



Universidad
Nacional
de Córdoba



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESCUELA DE POSGRADO

**“CAPACIDAD DE SELLADO INMEDIATO Y A DISTANCIA
DE MTA, CEMENTO PORTLAND Y AMALGAMA EN
PERFORACIONES DEL PISO CAMERAL”**

TESISTA:

OD. SERGIO MARCELO ULFOHN.

DIRECTOR:

PROF. DR. OMAR A. GANI

CÓRDOBA, 2004



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

**“CAPACIDAD DE SELLADO INMEDIATO Y A
DISTANCIA DE MTA, CEMENTO PORTLAND Y
AMALGAMA EN PERFORACIONES DEL PISO
CAMERAL”**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



***“CAPACIDAD DE SELLADO INMEDIATO Y A DISTANCIA
DE MTA, CEMENTO PORTLAND Y AMALGAMA
EN PERFORACIONES DEL PISO CAMERAL”.***

SERGIO MARCELO ULFOHN
Odontólogo

Trabajo de Tesis para optar al Título de Doctor en Odontología

Director de Tesis
Prof. Consulto Dr. OMAR A. GANI

Córdoba, Argentina, 2004

COMISIÓN DE TESIS

Prof. Dr. Jorge Uribe Echevarría

Prof. Dr. Oscar Pessah

Prof. Dra. Carmen Visvisián

DEDICATORIA

A mi esposa Verónica

A mi hija Carolina

***Las dos mujeres de mi vida,
a quienes amo con todo mi corazón.***

AGRADECIMIENTOS

A mi Director de Tesis, *Prof. Dr. Omar A. Gani*, quien con su dedicación, conocimientos y consejos oportunos, orientó la realización de este trabajo.

A *mis padres*, quienes inculcaron en mi la importancia del estudio, las ansias de superación permanente y el intentar ser, por sobre todas las cosas, un hombre de bien.

A *mi hermano*, Adrián, por su constante estímulo.

A la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba que me permitió formarme y crecer como docente.

A la *Dra. Lidia Wolff*, por su invaluable aporte en la realización de los estudios bacteriológicos.

Al *Prof. Dr. Atilio Palma*, por su generoso asesoramiento en los resultados estadísticos.

A *mis profesores y compañeros* de la Cátedra de Endodoncia "A", por su amistad y permanente apoyo.

A los miembros de la Comisión de Tesis, por sus valiosas sugerencias.

A la S.E.C.yT, por su inestimable colaboración.

Al Sr. *Alfredo Benito*, por su esmero en la fotografía y compaginación.

A todos aquellos que de un modo u otro me ayudaron, mi más profundo agradecimiento.

CERTIFICACIONES

ÍNDICE

PORTADILLA	I
PORTADA	II
COMISIÓN DE TESIS	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	VI
CERTIFICACIONES	VIII
ÍNDICE	IX
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
ANATOMÍA DE LAS CÁMARAS PULPARES DE LOS MOLARES INFERIORES .	5
PERFORACIONES	8
MATERIALES UTILIZADOS PARA OBTURAR PERFORACIONES ACCIDENTALES DURANTE LA TERAPIA ENDODÓNTICA	11
BASES INTERMEDIAS	22
MÉTODOS UTILIZADOS PARA ESTUDIOS DE FILTRACIÓN	25
OBJETIVOS	28
OBJETIVOS GENERALES	29
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
MATERIALES Y MÉTODOS	30
ESTUDIO 1	
DETERMINACIÓN DEL EFECTO ANTIBACTERIANO DEL MTA Y DEL CP	31
ESTUDIO 2	
MUESTRAS TESTIGO: DESCRIPCIÓN Y PREPARACIÓN DEL MODELO EXPERIMENTAL PARA EVALUAR LA PERMEABILIDAD A LA MICROFILTRACIÓN BACTERIANA	32
ESTUDIO 3	
EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD A LA MICROFILTRACIÓN BACTERIANA	39
RESULTADOS	42
ESTUDIO DEL EFECTO ANTIBACTERIANO DE MTA Y CP	43
MUESTRAS TESTIGO	44
ESTUDIO DE PERMEABILIDAD A LA MICROFILTRACIÓN BACTERIANA	45

VALORACIÓN INMEDIATA DE LA CAPACIDAD SELLADORA DE MATERIALES EMPLEADOS EN LA OBTURACIÓN DE PERFORACIONES DEL PISO CAMERAL.....	46
VALORACIÓN MEDIATA DE LA CAPACIDAD SELLADORA DE MATERIALES EMPLEADOS EN LA OBTURACIÓN DE PERFORACIONES DEL PISO CAMERAL.....	49
VALORACIÓN INMEDIATA DE LA CAPACIDAD SELLADORA DE MATERIALES EMPLEADOS EN LA OBTURACIÓN DE PERFORACIONES DEL PISO CAMERAL, PREVIA COLOCACIÓN DE UNA BASE INTERMEDIA DE HI- DRÓXIDO DE CALCIO.	52
VALORACIÓN MEDIATA DE LA CAPACIDAD SELLADORA DE MATERIALES EMPLEADOS EN LA OBTURACIÓN DE PERFORACIONES DEL PISO CAMERAL, PREVIA COLOCACIÓN DE UNA BASE INTERMEDIA DE HI- DRÓXIDO DE CALCIO.	55
DISCUSIÓN.....	58
CONCLUSIONES	73
RESUMEN	75
SUMMARY	77
BIBLIOGRAFÍA	79

*“La educación consiste en enseñar
a los hombres no lo que deben pensar
sino a pensar”*

Anónimo

INTRODUCCIÓN

Durante la realización de un tratamiento endodóntico, por motivos imprevistos, descuidos o impericia del operador, suelen surgir trastornos técnicos u ocurrir accidentes que entorpecen la intervención y hasta pueden, en algunos casos, impedir su realización con la consiguiente pérdida de la pieza dentaria. Sin duda, este grave problema ocasionará justificado desagrado en el paciente y una sensación de frustración e impotencia en el profesional.

La complejidad del caso clínico, generalmente vinculada a razones anatómicas y/o patológicas, puede alertar anticipadamente al operador, no sólo sobre las dificultades que pudieran surgir si no también sobre las posibilidades de concretar el tratamiento. Sin embargo, pueden presentarse situaciones donde nada hace prever que en cualquier momento ocurrirá un accidente inesperado, el que deberá ser profundamente analizado a los efectos de evaluar las posibles soluciones que permitan establecer el pronóstico con la mayor certeza.

Los accidentes más comunes con implicancia endodóntica suelen ser la fractura de la corona, la rotura de un instrumento, las sub o sobre obturaciones, los escalones, perforaciones o falsas vías, etc.

Posiblemente las perforaciones hacia el periodonto, tanto a nivel del piso cameral como en las paredes del conducto radicular, son las contingencias que más angustia crean en el profesional, especialmente si éste recién se inicia en el campo de la Endodoncia. Nuestro estudio está enfocado hacia el tratamiento de las primeras, es decir, hacia aquellas que lesionan el espacio de la furca y que pueden acontecer durante las prácticas endodónticas. La ruptura de la continuidad del piso cameral que resulta de la aplicación de una técnica inadecuada, del uso de instrumentos agresivos o simplemente como consecuencia de un accidente fortuito, suele ocurrir por desconocimientos técnicos o por no haber tomado debida cuenta de la anatomía interna de la cavidad pulpar y de las variantes que pudieran presentar, por un diagnóstico equivocado al interpretar la radiografía, por las exageradas calcificaciones que reducen el espacio de la cavidad cameral o cuando se busca el acceso a los conductos radiculares.

Siempre que se hable de comunicaciones accidentales de la cámara pulpar con la furcación, inevitablemente se piensa en los molares, pero también pueden ocurrir en premolares bi o tri radiculares donde el diagnóstico no siempre es posible y muchas veces pasan inadvertidas. A veces se producen en el momento de realizar el tratamiento endodóntico, pero también es probable que hayan sucedido con anterioridad, cuando otro profesional poco experimentado intentó abrir la cámara pulpar para aliviar el dolor o realizar un tratamiento, o bien, con

posterioridad a su realización, cuando el protesista trata de desobturar el conducto y ensancharlo para la colocación de un anclaje.

En general, las reglas indican que toda perforación debe repararse de inmediato, con la mira puesta en evitar entre otras complicaciones, el simple contacto de los materiales de obturación con la humedad de los tejidos que irremediablemente provocaría la solubilidad de los mismos, o algo por cierto más grave como es el paso de bacterias en sentido cámara-furcación o viceversa. Por otra parte, para que la lesión tisular se recupere con rapidez y sin complicaciones, esta reparación debe ser realizada desde un primer momento con la intención de que sea definitiva, a los efectos de evitar innecesarias alteraciones en el proceso de cicatrización.

Lógico es entonces suponer que el material utilizado para subsanar la falsa vía, debe reunir una serie de requisitos referidos a su biocompatibilidad, estabilidad y perdurabilidad, que asegure una capacidad de sellado que impida en el futuro la permeabilidad no sólo de los líquidos sino también de los microorganismos.

Son variados los productos que se investigan y generalmente con buenos resultados en experiencias *in vitro*, pero la mayoría de ellos no siempre reúnen las propiedades exigidas. Esto hace que aún se siga buscando el elemento apropiado para solucionar un problema tan desagradable y por cierto complejo, como es la perforación accidental hacia el espacio periodontal.

Muchas de ellas que antes se consideraban imposibles de resolver, hoy, gracias a nuevos materiales que ofrecen otras opciones terapéuticas, son tratadas exitosamente al punto de permitir que las piezas dentarias afectadas se mantengan en perfectas condiciones de salud y funcionalidad.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

ANATOMÍA DE LAS CÁMARAS PULPARES DE LOS MOLARES INFERIORES

El conocimiento del terreno donde se debe actuar, es uno de los requisitos fundamentales a tener en cuenta cualquiera sea la intervención endodóntica que se realice. Tratándose de perforaciones del piso cameral, se comenzará por tener un dominio profundo de la anatomía topográfica de las cámaras pulpares de los dientes susceptibles a sufrir el accidente. En este caso, analizaremos las características morfológicas de las cámaras pulpares de los molares inferiores y las posibles variantes que por razones fisiológicas y/o patológicas puedan haber sufrido. Por otra parte, es imprescindible saber de que manera estas características anatómicas se manifiestan, dentro de sus limitaciones, a través de la imagen radiográfica a los efectos de poder interpretarlas.

El análisis de la morfología de las cámaras pulpares de los dientes a tratar, proporcionará un considerable aumento de las posibilidades de éxito. Asimismo, un cuidadoso estudio de las radiografías pre-operatorias será de vital importancia, aunque es bueno recordar que ellas muestran imágenes de dos dimensiones de un cuerpo que es tridimensional.

Así lo entiende **Kuttler (1980)** cuando sostiene que el odontólogo no sólo debe tener clara noción de la anatomía topográfica común, sino también las variaciones normales, ya que así se incrementará notablemente el porcentaje de tratamientos exitosos.

Advierte, además, que la disección es la mejor manera de conocer la anatomía endodóntica, porque en la clínica, el operador no siempre puede ver el terreno quirúrgico y sólo tiene información de lo que él hace, mediante la sensación táctil y las radiografías, las que como sabemos, no permiten apreciar la dimensión buco-lingual, que es donde se produce el mayor número de variantes.

Díaz (1976) sostiene que la transparentación, por permitir la observación tridimensional, es un método de estudio de la anatomía superior al radiográfico ya que capta en toda su magnitud la verdadera morfología canalicular, aunque el mismo no es aplicable en la clínica. Concluye diciendo que si bien es cierto que la radiografía posiblemente no miente, no es menos cierto que no dice toda la verdad.

El conocimiento de la anatomía de las cámaras pulpares y sus posibles variaciones individuales que por razones fisiológicas y/o patológicas sufren, harán viable una técnica de apertura cameral pulcra, lo cual no sólo evitará desagrada-

bles accidentes, sino que permitirá continuar sin sobresaltos el resto del tratamiento endodóntico proyectado.

Tornek y Torabinejad (1997) reafirman estos conceptos cuando determinan que “para el tratamiento radicular, un pre-requisito esencial es la comprensión y apreciación de la anatomía radicular”.

La cámara pulpar, situada en el interior de la corona de los dientes, se comunica con el periodonto a través de los conductos radiculares. En los elementos bi o multirradiculares, además de las paredes, se evidencian normalmente un techo y un piso bien diferenciados (**Holland y col. 1976**).

Sin embargo, está demostrado que también está comunicada con el periodonto a través de los cavo conductos que atraviesan el piso para abrirse a la furca. Al respecto **Visvisián y col. (1993)**, realizaron un profundo estudio de estas comunicaciones y la influencia que la edad tiene sobre ellas.

Pucci y Reig (1944) sostienen que el primer molar inferior es el único elemento multicanalicular de la arcada inferior que siempre presenta dos raíces perfectamente diferenciadas. Tiene una longitud promedio de 21.9 mm y los ápices de sus raíces terminan su formación alrededor de los 9 o 10 años de edad. Su anatomía, con el correr del tiempo, presenta modificaciones debido a procesos de dentinificación de origen fisiológico o patológico.

El espacio de la cámara pulpar del primer molar inferior, está delimitado por cuatro paredes (mesial, distal, vestibular y lingual) que se corresponden a las respectivas caras de la corona, un techo coincidente con la superficie oclusal y un piso convexo que se ubica en las proximidades del cuello dentario (**Romani y col. 1994**).

Kuttler (1980) dice que la cámara pulpar de los molares inferiores es siempre única y raramente tiene cinco cuernos como correspondería a los cinco tubérculos. En el piso hay tres depresiones, dos mesiales y una distal, que son el comienzo de los conductos.

Spironelli y Bramante (1997), así como otros autores (**Wheeler 1965, Pagano 1965**), se refieren al piso o “suelo” pulpar, como una superficie convexa, lisa, pulida en la parte media, y con concavidades que corresponden a la entrada de los conductos, y una depresión ligeramente mas oscura que une esa entrada a la que, según los citados autores, Lasala denomina “Rostrum canali”.

En el primer molar inferior la cámara tiene forma cuboidea aunque es más amplia en sentido mesio-distal. El piso, redondo y convexo hacia el plano oclusal, se encuentra exactamente por debajo del nivel cervical. El achicamiento cameral por calcificaciones es mayor en el eje ocluso-cervical que en el mesio-distal o buco-lingual (**Harty 1979**). En el segundo molar inferior las características de las cámaras son similares, pero la misma es más pequeña.

Figún y Garino (1999) dicen que la cámara se sitúa más cerca de mesial y de bucal, que la pared mesial es acentuadamente convexa, que el piso es triangular de base mesial y que en los segundos molares, suele modificarse la topografía del piso en razón de la posible fusión de sus raíces.

Los mismos autores aclaran que distintos factores modifican la anatomía de la cavidad pulpar, entre los que merecen destacarse la edad del diente, las pérdidas de la cubierta protectora por causas como la abrasión mecánica, fracturas, caries, etc.

