

31441

4

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

ENEP IZTACALA

Especialización en Endoperiodontología

*EVALUACIÓN DE LA BIOCOMPATIBILIDAD DEL  
CEMENTO PORTLAND IMPLANTADO EN TEJIDO  
CONECTIVO SUBEPITELIAL DE RATAS.*

Director de tesis:

Dr. Eduardo Llamosas Hernández

Asesor:

Dra. Rosario Morales

29/12/2001  
C.D. Luisa Iliana Campos Quintana.

2001



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## ÍNDICE

Introducción	1
Antecedentes	2
¿Qué es el MTA?	3
Características físicas y químicas del MTA	3
Propiedades del MTA	3
Indicaciones del MTA	7
Cemento Portland	8
Clasificación del Cemento Portland por sus adiciones	8
Composición química del Cemento Portland	9
Características físicas el Cemento Portland	9
Planteamiento del problema y justificación	10
Objetivo	10
Hipótesis	10
Metodología	10
Preparación de los tubos con Cemento Portland	10
Implantación de los tubos con Cemento Portland	11
Recursos (materiales)	12
Resultados	13
Discusión	15
Conclusiones	17
Bibliografía	18

## INTRODUCCIÓN

El Agregado de Mineral Trióxido (MTA) ha mostrado en numerosos estudios ser un material sellador con un alto potencial. Recientemente se ha relacionado el MTA con un material utilizado en la construcción, el Cemento Portland (CP), básicamente por tener los mismos componentes principales: calcio, fosfato y sílice.

Wucherpfennig y cols. reportan haber realizado algunos estudios comparando el MTA con el CP, concluyendo que de acuerdo a las observaciones preliminares, se sugiere que el CP puede ser un material tan ideal como el MTA.

La utilización del CP como material dental ha causado una gran polémica abriendo nuevas líneas de investigación.

Como se sabe, para determinar el potencial de biocompatibilidad de los materiales dentales, se han utilizado varias técnicas, tales como: a) Pruebas de citotoxicidad celular o tisular in vitro. b) Pruebas en tejido subcutáneo o implantes óseos in vivo.

Debido a la poca información existente y basándonos en los estudios de Wucherpfennig que menciona varios casos con MTA y CP sin reportar datos concretos sobre la utilización de éste último, considerando importante conocer el comportamiento biológico del material y por el hecho que se ha llegado a mencionar la posibilidad de utilizar CP en lugar de MTA, se propone un estudio experimental, prospectivo y longitudinal con el objetivo principal de evaluar la biocompatibilidad del CP incluido en tubos de polipropileno al ser implantados en tejido conectivo subepitelial de ratas.

Para el presente caso se utilizaron 10 ratas de la cepa Wistar, 9 de las cuales se les implantó un tubo incluyendo CP (grupo experimental) y un tubo vacío (grupo control), uno a cada lado de la línea media dejando a la última rata como control. Las primeras ratas fueron agrupadas para ser sacrificadas a los 8, 15, 30 y 45 días después de la implantación y posteriormente hacer la evaluación histológica.

Los resultados mostraron que no hubo diferencia significativa entre ambos grupos (control y experimental) ya que el tipo de reacción presentada fue similar, cabe destacar que además de haberse observado una inflamación de aguda a crónica, es muy notoria la presencia de células cebadas y eosinófilos relacionados en una reacción alérgica. Basándose en dichos resultados se recomienda la utilización de otro material como contenedor del CP.

## ANTECEDENTES

La pulpa dental se comunica con el periodonto a través del foramen apical y conductos laterales. El periodonto consiste en cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar. La pulpa y el periodonto están separados físicamente de la flora bucal por esmalte, dentina y encía insertada. La exposición de la pulpa dental y tejidos perirradiculares a los microorganismos, produce una patología pulpar o perirradicular. <sup>1</sup>

El objetivo de la terapia endodóntica es la prevención y/o la eliminación de patologías de origen endodóntico. <sup>2</sup>

Estudios han demostrado que lesiones radiculares se desarrollan solo si los conductos radiculares son expuestos a la flora oral y que dicho conducto tiene la capacidad de alojar diversas especies de bacterias así como sus toxinas y sus productos. El egreso de esos irritantes del conducto a tejidos radiculares produce lesiones radiculares. La remoción de esos irritantes y la obliteración total del conducto en una forma tridimensional es el principal propósito de la terapia radicular no quirúrgica. <sup>3</sup>

Aunque muchos fracasos endodónticos pueden ser retratados exitosamente de una forma convencional, la cirugía endodóntica puede ser la única alternativa a la extracción en casos donde el tratamiento convencional no sea posible. <sup>4</sup>

En la práctica endodóntica accidentes como perforación en furca pueden ocurrir como resultado de un acceso mal dirigido o durante la preparación para poste, afectando el pronóstico del tratamiento dental. En un estudio analítico de fracasos endodónticos, Ingle reportó que las perforaciones fueron la segunda causa de fracasos. Diversos estudios han mostrado que la perforación en furca predispone a un rompimiento del tejido perirradicular del diente con la eventual pérdida de inserción del ligamento periodontal que en la mayoría de los casos es irreparable y frecuentemente termina con la pérdida del diente. <sup>5</sup>

En general los investigadores han dado mejor pronóstico a las perforaciones del tercio apical o medio en comparación con las del tercio cervical o piso de cámara pulpar. Sinai demostró que el pronóstico de un diente perforado depende de la localización de la perforación así como el tiempo de exposición a la contaminación y a la viabilidad del sellado de la perforación. <sup>6</sup> Así mismo, Selzer indica que el daño al periodonto siempre ocurre pero es minimizado cuando la perforación es sellada inmediatamente a diferencia de las que no son selladas y se encuentran expuestas a microorganismos y otros contaminantes dando como resultado una migración epitelial y destrucción del hueso adyacente. <sup>6</sup>

La reparación de la perforación puede ser intracoronalmente y/o por métodos quirúrgicos ambos con la finalidad de lograr un buen sellado entre el diente y el material de reparación, esto puede ser afectado por la localización y tamaño de la perforación, la habilidad del operador así como las características físicas y químicas del material de reparación. <sup>7</sup>

El objetivo del tratamiento de una perforación en furca es mantener la salud de los tejidos adyacentes a la perforación evitando la inflamación continua o la pérdida de la inserción periodontal. En caso de que ya exista una lesión con el tratamiento se pretende restablecer la inserción del tejido lo que es extremadamente difícil con los materiales disponibles hoy en día.<sup>5</sup>

Idealmente el material utilizado para sellar una perforación, debe ser:

- a) Biocompatible
- b) Capaz de proveer un sellado adecuado
- c) No reabsorbible
- d) Radiopaco
- e) Fácil manipulación
- f) Bacteriostático
- g) Habilidad de inducir la osteogénesis y cementogénesis <sup>2,6,8,9,10,11,12</sup>

Se han sugerido diversos materiales con la finalidad de sellar las vías de comunicación entre el conducto radicular y tejidos periodontales, entre los que se incluyen:

