braz. Dent. J*. 2015; 26(5): 541-46
16. Zhou HM, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng YF, Haapasalo M. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod*. 2013; 39(10):1281-86.
17. Camilleri J. Characterization and hydration kinetics of tricalcium silicate cement for use as a dental biomaterial *Dent Mater* 2011; 27(8):836-44.
18. http://www.actaodontologica.com/ediciones/2007/3/trioxido_mineral.asp
19. Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM. Properties of Hydrated Mineral trioxide aggregate. En: Camilleri J. *Mineral Trioxide Aggregate from preparation to application*. Berlin: Springer; 2014. p. 38-52.
20. Kuga MC, Faria G, Weckwerth PH, Duarte MA, DeCampos EA, Só MV, Viola KS. Evaluation of the pH, calcium release and antibacterial activity of MTA Fillapex. *Rev Odontol UNESP*. 2013; 42(5): 330-5.

21. Rawtiya M, Verma K, Singh S, Munuga S, Khan S. MTA-Based Root Canal Sealers. *J Orofac Res* 2013; 3(1):16-21.
22. Vitti RP, Prati C, Sinhoreti MA, Zanchi CH, Souza E Silva MG, Ogliari FA, Piva E, Gandolfi MG. Chemical–physical properties of experimental root canal sealers based on butyl ethylene glycol disalicylate and MTA. *Dent Mater* 2013; 29(12): 1287-94.
23. <http://www.isasan.com/tech-biosealer-endo> .Revisado 4/3/15
24. http://www.angelusdental.com/img/arquivos/mta_fillapex_technical_profile_download.pdf .Revisado 20/4/15
25. Gomes-Filho JE, Watanabe S, Cintra LT, Nery MJ, Dezan-Júnior E, Queiroz IO, Lodi CS, Basso MD. Effect of MTA-based sealer on the healing of periapical lesions. *J Appl Oral Sci.* 2013; 21(3):235-42.
26. Viapiana R, Guerreiro-Tanomaru JM, Hungaro-Duarte MA, Tanomaru-Filho M, Camilleri J. Chemical characterization and bioactivity of epoxy resin and Portland cement-based sealers with niobium and zirconium oxide radiopacifiers. *Dent Mater.* 2014; 30(9):1005-20.
27. Amoroso-Silva PA, Guimarães BM, Marciano MA, Duarte MA, Cavenago BC, Ordinola-Zapata R, Almeida MM, Moraes IG. Microscopic Analysis of the Quality of Obturation and Physical Properties of MTA Fillapex. *Microsc Res Tech.* 2014; 77(12):1031-6.
28. Chávez-Andrade GM, Kuga MC, Duarte MAH, de Toledo Leonardo R, Keine KC, Anna-Junior AS, Só MVR. Evaluation of the Physicochemical Properties and Push-Out Bond Strength of MTA -based Root Canal Cement. *J Contemp Dent Pract* 2013; 14(6):1094-99.
29. Tanomaru-Filho M, Bosso R, Viapiana R, Guerreiro-Tanomaru JM. Radiopacity and flow of different endodontic sealers. *Acta Odontol Latinoam.* 2013; 26(2):121-5.
30. Kok D, Rosa RA, Barreto MS, Busanello FH, Santini MF, Pereira JR, Só MV. Penetrability of AH plus and MTA Fillapex after endodontic treatment and retreatment: a confocal laser scanning microscopy study. *Microsc Res Tech.* 2014 Jun;77(6):467-71.

