

**UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL ESTADO DE PUEBLA**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA**

**TEMA**

**AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL**

**SUBTEMA**

**AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA) EN ENDODONCIA**

**PRESENTA**

**JUAN FERNANDO CARRASCO OLIVER**

**PARA OBTENER TÍTULO DE:**

**CIRUJANO DENTISTA**

**ASESOR EXPERTO**

**DR. ENRIQUE VILLASEÑOR**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**DR. GUILLERMO FRANCO ROMERO**

**H. PUEBLA DE ZARAGOZA A DE FEBRERO DE 2003.**



**UPAEP – Secretaría General**

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyła**

**Tesis Digitales Restricciones de uso:**

**DERECHOS RESERVADOS ©**

**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

El uso de textos, imágenes, gráficas, 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 de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Gracias a Dios por permitirme continuar con mis estudios y dejar que conociera a mis amigos incondicionales de toda la vida Beatriz, Paola, Nancy, Nayeli, Samine, Manuel, Dario, Francisco, Ricardo, Oscar, Artajerjes, Jaime, Andro.

Gracias a mis padres Rosa Oliver y Fernando Carrasco por tenerme paciencia y comprensión. Por enseñarme a salir adelante en la vida y levantarme cuando sea mas difícil.

Gracias a mis hermanos Esperanza y Ricardo por confiar en mi, en especial a mi hermana Norma por ayudarme cuando más lo necesite.

En especial a mi amor de toda la vida que nunca dejo de creer en mi Ita-Yetzy

Gracias a una amiga incondicional que ya no esta con nosotros, por brindarme su amistad y que siempre estará en nuestros corazones Marisol Catalán

## ÍNDICE

I.- INTRODUCCIÓN .....	7
II.- JUSTIFICACIÓN .....	8
III.- OBJETIVO .....	9
1. COMPOSICIÓN (MTA) .....	10
2. PRESENTACIÓN DEL MATERIAL DE REPARACIÓN AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA), MÉTODO DE PREPARACIÓN Y TIEMPO DE ESPATULADO.....	10
3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA) .....	11
4. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA) .....	13
4.1. PROPIEDADES FÍSICAS .....	13
4.1.1. VALOR DE PH .....	13
4.1.2. RADIOPACIDAD .....	14
4.1.3. TIEMPOS DE ENDURECIMIENTO .....	14
4.1.4. RESISTENCIA COMPRESIVA .....	15
4.1.5. SOLUBILIDAD .....	15
5. CALIDAD DEL SELLADO .....	16
5.1. MICROFILTRACIÓN DE PARTÍCULAS .....	17
5.2. MICROFILTRACIÓN DE BACTERIAS .....	19
6. ADAPTACIÓN MARGINAL .....	20
7. SUBOBTURACIÓN Y SOBROBTURACIÓN .....	21
8. RESISTENCIA AL DESPLAZAMIENTO .....	22
9. BIOCOMPATIBILIDAD .....	23
10. RESPUESTA INMUNOLÓGICA Y CÉLULAR .....	23
11. CITOTOXIDAD .....	24
11.1.- PRUEBAS DE IMPLANTACIÓN .....	25

12. ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA .....	27
13. MANIPULACIÓN .....	27
14. APLICACIONES CLÍNICAS DEL MTA .....	30
14.1. CONSIDERACIONES CLÍNICAS .....	31
14.1.1. INDICACIONES CLÍNICAS PARA SU USO .....	32
14.1.1.1. APEXIFICACIONES .....	32
14.1.1.2. REPARACIÓN DE PERFORACIONES RADICU-LARES DURANTE LOS TRATAMIENTOS DE CONDUCTOS .....	32
14.1.1.3. REPARACIÓN DE REABSORCIONES RADICU-LARES ...	33
14.1.1.4. MATERIAL DE OBTURACIÓN RETROGRADA .....	33
14.1.1.5. PROTECCIÓN PULPAR .....	33
14.1.1.6. PROCEDIMIENTOS CLÍNICOS .....	35
15. APLICACIÓN DEL AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA) EN PULPAS NECRÓTICAS .....	36
15.1. APEXIFICACIÓ .....	36
15.2. PERFORACIONES DENTALES .....	37
15.3. PERFORACIONES RADICULARES .....	38
15.4. PROCEDIMIENTOS DE REPARACIÓN INTRACORONAL DE PERFORACIONES RADICULARES .....	39
15.5. REPARACIÓN DE PERFORACIONES POR RESORCIÓN INTERNA .....	41
16. APLICACIÓN CLÍNICA DEL AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA) .....	41
16.1. REPORTE DE UN CASO .....	41
16.2. PRESENTACIÓN DE CASO .....	42
17. AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA) COMO ALTERNATIVA EN EL TRATAMIENTO DE DIENTES NECRÓTICOS Y FORMACIÓN RADICULAR INCOMPLETA .....	44
17.1. PRESENTACIÓN DE UN CASO .....	44
17.1.1. REPARACIÓN QUIRÚRGICA DE LA PERFORACIÓN .....	52

17.1.2. PROCEDIMIENTO CLÍNICO .....	52
17.2. OBTURACIÓN APICAL RETROGRADA .....	53
18. RESPUESTA DE TEJIDO PERIRRADICULAR AL AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA) .....	55
19. PROCEDIMIENTO CLÍNICO EN LA RETRO-OBTURACIÓN .....	57
20.- CONCLUSIONES .....	58
21.- BIBLIOGRAFÍA .....	59

## **AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA) EN ENDODONCIA**

### **I.- INTRODUCCIÓN**

Varios materiales han sido utilizados en Endodoncia para buscar la reparación en lesiones radiculares especialmente en la perforaciones laterales, como amalgama, óxido de zinc y eugenol como IRM (L.D. Caulk Co., Milford DE), SuperEBA (ácido-etoxibenzoico) (Harry J. Bosworth Co., Skokie, IL), hidróxido de calcio, composites y ionómero de vidrio. Sin embargo, ninguno de estos materiales resulta ser ideal debido a las condiciones específicas de cada lesión y los requerimientos de la reparación radicular. Para ser considerado como un material de reparación toda sustancia debe cumplir los siguientes requisitos:

- Debe tener resistencia a la filtración marginal.
- Debe permitir la reparación de los tejidos en forma normal.
- Debe ser fácil de manipular.

En años recientes encontramos en la literatura endodóntica un material llamado agregado trióxido mineral (MTA), como un nuevo cemento para obturar las vías de comunicación entre la cámara pulpar, sistema de conductos radiculares y el espacio perirradicular; incluyendo las obturaciones apicales. El agregado trióxido mineral (MTA), es un material compuesto por diversos óxidos minerales, donde el calcio es el principal ión. El material consiste en un polvo de partículas finas hidrofílicas que al hidratarse forma un gel coloidal que fragua y se transforma en una estructura sólida.

## **II.- JUSTIFICACIÓN**

En nuestros días la utilización de diferentes materiales de reparación de perforaciones ( furca, cámara pulpar, conductos radiculares, ápices ) reabsorciones apicales, formación apical incompleta. Ya que muchos de los tratamientos indicados en estos casos son la exodoncia de los órganos dentarios, Constituye un grave problema clínico, ya que los tratamientos no siempre funciona con los materiales actuales y por consiguiente fracasan.

Encontramos en la literatura dental hace poco tiempo un nuevo material llamado Agregado Trióxido Mineral (MTA) que reúne los requisitos y principios fundamentales para la reparación de perforaciones y reabsorciones, de fácil manipulación y aplicación, ya que por su composición química estimula la formación de cemento nuevo seguido la recuperación y disminuyendo el numero de citas.

### **III.- OBJETIVO GENERAL**

-Demostrar teóricamente que el Agregado Trióxido mineral ( MTA) es un material ideal para restauración de perforaciones, reabsorciones apicales, formación apical incompleta reuniendo las características ideales de un material.

#### **OBJETIVO PARTICULAR.-**

Probar que el MTA es de fácil manipulación y aplicación así como calificar que estimula la formación de cemento y no provoca inflamación, previene la microfiltración y no cuenta con efectos secundarios.

Comprobar teóricamente que reúne las características necesarias de un material de restauración y es compatible con los tejidos, lo cual nos obliga a llevar un control clínico para comparar las características del material de la investigación de MTA

## 1.-COMPOSICIÓN (MTA)

La composición del MTA se formuló para poseer las propiedades físicas, y las Características necesarias para ser un material para la reparación radicular, cuando existiera una comunicación al periodonto, clínicamente efectivo.

## 2.-PRESENTACIÓN DEL MATERIAL DE REPARACIÓN AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA), MÉTODO DE PREPARACIÓN Y TIEMPO DE ESPATULADO

Solo existe esta casa comercial, Tulsa Dentsply, con el nombre de ProRoot. Este nuevo cemento fue desarrollado en la Universidad de Loma Linda, California, para sellar las comunicaciones entre el diente y las superficies externas. (fig.- 1).



Figura.- 1  
Presentación  
comercial (Tulsa  
Dentsply )

El MTA se presenta en cajas que contienen 5 sobres de 2g o de 1g de polvo, junto con ampollitas dosificadas de agua destilada estéril. Cada sobre de MTA en polvo viene con una dosis previamente medida de agua para su espatulado. Para utilizar MTA, se vuelca el polvo en un block de papel, se agrega agua y se

espátula. Al mezclarlo, el MTA alcanza la consistencia de trabajo rápidamente y está listo para ser colocado en el sitio ya preparado. Proporción polvo-líquido 3:1.

Se han realizado una serie de experimentos para evaluar éste cemento, La investigación comienza con las propiedades físicas del material, seguido por estudios de biocompatibilidad. Una vez obtenido resultados favorables en esta área, se procede a la experimentación, donde se observa una adecuada respuesta de los tejidos en presencia del material, permitiendo que este sea recomendado para estudios clínicos en humanos.

### 3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA).

El MTA, consiste en un polvo de partículas finas hidrofílicas, que endurecen en presencia de humedad. El resultado es un gel coloidal que solidifica a una estructura dura en menos de 4 horas. Estas características dependen del tamaño de sus partículas, temperatura, presencia de agua y la cantidad de aire atrapado. Fisher y Col. (1998). Lee y Col. (1993). Torabinejad y Col (1993). (1994). (1995). (fig.- 2).



Figura.-2  
Polvo de MTA  
(Instructivo  
ProRoot) así como  
del equipo de  
mezcla y coloca-  
ción.



Los principales componentes de este material (Instructivo ProRoot TM MTA,

DENTSPLY Tulsa Dental, OK). (fig.- 3).

- 75% -Silicato tricálcico:  $3\text{CaO-SiO}_2$
- Aluminio tricálcico:  $3\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$
- Silicato dicálcico:  $2\text{CaO-SiO}_2$
- Aluminio férrico tetracálcico:  $4\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3$
- 20% -Óxido de Bismuto:  $\text{Bi}_2\text{O}_3$
- 4,4% -Sulfato de calcio dihidratado:  $\text{CaSO}_4\text{-2H}_2\text{O}$

Figura.-3  
Composición del  
MTA (Instructivo  
ProRoo)

El producto puede contener hasta 0.6% de residuos insolubles algunos de los cuales pueden ser libres como sílice cristalino. Otros pueden incluir óxido de calcio libre, óxido de magnesio libre, y compuestos de sodio y de potasio. La composición química del MTA fue analizada a través de diversas investigaciones, donde se utilizó la técnica de rayos x con un espectrómetro de energía dispersa conjuntamente con el microscopio electrónico.

El comportamiento del MTA es evaluado tanto en presencia como en ausencia de células, siendo utilizadas células similares a osteoblastos, denominadas Mg-63 (Torabinejad y Col, 1994. 1995. Koh y Col, 1998). El estudio del MTA mostró fases específicas por todo el material. Todo el MTA es dividido en óxido de calcio y fosfato de calcio. Además, el análisis demostró que las formas aparecieron primero como cristales discretos y luego como una estructura amorfa aparentemente sin cristales y con apariencia granular.

El valor de calcio en los prismas es de un 87.0% y de Sílice es de 2.47%; el resto fue oxígeno. En áreas de estructura amorfa y de cercana proximidad a las células se encontró la siguiente proporción: 33% de calcio, 49% de fosfato, 2.00% de carbón, 3% de Sílice.

#### **4.- PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA).**

En cuanto a las propiedades fisicoquímicas del MTA Torabinejad y Col. (1995) realizan una investigación, donde evalúan el MTA en comparación con los materiales de obturación retrograda más utilizados, como lo son: el Súper EBA, la Amalgama y el material de restauración intermedia (IRM).