1. Amalgama
2. Oxido de zinc y eugenol
3. Super EBA
4. IRM
5. Cavit
6. Resinas composite
7. Cemento de ionómero de vidrio
8. Hidróxido de calcio
9. Fosfato tricálcico
10. Gutapercha
11. Hidroxiapatita <sup>1,2,3,4,5,13</sup>

La efectividad de los diversos materiales se ha evaluado experimentalmente tanto en perforaciones en molares de animales como de humanos siendo la amalgama uno de los materiales más utilizados para el sellado de dichas perforaciones.<sup>7</sup>

Microfiltración, diferentes grados de toxicidad y alteraciones en presencia de humedad son desventajas que se han encontrado en los materiales utilizados para sellar perforaciones. Además, algunos materiales presentan dificultad en cuanto a su manipulación, la extrusión del material en el sitio de la perforación es un problema potencial para la reparación ya que puede causar un daño traumático en el ligamento periodontal resultando una inflamación que impide la reparación. El control de la hemorragia es otro factor que dificulta el sellado pudiendo impedir la reparación del tejido ya que algunos materiales se recomiendan colocarse en campos secos.<sup>7</sup>

En la búsqueda del mejor material para producir un sellado adecuado se ha propuesto recientemente un nuevo cemento, el agregado de mineral trióxido (MTA), que ha sido desarrollado en la Universidad de Loma Linda como un compuesto potencial para el sellado de las vías de comunicación entre el diente y la superficie externa.

## **¿QUE ES EL MTA?**

El agregado de mineral trióxido (MTA) es un polvo cuya composición no está publicada, pero sus principales componentes son: Silicato tricálcico, Aluminio tricálcico, Oxido tricálcico, y óxido de silicato además de una pequeña cantidad de óxidos minerales responsables de las propiedades físicas y químicas de este agregado, se ha adicionado también óxido de bismuto encargado de la radiopacidad.<sup>1,3,7,8,14,15</sup>

### **Características físicas y químicas del MTA**

El MTA contiene finas partículas hidrofílicas que fraguan en presencia de humedad, dando como resultado un gel coloidal que en un principio tiene un pH de 10.2 elevándose a 12.5 a las 3 horas permaneciendo constante. La solidificación del gel se presenta en menos de 4 horas y alcanza una mayor resistencia a la compresión a los 21 días siendo de 70MPa , que es comparable con la del IRM y el Super EBA, pero significativamente menor que la amalgama (311MPa).<sup>1</sup>

A la examinación del MTA se muestran diferentes fases que suceden durante el proceso de endurecimiento: todo el compuesto se divide en óxido de calcio y fosfato de calcio posteriormente aparecen discretos cristales y más tarde una estructura amorfa sin aparente crecimiento de cristales pero de aspecto granular. El principal contenido de los prismas es de 87% de calcio y 2.47% de sílice teniendo como remanente oxígeno; en las áreas de estructura amorfa se conforman de 33% de calcio, 49% de fosfato, 2% de carbón, 3% de cloro y 6% de sílice.<sup>14</sup>

El comportamiento del MTA a nivel de tejido conectivo es prácticamente de la misma forma como actúa el hidróxido de calcio, dado que el trióxido de calcio que forma parte del MTA, al mezclarse con agua, se transforma en óxido de calcio y este al entrar en contacto con la humedad de los fluidos tisulares se transforma en hidróxido de calcio, el cual, al estar en un medio húmedo se disocia en iones hidroxilo e iones calcio. Los iones calcio reaccionan con el bióxido de carbono presente en el tejido conectivo y se forma carbonato de calcio en forma de cristales de calcita. Estos cristales de calcita a su vez estimulan a los fibroblastos para que liberen fibronectina, la que va a estimular a los fibroblastos presentes en la zona a transformarse en células productoras de tejido duro (osteo, cemento u odontoblastos)<sup>16</sup>

### **Propiedades del MTA**

El examen de citotoxicidad es uno de los más comúnmente usados para determinar la biocompatibilidad de diferentes materiales dentales y de acuerdo a esta técnica se ha evaluado el MTA comparativamente con amalgama, IRM y Super EBA resultando la amalgama como el material que menos toxicidad presentó al colocarse inmediatamente después de colocarse.<sup>8,17</sup>

Torabinejad y cols. evaluaron la citotoxicidad del MTA, la amalgama, el super EBA y el IRM. Para este estudio se utilizaron los métodos de cobertura con agar y radiocromo. En el estudio con agar, el análisis estadístico de los resultados se mostró que la amalgama recién preparada y después de cristalizar, fue significativamente menos citotóxica que los otros materiales, seguida por el MTA. Cuando fue evaluada por el radiocromo el material menos tóxico fue el MTA, seguido por la amalgama, el super EBA y el IRM. <sup>8</sup>

Osorio y cols. estudiaron la citotoxicidad de algunos cementos endodónticos (CRCS; AH26, Endomet) y de retrobturación (amalgama, ketac silver, Gallium GF y MTA), utilizando fibroblastos humanos en cultivo. Los resultados mostraron que el CRCS fue el cemento menos tóxico, y entre los materiales de retrobturación el MTA fue el menos citotóxico. <sup>18</sup>

Koh y cols. investigaron la posible participación del MTA para estimular la activación de la respuesta celular. El IRM y el MTA fueron preparados y colocados cada uno de ellos en medios de cultivo que contenía osteoblastos, siendo incubados de 1 a 7 días. Los resultados observados en el microscopio electrónico de barrido, mostraron que el MTA permitió la adherencia de las células al material, señalando los autores una probable estimulación en la producción de citoquinas en los osteoblastos humanos. <sup>17,19</sup>

Kettering y Torabinejad investigaron la mutagenicidad del MTA, del IRM y del super EBA, utilizando la prueba de mutagenicidad de AMES, concluyendo que ninguno de los materiales tiene potencial carcinogénico. <sup>9</sup>

Torabinejad y cols. evaluaron la reacción del tejido óseo al super EBA y al MTA, colocándolos en mandíbulas de cobayos. Los materiales fueron colocados en tubos de Teflón, implantándolos por 60 días en el hueso, siendo después procesados para el análisis microscópico. El estudio mostró que ambos materiales son biocompatibles, aunque la reacción del tejido al MTA fue menor de lo que se observó con el super EBA. <sup>15</sup>

Moretton y cols. evaluaron la reacción del tejido conectivo de ratones al implante subcutáneo de super EBA o MTA. Después de 15, 30 y 60 días, los animales fueron sacrificados y las piezas preparadas para su observación al microscopio. El análisis de los resultados mostró varios grados de inflamación ante los dos materiales probados. <sup>20</sup>

Torabinejad y cols. implantaron en la mandíbula y tibia de cobayos Amalgama, super EBA, IRM o MTA. Después de 80 días los animales fueron sacrificados y las piezas procesadas para el análisis histológico, siendo evaluado en el tejido la cantidad de inflamación, el tipo de células presentes y el grosor de tejido conectivo alrededor de cada material implantado. Tanto en la tibia como en el maxilar, los resultados mostraron que comparado con los otros materiales, el MTA presentó el menor índice de inflamación. <sup>21</sup>

