



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**EVALUACIÓN DE LA RADIOPACIDAD DE UN CEMENTO PARA
LA CONSTRUCCIÓN “APASCO” EN COMPARACIÓN CON EL
MTA.**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

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

P R E S E N T A:

GÓMEZ MARTÍNEZ NORMA ANGÉLICA

TUTORA: ESP. BRENDA IVONNE BARRÓN MARTÍNEZ

MÉXICO, D.F.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Agradecimientos

Madre

Gracias por tu amor y apoyo incondicional que es lo más valioso que me has otorgado, por tus buenos consejos para superarme cada día más, eres una persona a la que admiro mucho te amo.

Isabel

Eres una hermana maravillosa gracias por ayudarme alcanzar mis metas, por todo tu apoyo en mi carrera y por todos los momentos lindos en mi vida te quiero

David

Gracias por tu apoyo, por tus buenos consejos para salir adelante y cumplir mis metas y por estar en los momentos buenos y malos de mi vida te quiero.

Dra. Brenda no hay forma de agradecer la ayuda y el tiempo que me brindó para realizar mi tesina.

Índice

1.- Introducción.....	1
2.- Antecedentes.....	2
2.1.- Historia del MTA.....	2
2.2.-Características del MTA.....	3
2.3.- Composición química.....	3
2.4.- Presentaciones comerciales del MTA.....	5
2.5.- Manipulación.....	7
2.5.1.-Precauciones de manipulación.....	8
2.6.-Ventajas y desventajas del MTA.....	8
2.7.- Indicaciones clínicas.....	9
2.7.1.- Recubrimiento pulpar directo.....	9
2.7.2.- Reparación de perforaciones radiculares.....	10
2.7.3.- Reparación de fracturas verticales.....	11
2.7.4.- Retroobtención en cirugía endodóncica.....	12
2.7.5.- Barreras apicales con ápices inmaduros.....	12
2.8.- Propiedades físicas del MTA.....	13
2.8.1.-Tiempo de endurecimiento.....	13
2.8.2.-Resistencia compresiva.....	14
2.8.3.-Solubilidad.....	15
2.8.4.-Erosión.....	15
2.8.5.-Radiopacidad.....	15
2.9.- Cemento portland.....	17
2.9.1.- Composición química.....	18

2.9.2.- Fabricación del cemento portland.....	18
2.10.- Cemento APASCO.....	19
3.- Artículos revisados.....	22
4.-Planteamiento del problema.....	40
5.-Justificación.....	41
6.-Hipotesis.....	42
7.-Objetivos.....	43
7.1.-Objetivos generales.....	43
7.2.-Objetivos específicos.....	43
8.-Criterios de selección.....	44
8.1.-Criterios de inclusión.....	44
8.2.-Criterios de exclusión.....	44
9.-Tipo de estudio.....	44
10.-Variables.....	44
10.1.- Variables dependientes.....	44
10.2.- Variables independientes.....	44
11.-Metodología.....	45
11.1.-Material y equipo.....	45
11.2.-Método	46
12.- Resultados.....	53
13.- Discusión.....	56
14.- Conclusiones	58

15.- Referencias.....	59
16.- Anexos.....	62

1.- Introducción

En Odontología en 1993 se presentó un nuevo material llamado MTA Mineral Trioxide Aggregate y en español Mineral trióxido Agregado o Agregado Trióxido Mineral. El cual es un material para sellar las vías de comunicación entre el sistema de conductos radiculares y los tejidos perirradiculares. Describiremos las propiedades y el uso de dicho material.

Dentro de las propiedades físicas del MTA, la radiopacidad tiene importancia clínica, ya que es importante diferenciar radiográficamente hasta donde se coloca el material y tener un control de éste.

Al igual que el MTA existe un cemento que es utilizado en la construcción de marca APASCO que tiene una composición similar a la del MTA.

Se realizará esta prueba conforme a la Norma no. 57 de la ANSI/ADA (American National Standards Institute/American Dental Association) para Materiales de Obturación en Endodoncia.

En este trabajo realizaremos una comparación de la radiopacidad del MTA de la marca Angelus® con la del cemento para construcción APASCO®, debido a que el MTA tiene un costo elevado y podrá ser una alternativa para remplazarlo ya que ambos cementos tienen composición similar.

2.- Antecedentes

2.1.- Historia del MTA

Los materiales odontológicos han sido parte importante en la evolución de la Odontología y gracias a los grandes adelantos tecnológicos y bioquímicos se ha logrado una generación de nuevos materiales con mejores propiedades físicas, químicas y biológicas. (1)

Sin embargo, un avance que surgió en el área de la Endodoncia suscitó una gran revolución dentro de la Odontología. En el inicio de los años 90, Mahmoud Torabinejad, hizo la presentación del Agregado de Trióxido Mineral (MTA) como un material experimental, creando expectativas respecto a su uso en Endodoncia. El Agregado de trióxido mineral (MTA) fue descrito por primera vez en la literatura dental por Lee y cols. En 1993 desarrollado en la Universidad de Loma Linda. El MTA recibió su aprobación por la United States Food and Drug Administration (Administración de Alimentos y drogas de los Estados Unidos) en 1998. (2)

Los autores inicialmente recomendaron su utilización como material para el sellado de comunicaciones entre el sistema de conductos radiculares y los tejidos periapicales y para obturar el extremo apical en la cirugía perirradicular. (3), (4)

Posterior a ello, se han realizado una serie de estudios, tanto in vitro como in vivo, todos con el propósito de evaluar el comportamiento físico, químico y biológico del MTA como material de obturación del extremo apical. En ellos queda demostrado que el MTA es superior a los otros materiales empleados con el mismo propósito, como los son la amalgama, IRM® y el SuperEBA®. (1)

Un dato curioso fue que Line determinó que la composición química del MTA, es similar a la de cemento que se emplea para la construcción, en este caso menciona al Portland, aunque también podría ser el Cruz Azul o Tolteca con los que estamos más familiarizados. (5)

2.2.- Características del MTA

El MTA es un polvo de color gris o blanco que consta de partículas finas hidrofílicas que fraguan en presencia de humedad. La hidratación del polvo genera un gel coloidal que forma una estructura dura. El tiempo de fraguado está entre 15 min hasta 3 y 4 horas según la casa comercial. Es un cemento muy alcalino, con pH de 12.5. (6)

El material tiene una fuerza a la compresión baja, que provoca que no pueda ser usado en áreas funcionales, tiene baja solubilidad y una radiopacidad mayor que la dentina que es de 0.70 mm de aluminio. (7)

El MTA tiene una buena biocompatibilidad, baja solubilidad, un excelente sellado a la microfiltración, buena adaptación marginal, con efectos antimicrobianos e induce la formación de tejido duro y a la vez facilita la regeneración del ligamento periodontal. (8)

El MTA ha demostrado que estimula la formación de puentes de dentina adyacente a la pulpa dental. Esta formación de dentina puede ser debida a la capacidad de sellado, alcalinidad y biocompatibilidad o a otras propiedades del MTA. (9)

2.3.- Composición química del MTA

El principal componente de este material son los silicatos tricálcicos, el aluminio tricálcico, el óxido tricálcico y el óxido de silicato. (10), (11)

El MTA por su composición química, puede provocar decoloración de la estructura dentaria, por lo que se recomienda que sea utilizado en el

espacio del conducto radicular y cámara pulpar que se encuentra apicalmente a la línea gingival o cresta ósea (10).

Pruebas electrónicas del MTA muestran que el fósforo y el calcio son los iones presentes en este material, al igual, estos iones también son los principales componentes de los tejidos duros del diente, por lo que el MTA es biocompatible cuando esta en contacto con estos tejidos y células. (12)

Es un producto estable. Es un material alcalino en estado de humedad (7) (14) (24) (15).

Principales componentes	Óxidos minerales
Silicato tricálcico	Sílica cristalina
Aluminato tricálcico	Óxido de calcio
Óxido tricálcico	Sulfato de potasio
Óxido de silicio	Sulfato de sodio
Óxido de bismuto	

Tabla 1.- Composición química del MTA (Calnada C. 2001; Santos AD. 2005; Cohen S. 2008; Camilleri J. 2009; Ricci R.2010)

Propiedades que le dan sus componentes al MTA

Silicato tricálcico.- Elemento que le confiere calor y velocidad de hidratación y permite que el cemento adquiera un rápido endurecimiento.

Aluminato tricálcico.- Componente del fraguado inicial de un hormigón.

Silicato bicálcico o dicálcico.- Le da fuerza al material y le confiere calor y velocidad de hidratación que produce el endurecimiento del cemento.

Sulfato de calcio dihidratado.- Le confiere resistencia al material.

Óxido de bismuto.- Le confiere la propiedad de ser más radiopaco.

El proceso de endurecimiento es producto de la hidratación de la reacción del Silicato Tricálcico y Silicato Bicálcico. (12)

2.4.- Presentaciones comerciales del MTA

MTA está actualmente disponible comercialmente en:

- ProRoot® MTA (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK) introducido en 1998, en una variedad gris, este material puede comprometer aparentemente la estética de los dientes tratados



Fig. 1.-Presentación comercial del MTA gris (Mailefer-Dentsply)

- ProRoot® MTA (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK) introducido en el 2002, teniendo en cuenta esta ventaja el MTA blanco ha sido utilizado para ofrecer un sobresellado al piso de la cámara pulpar. Se aconseja para el manejo de recubrimientos pulpares directos ya que al tener un componente menor de hierro, favorece la estética, previniendo la pigmentación dental, desventaja que muestra el MTA original.