##### **4.1.- PROPIEDADES FÍSICAS (fig.- 4).**

Estado físico	sólido (polvo)
Color	gris
Olor	carece de olor
PH en agua	12 a13
Punto de ebullición	no aplicable
Punto de fusión	no aplicable
Solubilidad en agua	poco soluble 0.1 a 1.0%

Figura 4-4  
Propiedades físicas  
(Instructivo ProRoot)

Es un producto estable.

Es un material alcalino en estado húmedo. (cáustico/básico).

La adición de agua al polvo resulta en la hidratación y produce hidróxido de calcio.

##### **4.1.1. VALOR DE PH**

El ph obtenido por el MTA después de mezclado es de 10.2 y a las 3 horas, se

estabiliza en 12.5. Esta lectura se realizó a través de un ph-metro (Pye, Cambridge UK), utilizando un electrodo de temperatura compensada.

En vista que el MTA presenta, un ph similar al cemento de hidróxido de calcio, luego de aplicar esta sustancia como material de obturación apical, probablemente, este ph puede inducir la formación de tejido duro, Torabinejad y Col.(1995).

#### **4.2.- RADIOPACIDAD**

La radiopacidad del MTA es de 7,17 micrones de lo equivalente al espesor de aluminio. Grossman (1962). Entre las características ideales para un material de obturación, encontramos que debe de ser más radiopaco que sus estructuras limitantes cuando se coloca en la preparación cavitaria por Lasala (1992).



Figura-5  
Radiopacidad  
que existe entre  
sus limitantes y  
MTA.  
(Torabinejad y  
Col)

Shah y Col. Comprueban que el MTA es más radiopaco que la gutapercha convencional y que la dentina, distinguiéndose fácilmente en las radiografías por Torabinejad y Col. (1995). (fig.- 5).

#### **4.1.3.- TIEMPO DE ENDURECIMIENTO**

El promedio del tiempo de endurecimiento en diferentes materiales es de: Amalgama, 4 min. 30 seg. ; Súper EBA, 9 min. 30 seg. ; IRM, 6 min. 30 seg. ; Y

MTA 2 horas 45 min. 5 seg. Torabinejad y Col. (1995).

Los resultados muestran que la amalgama tiene el tiempo de endurecimiento más corto y el MTA el más largo. Es deseado que el material de obturación, endurezca tan pronto como sea colocado en la cavidad apical sin sufrir una contracción significativa. Esta condición puede permitir una estabilidad dimensional en el material después de su colocación y además disminuye el tiempo que esté sin fraguar, en contacto con el tejido vital; sin embargo, en términos generales a mayor rapidez de fraguado del material, más rápido se contrae. Torabinejad y Col.(1995).

Este fenómeno explica la causa, del porque el MTA filtra menos colorante (Torabinejad y Col. 1993,1994,1995), y bacterias que otros materiales.

#### **4.1.4.- RESISTENCIA COMPRESIVA**

La resistencia compresiva es un factor importante para considerar cuando se coloca el material de obturación en una cavidad que soporte cargas oclusales. Debido a que los materiales de obturación apical no soportan una presión directa, la resistencia compresiva de estos materiales no es tan importante, como en los materiales usados para reparar defectos en la superficie oclusal. Torabinejad y Col. (1995).

#### **4.1.5.- SOLUBILIDAD**

La falta de la solubilidad es una de las características ideales de un material de obturación. (Grossman, 1962). El desgaste de los materiales de restauración puede ocurrir por ácidos generados por la bacteria, ácidos presentes en comidas y bebidas, por desgaste por contacto oclusal (Plum y Col.1987, citados por Torabinejad y Col. 1995).

Los materiales de obturación apical están normalmente en contacto con el fluido del tejido Perirradicular hasta que son cubiertos por un tejido conectivo fibroso o el cemento. Torabinejad y Col.(1995). En términos generales, los trabajos que se han realizado respecto a la solubilidad de estos materiales (IRM, Super EBA, Amalgama y MTA). Mencionan que no hay evidencia de signos significativos de solubilidad en agua para el Supera EBA, Amalgama y el MTA, mientras que se observan para el IRM.

### 5.- CALIDAD DEL SELLADO

La calidad del sellado obtenido por los materiales de obturación apical es evaluada a través de distintas técnicas, tales como: Grado de penetración de colorantes, radioisótopos, bacterias, medios electroquímicos y técnicas de filtración de fluidos. (Barry y Col. 1976, Higa y Col. 1994).

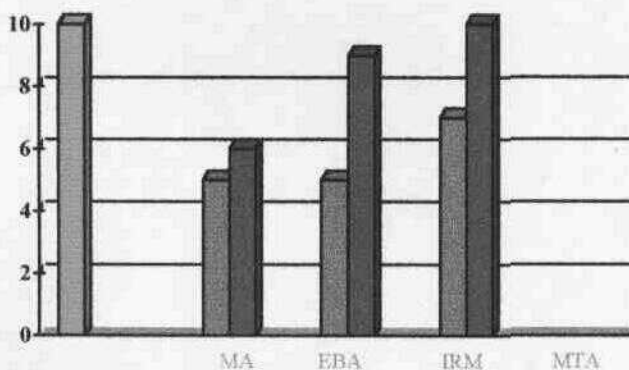


Figura-6  
Sellado marginal en micrones.  
(Torabinejad et al).

El sellado marginal demostrado en micrones, que el MTA resultó superior con respecto a otros materiales. Estudio realizado por Torabinejad et al. (fig.- 6).

### **5.1.- MICROFILTRACIÓN DE PARTÍCULAS.**

**MICROFILTRACIÓN.**-Es el paso de bacterias y líquidos e iones a través de una interfase (Restauración dental)

Se han llevado a cabo numerosas investigaciones sobre filtración de partículas, siendo la penetración de colorantes, uno de los métodos más empleados. Lee y Col. (1993).

Lee y Col. (1993). Realizan un estudio "in vitro" con el objetivo de evaluar el sellado obtenido con MTA, Amalgama, e IRM, cuando son utilizados como material de reparación de perforaciones radiculares, empleando como marcador el azul de metileno. Los resultados demuestran que el IRM y Amalgama muestran una considerable cantidad de penetración sin una diferencia estadísticamente significativa entre estos, mientras que el MTA filtro significativamente menos que estos dos materiales.

Torabinejad y Col. (1993). Realizan un estudio "in vitro" para comparar la cantidad de sellado del MTA, amalgama libre de Zinc, y Súper EBA, utilizando colorante fluorescente de rodamina B y un microscopio monofocal.

Los resultados indican que aquellas cavidades obturadas con MTA presentan un menor grado de filtración de colorante, habiendo casos donde el colorante no penetró en absoluto.

Las cavidades obturadas con Súper EBA filtran menos que las obturadas con amalgama; Sin embargo, el colorante no sólo penetró en la unión entre el Súper EBA y las paredes dentinarias, sino que se incorporó dentro del material. Torabinejad y Col. (1993).

Torabinejad y Col. (1994). realizan una investigación donde comparan la cantidad de filtración de colorantes en presencia y ausencia de sangre, un aspecto crítico desde el punto de vista clínico; ya que la presencia de humedad y sangre son factores que pueden contaminar la preparación y los materiales de obturación retrograda.

Los resultados determinan que la filtración en el MTA es significativamente menor que en otros materiales; Tanto en presencia como en ausencia de sangre.

Cuando un material de obturación no permite el paso de moléculas pequeñas tales como las partículas de colorante, tiene el potencial de prevenir la filtración bacteriana que tienen un tamaño molecular mayor.

La técnica de filtración de fluidos permite evaluar la capacidad de un material de resistir la microfiltración, cuando se somete a cambios de presión. La medición del filtrado refleja la totalidad de la filtración acumulada en la interfase dental y en consecuencia aporta información con valor cuantitativo. Este método es considerado actualmente el más confiable para determinar la capacidad de sellado de los materiales de obturación apical. Bates y Col.(1996).

Yatsushiro y Col.(1998). realizan un estudio donde comparan la micro filtración del MTA y una amalgama con alto contenido de cobre, cuando estos se utilizan como materiales de obturación en cavidades apicales.

Los resultados muestran que la amalgama tiene un rango de filtración comprendiendo entre 50,8 y 84,1 nl/min. Mientras que la conducción en el grupo tratado con MTA tiene un rango entre 6,8 y 10,8 nl/min, demostrando que la amalgama posee una microfiltración significativamente mayor que la del MTA y no demostró una tendencia significativa de filtración con respecto al tiempo.

### **5.1.1- MICROFILTRACIÓN DE BACTERIAS.**

Golman y Col.(1980). señala que las bacterias dan una mejor indicación que los colorantes, en las pruebas de microfiltración, de los hidrofílicos. Los colorantes en las pruebas pueden dar falsos positivos si sus moléculas son lo suficientemente pequeñas.

Torabinejad y Col. (1995). Determinan in vitro el tiempo necesario para que el *Staphylococcus epidermidis* penetre 3mm de espesor de la amalgama, el Súper-EBA, IRM y MTA cuando se utilizan como materiales de obturación apical. La mayoría de las muestras que fueron obturadas con amalgama, Súper-EBA o IRM comienzan a filtrar desde los 6 hasta 57 días. En contraste (8 de 10 especímenes). la mayoría de las muestras cuyos ápices fueron obturados con MTA no mostraron filtración durante el periodo experimental (90 días). El análisis estadístico de los datos no mostró diferencias significativas entre la filtración de amalgama, Súper-EBA, e IRM. Sin embargo, el MTA filtró significativamente menos que los otros materiales de obturación. Torabinejad y Col.(1995).

En un estudio realizado posteriormente, Adamo y Col. (1996) no consiguen diferencias estadísticas significativas con respecto a microfiltración bacteriana de los materiales de obturación retrograda: Amalgama, MTA, Súper-EBA y Resina.

Por otra parte, Tang y Col.(1997). Realizan un estudio, donde se avalúo la capacidad para prevenir microfiltración de endotoxinas bacterianas en diversos materiales de obturación retrograda, como lo son el MTA, amalgama, IRM y Supe-EBA. Se demuestra que el MTA, es superior a la amalgama y al IRM en todos los periodos de prueba y también superior al Súper-EBA en los

intervalos de tiempo de 2 y 12 semanas.

En un estudio realizado por Fischer y Col.(1998), para determinar el tiempo que necesitaba para penetrar 3mm. de espesor en los materiales de obturación: Súper-EBA, amalgama libre de Zinc, IRM y MTA, utilizados en la obturación de cavidades apicales. Los resultados ratifican que el MTA presenta un menor micro filtración bacteriana.

Baumgarther y Falkler (1991). A causa del predominio de microorganismos anaerobios en las infecciones de origen endodóntico, la utilización de un modelo de filtración anaerobia es clínicamente relevante, por Walton y Torabinejad, (1997). Por tales motivos Nakata y Col. (1998), utilizan un modelo de filtración bacteriana anaerobia, para evaluar la calidad del sellado del MTA y la amalgama cuando son utilizados en la obturación de las perforaciones. En este estudio se demuestra que los dientes restaurados con MTA permiten un menor microfiltración bacteriana del *Fusobacterium Nucleatum* en comparación a los dientes donde se reparan las perforaciones con amalgama, siendo la diferencia estadísticamente significativa.

## **6.- ADAPTACIÓN MARGINAL**

Un material de obturación ideal debe adherirse y adaptarse a las paredes de la dentina. En este sentido, realizan un estudio, al evaluar la capacidad de adaptación marginal del MTA, Súper-EBA y amalgama. Los resultados muestran que. Excepto para las muestras obturadas con MTA, la mayoría de las raíces seccionadas longitudinalmente muestra la presencia de brechas y vacíos entre el material de obturación y las paredes de la cavidad. El tamaño y la profundidad de las brechas varían entre la amalgama y el cemento Súper-EBA. Las cavidades apicales obturadas con amalgama, tienen un grado mas bajo de adaptación a las paredes dentinarias; Por el contrario, con el MTA se observa

la mayor adaptación y la menor cantidad de brechas; presentando también el MTA un significativo menor grado de microfiltración. Torabinejad y Col.(1993).

Torabinejad y Col. (1995). realizan un estudio donde se evalúa, la adaptación marginal del MTA, amalgama, Súper-EBA e IRM como material de obturación; Comparando los cortes longitudinales de estos con réplicas de resina bajo el microscopio electrónico de barrido. En este estudio, la adaptación de los materiales de obturación retrograda se evaluó directamente en cada caso. Los resultados no muestran correlación entre las brechas marginales y el grado de microfiltración. Como datos de este estudio se observa que el MTA muestra la brecha más pequeña, no habiendo diferencias estadísticamente significativas entre este y los demás materiales de obturación estudiados.