Holland y cols. implantaron por 7 o 30 días en tejido subcutáneo de ratón tubos de dentina rellenos con  $\text{Ca(OH)}_2$  o MTA, evaluando la respuesta del tejido conectivo mediante microscopía óptica e histoquímica. Los resultados fueron similares para los dos materiales utilizados. Adyacente a la abertura de los tubos se observó una deposición de granulaciones birrefringentes a la luz polarizada, y junto a estas, se encontró tejido calcificado irregular. En tinción de Von Kossa, se observó que tales granulaciones estaban compuestas por calcio en



forma de cristales de calcita. El MTA produjo el mismo tipo de granulaciones, por lo que los autores mencionan que el mecanismo biológico de acción del MTA es muy similar al del  $\text{Ca(OH)}_2$ , en el que los iones de  $\text{Ca}^{++}$  del material se unen con el  $\text{CO}_2$  presente en los tejidos, formando así los cristales de calcita. Esta calcita favorecería la liberación de fibronectina, que estimularía los fibroblastos presentes en la zona para que se transforme en células productoras de matriz de tejido duro, ya sean odontoblastos, cementoblastos u osteoblastos, dependiendo del sitio de acción ya sea del  $\text{Ca(OH)}_2$  o del MTA.<sup>22,23</sup>

Torabinejad y cols. estudiaron la actividad antimicrobiana del óxido de zinc y eugenol, el super EBA, dos tipos de amalgama y el MTA sobre nueve bacterias facultativas y siete anaerobias estrictas. Después del crecimiento de las bacterias en un medio de cultivo sólido, los materiales fueron preparados, dejándose endurecer por 24 horas. De esta manera, se colocaron sobre los medios de cultivo con bacterias e incubados en atmósfera apropiada por 24 y 48 horas. Los resultados mostraron que tanto el óxido de zinc y eugenol como el super EBA tenían algún efecto bactericida sobre los dos tipos de bacterias; los discos impregnados con el líquido del super EBA causaron varios grados de inhibición tanto para las bacterias facultativas como para las estrictas. Los dos tipos de amalgama no presentaron efecto antibacteriano. El MTA presentó actividad sobre algunas bacterias facultativas y a pesar de su elevado pH, no hubo ningún efecto bactericida sobre anaerobias estrictas. Estos autores concluyeron que ninguno de los materiales investigados presenta el efecto antibacteriano deseado para los materiales de retrobturación.<sup>10</sup>

Además de los anteriores que forman parte de una gran variedad de estudios realizados con MTA con respecto a la cito e histotoxicidad así como sus propiedades antibacterianas, el MTA ha sido colocado en pulpa dental. Abedi y cols. compararon la eficacia del Dycal y del MTA como agentes para el recubrimiento pulpar directo. Realizaron comunicaciones pulpares padronizadas en premolares de 6 perros y en incisivos de 4 monos, realizando el recubrimiento inmediato con Dycal o con MTA, siendo las cavidades obturadas con amalgama. Después de 2 y 5 meses las piezas fueron procesadas histológicamente para el análisis microscópico. Los resultados mostraron estadísticamente mayor formación de tejido calcificado y menor inflamación en el grupo del MTA comparado con el Dycal.<sup>24,25</sup>

Soares evaluó microscópicamente la respuesta pulpar de dientes de perro al  $\text{Ca(OH)}_2$  químicamente puro o al MTA. Realizaron 24 pulpotomías en igual número de dientes, que fueron recubiertas con uno u otro material, siendo sellados coronalmente. Después de 90 días los animales fueron sacrificados y las piezas procesadas histológicamente para análisis al microscopio. Soares observó la formación de una barrera de tejido duro en el 91.6% de las pulpas recubiertas con  $\text{Ca(OH)}_2$  y en el 96.4% en las que se utilizó el MTA. Los porcentajes de casos que presentaron simultáneamente barrera de tejido duro y tejido pulpar sin inflamación, fueron del 66.6% para los casos tratados con  $\text{Ca(OH)}_2$ , y de 82.1% en los que se usó el MTA.<sup>26</sup>

Pitt Ford y cols. estudiaron la respuesta pulpar de monos al uso del Dycal o del MTA como materiales de recubrimiento directo. 5 meses después de la protección pulpar de comunicaciones pulpares con uno u otro material en XX dientes las piezas fueron procesadas para su análisis al microscopio; se observó la formación de un puente de tejido duro en todos los especímenes del grupo en que se usó MTA, con un solo espécimen mostrando inflamación

del tejido pulpar remanente. En contraste, todas las pulpas tratadas con Dycal presentaban inflamación pulpar, y formación de un puente de tejido duro en solo dos casos.<sup>27</sup>

Junn y cols. evaluaron la respuesta pulpar y la formación del puente de dentina utilizando pasta acuosa de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  o MTA en exposiciones pulpares realizadas en 63 dientes de perro. Después de 1, 2, 4 y 8 semanas los animales fueron sacrificados y las piezas preparadas para análisis histológico. Los especímenes tratados con MTA, mostraron menor inflamación pulpar y mayor formación de puentes dentinarios (estadísticamente significativo) que los recubiertos con  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .<sup>28</sup>

### **Indicaciones del MTA**

- a) Recubrimiento pulpar directo
- b) Apexificaciones
- c) Reparación en perforaciones radiculares
- d) Material de retrobturación
- e) Otros: colocación coronal en el conducto antes de un blanqueamiento interno, reparación de fracturas verticales.<sup>1</sup>

Recientemente se ha sugerido que existe un compuesto con características químicas muy similares al MTA, dicho compuesto es el llamado Cemento Portland (CP), un material de uso común en la industria de la construcción. Tanto el MTA como el cemento portland, se proponen como dos materiales muy semejantes por sus principales componentes: fosfato, calcio y silicio, además el análisis macroscópico, microscópico y defracción de rayos X muestra que ambos materiales son casi idénticos. Así mismo, en cuanto a la manipulación de los materiales, ambos son mezclados con agua que al evaporarse quedan dentro de la fase sólida. Al parecer, la mayor diferencia entre ambos es la disponibilidad del material.<sup>29</sup>

Para comprobar su biocompatibilidad, se realizó un estudio, en el cual fueron cultivadas células semejantes a osteoblastos (MG63) en presencia tanto de MTA como de cemento portland (CP). Los cultivos de 4 y 6 semanas mostraron que ambas sustancias estimulan la formación de una matriz en forma similar.<sup>29</sup>

Experimentos in vivo se realizaron en ratas adultas, en donde se colocó CP o MTA como recubrimiento pulpar directo después de una exposición pulpar estéril, después de 1, 2, 3 y 4 semanas se obtuvieron los especímenes para el análisis histológico en donde se confirmó que ambos materiales tienen un efecto similar en las células pulpares; la aposición de dentina de reparación se observó en algunos casos tanto al inicio como a las dos semanas después de las lesiones.<sup>29</sup>

Los resultados preliminares de acuerdo a los estudios realizados con el cemento portland, sugieren que puede ser un material de sellado tan ideal como el MTA.

## CEMENTO PORTLAND

¿Qué es cemento?