Esto es compartido por **Brabant y col. (1961)** y por **Tornek y Torabinejad (1997)** cuando señalan que con la edad, se produce una reducción en la altura de la cámara pulpar debido a la formación acelerada de dentina en el techo y en el piso de la misma.

Paiva y Antoniazzi (1984), afirman que esta dentinificación jamás cesará, por lo que la aproximación entre piso y techo es incesante y que en suma, se operarán reducciones volumétricas progresivas que pueden, por una total calcificación, llevar a una virtual desaparición de la cámara.

En pacientes jóvenes, en general, la cámara sigue el contorno de la corona, pero con el correr del tiempo esta puede adquirir una forma irregular. Entonces, su contorno total no puede ser ya reproducido en un corte plano paralelo (**Langeland 1979**).

Estos conceptos son repetidos por **López Begazo (1991)** cuando afirma que la silueta de la cámara pulpar reproduce de manera general la superficie externa de la corona, y este dato referencial, tiene un significado especial para tomar en consideración las modificaciones que se producen en el contorno externo de la corona, que se reflejan en el aspecto interno de la cavidad pulpar.

Además de las agresiones locales como caries, enfermedad periodontal, abraciones, etc., que sufre el elemento dentario, se deben considerar también las producidas por procedimientos operatorios o protéticos, que se traducen en depó-

sitos dentinarios y calcificaciones intrapulpares que alteran el formato de la cámara pulpar.

Ardines Limonchi (1995) advierte que, aunque algunos conceptos son aceptados desde hace mucho tiempo, la realidad clínica indica que si bien existe cierto parecido general en cuanto a la forma y disposición de las cámaras y las coronas, éstas no se duplican exactamente. Describe el piso como el lugar que corresponde a la bifurcación, trifurcación o tetrafurcación radicular y que adquiere una forma rectangular, trapezoidal o elíptica, plana o convexa.

PERFORACIONES

Aun cuando el operador tenga suficiente experiencia y el instrumental con que cuenta sea óptimo en cantidad y calidad, no está exento de generar accidentes operatorios durante la realización de un tratamiento endodóntico. Los accidentes pueden ocurrir antes, durante o al final del tratamiento.

Las perforaciones pueden producirse a distintos niveles de la cámara pulpar o de los conductos radiculares.

Jew y col. (1982) y Grimberg y col. (2001) consideran a la perforación como una abertura artificial que comunica el espacio del sistema de conductos con los tejidos periodontales y para **Frank y col. (1988)**, son el resultado de errores de técnica, excepto aquellas causadas por reabsorción. Constituyen una comunicación patológica entre el espacio pulpar y el periodonto, afirma **Miñana Gómez (2002)**, y las causas más comunes son las provocadas en forma iatrogénica durante la intervención endodóntica.

Las perforaciones del piso cameral, son comunes en dientes multirradiculares con cámaras pulpares atrofiadas y pueden suceder durante, o *a posteriori* del tratamiento endodóntico. Por lo general, ellas ocurren por descuido del odontólogo durante la realización de la cavidad de acceso o, eventualmente, durante la desobturación de uno o más conductos para un retratamiento o la instalación de un perno (**Holland y col. 1976**).

Para **Fava (1984)**, un cuidadoso análisis clínico-radiográfico del elemento dentario antes de la apertura cameral, puede contribuir a que accidentes y complicaciones tales como perforaciones en el área de la furcación sean minimizados.

Puede resultar difícil prevenir una perforación del piso de la cámara pulpar

cuando por edad avanzada ésta se encuentra parcialmente obliterada. A veces sucede lo mismo en pacientes jóvenes cuando por presencia de caries o de obturaciones coronarias, el tamaño de la cámara se ve reducido como consecuencia de los depósitos de dentina terciaria que la pulpa forma en un esfuerzo por protegerse.

La perforación del piso suele ocurrir cuando existe una gran proximidad con el techo y el operador no supo determinar si ya lo atravesó, puesto que no pudo contar con la sensación de “caída” de la fresa tal como ocurre en cámaras amplias (**Grossman, 1959**).

La perforación es un accidente grave y su solución constituye un verdadero desafío para cualquier operador. El pronóstico dependerá de una serie de variables vinculadas al estado pulpar (vital o necrótica), localización de la perforación, sintomatología presente en el momento de producida la misma, etc.

Un diente con una perforación en el piso cameral, que después del contratiempo no fue obturado para permitir la salida del exudado purulento proveniente de un absceso periapical, tendrá peor pronóstico que aquel que poseía pulpa vital y se obturó en la misma sesión operatoria, luego de una adecuada preparación y obturación de los conductos radiculares.

Lantz y Persson (1970), en base a una investigación realizada en perros, sostienen que el tratamiento quirúrgico es el mejor indicado para corregir una perforación lateral de la raíz.

Los factores primarios que afectan la reparación de una perforación son su localización y el intervalo de tiempo transcurrido entre el accidente y su tratamiento, puesto que un retraso en el mismo puede hacer que la lesión periodontal provoque una importante pérdida de hueso alveolar. (**Frank y col, 1988**).

Es por eso que existe un concepto generalizado entre los autores que para lograr el éxito, es prioritario localizar la perforación con rapidez y sellarla en forma adecuada (**Jew y col. 1982, Dazey y Senia 1990, Alhadainy 1994**).

Bryan y col. (1999), consideran que los pasos más importantes en el manejo de las perforaciones en la furcación son: a) el tratamiento inmediato, b) adecuado aislamiento, c) desbridamiento y d) sellado del defecto.

Asimismo, **Frank (2000)** afirma que las perforaciones que ocurren durante la preparación de la cavidad de acceso tendrán un pronóstico variable según

su ubicación y tamaño. Si se sitúan en el piso de la cámara, se producirá una lesión en la furcación cuyas complicaciones pueden evitarse sellando la perforación lo antes posible. Este autor, cree que el tipo de material utilizado es probablemente menos importante que un buen sellado de la brecha para evitar la filtración.

Hablando precisamente del pronóstico, **Sinai (1977)** afirma que el mismo depende del tiempo en que las perforaciones quedan expuestas a la contaminación, la posibilidad de obliterarlas y un correcto acceso a los conductos.

Conceptos similares son los de **Donado (2001)**, ya que sostiene que el fracaso sobreviene en general, por defectos en la endodoncia previa, porque el sellado fue insuficiente y facilita la filtración o porque existe enfermedad periodontal grave. La clave está en un diagnóstico acertado, en la elección del material adecuado y la ejecución de una técnica correcta.

La preparación de los accesos camerales conlleva el riesgo de perforación radicular a nivel de la furcación. **Torabinejad (1997)**, sostiene que el objetivo principal de una cavidad de acceso es proveer al operador de una ruta directa y sin obstáculos hacia el ápice, y los accidentes ocurren, generalmente, durante el trabajo con fresas mal dirigidas y el pronóstico dependerá del tamaño, ubicación y accesibilidad de la perforación y del tiempo transcurrido desde que ocurrió la misma.

West y Roane (1999) consideran que la perforación de la furca es el peor resultado posible de cualquier procedimiento endodóntico. Son difíciles de reparar y por su proximidad a la corona clínica, susceptibles de producir microfiltración, de lo que se infiere un pronóstico comprometido a largo plazo.

Estos autores recomiendan no profundizar la fresa de Gates-Glidden o de Peeso como un modo de minimizar la producción de perforaciones furcales, así como utilizar dichas fresas con un orden inverso de su volumen, a medida que avanzan.

Maisto (1984), afirma que las perforaciones se producen por falsas maniobras debidas al uso de instrumental inadecuado, por las dificultades que representan las calcificaciones, por anomalías anatómicas o viejos tratamientos mal realizados.

Para **Cummings y col. (1987)** las perforaciones ocurren porque a veces el tamaño de la fresa elegida es mayor que el de la cámara pulpar, o bien por el desgaste excesivo que se hace cuando se busca un conducto calcificado.

En lo que respecta al tratamiento de las perforaciones furcales, **Tronstad (1993)** opina que si es restaurable, se debe hacerlo desde la cámara pulpar. En principio, considera que los materiales que se utilizan para la obturación retrógrada de los conductos son factibles de ser empleados con este objetivo. El éxito o el fracaso dependerá de la posibilidad o no de sellar la brecha y prevenir la infección en los tejidos periodontales.

En consecuencia, el tiempo es clave y, si se produce la perforación de la furca, su reparación debe ser inmediata.

MATERIALES UTILIZADOS PARA OBTURAR PERFORACIONES ACCIDENTALES DURANTE LA TERAPIA ENDODÓNTICA

La base del éxito en el tratamiento de una perforación del piso cameral, radica en realizar una adecuada obliteración de la misma con un material que permita un buen sellado y que además sea biocompatible y estable.

Es muy amplio y variado el tipo de materiales que se han propuesto para bloquear las comunicaciones accidentales que comunican cámaras y conductos radiculares con los tejidos perirradiculares. Entre otros, podemos citar la amalgama, la gutapercha, los ionómeros de vidrio, las resinas compuestas, los cementos a base de óxido de zinc-eugenol, Súper EBA, IRM, Cavit, etc, la mayoría utilizados en operatoria dental para la obturación de cavidades. . (**Frank 1974, Bennenati y col. 1986, Moloney y col. 1993, Torabinejad y Chivian 1999**).

Es bueno destacar que tan importante es el tipo de material como su correcta manipulación. Por empezar, deberá carecer de toxicidad, ser bacteriostático y biocompatible, de fácil preparación, no reabsorbible y tener estabilidad dimensional a los efectos de evitar en el futuro microfiltraciones de líquidos y/o bacterias (**Joffe, 2002**).

No obstante, los anteriormente nombrados **Torabinejad y Chivian (1999)**, se refieren precisamente a que los principales inconvenientes que presentan los materiales mencionados son la microfiltración, el grado de toxicidad y la inestabilidad ante la presencia de humedad.

Grossman (1959) sostiene que cuando la perforación es accesible, tal como sucede por lo general en el piso cameral de un molar, puede rellenarse con amalgama luego de detener la hemorragia,

Lasala (1979) afirma que la terapéutica comenzará por cohibir la hemorragia mediante la aplicación de una torunda humedecida al milésimo con adrenalina, ácido tricloroacético o con superoxol, para luego obturar la perforación con amalgama de plata o cemento de fosfato de zinc.

No hay duda de que hasta hoy, la amalgama de plata sigue siendo un material muy utilizado, especialmente la non-gama 2 con alto contenido de cobre y sin zinc, puesto que es más resistente, se corroe menos y tiene escaso cambio dimensional.

El Deeb y col. (1982) estudiaron el uso de amalgama, Cavit e hidróxido de calcio para sellar perforaciones de la furcación, concluyendo que la primera era superior a los otros dos y que el hidróxido de calcio tuvo el mayor índice de fracasos debido, probablemente, a su menor capacidad para sellar.

Al comparar la reacción de los tejidos de la furca en perforaciones experimentales realizadas en perros, **Bramante y Berbert (1987)** observaron una mejor reacción hística cuando se utilizó hidróxido de calcio y yodoformo que la producida con el óxido de zinc-eugenol.

Balla y col. (1991) obturaron perforaciones en molares de monos con fosfato tricálcico, hidroxiapatita, amalgama y un cemento a base de hidróxido de calcio. Al estudiar histológicamente la respuesta tisular, concluyeron que no hubo curación completa ni formación de tejido duro con ninguno de los materiales estudiados.

Con el fin de realizar un estudio mediante filtración de Eritrocina B, **Alhadainy e Himel (1993)** repararon perforaciones de la furca con amalgama, Cavit y cemento de ionómero vítreo de fotocurado. Según estos autores, los mejores resultados se obtuvieron con el cemento de ionómero vítreo, seguido por el Cavit y la amalgama en orden decreciente.

A similares conclusiones llegaron **Fuss y col. (2000)** cuando mediante un sistema de filtración de fluidos, compararon la efectividad del ionómero vítreo y de la amalgama, aunque aclararon que los resultados no fueron estadísticamente significativos.

Con el mismo método, **Welch y col. (1996)** evaluaron la eficacia de varios materiales (amalgama con o sin agentes de adhesión, Vitremer, Fluoro Core y gutapercha con sellador), utilizados para obturar perforaciones artificiales en la

furca de molares superiores e inferiores, concluyendo que la amalgama experimentó una filtración significativamente mayor aunque se redujo al emplearla con agentes adhesivos.

En un estudio realizado *in vitro* con SEM, **Stabholtz y col. (1985)** determinaron que la adaptación marginal y sellado logrado con la amalgama fue significativamente inferior al obtenido con Restodent, cemento de fosfato de zinc, Cavit y Duralon.

El Cavit también fue experimentado por **Harris (1976)** y por **Jew y col. (1982)** para reparar las perforaciones del piso cameral, afirmando que tiene las cualidades de buen sellador y que su manipulación es sencilla.

Se ha sostenido por mucho tiempo y aún hoy se sostiene, que la amalgama cumple con los requisitos de un material ideal, ya que es fácil de utilizar, relativamente biocompatible, no es reabsorbible y posee alta radioopacidad, propiedades que la hacen uno de los materiales más empleados.

Sin embargo, **Hany-Anwar y col. (1998)** llegan a la conclusión de que las células del ligamento periodontal reaccionan en forma más favorable al contacto de un ionómero vítreo modificado con resinas que a la amalgama.

King (1990) e **Inoue y col. (1991)**, sostienen que el sellado que se consigue con ella, es equiparable o superior al de otros materiales, mientras que **Smee y col. (1987)** afirman, por el contrario, que su capacidad para oponerse a la filtración es bastante escasa.

Algunas experiencias indican asimismo que con el tiempo, la amalgama pierde las propiedades que se necesitan para obtener el éxito clínico puesto que disminuye su capacidad de sellado (**Frank y col. 1992**).

Con respecto a estos estudios, ya **Castagnola (1956)** alertaba sobre los resultados que diversos autores presentaban basados en controles a distancia puramente clínicos y/o radiográficos, a los que consideraba de relativo valor hasta que fueran debidamente confirmados mediante estudios de laboratorio.

En la actualidad, **Carr y Bentkover (1999)** afirman que la amalgama tiene numerosas ventajas, pero que sin embargo la filtración inicial, la corrosión a distancia, su tardía expansión, la falta de adherencia y la sensibilidad a la humedad, podrían considerarse como argumentos para desaconsejar su uso.

Al evaluar un material, se debe ser cauto cuando se quiere traspolar a la clínica los resultados obtenidos en experiencias realizadas en animales. Al considerar estos estudios de filtración, **Matloff y col. (1982)** demostraron que los mismos pueden variar según el método elegido para medir la permeabilidad.

Carr y Bentkover (1999) afirman que se debe ser un tanto escéptico al considerar los estudios realizados en modelos experimentales realizados en animales, puesto que pueden mostrar características de reparación específicas para cada tipo de animal, aunque no resulten extrapolables o válidas para el ser humano.