Fig. 2.- Presentación comercial del MTA Blanco (Material Safety Data Sheet Dentsply Tulsa)

- El MTA Angelus® (Angelus Soluções Odontológicas, Londrina, Brazil) en 2 presentaciones, de color gris y blanco introducido en el año 2001, el material está constituido del 80% de cemento Portland y 20% de óxido de bismuto. (19)



Fig.3.- Presentación del MTA Angelus® color gris y blanco (Material Safety Data Sheet Dentsply Tulsa)

Durante la producción del MTA Angelus® utiliza materias primas de alta dureza y se controla con rigor la presencia de contaminantes principalmente la de metales como el plomo, arsénico y cromo. La concentración de estos metales es reglamentada por la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria y en lo que se refiere a medicamentos no puede exceder a 2 ppm. Como estos componentes son tóxicos al organismo es fundamental que este límite sea respetado para poder ser utilizado y garantizar la calidad del cemento; otra característica del MTA Angelus® es el tamaño diminuto de sus partículas siempre menores a 10 micrómetros, deben tener este tamaño para que las partículas sean totalmente hidratadas durante la mezcla con agua bidestilada y el producto después de ser espatulado y aplicado presente sus excelentes propiedades. Para conseguir que el MTA Angelus® sea radiopaco es agregado el óxido de bismuto. Endurece completamente en 15 min. (5)

2.5.- Manipulación

El MTA Angelus® se debe preparar inmediatamente antes de utilizarlo. La mezcla del polvo se realiza con agua estéril en proporción de 3:1, en una loseta o papel de mezclado, con una espátula de plástico o de metal. (7)

El tiempo de espatulado para el MTA Angelus® es de 30 seg y endurece a los 15 min, para el ProRoot MTA® el tiempo de espatulado es de 1 min para hidratar todas las partículas del polvo y darle al material una consistencia cremosa, tiene un tiempo de trabajo de 4 a 5 minutos y solidifica después de 4 horas. La mezcla se lleva con un transportador de plástico o de metal hasta el sitio que se requiera. La humedad excesiva del sitio de obturación se debe secar con una gasa o algodón. Cuando la mezcla es muy seca, se le agrega más agua hasta obtener una consistencia pastosa. (13)

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. (8)

Es necesario confirmar mediante una Rx la colocación adecuada del material en el sitio adecuado. En caso de tener que repetir el procedimiento cuando se trabaja por vía endodóncica 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 cita al paciente después de una semana. En apexificaciones, en el tratamiento de ápices incompletamente desarrollados, se debe colocar de 3 a 5 milímetros de material. (7)

El MTA debe ser atacado sin presión, con un atacador o con una torunda de algodón húmeda en perforaciones y en obturaciones retrógradas con un atacador especial y luego una gasa. Como el MTA fragua en presencia de humedad, la sangre no afecta su habilidad de sellado, por esta razón no es necesario colocar una barrera, como se utiliza en los otros materiales de obturación, empleados con la misma finalidad. (7)

2.5.1.- Precauciones en la manipulación

El polvo de MTA debe ser almacenado en contenedores sellados herméticamente y lejos de la humedad. (7), (10)

- Evitar el contacto directo del polvo húmedo o seco del MTA con los ojos, piel, mucosas.
- Evitar la inhalación e ingestión, produce irritación o inflamación del área expuesta.
- En su composición presenta arsénico

2.6.- Ventajas y desventajas del MTA

Ventajas (6)

- Resistencia a la filtración marginal
- Reduce la migración de las bacterias
- Biocompatibilidad
- Fácil de mezclar
- Fácil de introducir en la preparación de la cavidad
- Por su naturaleza hidrófila, no es indispensable utilizarlo en un campo seco
- Fácil de eliminar cualquier exceso que se acumule.

Desventajas (6)

- Período de fraguado largo

- Posible desplazamiento o deformación de la preparación del extremo radicular durante dicho período.

2.7.-Indicaciones clínicas del MTA

Puede ser el único que consistentemente permite regeneración del ligamento periodontal, aposición de tejido parecido al cemento y formación ósea. (9)

El MTA se utiliza en: (9), (14)

- Recubrimiento pulpar directo
- Reparación de perforaciones radiculares
- La reparación de fracturas verticales
- Obturaciones a retrógradas en cirugía endodóncica
- Barreras apicales en dientes con ápices inmaduros,

En la actualidad, se ha extendido su utilización en la terapia endodóncica a otras aplicaciones clínicas. Se le considera un excelente material para el sellado de perforaciones resultantes de resorciones internas y externas, además, en los dientes con ápices inmaduros, funciona exitosamente, tanto para preservar vital el tejido pulpar radicular, como en la apicoformación, para lograr una barrera apical que permita la obturación. (7)

2.7.1.-Recubrimiento pulpar directo

El recubrimiento pulpar directo es un procedimiento clínico que tiene por finalidad proteger a la pulpa dental de cualquier ataque microbiano haciendo uso de la gran capacidad de regeneración de la dentina. (4)

Este solo se coloca en el lugar de la comunicación o perforación de la cámara pulpar. Se condensa sin hacer mucha presión .



Fig 4.-Colocación del MTA en recubrimiento pulpar (Miñana M.2004)

2.7.2.-Reparación de perforaciones radiculares

Las perforaciones radiculares pueden producirse durante la preparación y conformación de los conductos radiculares, en la colocación de postes, en retratamientos, y también como resultado de una reabsorción interna perforante a los tejidos perirradiculares. La reparación de las perforaciones se puede intentar de forma quirúrgica o no quirúrgica. Los factores que afectan al pronóstico son el tamaño de la perforación, el daño al hueso y ligamento, el tiempo entre la perforación y la reparación, la habilidad para conseguir un sellado hermético, y si la perforación es supraósea o infraósea. (14)



Fig 5.- Colocación de MTA en perforaciones radiculares (Abelardo R.2003)

2.7.3.-Reparación de fracturas verticales

Las fracturas radiculares muchas veces no son diagnosticadas o simplemente no reciben el tratamiento adecuado. El manejo de las fracturas verticales pueden involucrar cemento, dentina y pulpa, pueden estar localizadas en el trayecto radicular (fractura radicular) o en la porción coronal, afectando a la raíz dental (fractura corono-radicular). Las causas de las fracturas verticales pueden ser: iatrogénicas: (14)

- Excesivo trabajo en el conducto
- Falta de localización y trabajo de alguno de los conductos
- Excesiva compactación durante la condensación
- Colocación de postes con espacios o sin una buena relación corona-raíz.
- Excesivos procedimientos restaurativos.

Trauma dental

- Traumatismo físico
- Bruxismo
- Durante el proceso de apexificación

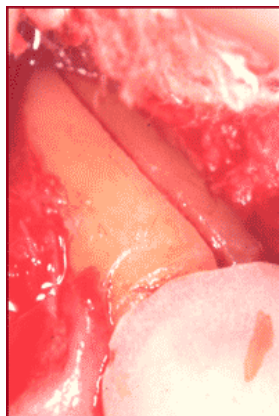


Fig 6.- Fractura vertical de un canino superior (Bergenholtz (2007))

2.7.4.- Retroobturaciones en cirugía endodóncica

La realización de una apicectomía y de una retro cavidad y la posterior obturación de la misma con un material de obturación apical está indicada para conseguir un buen sellado apical y así prevenir la penetración de irritantes desde el conducto a los tejidos perirradiculares y viceversa. El MTA se asocia a una menor inflamación de los tejidos adyacentes, una formación de cemento adyacente al MTA, y una buena regeneración de los tejidos perirradiculares. (9)



Fig 7.- Sellado apical (<http://clinicaendo.com/index.html>. 2008)

2.7.5.-Barreras apicales en dientes con ápices inmaduros

El MTA puede utilizarse como barrera apical en dientes con ápices inmaduros y pulpa necrótica. Este material estimula la formación de tejido duro sin producir inflamación en el área adyacente al ápice de las raíces inmaduras. (8)

Apicoformación

Se realiza la preparación del conducto radicular, para la desinfección se coloca una pasta de hidróxido de calcio durante una semana. Tras este periodo, se irriga el conducto para eliminar la pasta y se seca. Se prepara el MTA y se introduce en el conducto, condensándolo en la zona apical para obtener un grosor de 4-5mm. Se coloca una bola torunda de algodón estéril y una obturación provisional de la apertura cameral

durante 4 horas. Después de estas horas se obtura el resto del conducto con gutapercha inyectada y un sellador. (7)



Fig 8.- Tratamiento de apicoformación (Brau E. 2001. p 189)

2.8.- Propiedades físicas del MTA

Propiedades físicas y químicas (12)

Estado Físico	Sólido, es un polvo
Color	Grisáceo- verdoso, blanco
Olor	Carece de olor
Ph	12 a 13
Solubilidad en agua	Poco soluble 0,1 a 1,0 %

Tabla 2.- Propiedades Físicas y Químicas (Porter 2010)

2.8.1.-Tiempo de endurecimiento

El proceso de endurecimiento es producto de la hidratación de la reacción del silicato tricálcico y silicato dicálcico, siendo este último el responsable del desarrollo de la fuerza del material. La hidratación del MTA resulta en un gel coloidal que solidifica en menos de 3 horas, las características del agregado depende: (13), (15)

- Del tamaño de la partícula
- De la proporción polvo- líquido

- Temperatura
- Presencia de agua y aire comprimido

El MTA es considerado el material utilizado ya sea para selle de perforaciones o como obturación retrógrada y este endurezca tan pronto como sea colocado en la cavidad 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. (9)

El MTA posee aproximadamente la mitad del contenido de CaSO_4 que presenta el cemento Portland, así como también pequeñas cantidades de aluminio, proporcionándole al MTA un mayor tiempo de endurecimiento. El MTA Angelus® en sus 2 presentaciones no presenta entre sus componentes el CaSO_4 , hecho que le confiere la propiedad de endurecerse a los 10 minutos aproximadamente. (13)

2.8.2.- Resistencia compresiva

Resistencia a la compresión se determinó según la norma ISO 9917. 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. (3)

La fuerza compresiva del MTA en 21 días es de alrededor de 70 MPa, la cual es comparable a la del IRM® y SuperEBA®, pero significativamente menor que la amalgama, que es de 311 MPa. (9)

2.8.3.- Solubilidad

La solubilidad es una medida de la capacidad de una determinada sustancia para disolverse en otra. Puede expresarse en moles por litro, en gramos por litro o en porcentaje de soluto. Los materiales comúnmente utilizados para selle de perforaciones y de obturación retrógrada están normalmente en contacto con el fluido del tejido periapical hasta que son cubiertos por un tejido conectivo fibroso o el cemento. Los trabajos que se han realizado respecto a la solubilidad de estos materiales (IRM®, SuperEBA®, Amalgama y MTA®) concluyen que no se evidencian signos relevantes de solubilidad en agua para el SuperEBA®, la amalgama y el MTA®, mientras que si se observan para el IRM®. (7),(11)

2.8.4.- Erosión

La erosión de los materiales de obturación es un fenómeno de descomposición y desintegración de materiales por acciones mecánicas o químicas, puede ocurrir ya sea por ácidos generados por bacterias, ácidos presentes en la comida y bebidas o por fuerzas mecánicas. Los materiales de obturación retrógrada están normalmente en contacto con los fluidos tisulares periapicales hasta que ellos se cubren con tejido conectivo fibroso o cemento. (9)

2.8.5.- Radiopacidad

A la radiopacidad la rige la Organización Internacional de Normalización (ISO) 6876 métodos y la especificación no. 57 de la ANSI/ADA.