La palabra cemento es nombre de varias sustancias adhesivas. De acuerdo con la definición que aparece en la Norma Oficial Mexicana (NOM), el cemento portland es el que proviene de la pulverización del clinker obtenido por fusión incipiente de materiales arcillosos y calizos, que contengan óxidos de calcio, silicio, aluminio y fierro en cantidades convenientemente dosificadas y sin más adición posterior que yeso sin calcinar, así como otros materiales que no excedan del 1% del peso total y que no sean nocivos para el comportamiento posterior del cemento, como pudieran ser los álcali.<sup>35</sup>

Como se ha mencionado, el cemento es una mezcla de muchos compuestos, 4 de ellos constituyen más del 90% del peso del cemento, tales son: silicato tricálcico ( $C_3S$ ), silicato dicálcico ( $C_2S$ ), aluminato tricálcico ( $C_3A$ ) y ferroaluminato tetracálcico ( $C_4AF$ ).<sup>36</sup>

Cuando se agrega agua al Cemento Portland, los compuestos básicos presentes se transforman en nuevos compuestos por reacciones químicas.

$C_3S + \text{agua} \rightarrow \text{gel de tobermorita} + \text{hidróxido de calcio}$

$C_2S + \text{agua} \rightarrow \text{gel de tobermorita} + \text{hidróxido de calcio}$

$C_4AF + \text{agua} + \text{hidróxido de calcio} \rightarrow \text{hidrato de calcio}$

$C_3A + \text{agua} + \text{hidróxido de calcio} \rightarrow \text{hidrato de aluminato tricálcico}$

$C_3A + \text{agua} + \text{yeso} \rightarrow \text{sulfoaluminatos de calcio}$

Dos silicatos de calcio, que constituyen alrededor del 75% por peso del Cemento Portland, reaccionan con el agua para producir dos nuevos compuestos: gel de tobermorita el cual es no cristalino e hidróxido de calcio que es cristalino. En la pasta de cemento completamente hidratada, el hidróxido de calcio constituye el 25% del peso y el gel de tobermorita, alrededor del 50%. Cada producto de la reacción de hidratación desempeña una función en el comportamiento mecánico de la pasta endurecida. El más importante de ellos es el gel de tobermorita, ya que éste liga o aglutina entre sí a todos los compuestos.<sup>36,37</sup>

## CLASIFICACION DEL CEMENTO POR SUS ADICIONES

CPO	Cemento Portland Ordinario
CPP	Cemento Portland Puzolanico
CPEG	Cemento Portland con Escoria Granulada de Alto Horno
CPC	Cemento Portland Compuesto
CPS	Cemento Portland con humo de Sílice
CEG	Cemento con Escoria Granulada de Alto Horno

---

**COMPOSICION QUIMICA.**

Oxido de Silicio ( $\text{SiO}_2$ )	Oxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )
Oxido de fierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	Oxido de calcio ( $\text{CaO}$ )
Oxido de calcio libre ( $\text{CaO}$ libre)	Oxido de magnesio ( $\text{MgO}$ )
Oxido de azufre ( $\text{SO}_3$ )	Residuo insoluble (puzolana)
Oxido de potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ )	Oxido de sodio ( $\text{Na}_2\text{O}$ )
Silicato tricálcico ( $\text{C}_3\text{S}$ )	Silicato dicálcico ( $\text{C}_2\text{S}$ )
Aluminato tricálcico	Ferroaluminato tetracálcico ( $\text{C}_4\text{AF}$ )

**CARACTERISTICAS FISICAS.**

PH: 12 una vez mezclado

Tiempo de fraguado inicial: 2-57 (hrs-min)      Tiempo de fraguado final: 4-55 (hrs-min)  
Finura: 3 730  $\text{cm}^2/\text{g}$

Resistencia a la compresión  $\text{kg}/\text{cm}^2$

3 días: 231

7 días: 289

---

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

Los materiales de uso común utilizados hoy en día para complicaciones endodónticas presentan desventajas tales como microfiltración, diferentes grados de toxicidad y alteraciones en presencia de humedad, las que no se reportan con el agregado mineral trióxido (MTA), ya que se ha manejado hasta ahora como el material "ideal"; de acuerdo a su composición química se ha llegado a comparar con el cemento Portland (CP) llegándose a mencionar que la mayor diferencia entre ambos materiales es el difícil acceso del primero. Tomando en cuenta que se ha sugerido el CP como un material tan ideal como el MTA y debido a la poca información existente, basándonos en los estudios donde se comparan ambos materiales sin reportarse datos concretos sobre la utilización del CP, se considera importante conocer el comportamiento biológico del material, por lo que se propone el presente estudio.

### **OBJETIVO**

Como ya se ha mencionado, el objetivo del presente estudio fue el de evaluar la biocompatibilidad del cemento Portland incluido en tubos de polipropileno al ser implantados en tejido conectivo de rata.

### **HIPÓTESIS**

Si el cemento Portland tiene una composición química similar al cemento MTA, entonces debe de ser un material biocompatible y tolerado por el tejido conectivo de la rata.

### **METODOLOGÍA**

Por el hecho que se ha llegado a mencionar la posibilidad de utilizar CP en lugar de MTA, se propone un estudio experimental, prospectivo y longitudinal, para el presente caso, la población de estudio son 10 ratas de la cepa Wistar de sexo masculino de un peso aproximado de 120 a 150 gramos.

#### **Preparación de los tubos con Cemento Portland**

La sonda de alimentación para prematuros fue cortada en tubos de 4mm de longitud, posteriormente dichos tubos fueron colocados en un recipiente con Glutaraldehído al 2% durante 45 minutos seguido de una irrigación abundante con suero fisiológico manteniéndose en éste. El cemento portland (CP) fue preparado de la misma forma como se recomienda el MTA, es decir, tres partes de polvo y una de anestésico, esto es mezclado con una espátula para cementos por 30 segundos obteniendo una consistencia cremosa, inmediatamente fueron llenados los tubos de plástico con ayuda de un condensador finger plugger. Los tubos preparados se mantuvieron en un ambiente húmedo (gasas impregnadas de suero fisiológico) hasta su colocación.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

Los materiales de uso común utilizados hoy en día para complicaciones endodónticas presentan desventajas tales como microfiltración, diferentes grados de toxicidad y alteraciones en presencia de humedad, las que no se reportan con el agregado mineral trióxido (MTA), ya que se ha manejado hasta ahora como el material "ideal"; de acuerdo a su composición química se ha llegado a comparar con el cemento Portland (CP) llegándose a mencionar que la mayor diferencia entre ambos materiales es el difícil acceso del primero. Tomando en cuenta que se ha sugerido el CP como un material tan ideal como el MTA y debido a la poca información existente, basándonos en los estudios donde se comparan ambos materiales sin reportarse datos concretos sobre la utilización del CP, se considera importante conocer el comportamiento biológico del material, por lo que se propone el presente estudio.

### **OBJETIVO**

Como ya se ha mencionado, el objetivo del presente estudio fue el de evaluar la biocompatibilidad del cemento Portland incluido en tubos de polipropileno al ser implantados en tejido conectivo de rata.

### **HIPÓTESIS**

Si el cemento Portland tiene una composición química similar al cemento MTA, entonces debe de ser un material biocompatible y tolerado por el tejido conectivo de la rata.