Más contundentes son las afirmaciones de **Yancey (1996)**, cuando dice que otro problema fundamental es el diseño del modelo experimental y el análisis estadístico aplicados en muchos estudios. Expertos en estadística, han demostrado que un 39% de los artículos que se publican, contienen errores tan grandes que obligan a considerar sus conclusiones como no válidas.

Con la aparición del Agregado de Trióxido Mineral o MTA (Pro-Root – Maillefer Dentsply – Ballaiguez – Switzerland), se abrieron nuevas perspectivas en lo referente a la solución de los problemas que crean las perforaciones, así como su uso en otras situaciones inherentes a la terapia endodóntica.

El material se presenta como un polvo de partículas finas hidrófilas que fragua en presencia de humedad. La hidratación del polvo crea un gel coloidal, que se solidifica para formar una resistente barrera impermeable en aproximadamente cuatro horas, en la que interviene el tamaño de las partículas, la proporción polvo-agua, la temperatura y presencia de humedad (**Lee y col. 1993, Racca 2001, Kohen y Zmener 2001**).

Después de mezclado, tiene un pH de 10,2 y a las tres horas se estabiliza en 12,5. Se sostiene que guarda similitud con el Cemento Portland. Contiene óxido de magnesio, sulfato de calcio, silicato tricálcico, ferrito aluminato tricálcico y óxido de bismuto. Es radiopaco, homogéneo y de fácil manipulación. (**Torabinejad y col. 1993, Lee y col. 1993, Torabinejad y col. 1995, Fisher y col. 1998, Donado y col. 2001**).

Miñana Gómez (2000) opina que entre las múltiples aplicaciones del MTA, está el tratamiento de apicoformación. El material se utiliza para formar una barrera apical, ya que favorece la formación de hueso y cemento y podría actuar regenerando el ligamento periodontal sin provocar inflamación. Según **Borao Fernández y col. (2003)**, el tapón apical creado no es poroso, lo que asegura un cierre completo al colocar el cemento sellador sobre el MTA.

Otros investigadores (**Giuliani y col. 2002, Ruiz de Golpegui Fernández y col. 2003, Maroto y col. 2003, Steinig y col. 2003, Berastegui Jimeno y Ballester Palacios 2003, Hayashi y col. 2004, Lawley y col. 2004, Kratchman 2004**), afirman que en los casos de ápices incompletamente formados y muerte pulpar, el uso del MTA es un tratamiento alternativo al hidróxido de calcio, ya que permite acortar los plazos, reduce los riesgos de fracturas, favorece la regeneración tisular y posibilita la colocación inmediata de la reconstrucción coronaria.

Se realizaron también experiencias que comprobaron el excelente comportamiento del MTA para recubrimiento directo del tejido pulpar vital. **Pitt Ford y col. (1996)** recubrieron pulpas de monos corroborando en todos los casos, la formación del puente dentinario con ausencia de inflamación en el tejido remanente.

Resultados similares pero en pulpas de perros obtuvieron **Faraco y Holland (2001)**, quienes afirman que la respuesta del MTA era superior a la obtenida en las mismas situaciones cuando se utilizaba hidróxido de calcio.

Tziafas y col. (2002) sostienen que el material es efectivo para el recubrimiento pulpar, puesto que posee poder para estimular la formación de dentina reparativa mediante un temprano proceso de curación de la herida pulpar.

Aeinehchi y col (2003) compararon MTA e hidróxido de calcio como materiales para recubrimiento pulpar directo en dientes humanos. Tallaron cavidades con exposición pulpar en terceros molares, que fueron recubiertas con los citados materiales y obturadas con ZOE y amalgama. Las piezas fueron extraídas a la semana, 2, 3, 4 y 6 meses. La evaluación histológica demostró menor inflamación, un puente más grueso, y más frecuente formación de la capa odontoblástica con MTA que con hidróxido de calcio, aunque sugieren realizar estudios con un número de muestras mayor y un seguimiento a más largo plazo. A conclusiones similares llegan **Dominguez y col. (2003)**, al comparar MTA, sistema de resina adhesiva e hidróxido de calcio en protecciones pulpares directas en molares de perros.

A segundos premolares humanos que debían ser extraídos por razones ortodóncicas, **Koh y col. (2001)** les efectuaron pulpotomías parciales utilizando MTA. A los 6 meses las piezas fueron extraídas y observaron histológicamente la formación de un puente dentinario continuo y el tejido pulpar libre de inflamación, lo que demuestra que el MTA puede ser usado como una alternativa para los citados tratamientos.

Eidelman y col. (2001) estudiaron los efectos del MTA y el formocresol en pulpotomías en dientes primarios. Ningún diente tratado con MTA mostró patologías ni clínica ni radiográficamente en una evaluación de 6 a 30 meses, lo que demuestra que el mismo puede ser un sustituto adecuado al uso del formocresol. A igual conclusión llegaron **Salako y col. (2003)** en un estudio realizado en molares de ratas.

Otros autores (**White y Bryant 2002, Hsien y col. 2003**) han reportado el uso del MTA con buenos resultados al emplearlo en reabsorciones radiculares, tanto internas como cemento dentinarias externas.

Se realizaron también experiencias sobre su toxicidad y poder mutagénico. Ello es sumamente importante teniendo en consideración que el material se pone en contacto con tejidos vivos que pueden ser la pulpa, el periodonto o el hueso. Así, **Torabinejad y col. (1995)**, mediante estudios con radiocromo, evaluaron la citotoxicidad del MTA, la amalgama, el Súper-EBA y el IRM, llegando a la conclusión de que el MTA fue el menos tóxico, seguido de la amalgama, Súper-EBA e IRM.

Similares resultados obtuvieron **Osorio y col. (1998)** puesto que en su experiencia comprobaron que el MTA carece de citotoxicidad, mientras que el Ketac Silver, el Súper-Eba y la amalgama, mostraron poseerla en altos niveles.

Un estudio *in vitro* en cultivos celulares de corteza cerebral de ratas permitió a **Asrari y Lobner (2003)** evaluar la neurotoxicidad del MTA y de la amalgama, provocando esta última muerte celular mientras que el MTA no lo hizo en forma significativa.

Koh y col. (1998), en una investigación similar realizada con MEB, estudiaron el IRM y MTA, determinando que este último brinda un sustrato biológicamente activo para las células óseas y estimula la producción de citoquinas.

Torabinejad y col. (1995), luego de analizar la reacción del tejido óseo de la mandíbula del cobayo en el que se implantó Súper-EBA y MTA, observaron la presencia de algunas células inflamatorias y engrosamiento del tejido conjuntivo fibroso, aunque sostienen que la reacción del MTA fue más suave. Para estos autores ambos materiales son biocompatibles.

Torabinejad y col. (1997) estudiaron comparativamente el MTA y la amalgama en los tejidos perirradiculares de monos y observan que en cinco de

seis casos, el tejido mostraba ausencia de inflamación cuando se utilizó MTA, mientras que ésta se presentó en todos los casos obturados con amalgama.

También **Torabinejad y col. (1998)** examinaron la reacción tisular en implantes realizados con MTA, amalgama, IRM y Súper-EBA en mandíbula y tibia de cerdos. La respuesta del MTA fue más favorable, ya que hubo aposición de hueso sin evidencias de inflamación, lo que demostraría su biocompatibilidad. A conclusiones similares arribaron **Yaltirik y col. (2004)** al comparar MTA y amalgama implantados en tejido subcutáneo de ratas.

Por otra parte, **Kettering y Torabinejad (1995)** estudiaron con el Test Ames las características mutagénicas del MTA, IRM y Súper-EBA y llegaron a la conclusión que ninguno de los tres materiales la poseen.

Holland y col. (1999) sostienen que si bien el MTA no contiene hidróxido de calcio, si tiene óxido de calcio que al reaccionar con los fluidos tisulares puede formar hidróxido de calcio *in situ*.

Soares (2002) afirma que por contener gran cantidad de óxido de calcio, al mezclarse con agua genera hidróxido de calcio y por consiguiente, se comporta como un cemento de hidróxido de calcio aunque con mejores propiedades físicas.

Se han realizado un importante número de investigaciones acerca de su empleo comparándolo con otros materiales. Debe aclararse que en la mayoría de los trabajos se tuvo como objetivo primordial el estudio de la cicatrización pulpar (**Torabinejad y col. 1995, Pitt Ford y col. 1996, Torabinejad y col. 1997, Osorio y col. 1998, Koh y col. 1998, Faraco y Holland 2001, Tziafas y col. 2002**) y en menor grado, como agente obturador en apicectomías y en perforaciones (**King y col. 1990, Inoue y col. 1991, Torabinejad y col. 1995, Torabinejad y col. 1995, Martell y Chandler 2002, Chong y col. 2003, Gondim y col. 2003, Lamb y col. 2003, Valois y Costa 2004**).

Utilizando un sistema de filtración de fluidos, **Bates y col. (1996)** informaron que el MTA demostró una excelente capacidad selladora a lo largo de doce semanas, superior a la de la amalgama, pero similar a la del Súper-EBA.

Los resultados de la experiencia anterior se ven corroborados por el trabajo realizado por **Weldon y col. (2002)**, quienes siguiendo la misma metodología compararon la capacidad reparadora del MTA y del Súper-EBA o de una combi-

nación de ambos, cuando se los utiliza en perforaciones furcales realizadas en dientes humanos extraídos. Los resultados mostraron que si bien en las primeras 24 horas el Súper-EBA produjo un mejor sellado, la eficacia a distancia en todos los tres grupos fue muy buena.

Daoudi y Saunders (2002) evaluaron con tinta china la filtración en perforaciones furcales *in vitro*, obturadas con MTA o Vitrebond, con el uso o no del microscopio. No hubo diferencias al usar o no el mismo. Las perforaciones obturadas con MTA filtraron significativamente menos que las rellenadas con Vitrebond.

Main y col. (2004) realizaron un seguimiento radiográfico de un año de perforaciones radiculares obturadas con MTA para determinar la presencia o no de alteraciones patológicas adyacentes al sitio de la perforación, sin encontrarlas en ninguno de los casos evaluados, por lo que concluyen que el MTA es un excelente material y que su uso brinda un muy buen pronóstico para estos accidentes.

Fogel y Peikoff (2001), luego de analizar la microfiltración en la que también se utilizó un sistema de filtración de fluidos, afirman que en obturaciones “a retro”, la amalgama presentaba una microfiltración significativamente mayor que el Súper-EBA, la resina con adhesión dentinaria y el MTA. Iguales resultados fueron informados por **Shipper y col. (2004)** al comparar amalgama con MTA, en un estudio con microscopio electrónico de barrido.

También **Yatsushiro y col. (1998)** presentaron conclusiones similares luego de realizar un estudio comparando la microfiltración de fluidos, en el que la permeabilidad de la obturación con amalgama fue claramente mayor que cuando se empleó MTA.

La mayoría de los autores encuentra que el MTA posee menor toxicidad, produce buena regeneración de los tejidos y un mejor sellado con ausencia de filtración (**Torabinejad y col. 1993, Keiser y col. 2000, Aqrabawi 2000, Villena Martínez 2001, Schmitt y col. 2001**).

Torabinejad y col. (1994) midieron la filtración de colorantes en cavidades apicales contaminadas o no con sangre y obturadas con diferentes materiales: amalgama, Súper-EBA, IRM y MTA, observando una menor filtración cuando se utilizó este último.

Asimismo se sostiene que debido a la naturaleza hidrófila del MTA, no es necesario que el campo esté seco en el momento de utilizarlo (**Torabinejad y col. 1994**).

Al estudiar el MTA y otros materiales mediante MEB, **Torabinejad y col. (1995)** comprobaron que éste se adapta mejor a la dentina circundante que el IRM, el Súper-EBA o la amalgama, aun cuando esta última endurece en un tiempo significativamente menor que el MTA. Sin embargo, en términos generales, a mayor rapidez de fraguado del material, más rápido se contrae.

En un estudio sobre el poder antibacteriano del MTA, **Hong y col. (1995)** afirman que es activo sobre las siguientes bacterias: *Lactobacillus sp*, *Streptococcus fecaelis*, *Streptococcus mitis*, *Streptococcus mutans* y *Streptococcus salivarius*. Este poder lo atribuyen a su pH elevado o a la liberación o difusibilidad de sustancias en el medio de crecimiento bacteriano.

Torabinejad y col. (1995) compararon el efecto antibacteriano de la amalgama, Súper-EBA, óxido de zinc-eugenol y MTA utilizando nueve tipos de bacterias anaerobias facultativas y siete anaerobias estrictas y observaron que la amalgama carece de poder antibacteriano, el MTA actúa sobre algunas anaerobias facultativas y no sobre las estrictamente anaerobias y que, aparentemente, ninguno de los materiales utilizados tiene un efecto antibacteriano completo.

Lee y col. (1993), **Tang y col. (1997)** y **Nakata y col. (1998)** sostienen que el MTA es superior a la amalgama y al Súper-EBA para prevenir la filtración del azul de metileno, del *Fusobacterium nucleatum* y de endotoxinas.

El efecto antifúngico del MTA fue investigado por **Al-Nazhan y Al-Judai (2003)**, quienes demostraron su poder de acción sobre la *Candida albicans*

Stowe y col. (2004) evaluaron su poder antibacteriano sobre *Actinomyces odontolyticus*, *Fusobacterium nucleatum*, *Streptococcus sanguis*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Candida albicans*, mezclándolo con agua estéril o con gluconato de clorhexidina al 0,12 %, demostrando que con ésta última, las zonas de inhibición fueron más amplias.

Arens y Torabinejad (1996) y **Schwartz y col. (1999)**, mediante un estudio clínico, informaron sobre la reparación en ausencia de síntomas de lesiones originadas por perforaciones furcales tratadas con MTA en dientes humanos.

Bryan y col. (1999), en un estudio de filtración, comprobaron que materiales como la amalgama, cemento de ionómero vítreo, hidróxido de calcio, Cavit, hidroxiapatita, fosfato tricálcico o hueso desmineralizado, no son capaces de pro-

ducir resultados consistentes y que la aparición del MTA, puede resultar un avance significativo para el tratamiento de las perforaciones de la furcación.

Lee y col. (1993) concluyen que el MTA presentó una filtración significativamente menor que la amalgama y el IRM en perforaciones radiculares y retroobturaciones. A igual conclusión llegaron **Torabinejad y col. (1993)** y **Tang y col. (2002)**, al compararlo con amalgama, IRM y Super-EBA en retroobturaciones. **Schwartz y col. (1999)** y **Apaydin y col. (2004)** afirman que permite la aposición de cemento y facilita la regeneración del ligamento periodontal.

El MTA como material obturador, según una experiencia de **Torabinejad y Chivian (1999)**, mostró resultados excelentes al compararlo con la amalgama, y tuvo un efecto inductor sobre los cementoblastos.

Regan y col. (2002), evaluaron comparativamente el potencial del MTA y de Diaket para promover la regeneración de los tejidos perirradiculares cuando son usados para retroobturaciones en perros. Concluyen que no hubo diferencias significativas entre los resultados de los dos materiales, presentando ambos una muy buena respuesta.