La radiopacidad es la capacidad de una material de absorber radiaciones X, es una propiedad intensiva, lo que significa que es independiente de la cantidad de material que se estudie. (16)

El MTA posee entre sus componentes 20% de Óxido de Bismuto, el cual le confiere la propiedad de ser más radiopaco. La dependencia radiográfica para el diagnóstico bucal señala la importancia de la radiopacidad de todos los materiales que usamos en odontología, con esta propiedad nos permitirán distinguirlos o no de los tejidos circundantes. (16)

La forma de reaccionar de un elemento frente a las radiaciones Roentgen depende de su peso atómico y a su vez este depende de la cantidad de protones y neutrones que integren el núcleo, cuando mayor es el peso atómico mayor será su capacidad de absorber este tipo de radiaciones. La radiopacidad se evalúa comparando la imagen obtenida sobre una placa radiográfica con la de una lámina patrón de aluminio de espesor creciente. De esta manera, cuando se coteja un material con esta lámina se indica la radiopacidad como la equivalente al espesor de aluminio que dió una imagen similar. (17)

La especificación no. 57 de la ANSI/ADA pide de un mínimo del equivalente a 2 mm de aluminio de diferencia en radiopacidad entre la dentina o el hueso y el material de obturación. Como el contraste roentgenográfico de 1 mm de tejidos mineralizados equivalente a 1mm de aluminio 1100 de aleación de aluminio. (18)

Se ha determinado la radiopacidad de materiales de obturación retrógrada medida en mm de aluminio y se encontró: (16)

- Amalgama 10 mm es el material más radiopaco
- Gutapercha 6.14 mm
- IRM 5.30 mm
- Super-EBA 5.16 mm
- MTA 7.17 mm
- Dentina 0.70 mm

Por lo que le MTA es más radiopaco que la gutapercha convencional y la dentina siendo fácilmente distinguible sobre las radiografías.



Foto 1 y 2.- Lámina de patrón de aluminio (Propia)

2.9.- Cemento portland

Fue inventado en 1824 en Inglaterra por el constructor Joseph Aspdin. El nombre se debe a la semejanza en aspecto con las rocas que se encuentran en la isla de Portland, en el condado de Dorset. Dependiendo de los aditivos que se le coloquen, con un mismo tipo de cemento se obtienen diferentes tipos de hormigón: normal, arcilloso, bituminoso, asfáltico, fraguado rápido, espumoso, resistente al agua, microporoso, reforzado, etc. (13)

El cemento Portland es un conglomerante o cemento hidráulico que cuando se mezcla con ácidos, agua y fibras de acero discontinuas y

discretas tiene la propiedad de conformar una masa pétreo resistente y duradera denominada hormigón. Es el más usual en la construcción utilizado como aglomerante para la preparación del hormigón o concreto. Como cemento hidráulico tiene la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, al reaccionar químicamente con ella para formar un material de buenas propiedades aglutinantes. (20)

2.9.1.- Composición química del cemento Portland

Componentes del cemento portland (21)

Componentes
SiO ₂ óxido de silicio
Al ₂ O ₃ óxido de aluminio
Fe ₂ O ₃ óxido de hierro
CaO óxido de calcio
MgO óxido de magnesio
SO ₃ óxido de azufre

Tabla 3.- Componentes del cemento Portland

2.9.2.-Fabricación del cemento portland

La fabricación del cemento de Portland se da en tres fases: (20), (21)

- Preparación de las materias primas
- producción de la clínca
- preparación del cemento.

Las materias primas para la producción del Portland son minerales que contienen: (13)

- óxido de silicio (14,5%),
- óxido de calcio (44%),
- óxido de aluminio (3,5%),

- óxido de hierro (3%)
- óxido de manganeso (1,6%)
- sulfatos (1,6%)
- otros materiales entre los cuales principalmente agua (1%)

Una vez calentada la mezcla, el material resultante es denominado clinca. Para mejorar las características del producto final se le agrega 2% de CaSO_4 , la mezcla es molida y el polvo obtenido es el cemento preparado para su uso. (5)

La extracción de estos minerales se hace en canteras, que preferiblemente deben estar próximas a la fábrica, con frecuencia los minerales ya tienen la composición deseada, sin embargo en algunos casos es necesario agregar arcilla, calcáreo o bien minerales de hierro, bauxita, u otros minerales residuales de fundiciones. (13)

El cemento en su estado natural es ligeramente radiopaco, pero no cumple con el requisito mínimo de radiopacidad establecido en la norma ISO 6876: 2001. Representando una desventaja importante en caso de ser utilizado clínicamente. (13)

2.10.- Cemento APASCO

El nombre adecuado del cemento APASCO es Cemento Portland Ordinario APASCO que es un cemento de gran versatilidad el cual por sus características particulares es ideal en la elaboración y construcción de: (22)

- Concretos en contacto con suelos y aguas con altos contenidos de sulfatos
- Concretos sometidos a la acción de agua de mar (sulfatos y cloruros) y ambientes marinos

- Concretos producidos con agregados reactivos o potencialmente reactivos
- Presas
- Tubos de concreto
- Construcciones en el mar
- Muelles y trípodes
- Pilotes

- Plantas de Tratamiento de aguas

Es un mineral finamente molido, usualmente de color grisáceo extraído de rocas calizas, que al triturarse hasta convertirse en polvo y ser mezclado con agua, tiene la propiedad de endurecer. (22)

Ventajas (22)

- Buen desempeño de fraguado y resistencia
- Adecuada para la construcción de edificación en general.
- Producido bajo un estricto control de calidad utilizando equipos y tecnología de punta
- Garantizando una alta uniformidad del cemento.

Recomendaciones para obtener mejores resultados (22)

- Utilizar arena, grava y agua libres de contaminación.
- Utilizar la cantidad de agua estrictamente necesaria para obtener la trabajabilidad requerida de la mezcla, para evitar la reducción de resistencia y el agrietamiento del concreto.
- Mezclar los materiales sobre una superficie dura y limpia hasta obtener una mezcla uniforme.
- Compactar el concreto para eliminar los huecos en la mezcla hasta obtener una mezcla densa en estado fresco y con ello un producto de baja permeabilidad en estado endurecido.

- Curar el concreto de manera continua y permanente durante un mínimo de 7 días manteniendo la superficie del concreto húmeda para garantizar el desarrollo de resistencia del concreto y reducir el agrietamiento.
- Proteger la superficie del concreto de pisos y losas recién coladas que se encuentren en condiciones ambientales extremas (calor, viento o frío).
- El cubrir con plástico los productos o elementos de concreto evitará la pérdida de humedad, favoreciendo la ganancia de resistencia y la reducción de agrietamiento.

Producido bajo un estricto control de calidad utilizando equipo y tecnología de punta, garantizando así una alta uniformidad del cemento.

Sus características físico-químicas le confieren las cualidades de: (22)

- Buena resistencia a la compresión
- Compatibilidad con los aditivos

La composición del Cemento Portland Ordinario “APASCO” lo hace resistente a los agentes agresivos, siendo la mejor opción para elaborar concretos más durables, ya que el desempeño de este producto es el más adecuado para resistir el ataque de los sulfatos. Permite el uso de agregados reactivos o potencialmente reactivos con el cemento por su baja reactividad Alkali-Agregado.

Precauciones: (22)

- En caso de contacto con los ojos, lavar con agua abundante.
- Para la protección de las manos se sugiere el uso de guantes de látex.

3.- Artículos de revisión

MTA. Generalidades y usos en endodoncia (9)

Ochoa C., Herrera C. (2004)

La técnica de filtración de fluidos nos permite evaluar la capacidad que tiene un material de resistir la microfiltración, cuando es sometido a cambios de presión. La medición de los fluidos filtrados refleja la totalidad de la filtración acumulada en la interfase restauración - dentina y en consecuencia aporta información con valor cuantitativo. Este método es confiable para determinar la capacidad de sellado de los materiales de obturación apical. Utiliza presiones positivas que ayudan a eliminar los problemas causados por el aire atrapado o fluidos en los estudios de filtración de colorantes. No es destructivo por lo cual permite la repetición de las medidas en las mismas muestras.

Se evaluó la microfiltración del MTA y amalgama con alto contenido de cobre en dientes con obturación retrógrada con el método de filtración de fluidos por un período de 24 semanas, donde el sistema causó movimiento en cuatro posibles puntos de los dientes:

- a) A través del área interfase entre el material de obturación y la estructura dentaria
- b) Entre el material de obturación propiamente dicho
- c) A través de la estructura dentaria (túbulos dentinales o cemento)
- d) A través de varios puntos de conexión entre el sistema de microfiltración y el diente.

Se encontró que el grupo sellado con amalgama obtuvo una alta conducción de fluidos, mayor que el grupo sellado con MTA después de 4 semanas.

Posiblemente concluyendo que entre la estructura dentaria y la amalgama después de este período de tiempo se encuentran áreas significativas de filtración por donde bacterias y sus subproductos pueden escapar. (10)

Arsenic release provided by MTA and Portland cement (23)

Hungaro M., Duarte PhDa, Cardoso A., Demarchi A., Yamashita J., (2005)

Se realizó un estudio donde se analizó la composición del cemento Portland y el MTA donde se menciona la presencia de arsénico como componente y su concentración es mínima. Con respecto al método empleado, el uso de un pH ácido es necesario para la detección de arsénico y el espectrofotómetro de absorción atómica con generación de hidruros es el método adecuado para la cuantificación de esta sustancia.

Los materiales probados fueron cemento Portland gris, cemento Portland Ribeirão, cemento Portland® blanco Irajá, ProRoot® MTA y el MTA-Angelus®.

Otros materiales utilizados en el presente estudio fueron el agua, grado reactivo HCl, arsénico Titrisol, borohidruro de sodio, tubos de plástico, un espectrofotómetro de absorción atómica y un generador de hidruros. Los cementos Portland probados fueron espatulados con agua destilada, de tal manera que se obtenga una consistencia ideal y los acuerdos comerciales multilaterales fueron manipuladas con líquidos disponibles en el kit. En promedio 0,038 g de cemento fue colocado dentro de 5 tubos de plástico (1 cm de largo x 1,5 mm de diámetro). Cada tubo de plástico que contienen los materiales se colocan en un frasco de vidrio que contiene 25 ml de agua destilada. El pH del agua se ajustó previamente a 5,0 con 6 mol / l HCl. El agua se acidifica para garantizar que el arsénico fue liberado en forma de arsénico III (sal trivalente).

Los tubos se mantuvieron en esta solución durante 3 h, luego se transfirió a otro matraz de vidrio que contiene la misma solución y mantenido por un período adicional 168 hrs. Después de estos períodos, las soluciones se analizaron cuantitativamente con un espectrofotómetro de absorción atómica equipado con un generador de hidruros.