### **METODOLOGÍA**

Por el hecho que se ha llegado a mencionar la posibilidad de utilizar CP en lugar de MTA, se propone un estudio experimental, prospectivo y longitudinal, para el presente caso, la población de estudio son 10 ratas de la cepa Wistar de sexo masculino de un peso aproximado de 120 a 150 gramos.

#### **Preparación de los tubos con Cemento Portland.**

La sonda de alimentación para prematuros fue cortada en tubos de 4mm de longitud, posteriormente dichos tubos fueron colocados en un recipiente con Glutaraldehído al 2% durante 45 minutos seguido de una irrigación abundante con suero fisiológico manteniéndose en éste. El cemento portland (CP) fue preparado de la misma forma como se recomienda el MTA, es decir, tres partes de polvo y una de anestésico, esto es mezclado con una espátula para cementos por 30 segundos obteniendo una consistencia cremosa, inmediatamente fueron llenados los tubos de plástico con ayuda de un condensador finger plugger. Los tubos preparados se mantuvieron en un ambiente húmedo (gasas impregnadas de suero fisiológico) hasta su colocación.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

Los materiales de uso común utilizados hoy en día para complicaciones endodónticas presentan desventajas tales como microfiltración, diferentes grados de toxicidad y alteraciones en presencia de humedad, las que no se reportan con el agregado mineral trióxido (MTA), ya que se ha manejado hasta ahora como el material "ideal"; de acuerdo a su composición química se ha llegado a comparar con el cemento Portland (CP) llegándose a mencionar que la mayor diferencia entre ambos materiales es el difícil acceso del primero. Tomando en cuenta que se ha sugerido el CP como un material tan ideal como el MTA y debido a la poca información existente, basándonos en los estudios donde se comparan ambos materiales sin reportarse datos concretos sobre la utilización del CP, se considera importante conocer el comportamiento biológico del material, por lo que se propone el presente estudio.

### **OBJETIVO**

Como ya se ha mencionado, el objetivo del presente estudio fue el de evaluar la biocompatibilidad del cemento Portland incluido en tubos de polipropileno al ser implantados en tejido conectivo de rata.

### **HIPÓTESIS**

Si el cemento Portland tiene una composición química similar al cemento MTA, entonces debe de ser un material biocompatible y tolerado por el tejido conectivo de la rata.

### **METODOLOGÍA**

Por el hecho que se ha llegado a mencionar la posibilidad de utilizar CP en lugar de MTA, se propone un estudio experimental, prospectivo y longitudinal, para el presente caso, la población de estudio son 10 ratas de la cepa Wistar de sexo masculino de un peso aproximado de 120 a 150 gramos.

#### **Preparación de los tubos con Cemento Portland.**

La sonda de alimentación para prematuros fue cortada en tubos de 4mm de longitud, posteriormente dichos tubos fueron colocados en un recipiente con Glutaraldehído al 2% durante 45 minutos seguido de una irrigación abundante con suero fisiológico manteniéndose en éste. El cemento portland (CP) fue preparado de la misma forma como se recomienda el MTA, es decir, tres partes de polvo y una de anestésico, esto es mezclado con una espátula para cementos por 30 segundos obteniendo una consistencia cremosa, inmediatamente fueron llenados los tubos de plástico con ayuda de un condensador finger plugger. Los tubos preparados se mantuvieron en un ambiente húmedo (gasas impregnadas de suero fisiológico) hasta su colocación.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

Los materiales de uso común utilizados hoy en día para complicaciones endodónticas presentan desventajas tales como microfiltración, diferentes grados de toxicidad y alteraciones en presencia de humedad, las que no se reportan con el agregado mineral trióxido (MTA), ya que se ha manejado hasta ahora como el material "ideal"; de acuerdo a su composición química se ha llegado a comparar con el cemento Portland (CP) llegándose a mencionar que la mayor diferencia entre ambos materiales es el difícil acceso del primero. Tomando en cuenta que se ha sugerido el CP como un material tan ideal como el MTA y debido a la poca información existente, basándonos en los estudios donde se comparan ambos materiales sin reportarse datos concretos sobre la utilización del CP, se considera importante conocer el comportamiento biológico del material, por lo que se propone el presente estudio.

### **OBJETIVO**

Como ya se ha mencionado, el objetivo del presente estudio fue el de evaluar la biocompatibilidad del cemento Portland incluido en tubos de polipropileno al ser implantados en tejido conectivo de rata.

### **HIPÓTESIS**

Si el cemento Portland tiene una composición química similar al cemento MTA, entonces debe de ser un material biocompatible y tolerado por el tejido conectivo de la rata.

### **METODOLOGÍA**

Por el hecho que se ha llegado a mencionar la posibilidad de utilizar CP en lugar de MTA, se propone un estudio experimental, prospectivo y longitudinal, para el presente caso, la población de estudio son 10 ratas de la cepa Wistar de sexo masculino de un peso aproximado de 120 a 150 gramos.

#### **Preparación de los tubos con Cemento Portland.**

La sonda de alimentación para prematuros fue cortada en tubos de 4mm de longitud, posteriormente dichos tubos fueron colocados en un recipiente con Glutaraldehído al 2% durante 45 minutos seguido de una irrigación abundante con suero fisiológico manteniéndose en éste. El cemento portland (CP) fue preparado de la misma forma como se recomienda el MTA, es decir, tres partes de polvo y una de anestésico, esto es mezclado con una espátula para cementos por 30 segundos obteniendo una consistencia cremosa, inmediatamente fueron llenados los tubos de plástico con ayuda de un condensador finger plugger. Los tubos preparados se mantuvieron en un ambiente húmedo (gasas impregnadas de suero fisiológico) hasta su colocación.



## **Implantación de los tubos con CP**

De los 10 animales, 9 fueron anestesiados con cloroformo (Fig. 1); cada uno de ellos fue rasurado por la parte dorsal, se le colocó isodine con ayuda de un hisopo en la zona y se realizaron dos incisiones subcutáneas una a cada lado de la línea media de aproximadamente 6mm. (Fig. 2 y 3) Con las tijeras Golman-Fox se debridó el área y en cada incisión se introdujo un tubo con CP del lado derecho (grupo experimental) y un tubo vacío del lado izquierdo (grupo control) terminando con la sutura en puntos simples de ambas incisiones (Fig.4).

Los animales fueron sacrificados a los 8, 15, 30 y 45 días después de la implantación. Cada sección conteniendo el tubo y el tejido adyacente se colocó en formol al 10%. Los bloques fueron deshidratados y embebidos en parafina, se hicieron cortes seriados de 6µm para su posterior tinción con hematoxilina y eosina. En este caso se perdieron 4 muestras dos a los 8 días y dos a los 15 días (control y testigo). Fig. 5

La décima rata sirvió como animal de control, es decir, en esta se observó el tejido normal de la rata con la finalidad de tener un punto de comparación de tejido.

De los 9 animales se obtuvieron las siguientes muestras:

- a) 2- 8 días testigo y control
- b) 2-15 días testigo y control
- c) 3- 30 días testigo y control
- d) 1- 45 días control

El examen histopatológico fue realizado por una Patóloga sin conocimiento del material utilizado.