La reacción del tejido subcutáneo de la rata, al que se le implantó tubos de dentina rellenos con MTA, Sealapex, CRCS, Sealer 26 y Sealer Plus fue observada por **Holland y col. (2002)**. En todos los casos se apreció en las paredes de los tubos la formación de una capa de tejido mineralizado, excepto con CRCS. Arriban a la conclusión que de todos los materiales investigados, sólo este último parece tener una baja posibilidad de promover la deposición de tejidos duros.

Thomson y col. (2003) evaluaron con microscopía electrónica el efecto del MTA, IRM y amalgama en el crecimiento de cementoblastos y producción de osteocemento en cultivos de tejidos. Sólo el MTA permitió la adherencia de los cementoblastos y la producción de una matriz mineralizada. A similares conclusiones arribaron **Economides y col. (2003)** al comparar MTA e IRM.

La respuesta histológica en perforaciones obturadas con MTA y amalgama fue estudiada por **Pitt Ford y col. (1995)**, comprobando que el primer material produjo una respuesta inflamatoria mucho menor que el segundo. Opinan, además, que el MTA estimula la formación de cemento cuando se lo utiliza para sellar perforaciones en la furca, especialmente cuando se aplica inmediatamente de ocurrido el accidente.

Cabe consignar que **Wucherpfenning y Green (1999)** reportaron que

MTA y el Cemento Portland, son idénticos macroscópica y microscópicamente.

El Cemento Portland está formado, básicamente, por la molienda conjunta del producto resultante de la cocción, hasta sinterización, de una mezcla de caliza y arcilla que recibe el nombre de “clínker” y de un material empleado como regulador de fraguado que, generalmente, es yeso dihidratado. El clínker, componente básico del cemento, está formado por una mezcla de silicatos, aluminato y ferrito aluminato de cal, lo que hace que en la composición de las materias primas que van a formar el “crudo”, es decir, el material que se cuece en el horno, han de estar los óxidos de sílice, aluminio, hierro y cal en proporciones muy concretas (**Fernández Cánovas 1996**).

Asimismo, **Estrela y col. (2000)** y **Funteas y col. (2003)** demostraron que MTA y Cemento Portland contienen los mismos elementos químicos, con excepción del óxido de bismuto contenido en el MTA.

A ello habría que agregar que **Holland y col. (2001)**, en una experiencia realizada en dientes de perro con MTA y Cemento Portland, observaron que ambos materiales tuvieron una acción similar cuando entraron en contacto con el tejido periodontal.

En otro estudio, **Holland y col. (2001)** evaluaron la reacción del tejido subcutáneo de la rata al que se le implantó tubos de dentina rellenos con MTA, Cemento Portland e hidróxido de calcio. En todos los casos, hubo en las paredes de los tubos una mineralización parecida. Los mecanismos de acción de los tres materiales fueron muy similares.

Abdullah y col. (2002) investigaron la biocompatibilidad de un Cemento Portland con acelerador, al ponerlo en contacto con células de osteosarcoma y estudiaron su capacidad de formar hueso, comparándolo con MTA, cemento de ionómero vítreo y Cemento Portland sin acelerador, utilizando microscopía electrónica de barrido. En todos los materiales hubo adhesión de las células, excepto con el ionómero, donde no la hubo y se vio muerte celular. Concluyen que este Cemento Portland con acelerador es no tóxico y puede tener un potencial para promover la regeneración ósea.

Saidon y col. (2003) evaluaron la citotoxicidad *in vitro* y la reacción tisular provocada por MTA y Cemento Portland implantados en la mandíbula de conejillos de Indias. No hubo diferencias en las reacciones celulares *in vitro*. La reparación ósea y una reacción inflamatoria mínima se observó en los animales de

experimentación, lo que indica que ambos materiales fueron bien tolerados. Concluyen que tanto el MTA como el Cemento Portland tienen una biocompatibilidad similar cuando son evaluados *in vivo* e *in vitro*. Estos resultados sugieren que el Cemento Portland tiene un potencial para ser usado como un material para retroobturaciones y resulta mucho menos costoso.

No obstante, **Hartwell y England (1993)** así como **Sluyk y col. (1998)**, afirmaron que ningún material cumple con todas las especificaciones de un material ideal: que selle, que sea biocompatible e induzca a la cementogénesis.

Holland y col. (2001) sostienen que los resultados referidos al MTA son muy interesantes y apoyan el uso de este material en casos de reparación de perforaciones, aunque aclaran que “son necesarios más estudios para analizar mejor su comportamiento en perforaciones contaminadas y no contaminadas, y que se deben controlar los procedimientos clínicos para no desbordar el nivel de la obturación”. Conceptos similares fueron expuestos por **Johnson (1995)**, **Fabra Campos y Aranguren Cangas (2001)**, y **Tomé y Zmener (2003)** quienes afirman que el MTA es un material prometedor y con un gran futuro por delante, pero aún está en fase de experimentación y deberán valorarse con cautela los resultados a largo plazo.

En ocasiones se objetó al MTA para determinados usos por su color. Cabe acotar que recientemente apareció en el mercado el MTA de color blanco, que según experiencias de **Holland y col. (2002)**, **Duarte y col. (2003)** y **Ferris y Baumgartner (2004)**, brinda resultados similares al original.

BASES INTERMEDIAS

Algunos clínicos sugieren que la obturación de una perforación debe llevar una base intermedia. Con tal finalidad, el hidróxido de calcio es comúnmente usado por la mayoría de ellos aprovechando sus propiedades de biocompatibilidad y, al mismo tiempo, para impedir el trasvasamiento del material de obturación.

Se ha hecho hincapié en que el hidróxido de calcio destruye las bacterias por contacto, ya que la vida bacteriana es incompatible con un pH tan elevado (**Maisto 1984**). No obstante, **Siqueira y De Uzeda (1996)** demostraron la ineficacia del hidróxido de calcio y de la solución salina al cabo de una semana, en dentina contaminada con *Streptococcus faecalis* y *Fusobacterium nucleatum*.

Asimismo, **Estrela y col. (1999)** sostienen que el hidróxido de calcio no demostró efectos antimicrobianos en túbulos dentinarios contaminados con una mezcla de *Streptococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas aeruginosa*, aunque conviene aclarar que aquí no hay contacto directo.

En un trabajo realizado por **Hachmeister y col. (2002)**, en el que estudiaron el pasaje de bacterias a través de barreras apicales obtenidas mediante el uso de MTA, solo o con un tratamiento previo de hidróxido de calcio, el resultado fue claramente superior cuando este último no fue utilizado.

Según **Holland (1976)**, cuando ocurre una perforación, luego de irrigar el área expuesta de la membrana periodontal con suero fisiológico, se debe cubrir suavemente la misma con una capa de pasta de hidróxido de calcio y sobre la misma, cerrar la comunicación con óxido de zinc y eugenol.

Si ya ocurrió el colapso periodontal a consecuencia de una perforación en la furcación, **Franck (1980)** sostiene que se puede realizar un tratamiento intermedio con pasta de hidróxido de calcio, empleándola como sellado provisional, que servirá como base para la obturación no quirúrgica del defecto con gutapercha.

Basados en este concepto, **Martin y col. (1982)** emplearon hidróxido de calcio con agua destilada en forma de pasta seguido de una cubierta de Dycal. Adoptaron este método para todo tipo de perforaciones en la furcación, sean éstas recientes o antiguas.

Maisto (1984) recomendaba colocar sobre la perforación, siempre que ésta sea de poca data, polvo de hidróxido de calcio mezclado con agua como matriz, cubriendo la misma con cemento de sílico fosfato.

En circunstancias similares, **Basrani (1988)** aconseja cohibir la hemorragia con torundas embebidas en agua de cal, para luego realizar una obturación provisoria con pasta de hidróxido de calcio. Terminado el tratamiento endodóntico, renueva la pasta, que servirá de matriz para evitar que el material sea impulsado al tejido periodontal, haciendo a continuación una condensación suave con amalgama.

Walton y Torabinejad (1997) sostienen que puede utilizarse una base de un material biocompatible. Esto permite una mejor colocación de la obturación permanente con amalgama.

La filtración en perforaciones reparadas con amalgama y composite con o sin la colocación de una base de sulfato o hidróxido de calcio, fueron estudiadas por **Imura y col. (1988)**, comprobando que no hubo diferencias significativas entre ambas situaciones. El sulfato de calcio y el hidróxido de calcio sólo previnieron la extrusión del material.

Si la exposición del ligamento periodontal es amplia, **Tronstad (1993)** opina que resulta útil aplicar pasta de hidróxido de calcio contra el tejido periodontal como matriz, puesto que permite condensar el material de obturación definitivo.

Himel y Alhadainy (1995) utilizaron una base de yeso París en perforaciones furcales cubriéndolas con ionómero vítreo o composite con o sin grabado ácido, siendo claramente superiores los resultados obtenidos con el ionómero cuando éste se grabó.

Mediante un método histológico, **Alhadainy y Abdalla (1998)** evaluaron comparativamente la colocación o no de una base de hidroxiapatita o de sulfato de calcio debajo de un cemento de ionómero vítreo modificado. Los resultados obtenidos, mostraron que no hubo diferencias significativas entre ambas situaciones. Tampoco las hubo entre el uso de hidroxiapatita y de sulfato de calcio como piso artificial. Llegaron a la conclusión que este piso no es necesario cuando se utiliza un cemento de ionómero vítreo para obturar perforaciones.

En perforaciones del piso cameral, **Jantarat y col. (1999)** estudiaron la permeabilidad al *Streptococcus sobrinus* en obturaciones hechas con amalgama y Ketac Silver previa colocación debajo de ellas una base similar a la empleada en el trabajo anterior. Esta matriz mejoró el sellado de la amalgama pero no el del Ketac Silver.

Estos resultados, se contraponen a los de **Mittal y col. (1999)** quienes afirman que con una base de yeso París, la amalgama fue la que más filtró cuando se la comparó con el ionómero, aunque debe aclararse que este estudio no se realizó con bacterias, sino con azul de metileno.

Chau y col. (1999) experimentaron un cemento de ionómero vítreo de fotocurado y un cemento de fosfato de calcio individualmente y luego una combinación de ambos y afirman que no hubo diferencias significativas entre los tres grupos.

MÉTODOS UTILIZADOS PARA ESTUDIOS DE FILTRACIÓN

La permeabilidad de las obturaciones con los materiales utilizados en la terapia endodóntica, representa un serio obstáculo para obtener el éxito a distancia. La misma fue estudiada a lo largo de los años con distintas metodologías, especialmente basadas en la permeabilidad de colorantes, bacterias, radioisótopos, etc.

Ulfohn (1970) utilizó yodo radioactivo mientras que **Schwartz y Alexander (1988)** utilizaron azul de metileno para evaluar filtraciones de obturaciones temporarias. **Lee y col. (1993)** usaron el mismo colorante para comprobar su penetración en el tratamiento de perforaciones radiculares, al igual que **Alhadainy y Abdalla (1998)**, que lo emplearon para estudiar la microfiltración en reparaciones de perforaciones en la furcación.

La solución de Eritrocina B fue otro recurso utilizado por **Alhadainy e Himel (1993)** en perforaciones del piso cameral obturadas con Cavit, ionómero y amalgama, con el que demuestran la superioridad del primero sobre los otros dos.

Imura y col. (1988) y **Chau y col. (1999)**, utilizaron tinta china para observar su penetración en obturaciones de perforaciones de la furca realizadas con diferentes productos.

Sin embargo, todos estos métodos fueron cuestionados por distintos autores, ya que los mismos no son confiables por el tamaño de la partícula del colorante (**Cholayeb 1992, Brown y col. 1994, Smith y Steiman 1994**), razón por la cual, el estudio mediante el pasaje de bacterias, si bien también presenta inconvenientes, tal como lo dice **Kos y col. (1982)**, está más próximo a la realidad. Conceptos similares sostienen **Chong y col. (1994)**, que consideran que los estudios de acción antimicrobiana son utilizados porque las variables son fáciles de controlar. No obstante, esta metodología empleada con tanta frecuencia para el estudio bacteriológico de la obturación endodóntica, comparativamente ha sido poco utilizada para evaluar el sellado de las obturaciones de perforaciones del piso cameral.

Kos y col. (1982), citados en el párrafo anterior, diseñaron un sistema para realizar experiencias *in vitro*, tratando de mejorar el desarrollado por **Goldman y col. (1980)**. Un modelo similar fue utilizado por **Ulfohn y col. (1998)**, para investigar la calidad de obturaciones endodónticas.

Bae y col. (1998) diseñaron un modelo experimental para estudiar la microfiltración de bacterias anaeróbicas, ya que según estos autores, una gran proporción de las infecciones endodónticas están asociadas a este tipo de gérmenes.

Torabinejad y col. (1995) evaluaron la penetración del *Staphylococcus epidermidis* en retroobturaciones apicales realizadas mediante amalgama, Super-EBA, IRM y MTA., y observan en este último una permeabilidad mucho menor que en los otros materiales utilizados.

Un estudio bacteriológico para observar específicamente el pasaje de *Fusobacterium nucleatum* en perforaciones del piso de la cámara pulpar obturadas con MTA y amalgama, fue realizado por **Nakata y col. (1998)**, observando que esta última es menos efectiva que el MTA para impedir el paso de las bacterias.

Ferris y Baumgartner (2004) realizaron el mismo tipo de estudio en perforaciones furcales de molares humanos extraídos obturadas con MTA y con MTA blanco, utilizando también el *Fusobacterium nucleatum* y un sistema de filtración para anaerobios de doble cámara, sin encontrar diferencias significativas entre ambos materiales empleados.

Con el fin de determinar el tiempo que necesitaba la *Serratia marcescens* para penetrar tres milímetros de espesor de diversos materiales, **Fisher y col. (1998)** realizaron una experiencia comprobando que el MTA requirió de lapsos mayores para mostrar positividad.

Basado en estos métodos de estudio e introduciendo modificaciones, **Ulfohn (1999)** diseñó un modelo experimental para observar *in vitro* la permeabilidad bacteriana en obturaciones apicales retrógradas.

Mediante un modelo diseñado para analizar la filtración de *Streptococcus salivarius*, **Adamo y col. (1999)** compararon la permeabilidad de retroobturaciones apicales con MTA, Súper-EBA, composite y amalgama, no encontrando diferencias significativas entre los cuatro grupos.

Scheerer y col. (2001) evaluaron la capacidad de sellado de Geristore, Súper-EBA y MTA en retroobturaciones, utilizando una cámara para anaerobios, inoculando en los conductos *Prevotella nigrescens*. A los 47 días, no hubo diferencias significativas en la penetración del microorganismo entre los tres materiales.