Los parámetros típicos recomendados para espectrofotómetro de absorción atómica y generación de hidruros fueron los siguientes: generación de hidruros-3 psi presión de nitrógeno en el cilindro, el caudal de nitrógeno de 50 mL / min, 10 mol / L HCl, con un caudal de 1 mL / min, borohidruro de sodio 1% en solución al 1% de hidróxido de sodio, con un caudal de 1 mL / min, frecuencia de muestreo de flujo de 8 ml / min y un tiempo de integración de 1 min 30 s; espectrofotómetro de absorción atómica de longitud de onda 193,7 nm, arsénico cátodo hueco lámpara, anchura de la rendija de 0,5, y la llama aire-acetileno.

Las soluciones estándar a concentraciones de 0,02 mg, 0,04, 0,08, 0,1, 0,2 y 0,4 / L fueron preparadas a partir de una solución operativa estándar de 1,0 mg / L tricloruro de arsénico en agua destilada, pH 5,0. La concentración de las muestras se calculó mediante la ecuación de la recta obtenida de la evaluación de las normas.

Los resultados de la liberación de arsénico de cada material se compararon estadísticamente en cada momento por ANOVA para comparación de conjunto y por la prueba de Tukey para comparaciones en pares.

Los resultados obtenidos muestran que la concentración de arsénico es baja en los cementos Portland y MTA y muy similares, lo que demuestra que no existe ninguna contraindicación para el uso de estos materiales en la práctica clínica en cuanto a la presencia de este elemento químico.

Physico-chemical properties of MTA and a novel experimental cement (24)

Santos A.D., Moraes J.C.S., Araujo E.B., Yukimitu K. & Valerio W.V. (2005)

El objetivo de este estudio fue dar a conocer los resultados sobre la liberación de Ca^{2+} , pH y conductividad eléctrica de un cemento experimental (CE), y compararlos con los de MTA-Angelus.

Se realizaron 5 muestras para cada uno (CE y MTA-Angelus), utilizando tubos de plástico de 1 mm de diámetro y 10 mm de largo. El material MTA-Angelus fue mezclado con agua destilada, manipulada en una placa de vidrio con una espátula de acero, en la proporción estipulada por el fabricante. Para el CE la proporción de polvo y gel fue determinado en el momento de la mezcla al tener una consistencia de masilla. Las pastas se insertan en los tubos de un motor dental y pieza de mano junto con un compactador MacSpaddem. En orden para estandarizar la masa colocada en cada tubo, los tubos fueron pesados antes y después del llenado. Cada tubo lleno se selló en un matraz que contiene 10 ml agua desionizada y se almacenaron a 36 °C y una humedad relativa entre 90 y 100%. A las 24 horas de inmersión, los tubos fueron cuidadosamente removidos y colocados en otro matraz con una cantidad igual de agua desionizada por el mismo período de tiempo. Este procedimiento se repitió para un total de 360 h cambiando la solución en 24, 48, 72, 96, 192, 240 y 360 h.

La solución madre misma que figura en cada matraz se utiliza para determinar el pH, conductividad eléctrica y liberación de iones calcio.

Para la medición del pH se utilizó un instrumento Q-400 que se ha calibrado con soluciones estándar a pH 4,0 y 7,0.

La conductividad eléctrica se llevó a cabo con CD20 Digimed conductivimeter y una solución de referencia de 1,412 mS cm⁻¹ a 25 °C fue utilizado para la calibración. Un SpectrAA 55B atómica espectrofotómetro se utilizó para determinar el Ca²⁺ concentración. Óxido de Lanthanum ha sido añadido a todas las muestras para eliminar la interferencia iónicos, en particular de los iones de fosfato. Las soluciones que contienen calcio concentraciones de 0, 1, 2, 3, 4 y 5 ppm se utilizaron para crear una curva de calibración estándar.

Los resultados fueron que el cemento experimental edita dos calcio y aumentó el pH de las soluciones de almacenamiento en un manera similar a la MTA-Angelus. Sin embargo, la CE mostró significativamente mayor liberación de calcio que el MTA-Angelus a las 24 h.

Comparison of the Physical and Mechanical Properties of MTA and Portland Cement (20)

Intekhab Islam MSc, Hui Kheng Chng MSc and Adrian U. Jin Yap PhD. (2006)

Se comparó las propiedades físicas (pH, solubilidad, radiopacidad, cambio dimensional, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión) de ProRoot MTA blanco y gris, cemento Portland blanco y cemento Portland.

ProRoot MTA blanco y gris utilizados en este estudio se mezcló según las instrucciones del fabricante. Los cementos se mezclaron en una proporción de 3,5 ml de agua estéril a 1 g de polvo de cemento con una espátula de metal en una placa de vidrio.

pH.

El pH de los materiales se midió con un medidor de pH (Orion PerpHecT metros Log R, Modelo 370, Orion Research Inc., Boston, MA), utilizando un electrodo con compensación de temperatura. Las lecturas fueron tomadas periódicamente cada 2 minutos desde el inicio de la mezcla durante 60 min.

Esto se repitió tres veces para cada material y el pH medio en cada intervalo de tiempo fue en función del tiempo. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA y LSD de Fisher en el nivel de significancia de 0.05 en tres momentos, a saber, cuando el cemento se mezcla con fresca, a los 30 minutos ya los 60 min.

La radiopacidad, la solubilidad y cambio dimensional después de poner de los cementos se determinaron según los métodos previstos por la Organización Internacional de Normalización (ISO) para el canal de la raíz dental ISO 6876:2001 materiales de sellado.

Para determinar la radiopacidad de los materiales se trazó un gráfico para el espesor de la lámina de aluminio contra el logaritmo de los valores correspondientes al densitómetro. Se sugieren las recomendaciones de la norma ISO 6786:2001 para determinar el tiempo de fraguado es idéntico al método para determinar el tiempo de fraguado inicial descrita por la norma ASTM C266-03 (28), que requiere la medición de la inicial y final de los tiempos de fraguado mediante las agujas Gillmore inicial y final, respectivamente. Los tiempos de fraguado inicial y final de los materiales se determinará de acuerdo con estas recomendaciones. Los tiempos de fraguado y la solubilidad de cada material se midió cuatro veces. La radiopacidad se midió una vez y el cambio dimensional tres veces, de conformidad con la norma ISO 6876:2001. Los valores medios y desviaciones estándar se registraron todas las mediciones. Se utilizaron cilindros de 12 mm de longitud y 6 mm de diámetro en vez de moldes de acero inoxidable, como se recomienda en las partidas del balance, para preparar las muestras para las pruebas de resistencia a la compresión.

La resistencia de los materiales se determinó en 3 días y 28 días después de la mezcla utilizando una máquina de prueba universal (Instron, Modelo 1334, Instron Corp., Canton, MA). La carga máxima requerida para fracturar cada muestra se midió y registró y la resistencia a la compresión se calculó en MPa acuerdo con la fórmula $C = 4P/\pi D^2$ donde P es la carga máxima aplicada en Newton y D es el diámetro medio de la muestra en milímetros.

Los resultados fueron que si tienen radiopacidad el MTA blanco y gris según la ISO.

El Cemento Portland en su estado natural es ligeramente radiopaco pero no cumple el requisito mínimo para que sea radiopaco establecidos en la norma ISO 6876:2001. Esta es la mayor desventaja de cemento Portland si se va a emplear en la clínica.

Hay una diferencia significativa en el tiempo de fraguado del MTA gris y blanco, esta diferencia es poco probable que sea clínicamente significativo cuando se utiliza como una raíz de fin de material de relleno.

El tiempo de fraguado del MTA gris es similar a la del cemento Portland, mientras que la de MTA Blanco es similar a la del cemento Portland blanco. Esto sugiere que puede contener MTA Blanco el cemento Portland blanco como material de base.

La solubilidad de MTA blanco resultó ser significativamente mayor que la cemento Portland, MTA gris y cemento Portland blanco. Sin embargo, todos los valores se encontraban dentro de los requisitos de la ISO para la solubilidad de los conductos radiculares.

Clinical use of mineral trioxide aggregate (MTA) in periapical lesions and the treatment of root perforations (1)

Pineda Mejía M., Silva Infantes M., Salcedo Moncada D (2007)

El propósito de la presente investigación fue emplear el cemento MTA en forma clínica para resolver complicaciones en el tratamiento de endodoncia como son las perforaciones radiculares a nivel de cámara pulpar, así como en la obturación retrograda de tratamientos de apicectomia. Se empleó el cemento MTA- Blanco, Angelus, que se caracterizó por tener un tiempo de endurecimiento inicial de 10 minutos y el tiempo de endurecimiento final de 15 minutos. La radiopacidad que mostró el material fue algo superior a la de la dentina y el tejido óseo, facilitando su visualización en las radiografías de control. Se hicieron controles clínicos y radiográficos a los casos tratados tanto en el postoperatorio inmediato como a los sesenta días.

Después de anestesiar, colocar dique de goma y localizar el sitio de la perforación, el área se lavó con NaOCl diluido. En caso de perforaciones por largo tiempo contaminadas, el NaOCl se debe dejar en el sistema de conductos radiculares por un par de minutos, para desinfectar el sitio de la perforación. Luego se completa la instrumentación y obturación de los conductos con gutapercha y sellador hasta el sitio de la perforación, luego mezclar el MTA con agua estéril de acuerdo a las instrucciones del fabricante, y colocarlo en el lugar de la perforación con un porta- amalgama y empacarlo contra el sitio con un empacador o con una mota de algodón.

Luego de reparar la perforación con MTA, colocar una mota de algodón húmeda sobre el MTA y sellar la cavidad de acceso con un cemento temporal. Después de tres o cuatro horas, remover el cemento temporal y la torunda de algodón y colocar el material de obturación radicular permanente en la raíz y/o en la preparación de la cavidad de acceso.

Se hicieron controles clínico radiográficos en el postoperatorio inmediato, y a los 60 días.

Las observaciones de los aspectos de reparación de los tejidos peridentarios fueron registrados en fichas, y luego analizados para arribar a conclusiones.

El procedimiento clínico en los casos de lesiones periapicales que requerían tratamiento de apicectomía, fue el siguiente:

Preparación de historia clínica. Firma del consentimiento informado por parte del paciente. Análisis sanguíneos de rutina. Anestesia regional. Incisión y levantamiento de colgajo. Osteotomía, biselado del tercio apical de la pieza dentaria. Preparación de la cavidad retroapical con fresa cono invertido pequeña.