Las condiciones en que se realizaron los cortes no fueron las más adecuadas sobre todo para el grupo experimental por lo que hubo la necesidad de volver a incluir y cortar el tejido; para esto solamente se pudo recuperar el tejido de 6 bloques: 1-8 días, 1-15 días, 2-30 días, 1-45 días todos ellos del grupo experimental y 1-15 días del grupo control que realmente sirvió para ratificar lo que se había observado en los primeros cortes.

## **RECURSOS (MATERIALES)**

1. Cemento tipo Portland Ordinario (Moctezuma)
2. Sonda de alimentación para prematuros
3. Lodopovidona (Isodine solución) Promeco
4. Recipiente de plástico con tapadera
5. Algodón (Zum)
6. Cloroformo
7. Tijeras rectas
8. Rastrillo (Gillette)

9. Mango de bisturí #3
10. Hoja de bisturí #15 (Aesculap)
11. Loseta de vidrio
12. 1 cartucho de xylocaina (Astra)
13. 1 aguja corta desechable
14. Jeringa para anestesia
15. Espátula para cemento
16. Acarreador de calor
17. Condensador finger-pluger
18. Pinzas de curación
19. Pinzas Adson-Brown
20. Pinzas Kelly
21. Pinzas portaguas
22. Sutura 4-0 seda negra (Ethicon)
23. Glutaraldehído al 2%
24. Suero fisiológico
25. Gasas
26. Jabón

## **RESULTADOS**

A continuación se describen los hallazgos histológicos de ambas muestras.

8 días. En ambas muestras:

Se pudo observar que alrededor del tubo implantado se presentó infiltrado inflamatorio caracterizado principalmente por células polimorfonucleares, células linfoides y macrófagos (Fig. 6 y 7), así como también es evidente la expansión de la matriz celular en toda la zona de la implantación.

15 días. En ambas muestras:

A este tiempo el infiltrado inflamatorio se caracteriza por macrófagos y células linfoides en lugar de células plasmáticas, se observan también células cebadas, eosinófilos y neoformación vascular abundante. Fig. 8 y 9

30 y 45 días. En ambas muestras:

No hay mucha diferencia entre 15, 30 y 45 días.

A los 30 y 45 días se siguen observando macrófagos, células linfoides principalmente así como también células gigantes multinucleadas de tipo Lanhans y neutrófilos (Fig. 10 y 11). Se incrementa la cantidad de células cebadas, la degranulación de éstas y el número de eosinófilos presentes a los 15 días; así mismo, la neoformación vascular es más evidente sobre todo hacia la periferia de la lesión.

9. Mango de bisturí #3
10. Hoja de bisturí #15 (Aesculap)
11. Loqueta de vidrio
12. 1 cartucho de xylocaina (Astra)
13. 1 aguja corta desechable
14. Jeringa para anestesia
15. Espátula para cemento
16. Acarreador de calor
17. Condensador finger-pluger
18. Pinzas de curación
19. Pinzas Adson-Brown
20. Pinzas Kelly
21. Pinzas portaguas
22. Sutura 4-0 seda negra (Ethicon)
23. Glutaraldehído al 2%
24. Suero fisiológico
25. Gasas
26. Jabón

## **RESULTADOS**

A continuación se describen los hallazgos histológicos de ambas muestras.

**8 días. En ambas muestras:**

Se pudo observar que alrededor del tubo implantado se presentó infiltrado inflamatorio caracterizado principalmente por células polimorfonucleares, células linfoides y macrófagos (Fig. 6 y 7), así como también es evidente la expansión de la matriz celular en toda la zona de la implantación.

**15 días. En ambas muestras:**

A este tiempo el infiltrado inflamatorio se caracteriza por macrófagos y células linfoides en lugar de células plasmáticas, se observan también células cebadas, eosinófilos y neoformación vascular abundante. Fig. 8 y 9

**30 y 45 días. En ambas muestras:**

No hay mucha diferencia entre 15, 30 y 45 días.

A los 30 y 45 días se siguen observando macrófagos, células linfoides principalmente así como también células gigantes multinucleadas de tipo Lanhans y neutrófilos (Fig. 10 y 11). Se incrementa la cantidad de células cebadas, la degranulación de éstas y el número de eosinófilos presentes a los 15 días; así mismo, la neoformación vascular es más evidente sobre todo hacia la periferia de la lesión.

Como puede apreciarse en la descripción anterior, los resultados de los análisis histológicos muestran que no hubo diferencia significativa entre el grupo control y el grupo experimental, es decir, en ambos casos, se encontró una reacción inflamatoria de leve a moderada.

Cabe destacar que la identificación de las células cebadas se realizó con tinción de azul de metileno, ya que comúnmente éste tipo de células no se tiñen con hematoxilina y eosina. Fig.12

## DISCUSIÓN

Los métodos recomendados para la evaluación de los materiales dentales, incluyen un examen preliminar que provee un perfil toxicológico general; un segundo examen que evalúa la toxicidad local y un último examen en animales de experimentación; en la literatura se mencionan estudios realizados de acuerdo a estas tres categorías comparando el MTA contra el Cemento Portland pero ninguno hace un reporte detallado de los resultados obtenidos, mencionando la posibilidad de que el CP sea tan ideal como el MTA.

Diversos estudios recomiendan la utilización de copas de Teflón como recipiente del material a estudiar, en este caso, por el difícil acceso se decidió utilizar tubos de polipropileno, teniendo el antecedente de los reportes de Torneck<sup>30</sup>, donde menciona que los tubos de polipropileno implantados en tejido conectivo de ratas, fueron bien tolerados y no causaron inflamación en los extremos del implante; así mismo, este tipo de material (polipropileno) fue implantado también en alvéolos frescos sin causar inflamación (Hodosh y cols.)<sup>31</sup>

Dichos autores hacen mención de la proliferación de tejido a través del tubo. Un efecto similar se pudo observar en los tubos implantados en el presente caso, en el grupo control hubo formación de tejido dentro del tubo.

Hay que aclarar que en este estudio, debido al manejo inicial de los tejidos para su examen histológico, no se obtuvieron cortes donde fuera evidente el contacto del tejido subcutáneo con el cemento Portland, por tanto el análisis de los hallazgos debe tomar en cuenta esta circunstancia.

De acuerdo a los resultados del análisis histológico en el presente estudio, no hubo diferencia entre el grupo control y el grupo experimental; en ambos grupos se observa un infiltrado inflamatorio similar donde a los 8 días es más notoria la presencia de polimorfonucleares y la expansión de la matriz celular debido al edema presente a diferencia de 15, 30 y 45 días donde el infiltrado inflamatorio se caracteriza por macrófagos y células linfoides principalmente; cabe destacar la presencia de las células cebadas y los eosinófilos que se incrementaron en número a este tiempo.

Como puede apreciarse en la descripción anterior, los resultados de los análisis histológicos muestran que no hubo diferencia significativa entre el grupo control y el grupo experimental, es decir, en ambos casos, se encontró una reacción inflamatoria de leve a moderada.