31. Nagas E, Uyanik MO, Eymirli A, Cehreli ZC, Vallittu PK, Lassila LV, Durmaz V. Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. *J Endod*. 2012 Feb; 38(2):240-4.
32. Ehsani M, Dehghani A, Abesi F, Khafri S, Ghadiri Dehkordi S. Evaluation of Apical Micro-leakage of Different Endodontic Sealers in the Presence and Absence of Moisture. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2014; 8(3):125-9.
33. Marques NC, Lourenço Neto N, Fernandes AP, Rodini C de O, Duarte MA, Oliveira TM. Rat subcutaneous tissue response to MTA Fillapex® and Portland cement. *Braz Dent J*. 2013;24(1):10-4
34. Tavares WL, de Brito LC, Henriques LC, Teles FR, Teles RP, Vieira LQ, Ribeiro Sobrinho AP. Effects of calcium hydroxide on cytokine expression in endodontic infections. *J Endod* 2012; 38:1368–71.
35. Bjørndal L, Reit C, Bruun G, Markvart M, Kjaeldgaard M, Näsman P, Thordrup M, Dige I, Nyvad B, Fransson H, Lager A, Ericson D, Petersson K, Olsson J, Santimano EM, Wennström A, Winkel P, Gluud C. Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials comparing stepwise vs. direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy. *Eur J Oral Sci* 2010; 118(3):290-7.
36. Hayashi M, Fujitani M, Yamaki C, Momoi Y. Ways of enhancing pulp preservation by stepwise excavation-A systematic review. *J Dent* 2011; 39:95-107
37. Ricketts D, Lamont T, Innes NPT, Kidd E, Clarkson JE. Operative caries management in adults and children. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013, Issue 3.
38. Bjørndal L. Indirect Pulp Therapy and Stepwise Excavation. *J Endod* 2008; 34:S29-33.
39. Ricketts D. Management of deep carious lesion and the vital pulp dentine complex. *Br Dent J* 2001; 191(11):606-10.
40. Schwendicke F, Dörfer CE, Paris S. Incomplete Caries Removal: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Dent Res* 2013; 92:306-14.
41. Pereira. J.C. et al. Proteção do Complexo Dentinopulpar. En: Busato A.E. *Dentística Restauradora – GBPD*. Artes Médicas. Cap. 6. 2005.

42. Sinha N, Gupta A, Logani A, Shah N. Remineralizing efficacy of silver diamine fluoride and glass ionomer type VII for their use as indirect pulp capping materials- Part II (A clinical Study). *J Conserv Dent* 2011; 14(3): 233-6.
43. Estrela C, Holland R. Calcium hydroxide: study based on scientific evidences. *J Appl Oral Sci* 2003; 11(4): 269-82.
44. Gandolfi MG. A New Method for Evaluating the Diffusion of $\text{Ca}^{(2+)}$ and $\text{OH}^{(-)}$ Ions through Coronal Dentin into the Pulp Iran Endod J. 2012 Fall;7(4):189-97
45. Pinheiro SL et al. Repairing Collagen in Dentin Carious Lesions. Influence of sealing the material: A Morphometric Study. *J Clin Pediatr Dent*; 34(3): 223-8.
46. Parodi Estellano G et al. Identificación clínica de las zonas de la dentina cariada. En: Henostroza G. *Caries Dental. Principios y procedimientos para el diagnóstico*. Editorial Ripano Capítulo 3, 2007.
47. Ferracane JL, Cooper PR, Smith AJ. Can interaction of materials with the dentin-pulp complex contribute to dentin regeneration? *Odontology* 2010; 98(1):2-14.
48. Alleman DS, Magne P. A systematic approach to deep caries removal end points: The peripheral seal concept in adhesive dentistry. *Quintessence Int* 2012; 43: 197-208.
49. Thompson V, Craig RG, Curro FA, Green WS, Ship JA. Treatment of deep carious lesions by complete excavation or partial removal: a critical review. *J Am Dent Assoc* 2008; 139(6):705-12.
50. Lima FF, Pascotto RC, Benetti AR. Stepwise excavation in a permanent molar: 17-year follows up. *Oper Dent* 2010; 35(4):482-6.
51. Maltz M, Oliveira EF, Fontanella V, Carminatti G. Deep caries lesions after incomplete dentine caries removal: 40-month follow-up study. *Caries Res* 2007; 41:493-6
52. Hevinga MA, Opdam NJ, Frencken JE, Truin GJ, Huysmans MCDNJM. Does Incomplete Caries Removal Reduce Strength of Restored Teeth? *J Dent Res* 2010; 89: 1270-5.
53. Bjørndal L, Larsen T. Changes in the cultivable flora in deep carious lesions following a stepwise excavation procedure. *Caries Res* 2000; 34:502-8.

54. Maltz M, Oliveira EF, Fontanella V, Bianchi R. A clinical, microbiological, and radiographic study of deep caries lesions after incomplete caries removal. *Quintessence Int* 2002; 33 (2):151-9.
55. Orhan AI, Ozcelik B, Orhan K. A clinical and microbiological comparative study of deep carious lesion treatment in deciduous and young permanent molars. *Clin Oral Invest* 2008; 12:369-78.
56. Rajasekharan S, Martens LC, Cauwels RGEC, Verbeeck RMH. Biodentine™ material characteristics and clinical applications: a review of the literature. *Eur Arch Paediatr Dent* 2014; 15 (3):147-58.
57. Petrou MA, Alhamoui FA, Altarabulsi MB, Alkilzy M, Splieth CH. A randomized clinical trial on the use of medical Portland cement, MTA and calcium hydroxide in indirect pulp treatment. *Clin Oral Invest* 2014; 18:1383-89.