Utilizando un dispositivo de doble cámara y una bacteria marcada

radioactivamente (*Enterococcus faecalis*) para observar el sellado en retroobturaciones con cemento de hidroxiapatita, MTA y ácido superetoxibenzoico, **Mangin y col. (2003)** concluyen que todos los materiales filtraron significativamente comparados con los testigos negativos y que, por otra parte, no hubo diferencias significativas en la filtración entre los tres materiales estudiados.

Tang y col. (2002) evaluaron la capacidad selladora de Súper-EBA, IRM, amalgama y MTA en retroobturaciones utilizando endotoxinas. Observaron que el MTA presentó una menor filtración que el IRM y la amalgama a 1, 2, 6 y 12 semanas y menos que el Súper-EBA entre las 2 y 12 semanas.

De acuerdo a la bibliografía que hemos consultado para este proyecto, surge que los escasos estudios realizados, específicamente sobre el sellado de perforaciones, fueron evaluados en forma inmediata, mientras que muy pocos, como el de **Wu y col. (1998)**, lo hicieron en forma mediata. Ellos estudiaron a largo plazo el sellado de varios materiales usando un método de filtración de fluidos. Comprobaron que transcurridos tres, seis y doce meses, el cemento de ionómero vítreo y el MTA mostraron menor filtración comparándolos con la amalgama y el Súper-EBA.

El estudio a largo plazo es muy importante, ya que el problema de permeabilidad bacteriana se agrava con el paso del tiempo (**Ulfohn 1999**), a causa de las posibles modificaciones estructurales y volumétricas que sufren por tal motivo los materiales de obturación.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

- Evaluar si las obturaciones que se realizan con el fin de sellar perforaciones producidas accidentalmente en el piso cameral, son impermeables a las bacterias.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar si el Mineral Trioxide Aggregate (MTA) y el Cemento Portland (CP), poseen acción antibacteriana sobre el *Proteus mirabilis* y el *Streptococcus salivarius*, microorganismos utilizados en este estudio.
- Evaluar comparativamente mediante un método bacteriológico, la capacidad de sellado inmediato y a distancia que poseen el MTA, el CP y la amalgama de plata libre de zinc, cuando son utilizados como obturación de perforaciones del piso cameral en molares inferiores.
- Verificar si la colocación de una base medicamentosa intermedia de hidróxido de calcio, modifica las condiciones de permeabilidad en las obturaciones realizadas con los materiales citados anteriormente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo efectuado *in vitro*, se dividió en tres estudios. El primero tuvo por finalidad determinar si el MTA y el CP poseían acción antibacteriana sobre los microorganismos que se utilizaron en la experiencia y a su vez, si éstos presentaban contaminación. El segundo se hizo a los efectos de garantizar la efectividad del modelo experimental y el tercero, para evaluar la capacidad de sellado de los materiales citados anteriormente y la amalgama de plata libre de zinc, cuando eran utilizados para obturar perforaciones del piso cameral.

ESTUDIO 1

DETERMINACIÓN DEL EFECTO ANTIBACTERIANO DEL MTA Y DEL CP

Se realizó una experiencia que reprodujo las condiciones fijadas para las pruebas de sensibilidad antimicrobiana por difusión, establecidas por el Comité Americano de estandarización de laboratorios Clínicos (NCCLS). Se tomó como base el documento M2-A7 NCCLS del año 2000. (*)

Para ello, se impregnaron discos de papel de filtro con MTA y CP y se aplicaron sobre la superficie de cultivo (Mueller Hinton agar y Mueller Hinton agar suplementado con sangre de carnero al 5 %), en las que se habían sembrado previamente los microorganismos en estudio (*Proteus mirabilis* y *Streptococcus salivarius*). Las placas se incubaron a 35° C durante 18 h.

Se interpretó como actividad antibacteriana cualquier medida de halo de inhibición.

Por otra parte, y con el fin de demostrar que el MTA y el CP no estaban contaminados con bacterias, se aplicaron discos de papel de filtro estériles impregnados con ambas sustancias sobre la superficie sin sembrar de placas de Mueller Hinton agar y se incubaron a 35° C durante 18 h.

Ambas experiencias se repitieron en tres oportunidades consecutivas.

* NCCLS Document M2-47. Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests; Approved Standard-Seven Edition - January 2000.
NCCLS, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania 19087 - 1898. USA.

ESTUDIO 2

MUESTRAS TESTIGO: DESCRIPCIÓN Y PREPARACIÓN DEL MODELO EXPERIMENTAL PARA EVALUAR LA PERMEABILIDAD A LA MICROFILTRACIÓN BACTERIANA

Para llevar a cabo esta experiencia, se utilizaron doce molares inferiores sanos o con pequeñas caries recientemente extraídos, cuyos diagnósticos clínicos eran de pulpa normal, hiperémica o pulpitis incipiente y que al examen radiográfico mostraran cámaras pulpares amplias y tejidos periodontales sanos. Luego de una minuciosa limpieza y raspado para eliminar posibles remanentes de tártaro, encía y periodonto, se removió el tejido cariado y por razones de bioseguridad, previo lavado con abundante suero fisiológico, las piezas dentarias se esterilizaron en autoclave.

El total de molares seleccionado fue preparado de la siguiente manera: Se comenzó por realizar una correcta apertura cameral, iniciando la trepanación con una piedra esférica N° 012 (Dentsply-Maillefer-Ballaiguez-Switzerland) hasta llegar a la cavidad pulpar. De inmediato se completó la remoción del techo cameral con fresa redonda tallo largo N° 20 (Dentsply-Maillefer-Ballaiguez-Switzerland) y se realizó un desgaste de alisado final con fresa Endo Z (Dentsply-Maillefer-Ballaiguez-Switzerland) (figura 1). Posteriormente, a cada una de las piezas se les seccionó los dos tercios apicales de sus raíces con una piedra tronco cónica N° 167 (Dentsply-Maillefer-Ballaiguez-Switzerland) accionada con turbina bajo refrigeración (figura 2). Los conductos expuestos se sellaron con un material para obturación provisoria (Cavit-Espe-Germany), después de haber tallado en la superficie del corte radicular una cajuela con fresas cono invertido N° 33 ½ (Dentsply-Maillefer-Ballaiguez-Switzerland) montadas en contrángulo. (figuras 3 y 4).



Figura 1: Rectificación de la apertura cameral con fresa Endo Z.



Figura 2: Corte de las porciones apicales de ambas raíces con piedra troncocónica.



Figura 4: Sellado de los conductos expuestos con un material para obturación provisoria.



Figura 3: Tallado de cajuelas en los conductos expuestos.

Con la finalidad de evitar posibles filtraciones que indujeran a falsas lecturas durante la experiencia bacteriológica, todos los molares fueron sellados exteriormente con una doble capa aislante, la primera de cemento adhesivo a base de cianoacrilato y la segunda de esmalte para uñas. (figura 5).

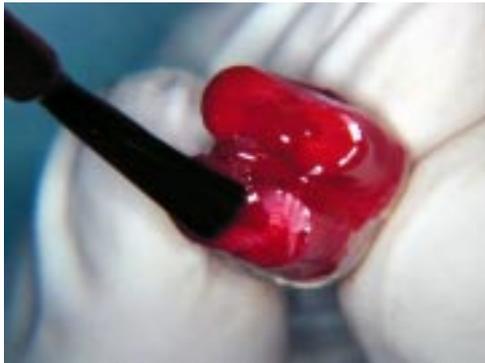


Figura 5: Sellado de la superficie externa con una doble capa aislante.

El paso siguiente consistió en realizar una perforación en el centro del piso cameral de cada uno de los molares. Para ello se utilizaron fresas esféricas N° 5 de carburo-tungsteno para turbina (Densply-Maillefer-Ballaiguez-Switzerland) (figura 6).



Figura 6: Perforación en el centro del piso cameral con fresa esférica.

De este modo, se pretendió reproducir una perforación similar a las que ocurren accidentalmente durante las intervenciones endodónticas. El diámetro de

las mismas fue de 1.6 mm aproximadamente. (figuras 7 y 8).



Figura 7: Perforación del piso cameral vista desde el interior de la cámara pulpar.

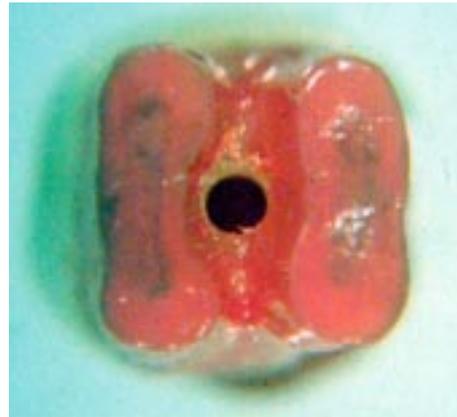


Figura 8: Perforación del piso cameral vista desde la furcación.

Concluida esta etapa, las doce piezas destinadas para las evaluaciones testigo se prepararon de la siguiente manera:

1º) **Tres molares preparados según la descripción precedente. Las perforaciones realizadas en el piso cameral se obturaron con una pasta compuesta por hidróxido de calcio (Tedequim S.R.L.-Córdoba-Argentina) y agua bidestilada.** Sirvieron para verificar si el medicamento que luego se utilizaría como base de la obturación, inhibía o no las bacterias empleadas en la experiencia.

A los efectos de contener el material obturador, de facilitar su compactación y de evitar un excesivo desborde, en el espacio correspondiente a la furcación se colocó con cierta presión una bolita de telgopor que simuló ser el tejido óseo expuesto por el accidente.

2º) **Tres molares preparados y sin ningún tipo de obturación en sus perforaciones.** Tuvieron como finalidad comprobar que las bacterias podían pasar libremente hacia el medio de cultivo empleado y producir cambio de color en el indicador de pH.

3º) **Tres molares preparados sin perforación del piso cameral.** Se destinaron para comprobar que el sistema a utilizar en la experiencia era impermeable al pasaje de microorganismos.

4º) **Tres molares preparados y sin ningún tipo de obturación de sus perforaciones. No se utilizó inóculo bacteriano.** Sirvieron para verificar que no se desarrollaban bacterias contaminantes durante la manipulación.

Concluida la preparación de los grupos testigo y a los efectos de realizar la evaluación correspondiente, los dientes fueron ensamblados en un sistema modelo diseñado por **Kos y col. (1982)** y modificado por **Ulfohn (1999)**, y que a continuación se describe:

Cada una de las piezas fue insertada a través de su corona en un tubo de látex de 5 cm de largo y de diámetro proporcional al tamaño del diente. (figura 9). Posteriormente y con el fin de evitar cualquier filtración bacteriana a través de la interfase diente-tubo de látex, ambos elementos se fijaron mediante una doble ligadura de alambre de acero inoxidable de 0,25 mm de grosor (figura 10) y se la aseguró mediante un doble sellado realizado con un cemento adhesivo a base de cianoacrilato y de esmalte para uñas.



Figura 9: Corona dentaria insertada en el tubo de látex.



Figura 10: Fijación de la corona mediante doble ligadura de alambre de acero inoxidable.

La preparación fue introducida en un tubo de vidrio para bacteriología de 15 cm de altura por 2,2 cm de diámetro con tapa a rosca de baquelita, en cuya cara interna se fijó un ansa de acero inoxidable de 3,8 cm de largo y 1 mm de

grosor, en la que se enganchó el ensamble constituido por el tubo de látex y la pieza dentaria en su extremo inferior. De esta manera, el conjunto se mantuvo suspendido en el interior del tubo de vidrio sin que tocara el fondo ni las paredes del mismo. (figura 11).

El sistema completo (tubo de vidrio – tapa – tubo de látex – diente), fue esterilizado con óxido de etileno.

El paso siguiente, consistió en poner un inóculo bacteriano conocido dentro de la cámara pulpar del diente ya preparado que pendía del ansa adherida a la tapa, de tal manera que su espacio interradicular permaneciera sumergido hasta el nivel de la ligadura en un medio de cultivo apto para el desarrollo de los



microorganismos empleados. Si éstos atravesaban la obturación que sellaba la perforación, se desarrollarían en el medio de cultivo y posteriormente podrían ser aisladas e identificadas para comprobar que eran los mismos que constituían el inóculo. Esto demostraría la permeabilidad de dicha obturación al paso de microorganismos, desde el interior de la cámara pulpar hacia la zona de la furcación o su impermeabilidad en caso de no observarse desarrollo bacteriano alguno.

Figura 11: Sistema completo (tubo de vidrio – tapa – tubo de látex – diente).

Como medio de cultivo, se utilizó el caldo Rojo de Fenol (Phenolrot–Bouillon–Merck) con glucosa al 1%, que fue colocado luego de la esterilización en el interior del tubo de vidrio. (figura 12).



Figura 12: Pieza dentaria sumergida en el caldo Rojo de Fenol – Glucosa.

Las bacterias empleadas en la experiencia fueron cepas de aislamiento clínico de “*Proteus mirabilis*”, Bacilo Gram negativo móvil, aerobio y anaerobio facultativo y “*Streptococcus salivarius*” (del grupo *viridans*), ambos integrantes de la flora oral humana normal.

El inóculo se preparó cultivando dichas cepas en caldo Peptona de Caseína (Caldo Casoy–Merck) durante 24 h de incubación, para luego inocularlas dentro del tubo de látex en una concentración equivalente al 0,5 de la escala de Mc Farland.

El medio de cultivo empleado es apto para el desarrollo de ambos microorganismos y además, pone de manifiesto su capacidad para producir ácido a partir de la glucosa, lo cual se evidencia por un cambio de color del indicador de pH del caldo Rojo de Fenol del rojo al amarillo. (figuras 13 y 14).



Figura 13: Viraje del indicador de pH al color amarillo por el desarrollo de bacterias.



Figura 14: Viraje del indicador de pH del rojo al amarillo.

El sistema se incubó a 35° C durante 30 días y se controló diariamente para detectar el posible viraje del indicador de pH. Si éste se producía, se tomaba una alícuota del caldo Rojo de Fenol–Glucosa, para aislar e identificar al microorga-

nismo. Para tal fin, esta alícuota fue sembrada en un medio de aislamiento adecuado para el desarrollo de las bacterias inoculadas, empleándose el agar triptona soya más sangre de carnero al 5% incubado en microaerofilia para *Streptococcus salivarius*, y agar de Levine (eosina-azul de metileno) incubado en aerobiosis para *Proteus mirabilis*.

Posteriormente, se identificó a nivel de especie cada aislamiento, para demostrar que el desarrollo correspondía a los microorganismos inoculados a través del tubo de látex.

Se realizaron las siguientes pruebas de identificación:

A) *Streptococcus salivarius*:

- Hemólisis Alfa
- Arginina (-)
- Manitol (-)
- Hidrólisis de la urea (-)
- Voges Proskauer (+)
- Esculina (+)
- Sorbitol (-)

B) *Proteus mirabilis*

- Oxidasa (-)
- Producción de ácido a partir de hidratos de carbono:
- Glucosa (+)
- Sacarosa (-)
- Hidrógeno sulfurado (+)
- Hidrólisis de la urea (+)
- Movilidad (+)
- Fenilalanina deaminasa (+)
- Lactosa (-)
- Manitol (-)

Semanalmente, se tomó una alícuota del inóculo bacteriano contenido en el tubo de látex para asegurar su viabilidad y se agregó caldo Casoy cuando fue necesario, para mantener un aporte adecuado de nutrientes.