Stabholz y Col. (1985). Examinan el potencial de adaptación marginal de 5 materiales de Obturación retrograda, por réplicas de resina bajo el microscopio y demuestran ya correlación existente entre la adaptación marginal y la capacidad del sellado. A la luz de sus resultados se puede decir que el MTA proporciona mejor adaptación y sellado que los materiales comúnmente utilizados como obturadores retrógrados; sus propiedades físicas funcionan de igual manera in vivo e in vitro.

## **7. SUBOBTURACIÓN Y SOBROBTURACIÓN**

Martín y Col. La extrusión del material de relleno durante la reparación de perforaciones radiculares, constituye un problema por Lee y Col. (1993). Esto usualmente ocurre durante la condensación del material de relleno en el sitio de la perforación. La extrusión del material de obturación puede causar una lesión traumática al ligamento periodontal, generando así, una inflamación que retarda la cicatrización.

En un estudio realizado por Lee y Col.(1993), se utilizó el IRM, amalgama y MTA para reparar perforaciones radiculares en molares sanos extraídos de humanos, se evaluó la tendencia de estos materiales a subobturación y sobreobturado. Los resultados de este estudio muestran que la mayor sobre obturación es con el IRM, seguido por la amalgama y por último el MTA, que se sobreobturó menos, por ser un material que necesita poca fuerza de condensación como polvo hidrofílico, que absorbe la humedad. Con respecto a la subobturación, la amalgama mostró la mayor, luego el IRM. Tanto en la sobreobturación, como en la subobturación, el MTA, siempre presento la menor penetración del colorante, siendo significativo estadísticamente.

Otro estudio, realizado por Nakata y Col. (1998), donde se evalúa la sobre y subobturación de los materiales de obturación apical, con la finalidad de comparar la capacidad del MTA y de la amalgama para sellar perforaciones de la furca, muestra que la sobreobturación se observa comúnmente con las reparaciones con amalgama. Con respecto a microfiltración bacteriana, se comprobó que el MTA en los 45 días que duró el experimento, no mostró microfiltración, mientras que 8 de las 18 muestras restauradas con amalgama mostraron microfiltración bacteriana en 45 días, siendo esta diferencia estadísticamente significativa.

## **8.- RESISTENCIA AL DESPLAZAMIENTO**

En un estudio realizado por Sluyk y Col.(1998), que evalúa las propiedades de sellado y retención del MTA cuando este es utilizado como material de reparación en furca, mostró evidencia de una alta resistencia al desplazamiento a las 72 horas de haber sido colocado, la resistencia es significativamente mayor que la mostrada a las 24 horas de colocación. Ello indica, que la reacción química continúa luego de la reacción inicial a las 24 horas de sellado, mejorando así la

resistencia al desplazamiento.

## **9.- BIOCOMPATIBILIDAD**

Meghji S. La respuesta de humedad a los materiales en contacto con el tejido es compleja y depende de muchos factores Mitchell P. Y Col. (1999). La resorción ósea y la subsiguiente formación dependen de la interacción de los osteoblastos y cada uno requiere del otro para activarse por Mitchell P. y Col. (1999). La interacción de ésta células está gobernada por hormonas, factores de crecimiento y Citoquinas.

## **10.- RESPUESTA INMUNOLÓGICA Y CÉLULAR**

La defensa del organismo, frente a los microorganismos extraños, como virus, bacterias y otras sustancias antigénicas, está mediada por una inmunidad natural o innata y otra específica ó adquirida. Las fases efectoras de ambas están influenciadas en gran parte por hormonas proteínicas llamadas "Citoquinas", que regulan la respuesta inmune. Abbas y Col.(1995).

Con la finalidad de evaluar la respuesta inmunológica desencadenadas por el MTA, realizan un estudio, comparando el MTA y el polimetilmetacrilato (PMA), al examinar una población estandarizada de células y determinar los cambios en la producción de citoquinas, osteocalcina y niveles de fosfatasa alcalina; Además de evaluar la adherencia de las células a los materiales experimentales. Los resultados muestran que las células sobre el MTA están muy próximas y crecen sobre la estructura amorfa no cristalina, (fosfatos) las áreas de óxido de calcio sólo muestra un pequeño ingreso de células. Se encontró, que aparentemente la fase de fosfato de calcio del MTA, proporciona un substrato que favorece el ingreso de los osteoblastos (Koh y Col.1997).

En otra investigación realizada por Koh y Col.(1998), se estudió la cito morfología de los osteoblastos y la producción de las citoquinas en presencia del MTA y el IRM. La respuesta tisular ante el IRM se caracteriza por la redondez y menor número de células, indicando que es un material tóxico, coincidiendo con los resultados de un estudio de citotoxicidad. Torabinejad y Col. (1995). El componente tóxico del IRM es el eugenol ( Hume, citado por Koh, 1998). El MTA al parecer, ofrece un sustituto biológicamente activo para las células óseas y estimula la producción de las citoquinas ( Koh y Col 1998).

En conclusión, el MTA parece ofrecer un substrato propicio en la activación de los osteoblastos y puede estimular la formación de fosfato de calcio; que favorece la comunicación con el contenido celular. Esta fase, no presenta cristales de hidroxiapatita al análisis del microscopio electrónico, lo que ocasiona un cambio en el comportamiento celular, para estimular el crecimiento óseo sobre el substrato. Torabinejad y Col.(1995).

## **11.- CITOTOXICIDAD**

La toxicidad de un material de obturación apical se evalúa generalmente utilizando tres pasos: Rosa y Col.(1998).

1. Se investiga el material utilizando por una serie de ensayos de citotoxicidad in vitro
2. Determinar que el material no es citotóxico in vitro, se puede implantar en el tejido subcutáneo o el músculo y se evalúa la reacción tisular local.
3. La reacción in vivo del tejido blanco versus el material de prueba se debe evaluar en sujetos humanos o animales. Los resultados de las pruebas de cito-toxicidad in vitro pueden no correlacionarse altamente con los

obtenidos in vivo. Sin embargo, se puede asegurar que, si un material de prueba induce constantemente una fuerte reacción citotóxica en las pruebas de cultivo celular, es muy probable que también ejerza toxicidad en el tejido vivo. Osorio Rosa y Col.(1998).

En estos estudios realizado Osorio y Col. (1998). Donde se midió la citotoxicidad de algunos selladores de conductos radiculares, Endomet, y de los materiales de obturación apical retrograda : amalgama, Gallium GF2, Ketac Silver, Super-EBA, se corrobora el alto grado de citotoxicidad que presenta.

### **11.1.- PRUEBAS DE IMPLANTACIÓN**

Friend y Browne (1975), Spangberg. (1990). Debido a la limitación de las pruebas de citotoxicidad, se recomiendan las técnicas de implantación subcutánea in vivo e intra ósea en pequeños animales de laboratorio, por Torabinejad y Pitt Ford. (1996).

Wolfson y Seltzer (1975). Mcarre y Ellender, (1990). Cleary y Col.(1992). Olsen y Col. (1994). Los resultados de los estudios de implantación muestra que los materiales de obturación causan inicialmente inflamación y se vuelve más biocompatibles con el envejecimiento, por Torabinejad y Pitt Fort, (1996) como resultado del trauma quirúrgico y también a la liberación de sustancias antigénicas de estos materiales.

En un estudio realizado por Torabinejad y Col. (1998). donde examinan la reacción ósea ante la implantación del MTA, amalgama, IRM y Super-EBA, en tibias y mandíbulas de cobayos (conejos de la india). El MTA presento la respuesta histológica más favorable. Ellos afirman que la ausencia de inflamación,

junto con la gran incidencia de formación de tejido duro alrededor de los implantes con MTA, comprobando la biocompatibilidad del mismo y corroboran los resultados de investigaciones previas sobre el MTA, cuando es utilizado como material de obturación retrograda, Torabinejad y Col. (1995). y como material para recubrimiento pulpar directo Pitt Ford y Col. (1996).

En otros estudios realizados por Holland y Col. (1999). se evaluó la reacción del tejido conjuntivo subcutáneo en ratas, ante la implantación de conductos radiculares obturados con MTA e hidróxido de calcio. En este experimento se observan cristales y un tejido calcificado que asemeja una barrera en la entrada de los túbulos. Esta deposición de cristales dentro de los túbulos dentinarios podrían ser responsable de la menor permeabilidad de la dentina, descrito por Pashley y Col.(1986). Después del empleo del hidróxido de calcio. Holland y Col.(1999). Los mismos reportados para el hidróxido de calcio se observan con el MTA en este experimento. Este fenómeno sucede y sabemos que el MTA no contiene hidróxido de calcio en su composición.

Lee y Col (1993). De acuerdo con los componentes principales presentes en el MTA son silicato tricálcico, óxido tricálcico y óxido de silicato. Además de los trióxidos, hay algunos otros óxidos minerales que son responsables de las propiedades químicas y físicas de este agregado mineral. Así, el MTA no tiene hidróxido de calcio, pero contiene óxido de calcio que al relacionar los fluidos tisulares pueden formar hidróxido de calcio, Holland y Col.(1999).

Es posible que el mecanismo de acción del MTA, por el cual estimula la deposición de tejido duro, tenga alguna similitud con el del hidróxido de calcio. Es necesario continuar con las investigaciones para confirmar los datos observados. Holland y Col.(1999).

## **12.- ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA**

Baumgarther y Falkler (1991). Investigan la flora bacteriana de los 5mm. apicales de los conductos radiculares infectados, que están asociados con lesiones periapicales; Se encontró que el 68% las bacterias son anaerobias estrictas.

Torabinejad y Col. (1995). realizan un estudio donde toman muestras de las especies bacterianas encontradas en el estudio anteriormente referido, Baumgarther y Falkler (1991), y comparan los efectos antibacterianos de cuatro materiales de obturación retrograda apical: amalgama, óxido de zinc-eugenol, Super-EBA y MTA. Ni el MTA y ninguno de los cementos estudiados tienen actividad antimicrobiana sobre alguno de los microorganismos anaerobios estrictos de este estudio, pero el MTA si puede causar algunos efectos en 5 de las 9 bacterias facultativas incluidas en esta investigación; Se atribuye este efecto a su elevado ph, ( Torabinejad y Col. 1995) o a la liberación o difusibilidad de sustancias en el medio de crecimiento bacteriano.

En otro estudio realizado por Hong y Col. (1995). se demuestra el efecto antibacteriano del MTA, sobre lactobacillus ,streptococcus mutans, y streptococcus salivarius y un menor efecto antibacteriano en streptococcus faecalis.

## **13.- MANIPULACIÓN**

Torabinejad y Chivian (1999). en un trabajo referente a las aplicaciones clínicas del MTA describen la manipulación del mismo, la cual se expone a continuación:

1. -MTA se debe preparar inmediatamente antes de utilizar. El polvo del MTA, viene en sobres herméticamente sellados; luego de abrir, éstos deben

guardarse en recipientes con tapas de cierre hermético, que lo protejan de la humedad. Torabinejad y Chivian (1999).

2.- La mezcla del polvo se realiza con agua estéril en una proporción de 3:1, en una loseta o papel de mezclado, con una espátula de plástico o de metal. La mezcla se lleva con un transportador de plástico o de metal hasta el sitio de utilización. Torabinejad y Chivian (1999).

3.- La humedad excesiva del sitio de obturación se debe secar con gasa o algodón. Cuando la mezcla es muy seca, se agrega más agua, hasta obtener una consistencia pastosa. Torabinejad y Chivian (1999). El MTA requiere humedad para fraguar. Al dejar la mezcla en la loseta o en el papel de mezclado se origina la deshidratación del material adquiriendo una textura seca. Sluyk y Col (1998).

Lee y Col. (1993). En un estudio *in vitro*, evalúan la microfiltración de la amalgama, IRM y MTA, cuando se utilizan para sellar perforaciones. El MTA se lleva con una pistola tipo "Messing" y se compacta con una torunda de algodón. Los resultados demuestran que el MTA tiene significativamente la menor filtración. Al parecer, el MTA no tiene que compactarse tan firmemente, para lograr una adecuada adaptación a la superficie del diente.

Sluyk y Col. (1998). investigaron *in vitro*, las propiedades y características de retención del MTA, cuando es utilizado como material de reparación de perforaciones en la furca de molares de humanos extraídos. El tiempo de trabajo es de 4 minutos, ya que el material comienza a deshidratarse. Al colocar el MTA en la perforación, éste absorbe la humedad de la zona, manteniendo una consistencia pastosa. Esto mejora la fluidez, las características de humectación del material y su mejor adaptación a las paredes dentinarias. Los materiales de reparación disponibles en la actualidad, requieren utilizarse

únicamente en campos secos.