Cabe destacar que la identificación de las células cebadas se realizó con tinción de azul de metileno, ya que comúnmente éste tipo de células no se tiñen con hematoxilina y eosina.  
Fig.12

## **DISCUSIÓN**

Los métodos recomendados para la evaluación de los materiales dentales, incluyen un examen preliminar que provee un perfil toxicológico general; un segundo examen que evalúa la toxicidad local y un último examen en animales de experimentación; en la literatura se mencionan estudios realizados de acuerdo a estas tres categorías comparando el MTA contra el Cemento Portland pero ninguno hace un reporte detallado de los resultados obtenidos, mencionando la posibilidad de que el CP sea tan ideal como el MTA.

Diversos estudios recomiendan la utilización de copas de Teflón como recipiente del material a estudiar, en este caso, por el difícil acceso se decidió utilizar tubos de polipropileno, teniendo el antecedente de los reportes de Torneck<sup>30</sup>, donde menciona que los tubos de polipropileno implantados en tejido conectivo de ratas, fueron bien tolerados y no causaron inflamación en los extremos del implante; así mismo, este tipo de material (polipropileno) fue implantado también en alvéolos frescos sin causar inflamación (Hodosh y cols.)<sup>31</sup>

Dichos autores hacen mención de la proliferación de tejido a través del tubo. Un efecto similar se pudo observar en los tubos implantados en el presente caso, en el grupo control hubo formación de tejido dentro del tubo.

Hay que aclarar que en este estudio, debido al manejo inicial de los tejidos para su examen histológico, no se obtuvieron cortes donde fuera evidente el contacto del tejido subcutáneo con el cemento Portland, por tanto el análisis de los hallazgos debe tomar en cuenta esta circunstancia.

De acuerdo a los resultados del análisis histológico en el presente estudio, no hubo diferencia entre el grupo control y el grupo experimental; en ambos grupos se observa un infiltrado inflamatorio similar donde a los 8 días es más notoria la presencia de polimorfonucleares y la expansión de la matriz celular debido al edema presente a diferencia de 15, 30 y 45 días donde el infiltrado inflamatorio se caracteriza por macrófagos y células linfoides principalmente; cabe destacar la presencia de las células cebadas y los eosinófilos que se incrementaron en número a este tiempo.

Las células cebadas son células residentes en los tejidos, derivan de la médula ósea y se encuentran diseminadas en los tejidos conjuntivos de todo el cuerpo<sup>32</sup>. En la rata como en el ser humano, las células cebadas se encuentran dispersas de manera normal en tejido conectivo, lo que se demostró con el análisis histológico de la rata control, a partir de esto se pudo determinar el incremento de la cantidad de células cebadas alrededor de los tubos implantados.

Las células cebadas son comúnmente conocidas por su participación en reacciones de hipersensibilidad (Tipo I); cuando sus moléculas de IgE superficiales detectan antígenos, la célula cebada se activa con rapidez y se caracteriza por el crecimiento de los gránulos, solubilización de las estructuras cristalinas dentro de éstos y luego degranulación con liberación del contenido de los gránulos en los tejidos circundantes.<sup>32</sup>

Como las células cebadas, los eosinófilos se encuentran en tejido conectivo y sistema respiratorio<sup>33</sup>. Los eosinófilos de manera característica se encuentran en sitios inflamatorios alrededor de infecciones parasitarias o como parte de una reacción inmunológica mediada por IgE, habitualmente relacionada con alergia.<sup>34</sup>

Por lo anterior, la presencia de células cebadas y eosinófilos en el tejido adyacente al tubo implantado parece indicar una reacción de tipo alérgica al material utilizado.

Los resultados del presente estudio nos inducen a varias reflexiones. En primer lugar se puede deducir que no existió diferencia significativa entre ambos grupos. Se detectó inflamación de leve a moderada tanto en los tubos implantados con cemento, como aquellos que contenían el material. Por otro lado, es cierto, como se mencionó arriba, que esto pudo ser debido a que el tejido de los cortes examinados, no estuvo en contacto directo con el cemento Pórtland. Sin embargo, también es sabido, que los materiales que se pretende puedan ser utilizados en la práctica dental, en muchas ocasiones son nocivos a distancia, es decir, producen efectos en los tejidos circundantes, aún sin estar en contacto íntimo con ellos, lo que no es evidente con este material.

Pareciera ser entonces que, si bien no podemos asegurar que el cemento Pórtland sea biocompatible al 100%, si deducimos que por lo menos no tiene efectos nocivos en los tejidos a distancia, cuando es implantado en tejido subcutáneo de las ratas.

## **CONCLUSIONES**

Por los resultados obtenidos en el presente estudio, se establecen las siguientes conclusiones:

- El cemento Pórtland no provocó una reacción adversa a distancia en el tejido subcutáneo de las ratas.

Las células cebadas son células residentes en los tejidos, derivan de la médula ósea y se encuentran diseminadas en los tejidos conjuntivos de todo el cuerpo<sup>32</sup>. En la rata como en el ser humano, las células cebadas se encuentran dispersan de manera normal en tejido conectivo, lo que se demostró con el análisis histológico de la rata control, a partir de esto se pudo determinar el incremento de la cantidad de células cebadas alrededor de los tubos implantados.

Las células cebadas son comúnmente conocidas por su participación en reacciones de hipersensibilidad (Tipo I); cuando sus moléculas de IgE superficiales detectan antígenos, la célula cebada se activa con rapidez y se caracteriza por el crecimiento de los gránulos, solubilización de las estructuras cristalinas dentro de éstos y luego degranulación con liberación del contenido de los gránulos en los tejidos circundantes.<sup>32</sup>

Como las células cebadas, los eosinófilos se encuentran en tejido conectivo y sistema respiratorio<sup>33</sup>. Los eosinófilos de manera característica se encuentran en sitios inflamatorios alrededor de infecciones parasitarias o como parte de una reacción inmunológica mediada por IgE, habitualmente relacionada con alergia.<sup>34</sup>

Por lo anterior, la presencia de células cebadas y eosinófilos en el tejido adyacente al tubo implantado parece indicar una reacción de tipo alérgica al material utilizado.

Los resultados del presente estudio nos inducen a varias reflexiones. En primer lugar se puede deducir que no existió diferencia significativa entre ambos grupos. Se detectó inflamación de leve a moderada tanto en los tubos implantados con cemento, como aquellos que contenían el material. Por otro lado, es cierto, como se mencionó arriba, que esto pudo ser debido a que el tejido de los cortes examinados, no estuvo en contacto directo con el cemento Pórtland. Sin embargo, también es sabido, que los materiales que se pretende puedan ser utilizados en la práctica dental, en muchas ocasiones son nocivos a distancia, es decir, producen efectos en los tejidos circundantes, aún sin estar en contacto íntimo con ellos, lo que no es evidente con este material.

Pareciera ser entonces que, si bien no podemos asegurar que el cemento Pórtland sea biocompatible al 100%, si deducimos que por lo menos no tiene efectos nocivos en los tejidos a distancia, cuando es implantado en tejido subcutáneo de las ratas.

## **CONCLUSIONES**

Por los resultados obtenidos en el presente estudio, se establecen las siguientes conclusiones:

- El cemento Pórtland no provocó una reacción adversa a distancia en el tejido subcutáneo de las ratas.