ESTUDIO 3

EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD A LA MICROFILTRACIÓN BACTERIANA

Tuvo por finalidad analizar el posible grado de permeabilidad a la microfiltración bacteriana que poseen las obturaciones realizadas en perforaciones del piso cameral y constituyó la parte medular de la investigación.

En este estudio se utilizaron ciento veinte molares inferiores que fueron seleccionados y preparados tal como se describió en el **ESTUDIO 2 (muestras testigo)**. El total de los mismos fue dividido en forma aleatoria en seis grupos (**I A, I B, II A, II B, III A y III B**) de veinte piezas cada uno, destinados al análisis de permeabilidad a la microfiltración bacteriana.

Previo colocación de la bolita de telgopor en la furca (figura 15), las perforaciones del piso cameral se obturaron en forma centrífuga con los materiales a estudiar según se describe a continuación:

Grupo I A: (veinte molares) con MTA (Mineral Trioxide Aggregate-Pro Root-Dentsply-Tulsa Dental-USA).

Grupo I B: (veinte molares) con MTA previa colocación de una base de pasta de hidróxido de calcio (Tedequim S.R.L-Córdoba-Argentina) y agua bidestilada.

Grupo II A: (veinte molares) con Cemento Portland (Minetti-Córdoba-Argentina).

Grupo II B: (veinte molares) con Cemento Portland previa colocación de una base de pasta de hidróxido de calcio y agua bidestilada.

Grupo III A: (veinte molares) con amalgama de plata sin zinc (Ventura non gama 2 - Macrodent - Buenos Aires - Argentina).

Grupo III B: (veinte molares) con amalgama de plata sin zinc previa colocación de una base de pasta de hidróxido de calcio y agua bidestilada.



Figura 15: Colocación de una bolita de telgopor en el espacio de la furcación.

Para la colocación de las bases de hidróxido de calcio se procedió de la misma manera que en la clínica. Con un explorador se depositó la pasta en la perforación y se compactó suavemente con una torunda de algodón estéril. De inmediato se retiraron con cucharillas de Black los excesos y se limpió el piso para proceder a colocar las respectivas obturaciones.

Tanto el MTA, el CP, como la amalgama, fueron llevados a la zona de la perforación con un portaamalgama de tamaño adecuado (figura 16) y empaquetados suavemente con un atacador (figuras 17 y 18). Con torundas de algodón humedecidas se completó la compactación del MTA y del CP y de inmediato se eliminaron los excesos, se alisó la superficie y se retiró la bolita de telgopor.



Figura 16: Colocación del material de obturación con portaamalgama.



Figura 17: Sellado de la perforación visto desde el interior de la cámara pulpar.



Figura 18: Sellado de la perforación visto desde la furcación.

Sobre todas las obturaciones con MTA y CP se colocó por un período de cuatro horas, una torunda de algodón humedecida con agua, paso necesario para lograr el fraguado del producto según lo indicado por los fabricantes.

Seguidamente se completó la limpieza del piso cameral, para que no quedaran restos del material de obturación.

Cada uno de los grupos fue dividido a su vez, en dos subgrupos de diez molares cada uno:

I A1	y	I A2
I B1	y	I B2
II A1	y	II A2
II B1	y	II B2
III A1	y	III A2
III B1	y	III B2

Los subgrupos 1 (primera columna) fueron destinados para un **Estudio inmediato**, mientras que los subgrupos 2 (segunda columna) para un **Estudio mediato**. Las muestras que comprenden este último estudio, luego de ser debidamente identificadas, fueron mantenidas en solución fisiológica a 37° C durante tres meses para recién realizar la experiencia.

Para ambos estudios las piezas fueron procesadas tal como se expresara en el **Estudio 2 (Muestras testigo)**.

Los resultados obtenidos se tabularon y luego se sometieron a tratamiento estadístico mediante el Test exacto de Fisher.

RESULTADOS

ESTUDIO DEL EFECTO ANTIBACTERIANO DE MTA Y CP

Las experiencias realizadas bajo las condiciones establecidas por el Comité Americano de Estandarización de Laboratorios Clínicos (NCCLS) para las pruebas de sensibilidad antimicrobiana por difusión, dieron los siguientes resultados:

En los cultivos de *Proteus mirabilis* en Mueller Hinton Agar luego de 18 h, el MTA produjo zonas de inhibición uniformemente circulares con un diámetro promedio de ± 20 mm, mientras que en los cultivos de *Streptococcus salivarius* en Mueller Hinton Agar con sangre de carnero al 5%, las zonas de inhibición tuvieron un diámetro promedio de ± 35 mm.

En cuanto a las pruebas efectuadas con el CP, los halos de inhibición observados sobre los cultivos de la cepa de *Streptococcus salivarius* del grupo *viridans* mostraron un promedio de ± 15 mm luego de 18 h, mientras que no hubo actividad inhibitoria de la cepa de *Proteus mirabilis*, ya que los mismos se desarrollaron libremente hasta el borde de los discos.

En cuanto a la experiencia realizada con el fin de estudiar si el MTA y el CP presentaban algún tipo de contaminación bacteriana, ella puso en evidencia la negatividad en los cultivos, ya que no hubo desarrollo de bacterias sobre la superficie sin sembrar de la placa de Mueller Hinton Agar luego de 18 h de incubación.

Los resultados obtenidos en los citados estudios están graficados en las figuras 19 y 20.

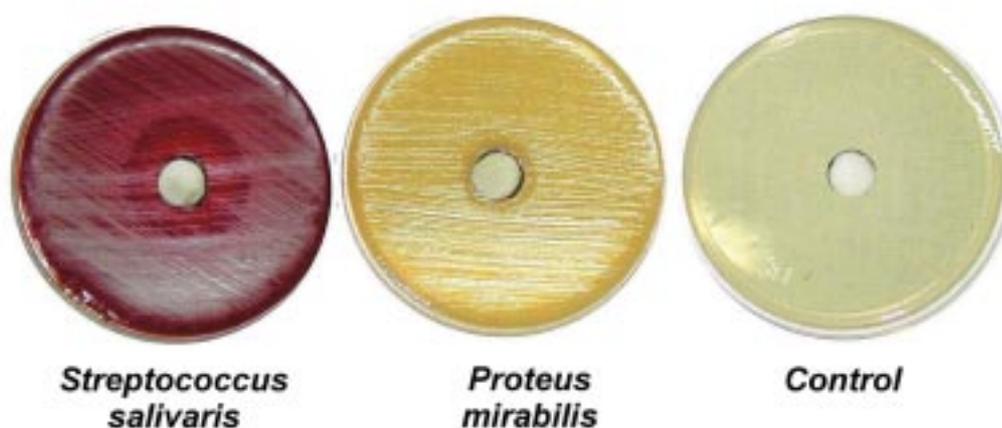


Fig 19: Efecto antibacteriano de MTA

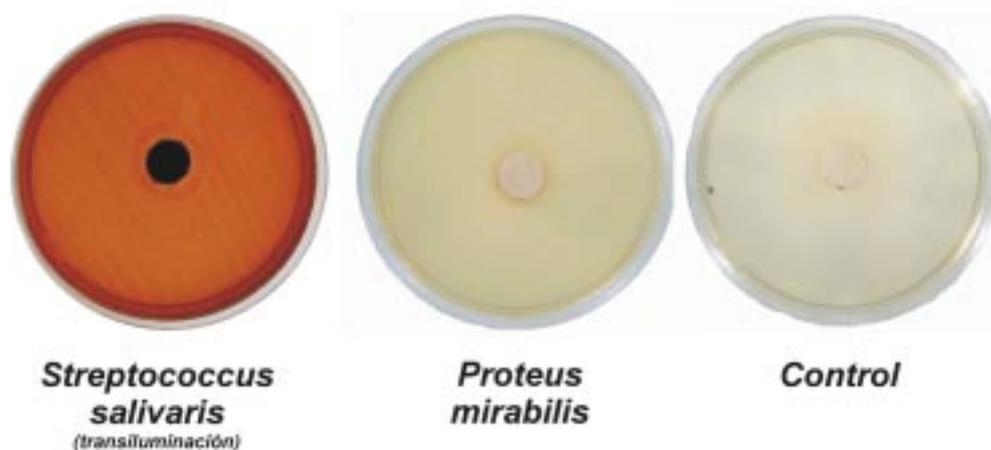


Fig 20: Efecto antibacteriano de CP

MUESTRAS TESTIGO

La evaluación realizada con el fin de comprobar si el hidróxido de calcio tenía algún efecto negativo que pudiera influir sobre el comportamiento de las bacterias a emplear, permitió comprobar que este medicamento, utilizado como base, no produjo ningún tipo de interferencias sobre el desarrollo de los gérmenes utilizados, puesto que los mismos pasaron libremente al medio de cultivo, lo que fue verificado en una lectura realizada a las 24 h.

La experiencia efectuada como muestra testigo positivo, en la que se utilizaron tres molares inferiores permanentes preparados de tal manera que las perforaciones practicadas en el piso cameral no tuvieron ningún tipo de obturación que las sellaran, permitió el libre pasaje de bacterias a su través antes de las 24 h, lo que quedó demostrado por el viraje del indicador de pH del caldo Rojo de Fenol-glucosa del rojo al amarillo. Para confirmar este hecho, se aislaron e identificaron las bacterias contaminantes, comprobándose que eran las mismas que habían sido inoculadas.

Los tres molares utilizados como muestras testigo negativo a los que no se les efectuaron las perforaciones en el piso cameral, pero si el sellado en su parte externa, permitieron corroborar que no hubo pasaje de bacterias por ninguna vía dentro de un plazo que superaba los 30 días, incluyendo la posible permeabilidad de la pared del tubo de látex o a través de la ligadura que lo unía al diente.

Por último, en el grupo de tres molares tratados de la manera ya descrita

que no fueron inoculados con las bacterias utilizadas en este estudio, se comprobó la no contaminación con otros microorganismos durante su manipulación.

ESTUDIO DE PERMEABILIDAD A LA MICROFILTRACIÓN BACTERIANA

En cuanto a la parte medular de esta investigación, "Capacidad de sellado inmediato y a distancia de MTA, Cemento Portland y amalgama en perforaciones del piso cameral", los resultados obtenidos en cada grupo y subgrupo tanto en el estudio inmediato como en el mediato, pueden observarse en las figuras 21 a 32, tomándose en consideración que las frecuencias acumuladas relativas pueden verificarse en la parte externa de cada figura, mientras que en el interior de las mismas pueden verse las frecuencias acumuladas absolutas.

Los resultados obtenidos se tabularon y fueron sometidos a tratamiento estadístico mediante el Test Exacto de Fisher. Los mismos se consideraron significativos cuando $P < 0,05$.

**VALORACIÓN INMEDIATA DE LA CAPACIDAD
SELLADORA DE MATERIALES EMPLEADOS EN LA
OBTURACIÓN DE PERFORACIONES DEL PISO
CAMERAL.**

CON MTA (AGREGADO DE TRIOXIDO MINERAL) (Figura 21).

CON CP (CEMENTO PORTLAND) (Figura 22).

CON AMALGAMA DE PLATA LIBRE DE ZINC (Figura 23).

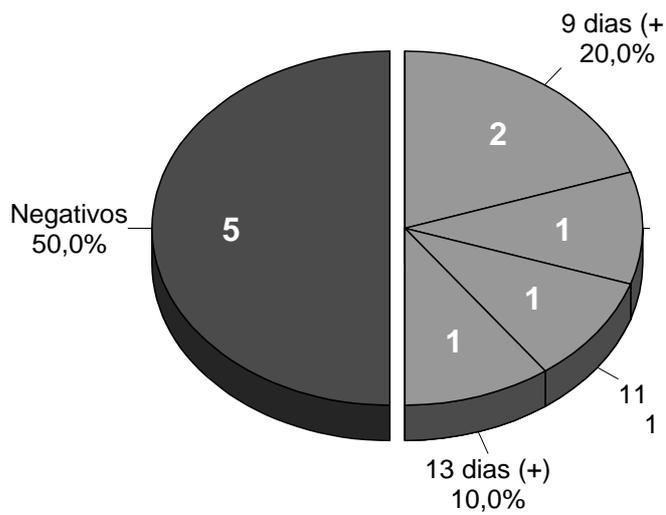


Fig 21: Grupo IA, Subgrupo 1

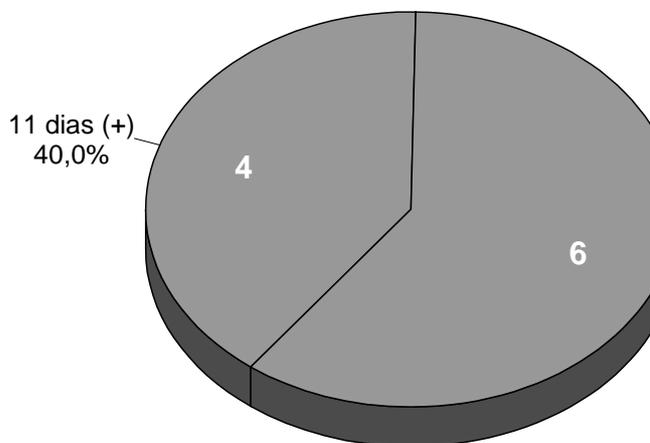


Fig 22: Grupo II A, Subgrupo 1

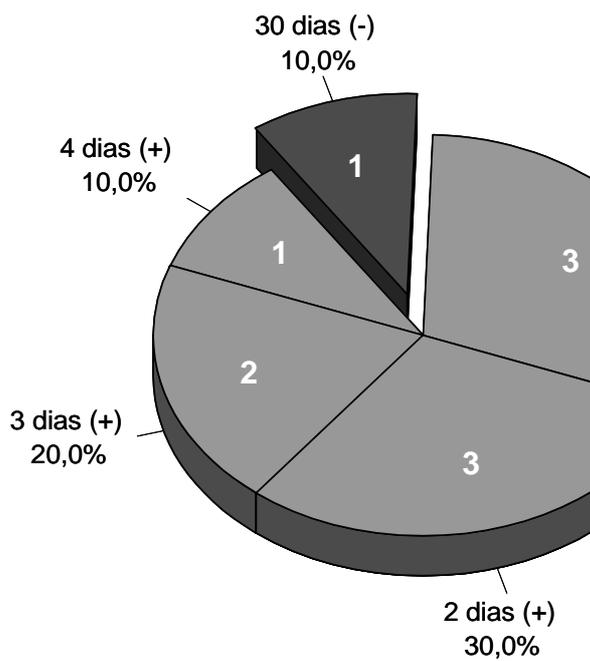


Fig 23: Grupo III A, Subgrupo 1

Los resultados obtenidos en la valoración inmediata de la capacidad selladora que poseen los tres materiales experimentados como elementos obturadores de perforaciones del piso cameral, indican que ninguno de ellos mostró impermeabilidad absoluta al paso de las bacterias durante los 30 días de la experiencia.