Arens y Torabinejad. (1999). Recomiendan que en la separación de perforaciones en la furca, al colocar el MTA directamente sobre la perforación y si es muy amplia, recomiendan colocarlo con una presión mínima. Se cubre el MTA con una torunda de algodón húmeda de 1 a 3 días, para contribuir al fraguado.

Por otra parte, Sluyk y Col. (1998). estudian el MTA en perforaciones de la furca y evalúan las diversas condiciones de sellado coronario, colocando una torunda de algodón húmeda o seca. Los resultados no muestran diferencias significativas con relación a la resistencia al desalojo. Una posible explicación, que la humedad de la zona es adecuada para mantener la necesidad hidrofílica del polvo y la condición de la torunda en la cámara pulpar sólo origina una pequeña diferencia, observada y no estadísticamente significativa.

Pitt Ford y Col. (1995). recomiendan que al sellar las perforaciones en la furca, se obture por completo el acceso de la cavidad con MTA y que la restauración definitiva se puede colocar de 1 a 7 días.

A diferencia del estudio anterior, Sluyk y Col. (1998). Demuestran que a las 72 horas, el MTA resiste un desplazamiento al desalojo significativamente mayor, que a las 24 horas. Recomiendan que después de colocar el MTA, sea protegido con un material de restauración intermedia, de fraguado rápido y dejarlo por 3 días sin tocar.

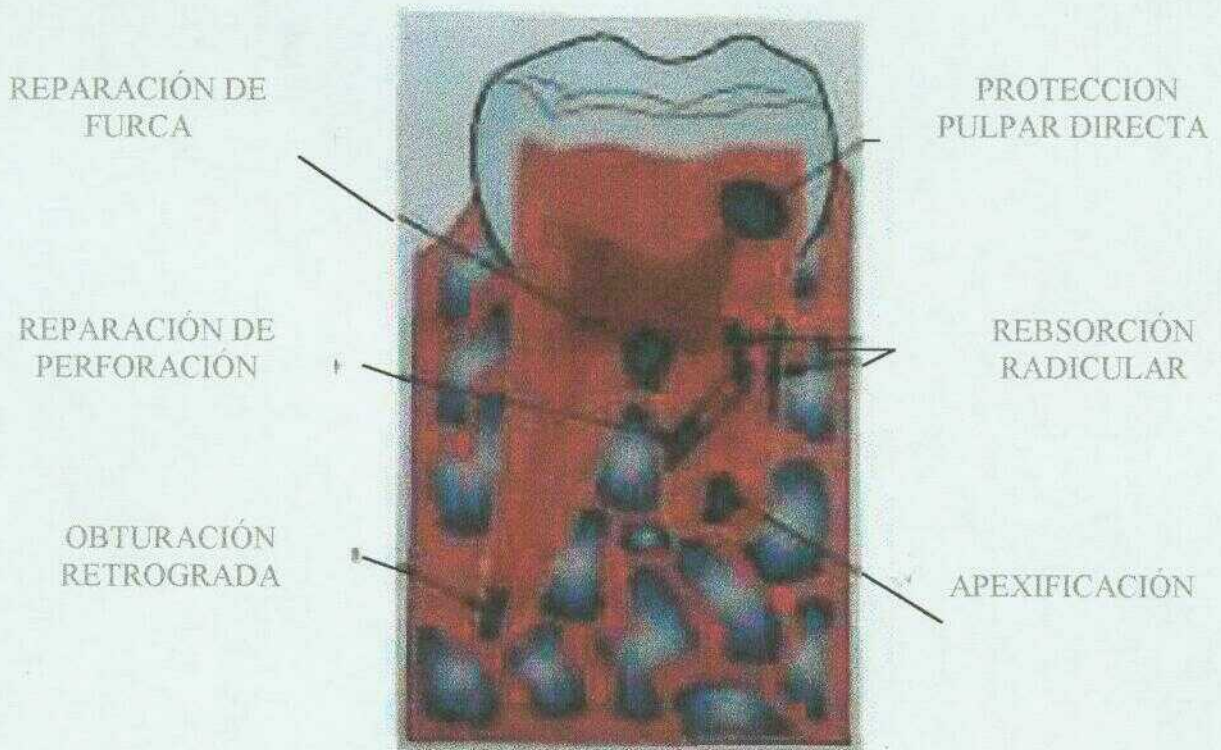
Como el MTA, fragua en presencia de la humedad, la sangre no afecta su habilidad de sellado, Torabinejad (1994). Por esta razón no es necesario colocar una barrera, como se utiliza en los otros materiales de obturación, empleados con la misma finalidad. Arens y Torabinejad (1999).

El MTA, por su composición química, puede provocar decoloración de la estructura dentaria, por lo que se recomienda sea utilizado en el espacio del conducto radicular y cámara pulpar que se encuentra apicalmente a la línea gingival o cresta ósea. (Instructivo ProRoot TM MTA, Dentsply Tulsa dental, OK.)

La casa fabricante (Dentsply Tulsa Dental), señala ciertas precauciones en utilización de este material, donde indica evitar el contacto directo del polvo húmedo o seco del MTA, con los ojos, piel, mucosas, (evitar inhalación o ingestión), ya que se puede producir irritación o inflamación del área expuesta (Instructivo ProRoot TM MTA, Dentsply Tulsa Dental, OK.)

#### 14.- APLICACIONES CLINICAS

Figura.-7  
Aplicación clínica del agregado trióxido mineral Terabinajed y Col.



Se ha recomendado su utilización para: (fig.- 7).

Terapia en Pulpas

- Vitales: -Pulpotomía  
- Perforación de furca  
-Recubrimiento pulpar directo

Terapia en Pulpas

- Necroticas: -Perforaciones Radiculares  
-Resorciones  
-Apexificación

#### **14.1.- CONSIDERACIONES CLÍNICAS**

El tiempo de espatulado es de un minuto, suficiente para hidratar todas las partículas del polvo y darle al material una consistencia cremosa. Este material tiene un tiempo de trabajo de cinco minutos y solidifica luego de cuatro horas. Torabinejad y Col. ( 1995 ).

En obturaciones del tercio cervical no debe ser confinado cuando quede en contacto con la encía y sobre el nivel de la cresta ósea alveolar ya que puede producir tinciones debido a la naturaleza de sus componentes. En estos casos debe utilizarse un material que no produzca pigmentaciones como por ejemplo Geristore, un compómero dual. Torabinejad y Col (1995 ).

Antes de llevarlo al sitio a reparar en una perforación radicular con comunicación al periodonto cuando no se realiza un abordaje quirúrgico y se lo realiza por vía del conducto, es necesario crear un lecho o barrera que es posible lograr por ejemplo, colocando hidróxido de calcio previamente en el sitio de la lesión. Torabinejad y Col. ( 1994. 1995 ).

Es necesario confirmar mediante una Rx la colocación adecuada del material en el sitio de la perforación radicular. En caso de tener que repetir el procedimiento cuando se trabaja por vía endodóntica porque se observa radiográficamente que no ha sido correctamente colocado en la cavidad de la perforación, se lava para retirar el material, se coloca hidróxido de calcio nuevamente, y se espera una semana. Torabinejad y Col.( 1995 ).

#### **14.1.1.- INDICACIONES CLÍNICAS PARA SU USO**

El MTA ProRoot es considerado una solución clínicamente viable para las siguientes indicaciones según especifica el fabricante. Torabinejad y Chivian (1999).

##### **14.1.1.1.- APEXIFICACIONES:**

Se le considera un material excelente para realizar apexificaciones porque el MTA crea un tapón apical permanente en el momento del tratamiento, por lo tanto no necesita procedimientos intermedios como recambio de pastas alcalinas, por ejemplo. Torabinejad y Chivian. (1999).

##### **14.1.1.2.- REPARACIÓN DE PERFORACIONES RADICULARES DURANTE LOS TRATAMIENTOS DE CONDUCTO:**

Las perforaciones son generalmente el resultado de condiciones iatrogénicas en donde se produce la comunicación desde el interior del diente a través de la cámara pulpar o del conducto radicular con los tejidos periapicales. Puede tratarse de lesiones en el fulcrum en piezas dentarias multirradiculares o lesiones a nivel de las paredes radiculares que podrán ser tratadas por vía endodóntica o quirúrgica, según el nivel de perforación o la dificultad para el abordaje de la misma. En la región cervical este material puede producir tinciones debido a su composición química, especialmente por la presencia de hierro entre sus componentes. Pitt Ford y Col. (1996).

#### **14.1.1.3.- REPARACIÓN DE REABSORCIONES RADICULARES:**

Las reabsorciones radiculares son una condición idiopática resultando en la reabsorción o destrucción de la estructura radicular interna o externa. Ya sea que se trate de una reabsorción externa o de una reabsorción interna-externa, el MTA puede sellar el lugar de la reabsorción quedando en contacto con el tejido periodontal. En la región cervical se debe tener presente que este material puede producir tinciones. Abedi y Col. (1996).

#### **14.1.1.4.- MATERIAL DE OBTURACIÓN RETRÓGRADA:**

Un material ideal de obturación retrograda, debe producir un completo sellado apical, no ser tóxico, ser bien tolerado por los tejidos, no resorbible, estable dimensionalmente, fácil de manipular, y radiopaco. Garnter y Dorn. (1992). Adicionalmente, deben proporcionar efecto bactericida ó bacteriostático. Torabinejad y Col. (1995).

Se puede utilizar el MTA en obturaciones retrograda, cuando un caso puede ser solucionado en mejores condiciones en forma quirúrgica o retratado en forma quirúrgica que a través del conducto. El MTA tiene excelentes cualidades de sellado y permite la reparación de los tejidos perirradiculares cuando se lo utiliza como material de obturación retrógrada durante una cirugía periapical. Tittle y Col. (1996).

#### **14.1.1.5.- PROTECCIÓN PULPAR:**

La terapia pulpar vital o protección pulpar directa, puede ser indicada en ciertas situaciones clínicas. La colocación de MTA sobre el área expuesta de la pulpa dentinaria permite la reparación y la preservación de la misma con vitalidad sin necesidad de un futuro tratamiento. Torabinejad y Chivian. (1999).

Recientemente el MTA se ha propuesto como material de recubrimiento pulpar directo, y se ha demostrado y sustentado por estudios bacteriológicos que es un material biocompatible, que su capacidad de sellado es superior a la amalgama, el óxido de zinc eugenol y al Súper EBA. Abedi y Col.(1996). adicionalmente el MTA es altamente alcalino, ph entre 10.2 y 12.5 Torabinejad y Col.(1995).

Pitt Ford y Col. (1996). realizan un estudio para comparar la capacidad del MTA y el hidróxido de calcio, como materiales de recubrimiento pulpar directo; El MTA demostró inducir una respuesta más favorable sobre el tejido pulpar remanente. Histomorfométricamente se comprobó menos inflamación en el grupo con MTA, con respecto al grupo con hidróxido de calcio. Además se observó un puente dentinario continuo con algunas irregularidades en las pulpas con MTA, se evidencian túbulos dentinarios en dicho puente. En tanto que se reportó la presencia de túneles y/o defectos en los puentes de las pulpas cubiertas con hidróxido de calcio.

Otro estudio que consta al MTA como material de recubrimiento pulpar directo, realizado por Abedi y Col. (1996). comprobó la formación de un puente calcificado significativamente mayor y menor inflamación en el grupo con MTA, en comparación el hidróxido de calcio. Basado en estos resultados, el MTA, se presenta como un material que puede ser utilizado como un agente de recubrimiento pulpar directo.

Torabinejad y Chivian (1999). reportan un caso de primer molar inferior con una caries extensa y ápices abiertos; Se realizó la remoción de la caries, se aplicó el recubrimiento pulpar directo con MTA y se obturo con amalgama como restauración final. El control post-operatorio a los tres años, evidenció el cierre de los ápices y la ausencia de patologías perirradiculares.

#### **14.1.1.6.- PROCEDIMIENTOS CLÍNICOS**

Torabinejad y Chivian (1999). indican el procedimiento clínico en los casos de tratamiento con pulpas vitales:

A.-Después de anestesiar y aislar con el dique de goma, se elimina completamente la caries con fresa redonda y turbina, con refrigeración de agua constante.

B.-En caso de pulpotomías, la pulpa coronaria se remueve con una fresa larga de diamante montada en turbina con refrigeración continua.