Preparación del cemento MTA, según instrucciones del fabricante. Colocación en la cavidad preparada. Después de la hidratación y 15 minutos de fraguado, deflexión y sutura del colgajo. Control radiográfico postoperatorio. Medicación antibiótica y antit inflamatoria.

Los resultados muestran que hubo adaptación del cemento a las paredes de la cavidad retroapical y de los trayectos de perforación, produciéndose un sellado apical y marginal. Los elementos constituyentes del cemento: silicato tricálcico, aluminato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato ferrico tetracálcico; permitieron una estimulación del proceso de cicatrización y reparación de los tejidos circundantes, que evolucionaron en forma favorable hasta el momento del último control realizado en esta investigación.

Physical and Chemical Properties of New-generation Endodontic Materials (12)

Porter M.L., Bertó A., Primus C. and Watanabe I. (2010)

En este estudio se compararon las propiedades físicas y químicas del MTA ProRoot blanco con tres raíces experimentales de materiales de relleno: Capasio, Ceramicrete-D y Generex-A.

ProRoot MTA blanco se utilizó como material estándar. Las muestras de estos polvos y sus líquidos correspondientes o geles fueron sometidos a pruebas de tiempo de fraguado, radiopacidad, resistencia a la compresión, el pH, y la resistencia de lavado.

ProRoot MTA blanco en polvo se mezcla con agua en una proporción de 3:1 en peso. El Generex-A y polvos Capasio se mezclaron con sus geles y líquidos en una proporción de 4:1 en peso. La proporción de mezcla Ceramicrete-D fue de 2:1 con su líquido.

La prueba de tiempo de fraguado se basó en el método ISO 6876. Cada material se mezcló y se colocó en un molde (10-mm de diámetro y 1-mm de profundidad). Un aparato de Vicat se utilizó con una carga de 300g en un indentador plano final con un diámetro de 1,0 mm.

El tiempo de fraguado cuando la aguja fue indentador no hizo una sangría. Los materiales fueron evaluados a los 5, 10, 15, 30, y 45 minutos y 1, 1,25, 1,5, 1,75, 2, 2,5, y 3 horas después de la mezcla. Los resultados de cinco muestras fueron promediados.

Para las mediciones de radiopacidad, cada material mezclado se coloca en un anillo de 10 mm de diámetro y 1mm de espesor.

Las muestras y una lámina de aluminio fueron expuestas con una unidad intra ProStyle radiografía dental que funcionen a 63 kVp, 0,032 segundos, y 8 mA con una distancia focal de película de 30 centímetros, en un sensor de Schick CDR . Schick CDR DICOM para el software de Windows, dió porcentajes de píxeles que representan radiopacidad. Tres lecturas fueron promediados. El espesor de la lámina de aluminio se graficó contra el logaritmo del porcentaje de píxeles. Los porcentajes de píxeles se convierte en radiopacidad en equivalentes de aluminio.

La resistencia a la compresión se determinó utilizando la norma ISO 9917. De dos piezas con un diámetro interior de 4 mm y una altura de 10 mm se utiliza para hacer 10 muestras cilíndricas de cada material. Los materiales mixtos se compactaron gradualmente en los moldes con un atacador de amalgama para minimizar los vacíos y se almacena a 37 ° C y una humedad del 95% durante 7 días. Las muestras fueron comprimidas a 1 mm / min con la carga aplicada a lo largo del eje cilíndrico. La carga de fractura y las dimensiones precisas de la muestra se utilizaron para calcular la resistencia a compresión.

La sonda de pH se inserta en el material inmediatamente después de mezclar y retirar cuando un valor estable se registró.

Los resultados fueron que el tiempo de fraguado del Generex-A ha sido la mitad que la del MTA. Todos los materiales cumplen los requisitos para ser radiopacos según la norma ISO 6876. La resistencia a la compresión después de 7 días, disminuyó en este orden: A Generex > Capasio > MTA blanco > Ceramicrete-D. El pH inicial de Capasio y Generex A-eran alcalinas, similar a la del MTA blanco, mientras que la de Ceramicrete-D fue ácida.

Evaluation of the physical and chemical properties of two commercial and three experimental root-end filling materials (19)

Ricci Vivian-R., Ordinola Zapata-R., Zeferino-M. (2010)

El objetivo de este estudio fue evaluar el pH, la liberación de calcio, tiempo de fraguado, y la solubilidad de dos MTA disponibles en el mercado (MTA Angelus blanco y MTA Bio) y de tres cementos experimentales (MTA fotopolimerizable, Cemento Portland con 20% de óxido de bismuto y 5% de sulfato de calcio, y un cemento a base de resina).

Todos los materiales fueron pesados en una balanza analítica para seguir precisamente con el fabricante recomienda la mezcla de 3:1. Análisis del pH y la liberación de iones calcio.

Fueron usados tubos de polietileno (diámetro de 1 mm y longitud de 10 mm) y un extremo abierto. Los materiales dentales mixtos fueron envasados en los tubos con condensadores. Cinco muestras fueron preparadas de cada material. Luego, los especímenes fueron sumergidos en frascos que contienen 10 ml de agua desionizada, y se mantienen en una estufa a 37 ° C. Las evaluaciones se llevaron a cabo después de 3, 24, 72, y 168 horas (7 días). Después de cada lectura, los ejemplares fueron retirados de los frascos y se colocan en un envase nuevo con el mismo volumen de agua desionizada.

El pH se determinó mediante un pH-metro analógico calibrado con soluciones de pH (4, 7 y 14). Después de la extracción de cada muestra, el matraz se agitó durante 5 segundos y el líquido se vierte en un vaso de precipitados.

El procedimiento de control incluye la medición del pH del agua en la que no se sumergieron las muestras. Después de las mediciones de pH la solución en el vaso se agitó de nuevo y transferidos a tubos de 1,5 ml de microcentrífuga. Estos tubos fueron refrigerados hasta que todos los períodos, se realizaron (168 horas).

Los análisis de iones de calcio fueron llevadas a cabo por espectrofotometría de absorción atómica. Se utilizó de acuerdo a las recomendaciones del fabricante: 422,70 nm de longitud de onda de 0,2 nm ranura, 10 mA de corriente, y reducir ligeramente estequiometría, gestionada por un flujo de acetileno-aire de 2 L / min.

Todas las muestras, de todos los grupos y de todas las épocas, se analizaron en el mismo día. Para evitar posibles interferencias entre los fosfatos y los materiales alcalinos, las muestras y las normas se diluyeron en 10% EDTA. Una solución de 10 mg% de patrón se diluyó en serie en EDTA al 10%, resultando en las siguientes concentraciones: 0,025 mg%, 0,05 mg%, 0,1 mg%, 0,2 mg%, y 0,5 mg%. Un 10% de solución EDTA se utiliza como una solución en blanco para la calibración.

Determinación del tiempo de fraguado

Fue determinado de acuerdo con la Organización Internacional de Normalización (ISO) 6876 especificación 10 y la norma ASTM C266-0333 estándar de prueba. La luz de curado al MTA no fue sometido a este análisis ya que se utilizó con sus características propias. La medición de tiempo de fraguado se llevaron a cabo bajo condiciones de temperatura y humedad controlada: 37 ± 1 ° C y $95 \pm 5\%$ de humedad relativa. Los cementos de peso se mezclaron y se inserta en los moldes de anillo metálico (10 mm de diámetro y 2 mm de espesor).

Tres muestras fueron fabricadas para cada cemento. A los 180 segundos, cada muestra fue sangría con la aguja 113,5 g Gilmore hasta que el tiempo de fraguado inicial se determinó. Después de que el tiempo de fraguado inicial, una aguja de 456,5 g Gilmore se utilizó para determinar el tiempo de fraguado final. El tiempo de fraguado se determinó como el tiempo transcurrido desde el inicio de la mezcla a la hora en que se detectan sin sangría en la superficie de las probetas. La luz de curado al MTA no fue sometido a esta prueba, debido a su característica inherente de establecer inmediatamente después de ser expuesto a una lámpara de polimerización.

Determinación de la solubilidad.

Las muestras de cemento fueron moldeados de acuerdo a la especificación ISO utilizando moldes de teflón anillo de 20 mm de diámetro y 1,5 mm de alto. Tres muestras fueron fabricadas para cada material. Un hilo de nylon se insertó en el cemento antes de establecer, lo que permite la muestra que se cuelga y se sumergen en agua destilada durante el período experimental. Los anillos fueron mantenidos en una placa de cristal forrado en celofán, y otra placa de vidrio envuelto en celofán fue colocado en la parte superior de los anillos llenos. El conjunto se mantuvo en un horno a 37 ° C durante 24 horas. Después del ajuste, los ejemplares fueron retirados de los moldes y las partículas de material suelto fueron removidos de la superficie, utilizando un cepillo suave. Las muestras fueron pesadas en una balanza analítica con precisión 0,001 g y se colocaron en frascos cerrados con 50 ml de agua destilada durante 7 días (168 h) para comparar si los valores de solubilidad tenían alguna relación con el pH y la liberación de iones calcio.

Las muestras se retiraron de los frascos, suavemente lavados con agua destilada, secarse con papel de filtro, colocado en un deshumidificador durante 24 horas, y posteriormente se pesa de nuevo.

Solubilidad se determinó mediante el cálculo del peso que se perdió durante la inmersión.

Los resultados fueron: todos los cementos alcalinos y puesto en libertad los iones de calcio, con una tendencia decreciente en el tiempo. Después de 3 horas, el cemento Portland + óxido de bismuto y MTA Bio tuvo el mayor pH y MTA fotopolimerizable el más bajo. Después de 1 semana, MTA Bio presentó el mayor pH y MTA fotopolimerizable y el cemento a base de resina la más baja.

En cuanto a la liberación de iones de calcio, después de 3 horas, el cemento Portland + óxido de bismuto mostró el valor más alto. Después de 1 semana, MTA Bio tenía el más alto. Cemento a base de resina y MTA fotopolimerizable tuvo la liberación de calcio más bajos en todos los períodos de evaluación. En cuanto a los tiempos de fraguado, MTA Angelus blanco y MTA Bio había la más corta, el cemento Portland + óxido de bismuto había un tiempo de fraguado intermedios, y el cemento a base de resina epoxi había más tiempo. Los materiales que presentaron los menores valores de solubilidad fueron el cemento a base de resina, cemento Portland óxido de bismuto y MTA fotopolimerizable. Los mayores valores de solubilidad se presentaron en MTA Angelus blanco y MTA

The effect of various mixing techniques on the surface microhardness of mineral trioxide aggregate. (25)

NekoofarM., AseeleyZ. & Dummer PMH (2010)

Aminoshariae en el 2003 comparó dos técnicas de colocación de MTA.