No obstante, se observó que las diferencias fueron estadísticamente significativas cuando se compararon los resultados del MTA con los del CP ($p < 0,02$) y con la amalgama ($p < 0,05$).

Por otra parte, no hubo diferencias significativas entre los grupos obturados con CP y con amalgama ($p > 0,05$).

El CP demostró una muy pobre capacidad selladora, ya que la totalidad de las obturaciones fue permeable al paso de los microorganismos utilizados en esta experiencia.

**VALORACIÓN MEDIATA DE LA CAPACIDAD SELLADORA
DE MATERIALES EMPLEADOS EN LA OBTURACIÓN DE
PERFORACIONES DEL PISO CAMERAL.**

CON MTA (AGREGADO DE TRIOXIDO MINERAL) (Figura 24).

CON CP (CEMENTO PORTLAND) (Figura 25).

CON AMALGAMA DE PLATA LIBRE DE ZINC (Figura 26).

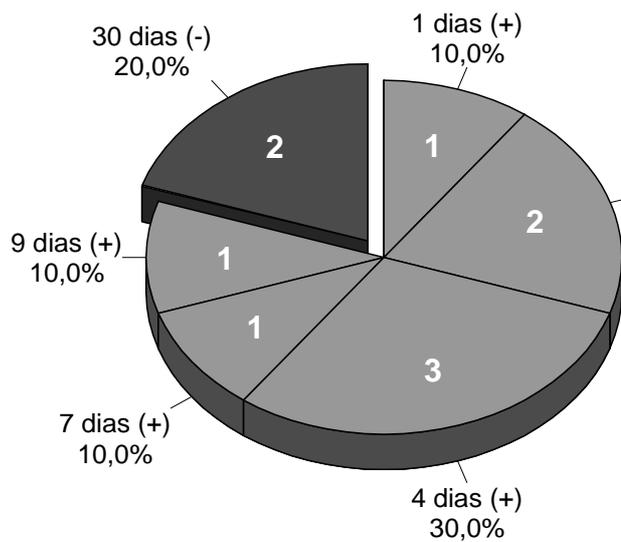


Fig 24: Grupo IA, Subgrupo 2

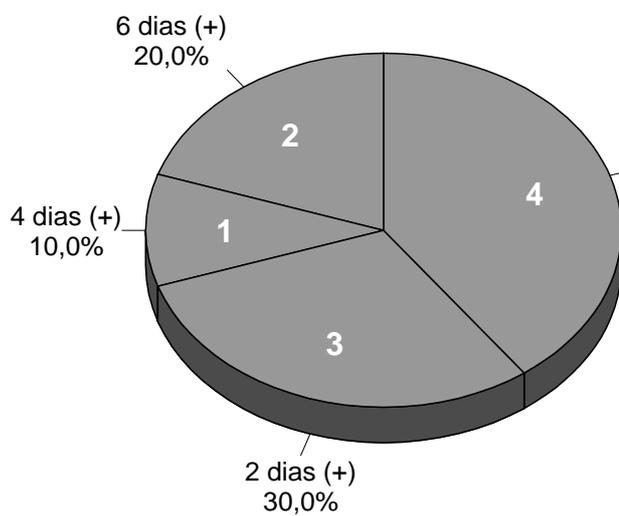


Fig 25: Grupo II A, Subgrupo 2

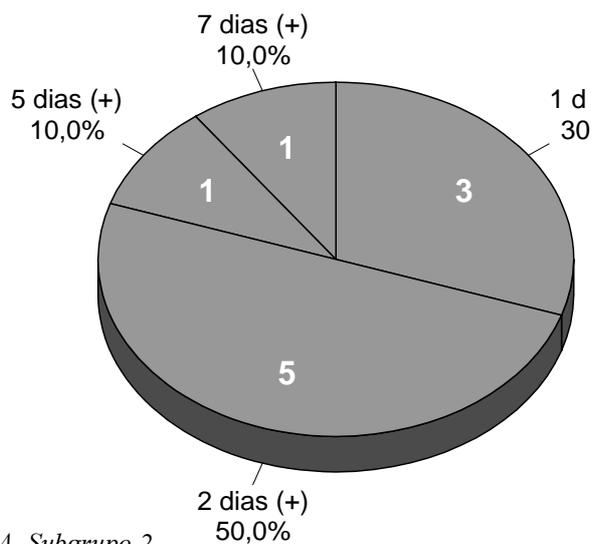


Fig 26: Grupo III A, Subgrupo 2

Los resultados obtenidos en la valoración mediata de la capacidad selladora de materiales empleados en la obturación de perforaciones del piso cameral, permiten apreciar una marcada tendencia hacia el aumento de la permeabilidad en las muestras que fueron previamente conservadas en solución fisiológica estéril durante 90 días.

Ninguno de los tres materiales investigados mostró ser totalmente impermeable al paso de los microorganismos y las diferencias entre ellos carecieron de significación ($p > 0,05$).

No obstante, las obturaciones con MTA demostraron a la valoración mediata una capacidad de sellado superior a la del CP y a la de la amalgama, ya que ambos materiales fueron permeables en la totalidad de las muestras al paso de los microorganismos a los 7 y a los 6 días respectivamente.

Pese a sus deficiencias, las perforaciones obturadas con MTA mostraron ser las más eficaces para evitar la microfiltración bacteriana.

**VALORACIÓN INMEDIATA DE LA CAPACIDAD
SELLADORA DE MATERIALES EMPLEADOS EN LA
OBTURACIÓN DE PERFORACIONES DEL PISO
CAMERAL, PREVIA COLOCACIÓN DE UNA BASE
INTERMEDIA DE HIDRÓXIDO DE CALCIO.**

CON MTA (AGREGADO DE TRIOXIDO MINERAL) (Figura 27).

CON CP (CEMENTO PORTLAND) (Figura 28).

CON AMALGAMA DE PLATA LIBRE DE ZINC (Figura 29).

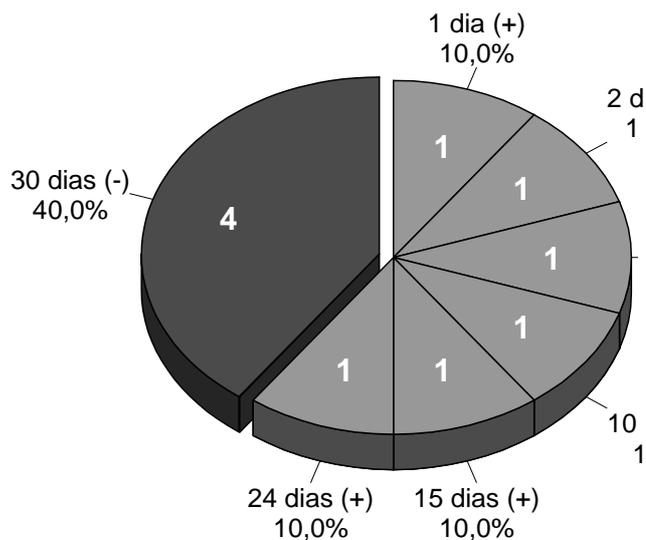


Fig 27: Grupo I B, Subgrupo 1

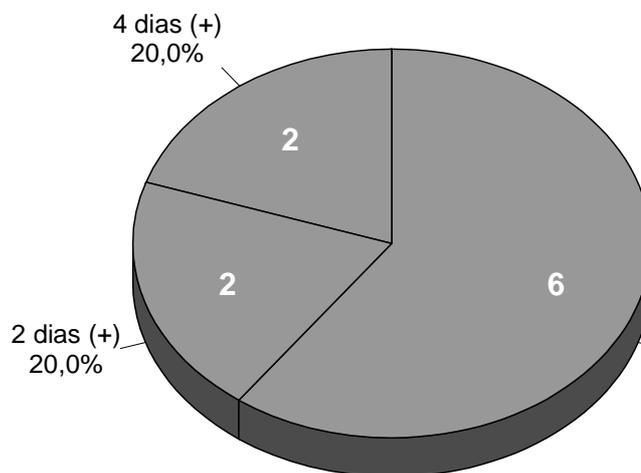


Fig 28: Grupo II B, Subgrupo 1

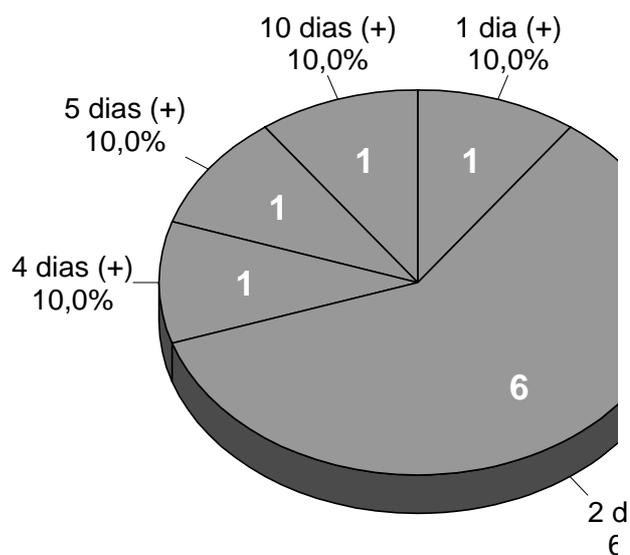


Fig 29: Grupo III B, Subgrupo 1

Los resultados obtenidos en las valoraciones inmediatas de la capacidad selladora de materiales empleados en la obturación de perforaciones del piso cameral, previa colocación de una base intermedia de hidróxido de calcio, indican que ninguno de los tres materiales investigados fue totalmente impermeable al paso de las bacterias durante los 30 días de la experiencia.

Las obturaciones realizadas con MTA mostraron ser significativamente mejores que las efectuadas con CP y amalgama ($p < 0,02$).

Todas las muestras en las que se emplearon CP y amalgama resultaron permeables a los 4 y 10 días respectivamente.

En la valoración inmediata las obturaciones realizadas con el MTA parecerían ser las menos afectadas por la interposición de una base de hidróxido de calcio.

**VALORACIÓN MEDIATA DE LA CAPACIDAD SELLADORA
DE MATERIALES EMPLEADOS EN LA OBTURACIÓN DE
PERFORACIONES DEL PISO CAMERAL, PREVIA
COLOCACIÓN DE UNA BASE INTERMEDIA DE
HIDRÓXIDO DE CALCIO.**

CON MTA (AGREGADO DE TRIOXIDO MINERAL) (Figura 30).

CON CP (CEMENTO PORTLAND) (Figura 31).

CON AMALGAMA DE PLATA LIBRE DE ZINC (Figura 32).

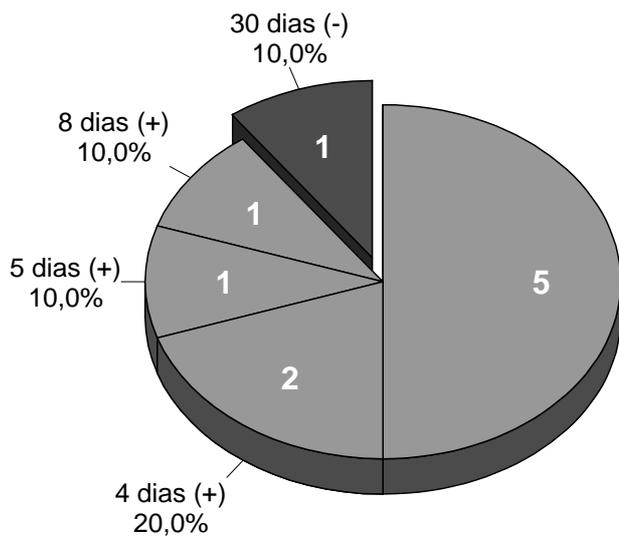


Fig 30: Grupo I B, Subgrupo 2

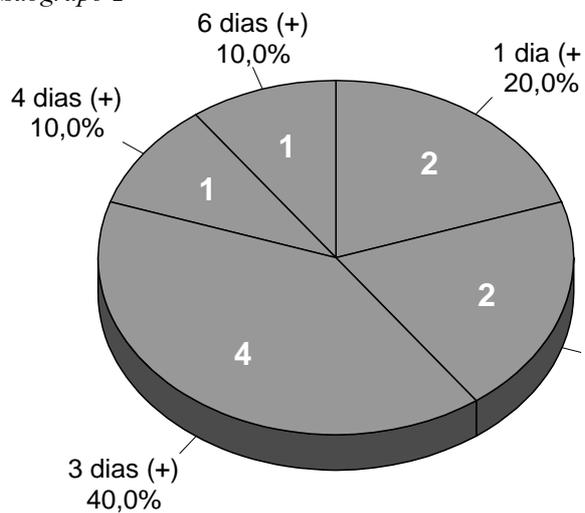


Fig 31: Grupo II B, Subgrupo 2

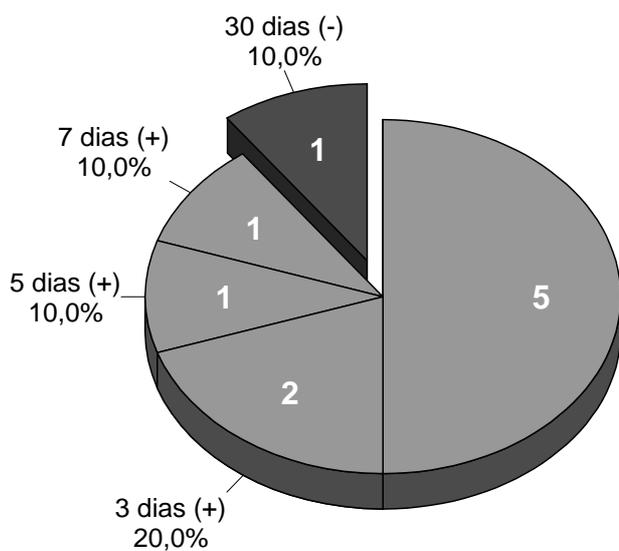


Fig 32: Grupo III B, Subgrupo 2

Los resultados obtenidos en la valoración mediata de la capacidad selladora de los materiales empleados en la obturación de perforaciones del piso cameral, previa colocación de una base de pasta compuesta por hidróxido de calcio y agua bidestilada, indican que ninguno de los tres materiales investigados fue totalmente impermeable al paso de las bacterias durante los 30 días de la experiencia.

Los valores registrados permiten apreciar una marcada tendencia al aumento de la permeabilidad a la microfiltración bacteriana en las muestras que fueron previamente conservadas en solución fisiológica estéril durante 90 días. El análisis comparativo puso en evidencia que entre ellos no había diferencias significativas ($p > 0,05$).

Tanto el MTA como el CP y la amalgama demostraron poseer una pobre capacidad de sellado, puesto que sus valores de positividad que fueron muy altos, alcanzaron a la totalidad de las muestras con el CP y a la mayoría de las obturadas con MTA y con amalgama.