C.-Lavar la cavidad y sitio(s) de exposición con hipoclorito de sodio (NaOCL) diluido. El sangrado del sitio(s) de la exposición puede ser controlado con una torunda de algodón impregnada con hipoclorito de sodio(NaOCL)

D.- Mezclar el polvo del MTA con agua estéril y colocar la mezcla en la cavidad de acceso con un porta-amalgama plástico grande. Rellenar con la mezcla el (los) sitio(s) de exposición con una torunda de algodón húmeda.

E.- Colocar una torunda de algodón sobre el MTA y rellenar el resto de la cavidad con un material temporal. En pacientes cooperadores, rellenar toda la cavidad con MTA, colocar una gasa húmeda entre el diente tratado y el diente antagonista. Como el MTA tiene una fuerza comprensiva baja y no puede ser usado como material de obturación permanente, Torabinejad y Col.(1995) una semana después se remueve de 3 a 4 mm del MTA y se coloca la restauración definitiva final sobre el MTA.

F.-Seguimiento de la vitalidad pulpar, clínica y evaluar radiográficamente de 3 a 6 meses según sea necesario. El tratamiento de conductos podrá o no

realizarse, dependiendo del criterio del clínico y siguiendo las pautas de un tratamiento de conductos en un diente con pulpa vital Torabinejad y Chivian (1999).

## **15.- APLICACIÓN DEL AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA) EN PULPAS NECRÓTICAS**

### **15.1.- APEXIFICACIÓN**

La inducción de una barrera apical usando hidróxido de calcio o la colocación de una barrera apical artificial al final de la raíz son las técnicas más comúnmente empleadas para tratar los casos de inducción de cierre apical Tittle y Col.(1996). A pesar de su popularidad en el procedimiento de apexificación, la terapia del Ca (OH)<sub>2</sub> tiene algunas desventajas que incluye la variabilidad del tiempo de tratamiento, la impredecibilidad del cierre apical, y el tiempo del tratamiento Shabahang y Col.(1999) .El tiempo necesario para la apexificación es de 6 a 4 años. El uso de un material más eficaz que induzca la formación de una barrera calcificada puede reducir el tiempo del tratamiento considerablemente Tittle y Col.(1996) .

El MTA se ha utilizado como barrera apical para permitir una inmediata obturación del conducto radicular, éste es un material que tiene una buena habilidad de sellado y alta biocompatibilidad Shabahang y Col.(1997).

Shabahang y Col. (1999). realizan un estudio para comparar la eficacia de la proteína osteogénica (Op-1), el Agregado trióxido mineral y el hidróxido de calcio, cuando son utilizados para promover la formación de tejido duro en raíces inmaduras de perros. Después de 12 semanas las mandíbulas examinadas arrojaron que las raíces tratadas con MTA y Op-1 inducen un promedio de 50% más formación de tejido duro, y se observó menos inflamación en las raíces

tratadas.

Otro estudio que soporta la utilización del MTA, es el realizado por Tittle y Col (1996), donde se comparó la efectividad del MTA como barrera de obturación apical, con actividad para estimular el cierre apical de tres factores de crecimiento óseo. Los autores concluyen que los factores de crecimiento óseo juega un papel importante en la formación y resorción ósea, pero sus efectos en un área inflamada son pobremente conocidos, y donde se utilizo el MTA las lesiones eran significativamente más pequeñas, por lo que el MTA puede utilizarse como un material de obturación en una sola sesión, en un ápice abierto.

## **15.2.- PERFORACIONES DENTALES**

El procedimiento clínico recomendado por Torabinejad y Chivian (1999), en la utilización del MTA en dientes permanentes con necrosis pulpar y ápices incompletamente formados, es el siguiente:

A: Después de anestesiar, aislar con dique de goma, y preparar un acceso adecuado, el sistema de conductos radiculares, sé desinfecta, utilizando instrumentos e irrigación con NaOCL. Para desinfectar el conducto radicular, se introduce el hidróxido de calcio como medicamento intraconducto por una semana.

B: Después de irrigar el conducto radicular con NaOCL y eliminar el hidróxido de calcio, se seca con puntas de papel absorbente, se mezcla el polvo de MTA con agua estéril y se lleva la mezcla con un porta amalgamas grande al conducto.

C: Posteriormente, se condensa el MTA hacia el ápice radicular de la raíz con condensadores o puntas de papel. Creando un tapón apical de MTA de 3 a 4

mm. y se checa su extensión radiográficamente. Si la obturación de la barrera apical falla en el primer intento, lavar el MTA con agua y repetir el procedimiento.

D: En caso que sean molares o premolares colocar una torunda de algodón húmeda en el conducto con gutapercha o con resina en dientes con paredes delgadas, como esta indicado y sellar la cavidad de acceso con restauración definitiva. Evaluar y valorar la cicatrización perirradicular clínica y radiográficamente.

### **15.3.- PERFORACIONES RADICULARES**

El objetivo del tratamiento de las perforaciones es mantener los tejidos saludables, sin inflamación o pérdida de adhesión periodontal. En caso de ya existir lesiones, el objetivo, es restablecer la salud periodontal en torno al diente perforado, lo cual es muy difícil de lograr con los materiales disponibles Pitt y Col. (1995).

La restauración de perforaciones se logra intracoronal y/o quirúrgicamente. El acceso intracoronal usualmente cuando fracasa se procede a la reparación quirúrgica. El factor importante en ambos accesos es lograr un buen sellado entre el diente y el material de reparación. Se puede afectar por la ubicación, el tiempo que tarde en repararse la perforación, la habilidad del operador y por las características físicas y químicas del material de restauración Lee Y Col. (1993). La extrusión del material de relleno es un problema potencial en la reparación de perforaciones radiculares. Esto usualmente ocurre durante la condensación del material de relleno en el sitio de la perforación. La extrusión del material de relleno causa lesión traumática al ligamento periodontal, resultando en inflamación y retardo de la reparación. Actualmente, los materiales de restauración disponibles solo se utilizan únicamente en campos secos Benenati y Col. (1986).

Estudios en dientes extraídos comprueban que el MTA; Tiene la capacidad de lograr un buen sellado Torabinejad y Col.(1993,1994). Los hallazgos histológicos de estudios de dientes de perros, confirma que tiene un gran potencial en la cicatrización de tejido Pitt Ford, (1993).

Lee y Col. (1993). realiza un estudio para comparar la capacidad de sellado del MTA, amalgama e IRM, en perforaciones laterales inducidas experimentalmente. Los resultados comprueban que el MTA, tiene significativamente menos filtración que el IRM y la amalgama; tanto en la sobre obturación como en la sub-obturación, presenta siempre el menor grado de penetración de colorante, y que considerando que las perforaciones, usualmente contaminadas con sangre o fluido tisular, éstos materiales no son ideales para restauración de perforaciones; Mientras que para el MTA, presenta características hidrofílicas, la humedad actúa como un activador en la reacción química con el tejido.

Pitt Ford y Col. (1995). analizan la respuesta histológica de la amalgama y el MTA, cuando se utiliza como material de obturación de las perforaciones. Sus resultados muestran que los dientes reparados inmediatamente con MTA, tienen ausencia de inflamación y la formación de cemento en cinco de seis dientes, mientras que los reparados con amalgama originan inflamación, de moderada a severa.

#### **15.4.- PROCEDIMIENTO DE REPARACIÓN INTRACORONAL DE PERFORACIONES RADICULARES.**

Después de anestesiar, colocar dique de goma y localizar el sitio de la perforación, el área se lava con (NaOCL). diluido. En perforaciones por largo tiempo contaminadas, el Hipoclorito de Sodio (NaOCL). se debe dejar en el sistema de conductos radiculares por un par de minutos, para desinfectar el sitio de perforación. Luego se completa la instrumentación y obturación de los conductos con gutapercha y sellador hasta el sitio de la perforación; mezclar el MTA con

agua estéril y colocarlo en el lugar de la perforación con un porta amalgama retacarlo en el sitio con un condensador, o con una torunda de algodón. Luego de reparar la perforación con MTA, colocar una torunda de algodón húmeda sobre el MTA y sellar la cavidad de acceso con un material de relleno temporal. Después de tres o cuatro horas, remover el cemento temporal y la torunda de algodón y colocar el material de relleno permanente en la raíz y/o en la preparación de la cavidad de acceso. Cuando el MTA se usa en perforaciones, con alto grado de inflamación y el material permanece suave al checarlo en una segunda cita. Esto se debe a la presencia de un ph bajo, el cual previene un fraguado adecuado del MTA. En estos casos, se elimina el MTA y se repite el procedimiento. Se evalúa la cicatrización de tres a seis meses. Carlos Bóveda. Venezuela (1999).

En perforaciones apicales, la mezcla de MTA se debe llevar ala porción apical del conducto; Se puede utilizar una pistola tipo "Messing" (R.Chige Inc. Boca Ratón, FL), o con un porta amalgama pequeño y empacarlo con condensadores pequeños, o puntas de papel. Es necesario un tapón apical de 3 a 5 mm, para prevenir filtración coronaria y extensión del material de obturación hacia los tejidos periapicales. Después de inducir un tapón apical, colocar una torunda de algodón húmeda y cerrar el acceso de la cavidad con un material temporal de relleno. Remover la torunda de algodón al menos tres o cuatro horas después y obturar el resto del conducto con gutapercha y sellador de conductos radicular. En casos con perforación apical grande y mucha humedad, el establecimiento del tapón apical y la obturación del sistema del conducto radicular se puede lograr en una sesión. Carlos Bóveda. Venezuela (1999).

#### **15.5.- REPARACIÓN DE PERFORACIONES POR RESORCIÓN INTERNA.**

Después de anestesiar y preparar la cavidad de acceso, el conducto radicular se debe limpiar, desinfectar y acondicionar, ya que hay presencia de tejido de granulación y existe una comunicación entre el conducto radicular y el periodonto.

Usualmente se observa sangrado el cual se controla, con la irrigación de hipoclorito de sodio (NaOCL). Durante la limpieza y acondicionamiento se recomienda, colocar hidróxido de calcio como medicación en conductos. Después de lavar el Hidróxido de Calcio del conducto con NaOCL o alcohol en la siguiente cita, obturar la porción apical del conducto con gutapercha y sellador de conductos radiculares. Posteriormente, colocar la mezcla de MTA en el defecto y condensarlo con ayuda de condensadores y torundas de algodón. El uso de limas largas ultrasónicas sin agua pueden ayudar a obtener una obturación completa en el defecto. Colocar una torunda de algodón húmeda sobre el MTA y cerrar la cavidad de acceso con material de relleno temporal. Carlos Bóveda. Venezuela (1999).

## **16.- APLICACIÓN CLÍNICA DEL AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA)**

### **16.1. REPORTE DE UN CASO**

La pulpa dental se comunica con el periodonto a través del foramen apical y conductos laterales. La exposición de la pulpa dental y tejidos perirradiculares a los microorganismos resulta en el desarrollo de patologías periapicales. Las vías de comunicación de forma iatrogénica como perforaciones o por causa de resorciones invasivas deben ser selladas con diferentes materiales restauradores para prevenir la contaminación bacteriana. Debido a que estos materiales van a estar en contacto directo con tejidos vitales estos deben ser biocompatibles y favorecer la regeneración de los mismos. Carlos Bóveda. Venezuela (1999).

### **16.2. PRESENTACIÓN DE CASO**

Paciente femenina de 38 de edad es referida para evaluar la zona postero inferior derecha. Específicamente el primer molar de la zona (46), clínicamente el diente presentaba una corona metal-porcelana y en el fondo del vestíbulo se observaba

paciente se encontraba asintomática y refirió que la corona y el tratamiento de conductos habían sido realizado hace aproximadamente 4 años y que en los dos últimos años notaba una pequeña inflamación en la zona la cual aumentaba y disminuía de tamaño. Carlos Boveda. Venezuela (1999).

La radiografía inicial ( Fig.1 ), muestra el primer molar inferior derecho (46) con una restauración metálica compatible con una corona metal-porcelana, un tratamiento de conductos defectuoso el cual se encontraba corto, subpreparado y subcondensado y la raíz distal se observaba corta en longitud en comparación con las raíces mesiales pudiéndose observar una resorción interna y externa de dicha raíz, y también se puede comprobar imágenes radiolúcidas periapicales en las dos raíces. Es de hacer notar el problema periodontal localizado y compromiso de la zona de furcación. Carlos Boveda. Venezuela (1999).