- El tubo de polipropileno produjo una reacción alérgica, por lo que la biocompatibilidad del cemento, pudo haberse encubierto, por tanto la técnica de implantación en tejido conectivo usando estos tubos tiene que ser revisada.
- Se sugiere la búsqueda de otras alternativas de estudios que confirmen la biocompatibilidad del cemento Portland, puesto que sus componentes y los resultados de este y otros estudios parecen indicar que podría ser útil en el tratamiento de complicaciones endodónticas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endodon* 1999;25:197-205
2. Blackman R, Gross M, Seltzer S. An Evaluation of the biocompatibility of a glass ionomer-silver cement in rat connective tissue. *J Endodon* 1989;15:76-79
3. Torabinejad M, Watson TF Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endodon* 1993;19:591-5
4. Keiser K, Johnson C y Tipton D. Cytotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. *J Endodon* 2000;26:288-291
5. Ford Pitt TR, Torabinejad M. Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol Endod* 1995;79:756-62
6. Nakata TT, Baumgarther JC. Perforation repair comparing mineral trioxide aggregate and amalgam using an anaerobic bacterial leakage model. *J Endodon* 1998;24:184-6
7. Lee S, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endodon* 1993;19:541-4
8. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering J D. Cytotoxicity of four root end filling materials. *J Endodon* 1995;21:489-92
9. Kettering J, Torabinejad M. Investigation of mutagenicity of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *J Endodon* 1995;21:537-9
10. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD. antibacterial effects of some root end filling materials. *J Endodon*. 1995; 21: 403-6



- El tubo de polipropileno produjo una reacción alérgica, por lo que la biocompatibilidad del cemento, pudo haberse encubierto, por tanto la técnica de implantación en tejido conectivo usando estos tubos tiene que ser revisada.
- Se sugiere la búsqueda de otras alternativas de estudios que confirmen la biocompatibilidad del cemento Portland, puesto que sus componentes y los resultados de este y otros estudios parecen indicar que podría ser útil en el tratamiento de complicaciones endodónticas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endodon* 1999;25:197-205
2. Blackman R, Gross M, Seltzer S. An Evaluation of the biocompatibility of a glass ionomer-silver cement in rat connective tissue. *J Endodon* 1989;15:76-79
3. Torabinejad M, Watson TF Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endodon* 1993;19:591-5
4. Keiser K, Johnson C y Tipton D. Cytotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. *J Endodon* 2000;26:288-291
5. Ford Pitt TR, Torabinejad M. Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol Endod* 1995;79:756-62
6. Nakata TT, Baumgarther JC. Perforation repair comparing mineral trioxide aggregate and amalgam using an anaerobic bacterial leakage model. *J Endodon* 1998;24:184-6
7. Lee S, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endodon* 1993;19:541-4
8. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering J D. Cytotoxicity of four root end filling materials. *J Endodon* 1995;21:489-92
9. Kettering J, Torabinejad M. Investigation of mutagenicity of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *J Endodon* 1995;21:537-9
10. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD. antibacterial effects of some root end filling materials. *J Endodon*. 1995; 21: 403-6

11. Torabinejad M, Higa R, McKendry, Pitt Ford TR. dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. *J Endodon* 1994;20:159-63
12. Sluyk SR, Moon PC, Hartwell GR. Evaluation of setting properties and retention characteristics of mineral trioxide aggregate when used as a furcation perforation repair material. *J Endodon* 1998;24:768-71
13. Fischer E, Arens D, Miller C. 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 Endodon* 1998;24:176-9
14. Torabinejad M, Hong CU, Mc Donald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endodon*. 1995; 21: 349-353
15. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kariyawasam S. tissue reaction to implanted super-EBA and mineral trioxide aggregate in the mandible of guinea pigs: a preliminary report. *J Endodon* 1995;21:569-571
16. Seux D. Odontoblast-like cytodifferentiation of human dental pulps in vitro in the presence of a calcium hydroxide-containing cement. *Arch Oral Biol* 1991; 36:117-28
17. Koh ET, Mc Donald F, Pitt Ford TR, Torabinejad M. Cellular response to mineral trioxide aggregate. *J Endodon* 1998;24:543-547
18. Osorio RM. Citotoxicity of endodontics materials. *J Endodon*. 1998;24:91-6
19. Koh E.T. Mineral trioxide aggregate stimulates a biological response in human osteoblasts. *J Biomed. Mater Res* 1997;37:432-9
20. Moretton TR, Brown CE, Kafrawy AH. Biocompatibility and osteogenic potential of mineral trioxide aggregate. *J Endodon* 1997;23:276
21. Torabinejad M. Tissue reaction to implanted root-end filling materials in the tibia and mandible of guinea pigs. *J Endodon* 1998;24:468-71
22. Holland R, Souza V, Nery M, Otoboni JA., Bernabé P, Dezan E. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. *J Endodon* 1999;25:161-6
23. Holland R. Reaction of dog's teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or glass ionomer sealer. *J Endodon* 1999; (en publicación)
24. Abedi HR, Ingle JJ. Mineral Trioxide Aggregate: a review of a new cement. *J Calif. Dent. Assoc* 1995;23:36-9

25. Abedi HR. The use of Mineral Trioxide Aggregate cement as a direct pulp capping agent. *J Endod* 1996;22:196
26. Soares IM. Resposta pulpar ao MTA- Agregado de Trióxido Mineral- comparada ao hidróxido de calcio, em pulpotomias. *Histológico em dentes de caes. Florianópolis, 1996. 74p. Concurso (Professor Titular)- Centro de Ciencias da Saúde (Depto. De Estomatologia-Area de Endodontia), Universidade Federal de Santa Catarina*
27. Pitt Ford TR. Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping mineral. *J Am Dent Assoc* 1996;127:1491-4
28. Junn D J. Quantitative assessment of dentin bridge formation following pulp capping with mineral trioxide aggregate. *J Endodon* 1998;24:278 (Abs 29)
29. Wucherpfennig AL, Green DB. Mineral Trioxide vs. Portland Cement: Two biocompatible filling materials. *J Endodon* 1999;25:308
30. Torneck, CD. Reaction of rat connective tissue to polyethylene tube implant. Part I. *Oral Surg.* 1967;21:379-87
31. Wenger J. The effects of partially filled polyethylene tube intraosseous implants in rats. *Oral Surg* 1978; 46: 88-100
32. Stites D. *Inmunología básica y clínica. Editorial El Manual moderno. México, D.F. 1998. 209-224, 447-461*
33. Schook L. *Xenobiotics and Inflammation. Academic Press. NY 1994:1-27*
34. Cotran, Kumar, Collins. *Patología estructural y funcional de Robbins. Sexta edición Ed. McGraw-Hill - Interamericana.. 2000:53-94*
35. Información obtenida del Instituto Mexicano del Cemento y Concreto (IMCYC)
36. Merritt FS. *Manual del Ingeniero Civil. 3ª. Edición tomo I. Ed. Mc Graw Hill. México DF. 1991*
37. Peray K.E. *The rotary cement kiln. Chemical publishing 2ª.ed. New York, NY. 1986: 115-140*