Las técnicas de mezclado que se utilizaron son:

- Condensación: una medida de agua destilada se añade en el polvo y hasta que es absorbido. Se coloca entonces con presión mínima con la punta de una espátula dental en moldes cilíndricos de policarbonato de un diámetro interno de 4 mm y altura de 6 mm, que se colocaron en una placa de vidrio. El MTA en el molde fue sometida a una fuerza de compactación vertical constante de 3,22 MPa que se aplica durante un minuto que se tradujo en una transversal y fueron distribuidas por igual la presión del material fue uniformemente en cada molde cilíndrico. El material extruido se secó y con una bolita de algodón húmeda se colocó en el MTA. Los moldes de policarbonato se colocaron en un papel húmedo en un recipiente de plástico sellada y se incuban a temperatura de 37 °C y 95% de humedad.
- Vibración ultrasónica: Las vibraciones de ultrasonidos tiene un efecto de dispersión de las partículas del material.

Concluyendo que la condensación manual de MTA proporcionó menos porosidad, una mejor adaptación y menos vacíos, que la vibración ultrasónica. Examinó el efecto de la presión de condensación en la superficie de microdureza, microestructura y resistencia a la compresión del MTA y concluyó que el aumento de las presiones de condensación generando una disminución de los valores de microdureza, lo que sugiere que a gran presión de condensación puede afectar a la hidratación, la fuerza y la micro dureza del MTA.

4.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El MTA es un material relativamente nuevo y con un costo elevado, que se está utilizando en Endodoncia con fines como restaurador de perforaciones, en recubrimientos pulpaes, barreras apicales, etc.

Este material como todos los materiales de obturación se rigen por la norma No. 57 de la ANSI/ADA en la que se le realizan pruebas de tiempo de fraguado, estabilidad dimensional, resistencia compresiva, erosión, solubilidad y radiopacidad. Esta última propiedad se la da el óxido de bismuto lo que hace que el material sea radiopaco.

El cemento Portland comparte los mismos componentes que el MTA como calcio, fosfato y sílice. Pero este cemento solo se comercializa en E.E.U.U y su principal función es como material para la construcción.

En México el cemento APASCO® contiene en su composición cemento Portland el cual es un cemento hidráulico el cual fragua en presencia de agua.

Se conocen varias marcas de MTA: ProRoot gris y blanco (Dentsply), MTA blanco y gris (Angelus), CPM (Medix)

El MTA blanco Angelus es el cemento más utilizado en la clínica Endodóncica debido a sus características.

Por lo que en esta investigación evaluaremos solo la prueba de radiopacidad. Así que: ¿el cemento APASCO® tendrá una radiopacidad igual a la del MTA Angelus® debido a su similar composición?

5.- JUSTIFICACIÓN

Debido a que se encontró que el cemento para la construcción de Portland tiene la misma composición que el MTA en E.E.U.U. nos gustaría comprobar si el cemento APASCO® de venta en México tiene las mismas propiedades que el MTA.

Por lo que se realizará solo la prueba de radiopacidad de ambos materiales para compararlos. Utilizando el MTA Angelus® como material de comparación.

Con esta investigación se podría dar una alternativa ya que tanto el MTA Angelus® como el cemento APASCO® tienen composición similar, por lo cual con la prueba de radiopacidad demostraremos si el cemento APASCO® tiene la radiopacidad necesaria para poder ubicar dicho material donde se coloque.

6.- Hipótesis

6.1.- Hipótesis de trabajo

El material para construcción de marca APASCO® tiene una radiopacidad igual a la del MTA Angelus®.

6.2.-Hipótesis nula

El material para construcción de marca APASCO® presenta una radiopacidad menor que la del MTA.

7.- Objetivo

7.1.- Objetivo general

Realizar la prueba de radiopacidad de una material para la construcción APASCO® en comparación con la del MTA Angelus®

7.2.- Objetivos específicos

1. Realizar la prueba de radiopacidad del MTA Angelus®
2. Realizar la prueba de radiopacidad del cemento para la construcción APASCO®
3. Comparar la radiopacidad entre el MTA Angelus® y el cemento para la construcción APASCO®.

8.- Criterios de selección

8.1.- Criterios de inclusión

La muestra que cumpla con los requisitos para la prueba de radiopacidad de la norma no. 57 de la ANSI/ADA.

8.2.- Criterios de exclusión

Muestra que no cumpla con las especificaciones de la norma no. 57 de la ANSI/ADA.

9.- TIPO DE INVESTIGACIÓN

Experimental, descriptiva y observacional

10.- VARIABLES

10.1.- VARIABLES DEPENDIENTES

Composición del cemento APASCO®

Composición del MTA Angelus®

10.2.- VARIABLES INDEPENDIENTES

Radiopacidad

11.- METODOLOGIA

11.1.- MATERIAL Y EQUIPO

Radiografías Kodak INSIGHT Dental Film Occlusal, velocidad de película E. USA

Solución reveladora Kodak, USA (CAT 190 0984)

Solución fijadora Kodak, USA (CAT 190 2485)

Discos de aluminio con pureza de 99.5% y dimensiones de 2 mm de grosor y 15 mm de diámetro

Aparato de rayos X, "Ets de Gotzen Srl ITALY" for Satelec image x 65 kvp 8 mA 0.415 KVA. Voltaje 115 v-50/60 Hz.

Densitómetro X-Rite Modelo 891, incorporated 3100, 44th. Street S.W.

Portaplacas de 5cm de ancho para la densitometria

Balanza analítica marca OHAUS GA200

Vernier marca Mitutoyo Absolute DIGIMATIC CALIPER

Pipeta marca PYREX marca reg. No. 7085

Lámina de patrón de aluminio

MTA Angelus® Blanco Lote: 11417

Cemento APASCO® Lote: 22845

Espátula de cementos

Loseta de vidrio (15 cm de largo, 8 cm de ancho y 2 cm de grosor)

Hacedores para muestras

11.2.- MÉTODO

La elaboración de las muestras y la prueba de radiopacidad se realizó de acuerdo a la especificación no. 57 de la ANSI/ADA.

Se preparó una muestra de MTA Angelus® Blanco en un hacedor para muestras de 10 mm de diámetro y 2mm de profundidad.



Foto 3.- Hacedor de muestras con 10 mm de diámetro medido con un Vernier (propia)



Foto 4.- Hacedor de muestras con una profundidad de 2mm (propia)



Foto 5.- Hacedor de muestras con una profundidad de 2mm (propia)



Foto 6.- Hacedor para muestras en forma de disco (propia)

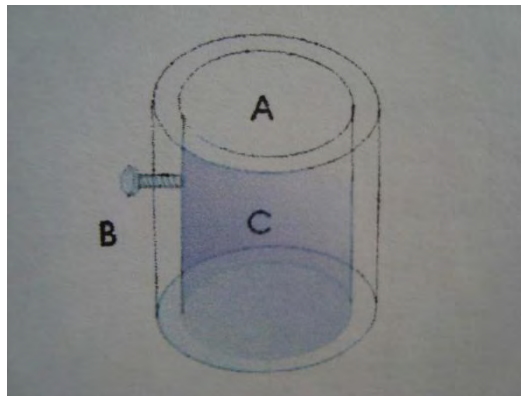


Foto 7.- Partes de un hacedor de muestras (propia)

- a).- Espacio para la muestra
- b).- Tornillo para fijar la profundidad de la muestra
- c).- Embolo que permite variar la profundidad de la muestra

El hacedor se lubricó con aceite de silicón y se procedió a mezclar el MTA Angelus® Blanco según las instrucciones del fabricante: con una proporción 3:1 con agua bidestilada, en una loseta y una espátula de cementos durante 30 seg hasta que el polvo se mezcle completamente con el agua.



Foto 8.- MTA Angelus® Blanco (propia)



Foto 9.- mezcla del MTA (propia)

Después se llevó el material al hacedor y se humedeció con una torunda de algodón y se colocó sobre un portaobjetos para que endureciera.



Foto 10.- Muestra de MTA Angelus® Blanco dentro del hacedor (propia)

Se procedió a realizar la muestra de cemento APASCO®
Realizando una regla de 3 para sacar la proporción de cemento y agua
que necesitamos obteniendo:

Proporción de concreto de alta resistencia de 300 Kg/cm²

1 saco – 50 Kg

1Kg – 1000 gr

50 Kg - x

$50 \times 1000 / 1 = 50\,000$ gr

Agua

1 $\frac{1}{4}$ bote – 19.475 Lts

19.475 lt = 19, 475 ml

Se decidió utilizar 1 gr del Cemento APASCO® para hacer la muestra,
por lo que se sacó la proporción de la siguiente manera:

50,000 gr – 19,475 ml

1 gr - x

X = 0.3895 ml

Redondeamos a 0.4 ml

1 gr cemento APASCO = 0.4 ml de agua

Se midió 1 gr de cemento APASCO® en una balanza analítica

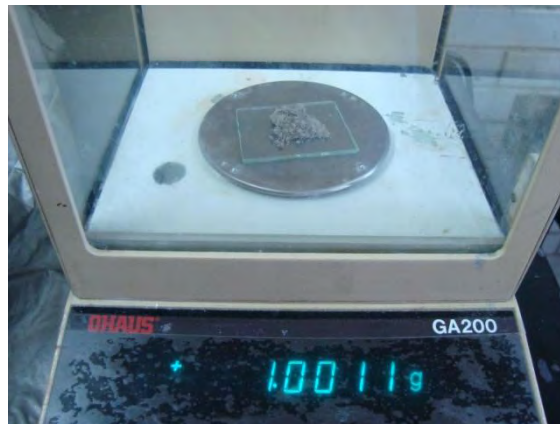


Foto 11.- balanza analítica con 1 gr de cemento (propia)

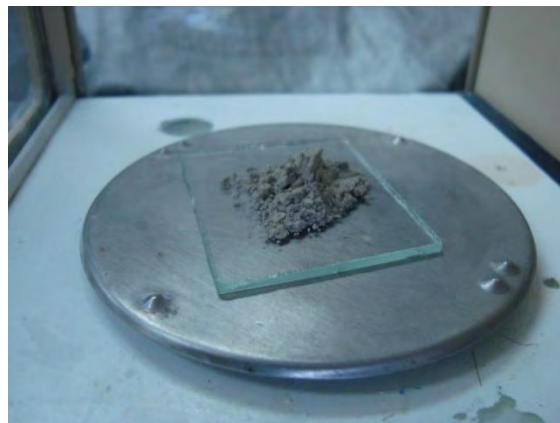


Foto 12.- Pesando 1 gr de cemento APASCO® (propia)

Con una pipeta se midieron los 0.4 ml de agua y se realizó la mezcla con una loseta y espátula para cementos y se colocó en un hacedor con las medidas antes mencionadas y se dejó a que endureciera.