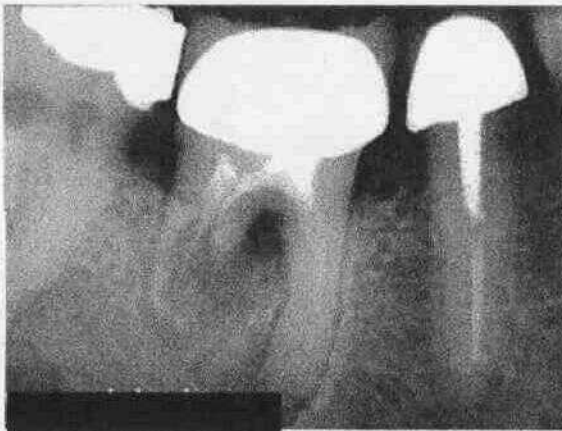


Fig. 1. – Radiografía inicial donde se puede evidenciar el primer molar inferior derecho (46), mostrando la zona de resorción en la raíz distal, el problema periodontal y las dos imágenes radiolúcidas periapicales. Carlos Boveda. Venezuela (1999).

En la primera cita se procedió a retirar la corona con el uso del Ultrasonido P5 Booster (Satelec), una vez retirada la corona se procedió a realizar el aislamiento absoluto del campo operatorio con dique de goma. Se procedió a eliminar todo el material de obturación del sistema de conductos radiculares y se estableció la longitud de trabajo con localizador electrónico de ápice ( Root ZX, JMorita), y se confirmó radiográficamente. Se procedió a limpieza y conformación del sistema de

conductos radiculares con instrumental rotatorio (Profile 0.6 Maillefer) y se irrigó con hipoclorito de sodio al 5,25%. Se colocó en esta primera cita hidróxido de calcio (Tempcanal-Pulpdent), como medicamento intraconducto entre citas y se selló provisionalmente con cavit. Este procedimiento busca controlar el sangrado que había en el conducto distal debido a la gran resorción presente además de controlar el contenido microbiano del interior de los conductos. Se le dio cita a la paciente a los 15 días para realizar la obturación con gutapercha ( Hygenic), y cemento sellador (Top-Seal Maillefer), la paciente se encontraba asintomática, se eliminó el hidróxido de calcio de los conductos irrigando con hipoclorito de sodio al 5,25%. Los conductos fueron obturados primero los mesiales, y posteriormente se obturo el conducto distal con el MTA, el material se preparó según las indicaciones del fabricante en una loseta estéril, y se llevó al conducto con el uso de un portamalgama y se fue compactando el material con condensadores verticales de Schilder esta maniobra se fue controlando mediante radiografías hasta obturar la totalidad del conducto. Posteriormente se colocó cemento provisional en la cámara pulpar cavit y se cementó la corona provisionalmente con Temp.-Bond (Kerr), y se procedió a tomar la radiografía final del caso (Fig. 2). Carlos Boyeda. Venezuela (1999).



Fig. 2. - Radiografía final donde se puede observar la obturación del sistema de conductos radiculares. Carlos Boyeda. Venezuela (1999).

## 17.- AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA) COMO ALTERNATIVA EN EL TRATAMIENTO DE DIENTES NECRÓTICOS Y FORMACIÓN RADICULAR INCOMPLETA.

### 17.1.- PRESENTACIÓN DE UN CASO

Paciente femenino de 9 años de edad, asistió a consulta referida para evaluación endodóntica del sector anterosuperior, específicamente del incisivo central superior izquierdo permanente(21). La paciente presentaba cambio de color en el citado diente. Era notorio un ligero edema intraoral y área eritematosa en fondo de vestíbulo. No existía respuesta a los cambios térmicos y respondía positivamente a percusión vertical, horizontal y palpación sobre apical; no existían sacos patológicos ni compromiso periodontal. La paciente refirió historia de traumatismo 2 años antes, presentando fractura del ángulo incisal mesial. Dijo haber sido tratada endodónticamente y restaurada la fractura con resina. También se evidenciaba una resina sellando deficientemente un abordaje endodóntico palatino mal realizado. Boveda. Venezuela. (2000).

La radiografía inicial (figura 1), muestra al incisivo central superior izquierdo (21), con una formación radicular incompleta y ápice abierto con paredes de dentina muy delgadas. Presentaba un abordaje coronal deficiente y un tratamiento de conductos subpreparado y subcondensado endodónticamente. Boveda. Venezuela. (2000).



Figura 1: Radiografía inicial (se observa diferencia en el grado de formación radicular entre ambos incisivos centrales y un manejo inapropiado en el incisivo central superior izquierdo) Boveda. Venezuela. (2000).

En la primera cita, se abordó el caso, mejorando el acceso endodóntico coronal (figura 2 y 3)

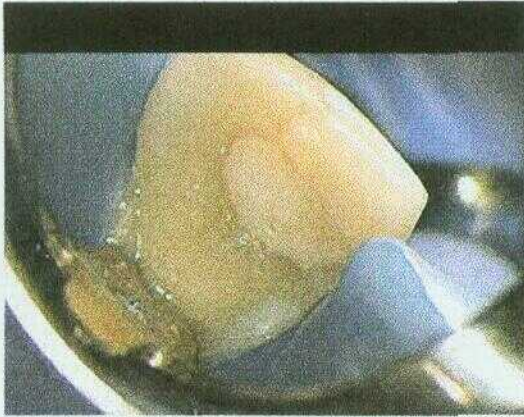


Figura 2: Vista palatina donde se evidencia inapropiada cámara de acceso. Boveda, Venezuela. (2000).



Figura 3: Acceso endodóntico modificado para lograr una remoción total de irritantes del sistema de conductos. Boveda, Venezuela. (2000).

Se removió el material de obturación existente con ultrasonido y se estableció la longitud de trabajo con un instrumento número 140 confirmando la misma con localizador electrónico de ápice y radiográficamente (figura 4). Boveda, Venezuela. (2000).

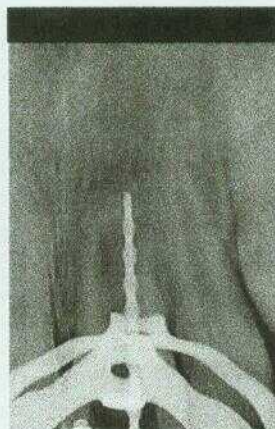


Figura 4: Posterior a remover la obturación endodóntica existente, se evalúa radiográficamente la longitud de trabajo. El instrumento se proyecta apicalmente debido a que no existe un "tope" obstructivo. Boveda, Venezuela. (2000).

Se preparó el sistema de conductos con técnica corono-apical y se irrigó con hipoclorito de sodio al 5,25 %. Se obturó con hidróxido de calcio (Tempcanal-PulpdentR) como medicamento entre citas y se selló con IRM (CaulkR-Dentsply). (Figura 5-6). Boveda, Venezuela. (2000).



Figura 5: Tras realizar una completa limpieza y confirmación del sistema de conductos, se colocó hidróxido de calcio como medicamento entre citas. Boveda, Venezuela. (2000).

Dicho procedimiento busca controlar el componente microbiano del interior del conducto y formar una barrera de tejido osteocementoide apical para proceder posteriormente a la obturación del conducto.



Figura 6: Control radiográfico posterior a colocar hidróxido de calcio. Se observa el medicamento en contacto íntimo las paredes del conducto y su relación con las estructuras de soporte a nivel apical. Boveda, Venezuela. (2000).

La paciente fue medicada con antibiótico Bidroxyl (Laboratorios Bristol), de 500 mg, cada 12 horas durante 6 días y fue citada un mes después para evaluar la estabilidad del hidróxido de calcio, y su recambio en caso de ser necesario. En dicha oportunidad no asistió a consulta y volvió a los 6 meses, evidenciándose disolución del hidróxido (figura 7). Boveda, Venezuela. (2000).



Figura 7: Control radiográfico a los 6 meses, evidenciándose disolución del hidróxido de calcio. Boveda, Venezuela. (2000).

Aún así, la paciente estaba asintomática y con mejoría notable del cuadro clínico. Se retomó el caso, pero no se evidenciaba formación de la barrera apical, por lo que luego de remover el material remanente se reinstrumentó y se irrigó con

hipoclorito de sodio para una segunda fase con hidróxido de calcio. Tres meses después, la paciente refirió haber presentado fuerte dolor en el área y 1 semana posterior, desarrolló una fístula, razón por la cual asistió a consulta (figura 8). Boveda. Venezuela. (2000).

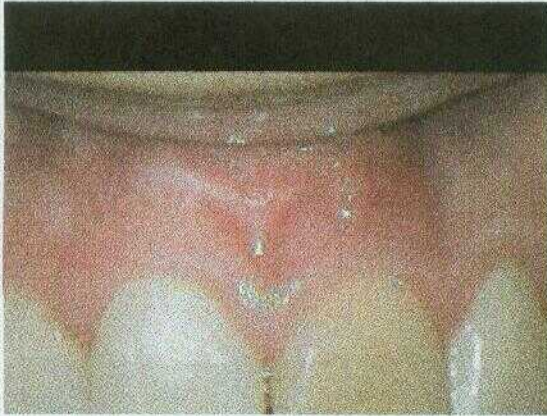


Figura 8: 10 meses después de comenzado el tratamiento la paciente desarrolló fístula a nivel apical, aproximadamente a 4 mm de la encía libre Boveda. Venezuela. (2000).

El trayecto fistuloso no era transitable y se encontraba a 4 mm del borde de la encía libre. Cuando se retiró el relleno con ultrasonido y se limpió profusamente con hipoclorito de sodio, se observó con ayuda de microscopio quirúrgico a 21,6 X de aumento, un punto de resorción perforante a nivel de la pared radicular vestibular exactamente a nivel de la fístula presente (figura 9).



Figura 9: Vista a 21,6 X de aumento con microscopio operatorio, donde se evidencia área de resorción perforante en la pared vestibular y ausencia de formación de la barrera apical. Boveda. Venezuela. (2000).

Se colocó hidróxido de calcio para controlar signos y síntomas (figura 10). A la

semana, y después de haber logrado este objetivo, se decidió finalizar el caso, usando MTA. Boveda. Venezuela. (2000).



Figura 10: Se colocó hidróxido de calcio con la finalidad de controlar signos y síntomas clínicos. La radiografía de control muestra un punto más radiopaco que coincide con el nivel donde se observó el defecto de resorción sobre la pared radicular Boveda. Venezuela. (2000).

Debido a las condiciones en la estructura radicular del caso en tratamiento (ausencia de barrera apical y estructura radicular debilitada debido a perforación por resorción), se decidió obturar la totalidad del conducto con MTA. Para ello, se preparó el material en una loseta de vidrio estéril, bajo las proporciones descritas por el fabricante y se llevó al conducto con un portamalgama. Las diversas cargas de MTA, se proyectaron apicalmente con condensadores verticales; también se hidrató con puntas de papel humedecidas con solución fisiológica. Este procedimiento se repitió y fue controlado radiográficamente hasta lograr la total obturación del conducto (figura 11).



Figura 11: Es necesario un control radiográfico mientras se coloca el MTA. Este es condensado verticalmente hasta que se logre una obturación de apariencia homogénea, rellenando la totalidad del sistema de conductos y entre en contacto con el límite radiográfico apical Boveda. Venezuela. (2000).

La cámara pulpar se limpió entonces con torundas de algodón y solución fisiológica, de manera de ubicar el MTA por debajo del límite amelodentinario (figura 12).

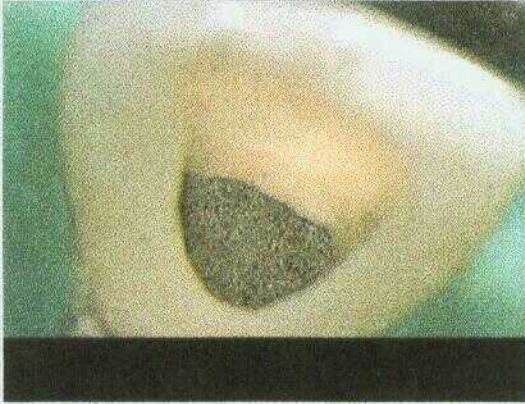


Figura 12: El MTA se colocó debajo del límite amelodentinario. De esta manera se evitan cambios de color a nivel cervical Boveda. Venezuela. (2000).

Posteriormente, se selló el abordaje endodóntico con ionómero de vidrio tipo I (GC-Fuji PLUS) (figura 13).



Figura 13: El caso se selló coronalmente con ionómero de vidrio tipo I Fuji (GC Fuji - PLUS) Boveda. Venezuela. (2000).

Luego se evaluó radiográficamente. El resultado final muestra al MTA en posición,

sin existir sobreobturaciones, y en perfecta relación con las estructuras apicales (figura 14).



Figura 14: Radiografía final Boveda, Venezuela. (2000).



Figura 15: Imagen clínica de control de 18 meses, después de colocado el MTA. Paciente se mantiene asintomática y la clínica muestra salud del periodonto. El caso no ha sido restaurado definitivamente, manteniendo el mismo cemento de ionómero de vidrio. Boveda, Venezuela. (2000).



Figura 16: Radiografía de control (18 meses). Se evidencia cicatrización de la condición periapical previa y estructuras de soportes sin apariencia inflamatoria Boveda, Venezuela. (2000).

### **17.1.1. REPARACIÓN QUIRÚRGICA DE LA PERFORACIÓN**

Cuando la restauración de una perforación falla después de abordaje intraradicular, o son inaccesibles a través de la cavidad de acceso, esta indicada la reparación quirúrgica de estos accidentes.

#### **17.1.2.- PROCEDIMIENTO CLÍNICO**

Luego de levantar un colgajo y localizar el sitio de perforación, si está indicado, el defecto se debe modificar con una fresa pequeña. Como el MTA no fragua, si no después de 3 o 4 horas, es fundamentalmente controlar por completo la hemorragia antes de hacer cualquier intento de reparar el área perforada. La presencia de excesiva humedad en el campo operatorio hace que el material sea muy suave y difícil de controlar. Después de mezclar el polvo del MTA con agua estéril, se coloca en la cavidad preparada y se retaca o condensa muy bien con condensadores. Quitar el exceso con una cucharita de dentina o excavador y/o con una gasa húmeda. No lavar el área después de colocar el MTA en el sitio de perforación. Se sutura el colgajo en su lugar y se evalúa la cicatrización. Anes y Torabinejad. (1999).

### **17.2.- OBTURACIÓN APICAL RETROGRADA**

Debido a la complejidad del sistema de conductos radiculares, la eliminación de las bacterias y el subsiguiente establecimiento de una barrera efectiva para prevenir nuevamente el paso de microorganismos o sus productos a los tejidos periapicales, no siempre se logran con el tratamiento de conductos convencional, o con la repetición del tratamiento de conducto. Por lo tanto, la cirugía periapical puede ser el tratamiento de elección Gilheany y Col. (1994).

El procedimiento de cirugía apical, usualmente consiste en la exposición del ápice involucrando, resección del ápice y la lesión; preparación de una cavidad apical clase I, e inserción del material de obturación apical Torabinejad y Col. (1993).

La cirugía apical se realiza en presencia de patología periapical presente, cuando en tratamiento o el tratamiento endodóntico convencional fracasa, a causa de la inadecuada limpieza de los conductos radiculares y a la salida de antígenos hacia el tejido perirradicular. Por lo tanto, un gran número de investigadores recomienda la inserción de un material de obturación apical, en dientes que requieren la resección del ápice Torabinejad y Col, (1994).

Torabinejad y Pitt Ford. (1996). postulan, que para sellar el ápice radicular, el operador debe eliminar de 2 a 3 mm del ápice radicular, preparar una cavidad apical clase I y colocar el material de obturación apical. La resección del ápice en forma biselada se sugiere para obtener una buena visibilidad (Ingle y col.1996). Por el contrario, Gilheany y Col. (1994) a medida que demuestra el ángulo del bisel, la filtración apical se incrementa debido a la permeabilidad de los túbulos dentinarios.

Posteriormente a la resección radicular, tan perpendicular al eje axial del diente como sea posible, se prepara una cavidad clase I incluyendo el foramen apical e istmo entre los forámenes de la raíz, con una fresa o instrumentación ultrasónica. Una vez realizada la preparación apical, se selecciona un material de obturación apical adecuado Torabinejad y Pitt Ford, (1996).

Garnther y Dorh. (1992). sostiene, que las características ideales de un material obturador de ápice son las mismas de un material obturador de conductos radiculares. Un material obturador de ápice ideal se debe adherir a las paredes de la preparación y sellar el sistema de conductos, no debe ser tóxico, ser bien

tolerado por el tejido perirradicular, y promover la cicatrización. No corroerse, ser electroquímicamente activo, no producir cambios de coloración en el tejido; debe ser fácil de manipular y ser radiopaco. Además, ser dimensionalmente estable, no absorbible, y no alterarse en presencia de la humedad.

La amalgama se ha utilizado como un material obturador del ápice por muchos años. Sin embargo, entre sus desventajas se incluyen; Torabinejad y Col.(1994).

- a-filtración inicial
- b-corrosión secundaria
- c-contaminación con mercurio y estaño
- d-sensibilidad a la humedad
- e-necesidad de profundizar la cavidad preparada
- f-pigmentación de los tejidos duros y blandos
- g-esparcimiento de partículas de amalgama

Por tales desventajas, los cementos a base de óxido de zinc-eugenol tales como el IRM y el Súper-EBA la han sustituido como material de obturación retrograda apical. Sin embargo, estos cementos tienen igualmente desventajas.

- a-sensibilidad a la humedad
- b-irritación de tejido vital
- c-solubilidad
- d-dificultad en la manipulación clínica del material

Recientemente se ha sugerido al MTA para sellar todas las vías de comunicación entre el sistema de conductos radiculares y la superficie externa del diente. Torabinejad y Col.(1993).

## **18.- RESPUESTA DEL TEJIDO PERIRRADICULAR AL AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA)**

En un estudio realizado por Pitt Ford y Col. (1994), se examinó la respuesta del tejido perirradicular en perros, cuando se utilizó el MTA y la amalgama como material de obturación retrograda. Al realizarse el estudio histológico, a las 10 y 18 semanas, se evidencia una menor extensión y severidad de la inflamación perirradicular en los grupos tratados con MTA. Se observa además mayor reposición ósea adyacente al MTA comparado con la amalgama y frecuentemente se encuentra la presencia de cemento sobre la superficie del MTA. Basado en estos resultados, al parecer el MTA se debe utilizar como material de obturación apical.

Torabinejad y Col. (1995). Realizan un estudio para evaluar la respuesta del tejido perirradicular de perros al MTA y la amalgama. La evaluación histológica evidencia que los tejidos perirradiculares de todas las raíces con amalgama, como material de obturación apical presenta inflamación, de moderada a severa; mientras que solo un tercio de las raíces obturadas con MTA muestran inflamación moderada, la diferencia es significativa estadísticamente. También es importante destacar que se observa aposición de cemento sobre el MTA, en 1 de 11 muestras en un periodo de tiempo de 2 a 5 semanas; y en 10 de las 10 muestras en el periodo de 10 a 18 semanas. La formación de cemento no se observó sobre ninguna de las muestras de amalgama. La diferencia es significativa estadísticamente, en el grupo de 10 a 18 semanas. La presencia de cemento sobre el MTA, de las obturaciones retrogradadas, indica la capacidad de sellado del MTA y su biocompatibilidad con los tejidos perirradiculares.

Otros estudios realizados por Torabinejad y Col. (1997), con la finalidad de examinar la respuesta del MTA y la amalgama en el tejido perirradicular, se observó: Ausencia de inflamación perirradicular adyacente en cinco de los seis

ápices obturados con MTA; Formación de una capa completa de cemento sobre el material de obturación en cinco de los seis ápices obturados con MTA; inflamación perirradicular en todo los dientes obturados con amalgama y ausencia de formación de cemento sobre la amalgama. La diferencia de la respuesta de los tejidos ante los dos materiales de obturación, fue evidente. La capa de cemento observada sobre el MTA, aparece continúa con la formada sobre la dentina seleccionada; alguna de las superficies de cemento presentan unas inserciones fibrosas, imitando las fibras de Sharpey.

El mecanismo de formación de cemento sobre el MTA, como material de obturación apical, no esta claro, basado en los resultados de estudios del material en retro obturaciones y en reparaciones de perforaciones; al parecer el MTA es probablemente capaz de la activación de lo cementoblastos al producir la matriz de formación del cemento, posiblemente, por su capacidad de sellado, Torabinejad y Col. (1993); Torabinejad y Col. (1995). su alto ph, o a la liberación de sustancias que activan los cementoblastos para formar una matriz para la cementogénesis.

### **19.- PROCEDIMIENTO CLÍNICO EN LA RETRO OBTURACIÓN**

Torabinejad y Chivian. (1999). realizan un protocolo de aplicación clínica del MTA, al utilizarlo, como material de obturación retrograda:

Después de levantar un colgajo, osteotomía, resección y preparación apical, la hemorragia perirradicular se debe controlar. La presencia de humedad y/o sangre, dificulta la manipulación del material. Utilizando un pequeño transportador, sé coloca la mezcla de MTA en la cavidad apical, se remueve y sé limpia con gasa húmeda, la superficie apical de la raíz, para eliminar la mezcla del MTA sobrante. Como el MTA fragua en presencia de humedad, hay que inducir algo de hemorragia a partir del ligamento periodontal o del hueso sobre el

ápice y el MTA. No se debe lavar el campo quirúrgico después de obturar con MTA la preparación apical. Suturar el colgajo en posición y evaluar la cicatrización un par de meses después.

## **20.- CONCLUSIONES**

-A través de esta revisión de literatura se muestra tanto in vivo, como in vitro que el MTA reúne las características ideales de un material de restauración que se puede aplicar en los tratamientos de perforaciones de furca, resorciones radiculares, obturación retrograda, apexificación, y recubrimiento pulpar.

-Se demuestra que el MTA contiene propiedades fisicoquímicas que estimulan la formación de cemento, un puente dentinario, cicatrización perirradicular y no provoca inflamación.

-Se comprueba que previene la microfiltración y no se afecta o contamina su función del MTA en presencia de sangre y cuenta con una adaptación marginal optima.

-El MTA demostro su acción antibacteriana ante un numero mayor de especies facultativas

-Los estudios realizados, sugieren el uso clínico del MTA en humanos. Recomendándose el uso clínico del material para comprobar la estabilidad de sus propiedades, comportamiento y efecto biológico de recuperación a largo plazo. Donde toda la comunidad odontológica, estudiantes como especialistas lo puedan probar para formar una critica clínica llevando un registro de los tratamientos para corroborar su propiedad restauradora

-Por el momento lo fabrica una sola casa comercial Tulsa Dentsply, por lo cual su adquisición del MTA es difícil, reflejándolo en su costo elevado, por ser un material de introducción y poca demanda.

## **21.- BIBLIOGRAFÍA**

1. Bradford, J.; (1999). Considerations in the selection of a root-end filling material. Oral surg. Oral med. Oral Pathol. Oral Radiol Endod. 87(4): 398-40
2. Shabahang, S.; Torabinejad, M.; Boyne, P.; Abedi, H.; McMillan, P (1999). A comparative study of root-end induction using osteogenic protein-1, calcium hydroxide, and mineral trioxide aggregate in dogs. J. Endod., 25(1):1-
3. Holland, R.; De Souza, V.; Nery, M. J.; Otoboni Filho, J. A.; Bernabé, P.; Dezan, E.; (1999). Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium trioxide. J. Endod.,25(3):.
4. Mitchell, P.; Pitt Ford, T.; Torabinejad, M.; McDonald, F.; (1999) Osteoblast biocompatibility of mineral trioxide aggregate. Biomaterials, 20 :167-173
5. Torabinejad, M.; Chivian, N.; (1999). Clinical applications of mineral trioxide aggregate. J. Endod.25(3):197-05.
6. Nakata, T. T.; Bae, K. S.; Baumgartner, J.; (1998). Perforation repair comparing mineral trioxide aggregate and amalgam using an anaerobic bacterial leakage model. J. Endod., 24(3):184-6.
7. Hugh, M.; Torabinejad, M.; McKendry, D.; Mc Millan, P.;Simon, J. H.; (1998). Effects of Resorbible membrane placement and human osteogenic protein 1 on hard tissue healing after perirradicular surgery in cats. J. Endod., 24(11):
8. Fischer, E.; Arens, D.; Miller, C.; (1998). Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with Zinc-free amalgam, intermediate restorative material and super EBA as a root-end filling material. J. Endod., 24(3):176-9.
9. Koh, E.; McDonal, F.; Pitt Ford, T.; Torabinejad, M.:(1998). Cellular response to

mineral trioxide aggregate. *J. Endod.* 24 (8): 543-47.

10. Maguire, H.; Torabinejad, M.; McKendry, D.; McMillan, P.; Simon, J.; (1998). Effects of resorbable membrana placement and human osteogenic protein-1 on hard tissue healing after periradicular surgery in cats. *J. Endod.*, 24(11).