Foto 13.- Mezclando el cemento APASCO® (propia)

Ya con las muestras obtenidas se retiraron de los hacedores para tomarles radiografías.



Foto 14.- Muestras de MTA Angelus® y cemento APASCO® (propia)

Se procedió a sacarles una radiografía oclusal junto con la lámina de patrón de aluminio y 2 periapicales a cada muestra con un disco de aluminio de 2mm de espesor con rayos X a 65 Kvp, 10 mA a una distancia focal de 40 cm para un tiempo de 1 segundo (60 impulsos).

Se reveló y se fijó la radiografía con los líquidos preparados según las instrucciones de fabricante.

Se realizó el análisis en el densitómetro.



Foto 15.- Densitómetro fotográfico (propia)

Se colocó la radiografía con las muestras de lado izquierdo y el aluminio de 2mm de espesor de lado derecho en un portaplacas de 5cm de ancho.

En el densitómetro se seleccionó la opción:

- Película
- Se introdujo la radiografía
- Se registraron las medidas
- Se obtuvieron 3 medidas: la de las muestras, una intermedia y la del aluminio.



Foto 16.- Registro de las medidas de las muestras (propia)

Se repite el procedimiento con las demás radiografías. Para saber si el material es radiopaco o no se realiza la siguiente fórmula: $RO = D_{Al} - D$.

RO= Radiopaco

D_{Al} = densidad del aluminio

D= Densidad de la muestra

12.- RESULTADOS

Al analizar la radiografía se observa que el cemento MTA Angelus® tiene una similitud con la lámina patrón de aluminio en 7 ± 0.10 mm de aluminio. Y el cemento APASCO® en 3 ± 0.34 mm de aluminio.

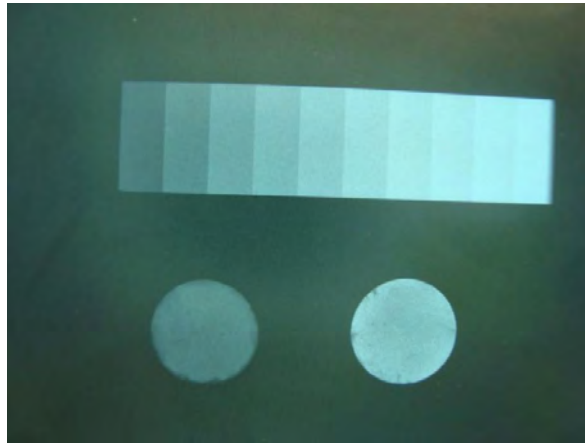


Foto 17.- Radiografía de las muestras de cemento APASCO® y MTA Angelus® con la lámina patrón de aluminio (propia)

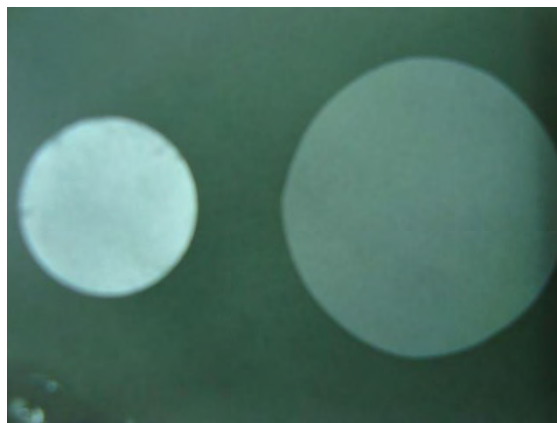


Foto 18.- Radiografía periapical con la muestra de MTA Angelus® y el disco de aluminio (propia)

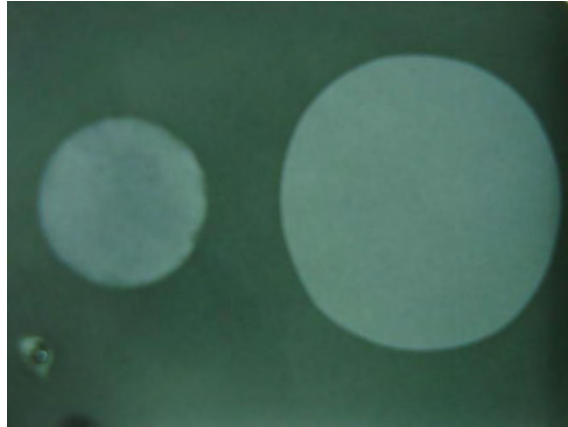


Foto 19.- Radiografía periapical con la muestra de cemento APASCO® y el disco de aluminio (propia)

En el densitómetro obtuvimos:

	MTA	Intermedia	Aluminio
Reg. No. 1	1.61	1.62	1.63
Reg. No. 2	1.62	1.60	1.64

Tabla 4.- Registros de la muestra de MTA Angelus® en el densitómetro

	APASCO	Intermedia	Aluminio
Reg. No. 1	1.63	1.62	1.60
Reg. No. 2	1.68	1.63	1.64

Tabla 5.- Registros de la muestra del cemento APASCO® en el densitómetro

Valor promedio de las muestras:

DAL		D	RO
1.643	MTA	1.621	0.022
1.62	Cemento	1.655	-0.035

Tabla 6.- Promedio de las medidas obtenidas en el densitómetro

$$RO = D_{AI} - D$$

$$RO = 1.643 - 1.621 = 0.022 \text{ (MTA)}$$

$$RO = D_{AI} - D$$

$$RO = 1.62 - 1.655 = -0.035 \text{ (cemento)}$$

El valor promedio del MTA Angelus® es de 0.022 y el del cemento APASCO® es de -0.035.

Obteniendo que:

Valor – la muestra no es radiopaca

Valor + la muestra es radiopaca

13.- DISCUSIÓN

Tanto el MTA como el cemento Portland se proponen como dos materiales muy semejantes por compartir sus principales componentes como lo son el fosfato, calcio y silicio. Pero el cemento Portland solo se comercializa en E.E.U.U y su principal función es como material para la construcción. En México el cemento APASCO® contiene en su composición cemento Portland el cual es un cemento hidráulico el cual fragua en presencia de agua. Esto lo apoya Mahmoud Torabinejad.

Según los estudios realizados por Holland, Wucherpfenning & Green, Estrela, Funteas, Duarte, observamos que el cemento Portland contiene los mismos elementos químicos que el MTA a excepción del óxido de bismuto, el cual le da la radiopacidad adecuada al material.

Con los estudios realizados por Liné es posible la utilización de un cemento de uso industrial en lugar de un cemento de uso Odontológico como lo es el MTA.

La radiopacidad es la proporción de la densidad óptica de la muestra en este caso la del MTA Angelus® Blanco y la del cemento APASCO® en comparación con la muestra de aluminio de 2mm de grosor obtenida en la misma radiografía. Se encontró que entre menor sea el valor obtenido en el densitómetro mayor será la radiopacidad, ya que a mayor densidad óptica de la muestra, permitirá menor paso de los rayos X. Esto lo apoya Basrani, Blanck.

Pritesh M y nosotros obtuvimos que la radiopacidad del MTA Angelus® Blanco es de 7,17 mm de espesor del aluminio.

Entre las características ideales para un material de obturación, encontramos que debe ser más radiopaco que sus estructuras limitantes cuando se coloca en la preparación cavitaria, el MTA Angelus® es más radiopaco que la gutapercha convencional y que la dentina,

distinguiéndose fácilmente en las radiografías. Esto lo apoya Shah y col., Torabinejad.

El cemento APASCO® en su estado natural si presenta radiopacidad pero no cumple con el requisito mínimo que son 4mm de aluminio para poder ser aceptado por la norma no. 57 de la ANSI/ADA.

Lo que es una desventaja para poderlo utilizar como material en Endodoncia. Con lo cual se le tendría que agregar el óxido de bismuto para aumentar la radiopacidad.

Hungaro M. y Duarte en sus estudios encontraron la presencia de arsénico en la composición del MTA y el cemento Portland por lo cual presentaba otra desventaja en estos materiales pero los estudios realizados mostraron que la cantidad era mínima lo que demuestra que no existe ninguna contraindicación para el uso de estos materiales en la práctica clínica en cuanto a la presencia de este elemento químico.

14.- Conclusiones

1. El cemento APASCO® si presenta radiopacidad pero es menor a la del MTA Angelus® Blanco; por lo que se cumplió la hipótesis nula de nuestra investigación.
2. Los resultados obtenidos con el densitómetro muestran que el cemento APASCO no es radiopaco
3. Necesita una radiopacidad mínima de 4mm de aluminio para poder ser aceptado según la especificación no. 57 de la ANSI/ADA.
4. Dicho cemento necesita en su composición óxido de bismuto para que tenga una mayor radiopacidad
5. Se tienen que realizar varios estudios, para determinar si cumple con los requisitos establecidos para su uso como material odontológico.

15.- Referencias

- 1.- Pineda Mejía M., Silva Infantes M., Salcedo Moncada D. Clinical use of mineral trioxide aggregate (MTA) in periapical lesions and the treatment of root perforations. *Odontol.* 2007; 10 (1): 21-24.
- 2.- Seung-Jong Lee, M. Torabinejad. Sealing Ability of a Mineral Trioxide Aggregate for Repair of Lateral Root Perforations, *J. Endod.* 1993; 19 (11):541-4.
- 3.- M. Torabinejad, U.J. Hong, F. McDonald and T.R. Pitt Ford, Physical and chemical properties of a new root end filling material, *J Endod* 1995; 2: 349–353
- 4.- Bergenholte G.; Horsted- Bindslev P. Endodoncia diagnóstico y tratamiento de la pulpa dental. *Manual Moderno* 2007. pp 76
- 5.http://www.uvmnet.edu/investigacion/episteme/numero205/colaboracion/a_mineral.asp
- 6.- Jose Soares I.; Goldberg F. Endodoncia técnica y fundamentos. Panamericana. Buenos Aires. 2003. pp176
- 7.- Calnada C.; Brau E. Endodoncia Técnicas clínicas y bases Científicas. Masson. Barcelona. 2001. pp190,191.
- 8.- Lumbey P.; Adams N.; Tomson Phillip. Práctica Clínica en Endodoncia . Ripano.Madrid. 2009. pp 64,65
- 9.- Ochoa C.; Herrera C. MTA Generalidades y usos en endodoncia. Madrid. Artículos revisados. Posgrado Endodoncia.2004
- 10.- Instructivo ProRoot™ MTA, DENTSPLY Tulsa Dental
- 11.- M. Fridland and R. Rosado, Mineral Trioxide Aggregate (MTA), solubility and porosity with different water-to-powder ratios, *J Endod* .2003; 19: 814–817.