11. Osorio, R. M.; Hefti, A.; Vertucci, F. J.; Shawley, A. L.; (1998). Cytotoxicity of endodontic materials. *J. Endod.*, 24(2):91-5.

12. Sluyk, S. R.; Moon, P. C.; Hartwell, G. R (1998). Evaluation of setting properties and retention characteristics of mineral trioxide aggregate when used as a furcation perforation repair material. *J. Endod.*, 24(11):768-71.

13. Wu, M. K.; Kontakiotis, E. G.; Wesselink, P. R.; (1998). Decoloration of 1% methylene blue solution in contac with dental filling materials. *J. Dent* 26 (7): 585-9

14. Wu, M. K.; Kontakiotis, E. G.; Wesselink, P. R.; (1998). Long-term seal provide by some root-end filling materials. *J. Endod.*, 24(8):557-60.

15. Yatsushiro, J. D.; Baumgartner, J. C.; Tinkle, J. S (1998). Longitudinal study of the microleakage of two root-end filling materials using a fluid conductive system. *J. Endod.*,24(11):716-9.

16. Torabinejad, M.; Pitt Ford, T. R.; Abedi, H. R.; Kariyawasam, S. P.; Tang, H. M.; (1998). Tissue reaction to implanted root-end filling materials in the tibia and mandible of guinea pigs. *J. Endod.* 24 (7):468-471

17. Torabinejad, M.; Pitt Ford, T. R.; McKendry, D. J.; Abedi, H. R.; Miller, D.; Kariyawasam, S. P.; (1997). Histologic assessment of mineral trioxide aggregate as root end filling in monkeys. *J. Endod.*, 23:225-8.

18. Walton y Torabinejad.; (1.997). *Endodoncia principios y práctica*. 2da. Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana. México.

19. Tang, H. M.; Morrow, J. D.; Kettering, J. D.; Torabinejad, M (1997). Endotoxin

leakage of four root-end filling materials. Abstract N 42. *J. Endod.*, 23(4):259.

20. Shabahang, S.; Torabinejad, M (1997). Apexification in immature dog teeth using osteogenic protein-1, mineral trioxide aggregate, and calcium hydroxide. Abstract N 65. *J. Endod.*, 23(4):

21. Maguire, H.; Torabinejad, M.; (1997). The effects of a reabsorbable membranes and h-OP-1 on tissue healing following endodontic surgery. Abstract N 46. *J. Endod.*, 23(4):260.

22. Koh, E.; Pitt Ford, T. ; Torabinejad, M.; McDonal, F.; (1997). Mineral trioxide aggregate stimulates a biological response in human osteoblasts. *J. Biomed. Mater Res.*,37:432-9.

23. Abedi, H. R.; Torabinejad, M.; McMillan, P.; (1997). The effect of demineralization of resected root ends on cementogenesis. Abstrac N 37. *J. Endod.*, 23(4):258. 62. Pitt Ford, T. R.; Abedi, H. R.; Torabinejad, M.; Tang, H. M (1997). Tibia and mandible reaction to implanted root end filling materials. Abstract N 56. *J. Endod.*, 23(4):263.

24. Phillips, R.; (1986). *La Ciencia de los Materiales Dentales de Skinner*. 2da Edición. Nueva Editorial Interamericana, S:A. México. pp: 338-348; 496- 499; 522-529 ;

25. Abedi. H. R.; Torabinejad, M.; Pitt Ford, T. R.; Bakland, L. ; (1996). The use of mineral trioxide aggregate cement (MTA) as a direct pulp capping agent. Abstrac N 44.*J. Endod.*, 22:199.

26. Adamo, H.; Burviana, R.; Rosenberg, P.; Schertzer, L.; Kahn, F.; Boylan, R.; (1996). Bacterial assay of coronal microleakage: MTA, Super- EBA, composite, amalgam retrofillings. Abstract N 48. *J. Endod.*, 26:196.

27. Harbert H. ; (1996). One step apexification without calcium hydroxide. *J. Endod.* 22:690

28. Arens, D. ; Torabinejad, M.; (1996). Repair of furcal perforations with mineral trioxide aggregate: Two case reports. *Oral. Surg.*, 82:84-8.
29. Bates, C. F.; Carnes, D. L.; Del Rio, C.; (1996). Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J. Endod.*, 22(11):575-8.
30. Ingle, J.; Beveridge, E.; Glick, D. y Weichman, J.; (1996). *Terapeutica Endodontica Moderna*. En *Endodoncia* (Ingle y Bakland Editores). 4ta. Edición. Edit. McGraw-Hill .México. Capitulo 1, pp 1- 52
31. Torabinejad, M.; Pitt Ford, T. R.; McKendry, D. J.; Abedi, H. R.; Miller, D. A.; Kariyawasam, S. P.; (1996). Periradicular tissue response to mineral trioxide aggregate. Abstract N 4. *J. Endod.*, 22(4):189.
32. Torabinejad, M.; Pitt Ford, T. R.; (1996). Root end filling materials: A review. *Endod. Dent. Traumatol.* 12:161-78.
33. Ingle, J.; Cummings, R.; Frank, A.; Glick, D.; Rubinstein, R.; Rodman, W.; (1996). *Cirugia endodóntica*. En *Endodoncia* (Ingle y Bakland editores). 4ta. Edición. Edit. McGraw-Hill .México. Capitulo 16. pp:760-1
34. Pitt Ford, T. R.; Torabinejad, M.; Abedi, H. R.; Bakland, L. K.; Kariyawasam, S. P (1996). Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping material. *J. Am. Dent. Assoc.*, 127:1491-4.
35. Pitt Ford, T. R.; Torabinejad, M.; McKendry, D.; Hong, C. U.; Kariyawasam, S. D (1995). Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. *Oral Surg.*, 79:756-63.
36. Torabinejad, M.; Hong, C. U.; Lee, S. J.; Pitt Ford, T. R.; (1995). Investigation of mineral trioxide aggregate for root end filling in dogs. *J. Endod.*, 21:603-8.
37. Torabinejad, M.; Hong, C. U.; McDonald, F.; Pitt Ford, T. R.; (1995). Physical and chemical properties of a new root end filling material. *J. Endod.*, 21:349-53.

38. Torabinejad, M.; Falah, R.; Kettering, J. D.; Pitt Ford, T. R.; (1995). Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root end filling material. *J. Endod.*, 21:109-21.
39. Torabinejad, M.; Hong, C. U.; Pitt Ford, T. R.; Kariyawasam, S. D.; (1995). Tissue reaction to implanted Super EBA and mineral trioxide aggregate in the mandibles of guinea pigs: A preliminary report. *J. Endod.*, 21:569-71.
40. Torabinejad, M.; Hong, C. U.; Pitt Ford, T. R.; Kettering, J. D.; (1995). Antibacterial effects of some root end filling materials. *J. Endod.*, 21:403-6.
41. Torabinejad, M.; Hong, C. U.; Pitt Ford, T. R.; Kettering, J. D.; (1995). Citotoxicity of four root end filling materials. *J. Endod.*, 21:489-92. 95.
42. Torabinejad, M.; Wilder Smith, P.; Kettering, J. D.; Pitt Ford, T. R. ; (1995). Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root end filling materials. *J. Endod.*, 21:295-9.
43. Torabinejad, M.; Wilder Smith, P.; Kettering, J. D.; Pitt Ford, T. R. ; (1995). Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root end filling materials. *J. Endod.*, 21:295-9.
44. Torabinejad, M.; Pitt Ford, T. R.; Brady, K.; McDonald, F.; (1995). Mineral trioxide aggregate as a substrate for osteoblasts. Abstract N 151, Scanning 95, Monterrey, California.
45. Abbas, A.; Lichtman, A.; Pober, J.; (1995). *Inmunología Celular y Molecular*. 2da ed. McGraw-Hill-Interamericana de España. Madrid. Capitulo 1 y 12, pp: 3-14; 267-295
46. Abedi. H.R.; Ingle, J. I. ; (1995). Mineral trioxide aggregate: A review of a new cement. *J. Calif Dent Assoc.* 23(12). 36-39
47. Cummings, G.; Torabinejad, M.; (1995). Mineral trioxide aggregate (MTA) as

an isolating barrier for internal bleaching. Abstract N 53. *J. Endod.*, 21(4):228

48. Hayashi Y.; Imai M (1995). Application of Ca-\_\_Glycerophosphate for artificial apical barrier formation. *J. Endod.*

49. Hong, C. U.; Torabinejad, M.; Kettering, J. ; (1995). The effects of three retrofilling materials on selected oral bacteria. Abstract N 67. *J. Endod.*, 19(4):200.

50. Hong, C.; McKendry, D. ; Pitt Ford, T. ; Torabinejad, M.; (1994). Healing of furcal lesions repaired by amalgam or mineral trioxide aggregate. Abstract N 37. *J. Endod.*, 20(4):197.

51. Gilheany, P.; Figdor, D.; Tyas, M.; (1994). Apical dentin permeability and microleakage associates with root end resection and retrograde filling. *J. Endod.* 20(1):22-27.

52. Camp J. Tratamiento endodóntico en odontopedriatría. En Cohen y Burn (1994). *Endodoncia los caminos de la pulpa*. Editorial médica Panamericana. México. : 873-915

53. Alhadainy, H.; (1994). Root perforations: a review of literature. *Oral Surg.*, 78:368-74

54. Higa, R.; Torabinejad, M.; McKendry, D.; McMillan, P.; (1994). The effect of storage time on the degree of dye leakage of root end filling materials. *Int Endodon J.* 27:252-6.

55. Mahler, D.; Nelson, L.; (1994). Sensitivity answer sought in amalgam alloy microleakage study. *J. Am Dent Assoc.* 106:51-4.

56. Mérida, H.; (1994). Estudio al microscopio electrónico del puente dentinario en pulpotomías con hidróxido de calcio. Trabajo especial de grado, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

57. Pitt Ford, T. R.; Hong, C. U.; Torabinejad, M (1994). Mineral trioxide aggregate

as a root-end filling material. Abstract N 1. J. Endod., 20(4):188.

58. Torabinejad, M.; Higa, R. K.; Pitt Ford, T. R.; McKendry, D. J.; (1994). Dye leakage of four root-end filling materials. Effects of blood contamination. J. Endod., 20:159-63.

59. Wong, W.; Rosenberg, P.; Boylan, R.; Shulman, A.; (1994). A comparison of the apical seals achieved using retrograde amalgam filling and the Nd:YAG Laser. J. Endod. 20: 595-7

60. Torabinejad, M.; Watson, T. F.; Pitt Ford, T. R.; (1993). Sealing ability of a mineral trioxide aggregate as a retrograde root filling material. J. Endod., 19:591-5.

61. Pitt Ford, T. R.; Torabinejad, M.; Hong, C. U.; Kettering, J. D (1993). The effects of three retrofilling materials on L929 cells. Abstract N 80. J. Endod., 19(4):203.

62. Lee, S.; Monsef, M.; Torabinejad, M.; (1993). Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. J. Endod., 19 (11):541-4

63. Higa, R.; Torabinejad, M.; (1993). Comparison of leakage between dry and wet filled retrograde cavities. Abstract N 15. J. Endod., 19(4):189.

64. Gartner, A.; Dorn, S.; (1992). Advances in endodontic surgery. Dent Clin North Am .36:357-79.

65. Chong, B.; Pitt Ford, T.; Watson, T.; (1991). The adaptation and sealing ability of light-cured glass ionomer, retrograde filling. Int. Endod. J. 24:223-32

66. Balla, R.; LoMonaco, C.; Skribner, J.; Lin, L.; (1991). Histological study of furcation perforations treated with tricalcium phosphate, hydroxyapatite, amalgam and life. J. Endod .,17:234-8

67. Baumgartner, J.; Falkler, W.; (1991). Bacteria in the apical 5 mm of infected root canals. J. Endod., 17:380-3

68. Harbert H.; (1991). Generic Tricalcium phosphate plug: An adjunct in endodontics. *J. Endod.* 17:131
69. Bondra, D.; Hartwell, G.; Macpherson, M.; Portelli, F.; (1989). Leakage in vitro with IRM, high copper amalgam, and EBACement as retrofilling materials. *J. Endodon.* 15:157-60.
70. Beltes, P.; Zervas, P.; Lambrianidis, T.; Molyvdas, I.; (1988) In-vitro study of the sealing ability of four retrograde filling materials. *Endod Dent Traumatol.*, 4:82-4
71. www. Carlos bóveda. Universidad de Venezuela (1998,1999,2000,2001,2002)