- 12.- Porter M.L., Bertó A., C.M. Physical and chemical properties of new-generation endodontic material, J Endod 2010: 524–529.
- 13.- http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_58.htm.
- 14.- Cohen S.; Hargreaves Kenneth M. Vias de la pulpa. 9na. Ed. Elsevier. España. 2008. pp 616
- 15.- Camilleri J. Evaluation of select properties of mineral trioxide aggregate sealer cement. J. Endod. 2009; (35):1412-1417.
- 16.- Pritesh M., Bun San Chong and Pitt Ford T. Radiopacity of potencial root- end filling materials. OOOO 1996; 4 :476-479.
- 17.- Basrani E.; Blanck A.; Cañete M. Radiología en endodoncia. Amolca. Venezuela. 2003 pp 223-229
- 18.- Norma no. 57 de la ANSI/ADA. American National Standards Institute/ American Dental Association.
- 19.- Ricci Vivian R. Evaluation of the physical and chemical properties of two commercial and three experimental root-end filling materials, O O O O Endod. 2010; 2:250-6.
- 20.- Intekhab Islam MSc, Hui Kheng Chng MSc and Adrian U. Jin Yap PhD. Comparison of the Physical and Mechanical Properties of MTA and Portland Cement. J. Endod.2006
- 21.- Funteas U., Wallace J. and Fochtman E. A comparative analysis of mineral trioxide aggregate and Portland cement, J. Endod. 2003; 29 :43–44
- 22.- www.holcimapasco.com.mx

23.- Duarte M. , A.C. De Oliveira Demarchi, J.C. Yamashita, M.C. Kuga and S. De Campos Fraga, Arsenic release provided by MTA and Portland cement. O.O.O.O.2005 :648–650

24.- Santos AD, Moraes JCS, Araujo EB, Yukimitu K, Valerio Filho WV. Physico-chemical properties of MTA and a novel experimental cement. J. Endod. 2005; 38:443–447.

25.- Nekoofar MH, Aseeley Z, Dummer PMH. The effect of various mixing techniques on the surface microhardness of mineral trioxide aggregate. J. Endod. 2010; 43: 312–320.

26.- García-Pelayo y Groos. Enciclopedia científica Larousse.Larousse. 1985. pp 540

16.- ANEXOS

ARSÉNICO (23)

El arsénico es un elemento metálico con el número atómico 33 y fue descubierto en 1250. Este mineral es muy tóxico y está presente en el mundo en los suelos en diferentes proporciones. Las sales solubles de arsénico se absorben por todas las mucosas y los sitios de la administración parenteral y casi todo el arsénico absorbido se encontraron inicialmente en la fracción de eritrocitos de la sangre.

El elemento abandona rápidamente el torrente sanguíneo y se deposita en los tejidos, con los sitios de almacenamiento como lo es el hígado, los riñones. (23)

La toxicidad del arsénico depende del compuesto, con la dosis letal media (DL50) por vía oral. (26)

- 2 a 3 mg / kg para el trióxido de arsénico
- 20 mg / kg para el arseniato de calcio
- 600 mg / kg para el arseniato de sodio
- 10 a 50 mg / kg para el arseniato de sodio
- 100 mg / kg para París green.
- En los alimentos, la presencia de arsénico se permite hasta 3.5 ppm.

Ventajas (26)

- Preservante de la madera
- Se usa en la construcción de diodos láser y LED.
- Aditivo en aleaciones de plomo y latones
- Insecticida ,herbicidas y venenos
- El disulfuro de arsénico se usa como pigmento y en pirotecnia.

- En el caso del trióxido de arsénico para el tratamiento de pacientes con leucemia promielocítica aguda.
- Como elemento fertilizante para la agricultura

Desventajas (26)

- Irritación del estómago e intestinos
- Disminución en la producción de glóbulos rojos y blancos
- Cambios en la piel
- Irritación de los pulmones

Es sugerido que la toma de significantes cantidades de Arsénico inorgánico puede intensificar las posibilidades de desarrollar cáncer, especialmente las posibilidades de desarrollo de cáncer de piel, pulmón, hígado, linfa. (26)

- A exposiciones muy altas de Arsénico inorgánico puede causar infertilidad y abortos en mujeres
- Perturbación de la piel
- Pérdida de la resistencia a infecciones
- Perturbación en el corazón y daño del cerebro tanto en hombres como en mujeres

Finalmente, el Arsénico inorgánico puede dañar el ADN. El Arsénico orgánico no puede causar cáncer, ni tampoco daño al ADN. Pero exposiciones a dosis elevadas puede causar ciertos efectos sobre la salud humana, como es lesión de nervios y dolores de estómago. (26)

Especificación 57 de la ANSI/ADA American National Standards Institute/ American Dental Association para Materiales de Llenado en Endodoncia. (13)

1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN Y CLASIFICACIÓN

1.1.- Ámbito de aplicación. Esta especificación es para materiales utilizados en endodoncia para el cierre del conducto radicular.

1.2.- Tipos y clases. Los materiales comprendidos en la presente especificación deberán ser de los siguientes tipos y clases:

Tipo I.- Para la base (estandarizado) y auxiliares (Convencional) puntos para ser utilizado con cemento sellador.

Clase 1.- Metálicos

Clase 2.-Poliméricos

Tipo 2.- Para cementos sellador para ser utilizado con la base los materiales.

Clase 1.- Polvo y líquido no polimerizable

Clase2.- Pasta- pasta no polimerización

Clase 3.-Sistemas de resina de polímero

Tipo 3.- Para materiales de llenado, va a ser usado como base o cemento sellador.

Clase 1.- Polvo y líquido no polimerizable

Clase 2.- Pasta- pasta no polimerizable

Clase 3.-Metal amalgama

Clase 4.- Polímeros

La norma establece en lo que refiere a la radiopacidad lo siguiente:

3.4 Radiopacidad. Un milímetro de hueso cortical o dentina tiene el equivalente radiopacidad de 1mm de 1100 aleación de aluminio. Es

evidente que las imágenes discernibles son producibles con al menos 2 mm de espesor de las diferencias o material. Por lo tanto, durante la prueba de la manera descrita en el punto 5.2 todos los materiales deberán acreditar un mínimo radiopacidad equivale a 4 mm de aluminio.

3.5. Condiciones de prueba. A menos que se indique lo contrario, todas las pruebas se llevarán a cabo a una temperatura de $23 + 2$ ° C y $50 \pm 5\%$ humedad relativa. Los materiales o componentes se ha pre-condicionada a esta temperatura y humedad relativa de al menos 24 horas antes de la prueba.

3.6.-Propiedades Físicas

3.6.1 Tiempo de trabajo.- El tiempo mínimo de trabajo del material, es determinado por el método descrito en el punto 5.3.1 serán de +/- diez (10) por ciento

3.6.2.-Flujo. El flujo del material tipo II cuando es determinado de acuerdo con el método descrito en 5.3.2 se muestra un diámetro de disco de las autoridades educativas locales 25 mm.

3.6.3 Espesor de la película. Materiales de Tipo II se realizará un espesor de la película de no más de 50 nm, según el método descrito en 5.3.3.

3.6.4 Tiempo de fraguado. El tiempo de fraguado mínimo del material, determinados por el método descrito en 5.3.4, será dentro de los diez (10) por ciento de la suma reclamada por el fabricante.

3.6.5 Estabilidad dimensional. La contracción máxima del material, medido como un cambio de dimensiones lineales, determinado por el método de 5.3.5 no excederá de 1,0 por ciento.

3.6.6 Solubilidad y desintegración. La solubilidad se pre-establece , según lo medido por el método descrito en 5.3.6, no excederá de tres (3) por ciento en peso, ni la muestra de la prueba muestran evidencia de desintegración.

5.2 La radiopacidad de Tipo I, Clase 2 conductores (estandarizado) y puntos auxiliares (convencional), los cementos Tipo II y III sellador, clase 1, 2 y 4, los materiales de relleno se prueban de la siguiente forma.

5.2.1 Equipo: La radiopacidad de estos materiales de relleno se determinará mediante la comparación de un disco de material de 10 mm de diámetro con un espesor uniforme 2 mm a un paso de la lámina de aluminio con espesores incrementando de 1 mm a 10 mm. Una maquina de rayos x capaces de producir la radiación a 65 KVP y 10 mA se utiliza en conjunción con la película radiográfica de Estándares Nacionales de Velocidad Americana grupo D para obtener una radiografía de la muestra de ensayo y la lámina de aluminio paso a una distancia focal de 400 mm (16 pulgadas)

Inherentes a la filtración del haz de rayos X es de 2,5 mm de aluminio equivalente mínimo. El aluminio utilizado para la filtración del haz y la lámina patrón será el 99% aluminio en conformidad con la especificación de norma ASTM B209 (por lo general 1100 de la aleación).

5.2.2 Procedimiento. Para el Tipo I, Clase 2 materiales de mezcla al azar tres básico (estandarizado) o tres auxiliares (Convencional) puntos por cada tamaño nominal. El calor ablanda y compacta puntos centrales de la mezcla aleatoria de los puntos fundamentales de una masa libre de poros, sin segregación en un anillo de 10 mm de diámetro interno a fin de hacer un disco de espesor uniforme de 2 mm entre cubierta radiolucida. Para los materiales de tipo II y III preparar una mezcla de acuerdo a las instrucciones del fabricante y el lugar esta mezcla en un anillo de 10 mm

de diámetro interno para formar un disco de espesor uniforme del material juego de 2 mm entre cubierta radiolúcida.

Coloque la muestra preparada en el centro de la película de rayos X junto a la lámina patrón de aluminio. Irradiar la muestra, el paso de la lámina, y la película con rayos X a 65 KVP, 10 mA a una distancia focal de 400 mm (16 pulgadas) para un tiempo de 1 segundo (60 impulsos). Después del desarrollo y la fijación de la película a una temperatura y durante períodos de tiempo recomendado por el fabricante de la película, la película debe ser cuidadosamente lavada y secada. De la medida de película procesada la densidad fotográfica de la imagen radiográfica de la muestra, cada uno de los pasos de la lámina de aluminio, y la película totalmente expuesta con el densitómetro. En comparación con la imagen de la lámina patrón determinar el espesor de aluminio equivalente a la muestra.

5.2.3 Cumplimiento. La radiopacidad de la muestra se cumplir con el punto 3.4 que muestra un equivalente de radiopacidad no menos de 4 mm de aluminio.