Según los resultados obtenidos en el estudio mediato en el que se utilizó una base intermedia de hidróxido de calcio, ninguno de los tres materiales investigados parecería ser confiable como barrera aislante.

DISCUSIÓN

La Endodoncia, como especialidad odontológica un tanto compleja, requiere de un acabado conocimiento de las bases que la sustentan y de un amplio caudal de recursos técnicos que contribuyan al éxito del tratamiento realizado, aún cuando existan factores que influyen positivamente sobre él y como es lógico de suponer, factores opuestos que conducen al fracaso.

Las posibilidades de concretar con éxito una intervención endodóntica, están supeditadas a la anatomía de la cavidad pulpar y al empleo de técnicas adecuadas, aunque como afirman **Ingle y col. (2000)** el mismo debe medirse en términos de tiempo a largo plazo en oposición al que se obtiene a corto plazo. Cualquier torpeza en los distintos pasos de las maniobras operatorias, puede significar el fracaso del procedimiento, echando por tierra las expectativas que se tenían previstas de antemano.

Maisto (1984) sostiene, que debido al reducido campo donde debe actuar el endodoncista y a la presencia de otros inconvenientes, vinculados generalmente a las complejidades de ciertos casos clínicos, suelen producirse en el transcurso del tratamiento diversos accidentes operatorios que lo entorpecen y en ocasiones, hasta llegan a impedir su realización con la consiguiente pérdida del elemento dentario. Esta situación, produce un evidente desagrado al paciente y una sensación de impotencia en el profesional.

Coincidimos con lo afirmado por **Fava (1984)**, respecto a que existen situaciones en las que el diagnóstico clínico y radiográfico preoperatorio, alertan con antelación al odontólogo sobre las posibilidades de que ocurra algún accidente durante la intervención, e incluso que las dificultades del caso, vinculadas por lo común a razones anatómicas y/o patológicas, impidan la feliz concreción de la misma.

Nuestra experiencia nos dice que en estas circunstancias, hasta esperamos el momento en que el posible accidente ocurra, pero debe considerarse también, que esas desagradables contingencias suelen presentarse en ocasiones inesperadas y para nada previstas, producidas a veces fortuitamente por inadmisibles descuidos o por que no, por una verdadera impericia del operador.

Aún cuando se tenga larga práctica en la especialidad y se posea el instrumental en cantidad y calidad, no se está exento de sufrir algún tipo de accidente operatorio cuando se realiza un tratamiento endodóntico, y como afirman **Ingle y col. (2000)** siempre habrá que prever lo inesperado.

Cuando en Endodoncia se habla de perforaciones, generalmente se pien-

sa en las que ocurren mientras se trabaja en los conductos radiculares. Según **Basrani (1988)** las perforaciones pueden producirse durante el acceso, preparación y conformación de los conductos, en retratamientos o durante el ensanche de los conductos para la instalación de un perno. Estos accidentes son sin duda muy desagradables, pero quizás los más frustrantes y los que más angustia crean en el profesional, sobre todo si éste recién inicia sus experiencias en la Endodoncia, son las perforaciones que se presentan en el piso de la cámara pulpar las que, como lo asevera **Villena Martínez (2001)**, son de mayor seriedad y preocupación.

Creemos al igual que **Kuttler (1980)**, que la ruptura de la continuidad del piso cameral puede originarse por aplicar una técnica inadecuada, por el uso de instrumentos agresivos o de tamaño inapropiado, o por el empleo de algunos de ellos que el operador no puede controlar adecuadamente, pero además, no debemos dejar de lado los accidentes que se producen por desconocimiento técnico o por no haber tomado debida cuenta de la anatomía interna de la cavidad pulpar, de sus variantes, de las exageradas calcificaciones o por que no, por un diagnóstico desacertado al estudiar la radiografía preoperatoria.

Las perforaciones accidentales que comunican la cámara con la furca suceden por lo común en los molares, pero también pueden ocurrir en premolares bi o trirradiculares, donde el diagnóstico clínico radiográfico es siempre más dificultoso y suelen pasar inadvertidas.

Paiva y Antoniazzi (1984) se refieren a lo difícil que resulta prevenir una perforación del piso cameral en cámaras muy calcificadas, tanto en pacientes de edades avanzadas como en jóvenes. Esto nos permite afirmar, tal como ya lo hiciéramos, que todos los profesionales, aún los más experimentados, están expuestos a este riesgo. Lo importante es saber como proceder para salvar la situación.

Si la brecha creada por la perforación llega hasta el periodonto, dejará el camino abierto para el avance de los microorganismos e inevitablemente, la infección provocará una lesión en los tejidos que sustentan al diente y que en ciertos casos puede ser la causa de la pérdida del mismo.

Existe consenso entre la mayoría de los autores (**Dazey y Senia 1990, Alhadainy 1994 y Bryan y col. 1999**) y estamos totalmente de acuerdo con ellos, que las perforaciones deben obturarse en el momento de producidas y que esa reparación debe realizarse con la intención de que sea definitiva. Más aún, creemos que los tratamientos intermedios sólo sirven para entorpecer el proceso de cicatrización y exponer los tejidos a una infección.

Investigadores como **Torabinejad y Chivian (1999)** que emplean animales en sus experiencias, han demostrado ausencia de lesiones cuando las intervenciones se hicieron en condiciones de esterilidad y por el contrario, serias complicaciones cuando los tejidos se exponían a la contaminación bacteriana. Aseveran también, que para preservar la vitalidad e hígidez de los tejidos, deben sellarse las perforaciones en forma inmediata con materiales restauradores biocompatibles.

Un material no apto para tal fin, permitirá una agresión agregada al tejido periodontal cuando no, por solubilidad, el paso de bacterias en sentido cámara furcación o viceversa, creando una lesión tisular muy complicada y con pocas posibilidades de cicatrización.

Pensamos entonces, al igual que **Jew y col. (1982)**, **Dazey y Senia (1994)** y **Alhadainy (1994)**, que para alcanzar el éxito es prioritario localizar con rapidez la perforación y sellarla adecuadamente. Por otra parte consideramos que es razonable lo afirmado por **Frank (2000)**, cuando sostiene que el pronóstico es más favorable si la brecha se obtura definitivamente lo antes posible y que el tipo de material utilizado es, con toda probabilidad, menos importante que el acto de realizar la obliteración para evitar la infección.

Además de ello y como lo expresa **Miñana Gómez (2002)**, existen otros factores que influyen en el pronóstico del tratamiento de una perforación. Entre ellos se debe considerar su ubicación (supra o infra ósea), su tamaño, el daño causado al periodonto y al hueso, el tiempo transcurrido entre el accidente y su restauración, la habilidad del profesional para lograr un correcto cierre, etc.

Consideramos que es adecuado el concepto de **Donado (2001)** cuando sostiene que los fracasos sobrevienen no sólo porque el sellado fue insuficiente, sino también porque el tratamiento endodóntico fue defectuoso, o porque no se tomó en cuenta la presencia de una enfermedad periodontal grave o mal tratada. Es por eso, que en estas circunstancias creemos que el trabajo debe ser interdisciplinario, incorporando al periodoncista que deberá tratar dichas afecciones.

Definitivamente, y basados en nuestras propias experiencias clínicas, sostenemos, al igual que **West y Roane (1999)**, que la perforación de la furca es una de las peores complicaciones que surgen durante el procedimiento endodóntico, ya que son difíciles de cerrar adecuadamente y por su proximidad a la corona clínica, susceptibles de ser permeables, de lo que se infiere un pronóstico reservado a largo plazo.

El tiempo es clave y la reparación debe ser inmediata. La base del éxito es pues una adecuada obliteración con un material que permita un buen sellado y que además sea biocompatible y estable.

De acuerdo a la bibliografía consultada se puede deducir que desde el punto de vista técnico, los autores en general coinciden con **Tronstad (1993)** en que si la brecha es restaurable, el procedimiento se debe hacer desde el interior de la cámara pulpar y que los materiales utilizados para obturaciones retrógradas en apicectomías, pueden usarse también para sellar perforaciones furcales.

Según la American Association of Endodontists, en un informe titulado "Coronal leakage-Clinical and Biological Implications in EndodoSuccess", el concepto de filtración coronaria como factor condicionante en el éxito de un tratamiento endodóntico, se conoce desde hace aproximadamente 100 años. Las antiguas investigaciones y también algunas de las actuales, se centran en el estudio de la calidad de la preparación quirúrgica y de la obturación como los aspectos preponderantes que aseguran el éxito futuro, pero no se le ha dado la importancia o se han minimizado los efectos que la microfiltración realmente tiene.

Recién a partir de los años 1980 se comenzó a enfocar con la seriedad que el asunto requiere, la contaminación a distancia como causa de fracaso de un tratamiento de conductos.

La permeabilidad de las obturaciones coronarias en dientes tratados endodónticamente, fue estudiada con distintas metodologías. Así **Ulfohn (1970)** utilizó yodo radioactivo, mientras que **Schwartz y Alexander (1988)** y **Lee y col. (1993)** utilizaron, como la mayoría de los investigadores, azul de metileno.

Posteriormente estos métodos también se usaron para estudiar la microfiltración en restauraciones de perforaciones del piso cameral. Con este fin, **Alhadainy y Abdalla (1998)** utilizaron colorantes, al igual que **Imura y col. (1988)** y **Chau y col. (1999)** quienes recurrieron al uso de la tinta china para estudiar la efectividad de distintos materiales selladores utilizados para tratar este tipo de accidentes.

Concordamos con lo expuesto por **Cholayeb (1992)** y por **Smith y Steiman (1994)**, en que estos modelos experimentales son poco confiables en razón del tamaño de las partículas de los distintos colorantes. Por ello creemos junto con **Kos y col. (1982)**, que los estudios que permiten determinar el pasaje de bacterias, aun cuando reconocemos que también tienen limitaciones, están más

próximos a la realidad. Por otra parte, como afirman **Chong y col. (1994)**, las experiencias de acción antimicrobiana son usadas con frecuencia porque las variables generalmente son fáciles de controlar.

No obstante, esta metodología que se emplea frecuentemente para estudiar comparativamente la filtración de las obturaciones endodónticas fue, de acuerdo a lo recogido en nuestra revisión bibliográfica, poco utilizada para evaluar el sellado de las perforaciones del piso cameral.

Por nuestra parte, aplicamos sin mayores inconvenientes el modelo experimental que **Ulfohn (1999)** ya había utilizado con éxito y que resultó de una modificación que este autor hizo del diseño de **Kos y col. (1982)**, quienes a su vez, habían tratado de mejorar el original ideado por **Goldman y col. (1980)**.

No discutiremos aquí otros métodos experimentales que utilizan bacterias ya que no guardan similitud con el empleado por nosotros. Tal es el caso de **Bae y col. (1988)**, quienes estudiaron microfiltración de anaeróbios o el de **Scheerer y col. (2001)** que utilizaron una cámara específica para ese tipo de bacterias. Tampoco el empleado por **Mangin y col. (2003)**, que constaba de un dispositivo de doble cámara y utilizaba un microorganismo marcado radioactivamente.

Debemos destacar aquí que la comparación con otros estudios no es fácil. Ello se debe a que en la búsqueda bibliográfica no se encontraron trabajos relacionados específicamente con el tema, ya que en general, analizaban materiales utilizados en operatoria dental, traumatología, cirugía, etc.

Asimismo, son muy pocas las investigaciones realizadas sobre el control a largo plazo de obturación de perforaciones furcales, salvo algunas como las de **Wu y col. (1998)**, quienes lo hicieron en forma mediata utilizando fluidos como agentes filtrantes.

Al igual que **Ulfohn (1999)**, consideramos que el estudio mediato es muy importante ya que el problema de permeabilidad se agrava con el paso del tiempo, posiblemente por las modificaciones estructurales y volumétricas que sufren los materiales de obturación, situación que quedó perfectamente demostrada en los resultados obtenidos en nuestra experiencia.

Los agentes selladores que a lo largo del tiempo propusieron distintos autores fueron y son muy diversos. Muchos de ellos, cuando no la mayoría, son utilizados habitualmente en operatoria dental, como lo afirman entre otros **Moloney y col. (1993)** y **Torabinejad y Chivian (1999)**.

Estamos de acuerdo con las recomendaciones que **Castagnola (1956)** hacia medio siglo atrás, respecto a que se debe estar alerta con los resultados que presentan algunos investigadores, quienes se basan muchas veces en controles a distancia puramente clínicos y/o radiográficos, con escaso valor al no ser confirmados con pruebas de laboratorio. También es importante considerar la metodología utilizada. Al respecto **Matloff (1982)** sostiene que los resultados pueden variar según el método empleado para medir la permeabilidad.

Otro aspecto a tener en cuenta es el concepto de **Carr y Bentkover (1999)** sobre los estudios en animales de experimentación, que no siempre pueden ser trasladados al ser humano, al margen de las objeciones que plantean las organizaciones que defienden los derechos de dichos animales.

Coincidimos con **Joffe (2002)** en que el material utilizado para bloquear una perforación debe ser estable, no reabsorberse y no sufrir cambios dimensionales para evitar en el futuro microfiltraciones de líquidos y/o bacterias, pero dado los resultados obtenidos hasta ahora por otros autores y también en este trabajo, este material aún no existe.

Es indudable que la amalgama, que fuera utilizada por **Grossman** en el año **1959** y **Lasala** en **1979**, sigue siendo uno de los materiales más utilizados para corregir perforaciones. Se prefiere la aleación *non* gama 2 porque al parecer se corroe menos y tiene escasos cambios dimensionales.

Welch y col. (1996) compararon amalgama, Vitremer, Fluoro Core y gutapercha con sellador para subsanar perforaciones furcales artificiales en molares utilizando un sistema de filtración de fluidos, llegando a la conclusión de que la amalgama experimentó una filtración significativamente mayor que la obtenida con los otros materiales, aunque logró reducirla empleando agentes adhesivos.

Dos resultados totalmente contrapuestos son los obtenidos por **King y col. (1990)** e **Inoue y col. (1991)**, que sostienen que con amalgama se consiguen sellados equiparables o superiores a los obtenidos con otros materiales, mientras que **Smee y col. (1987)** afirman que su capacidad para oponerse a la filtración es bastante escasa, concepto que compartimos en virtud a los resultados que obtuvimos en esta experiencia, ya que las obturaciones con amalgama fueron permeables al paso de los microorganismos en la mayoría de las muestras.

Algunos clínicos sostienen que la obturación de una perforación debe llevar una base intermedia. Autores como **Holland (1976)**, **Frank (1980)**, **Martin y**

col. (1982), Maisto (1984), Basrani (1988) o Tronstad (1993), la utilizan y recomiendan para tal fin una pasta de hidróxido de calcio. Justifican este procedimiento en las propiedades de biocompatibilidad que este medicamento posee y al mismo tiempo, sugieren que la pasta impediría o al menos minimizaría el trasvasamiento del material utilizado para cerrar la brecha.

Se hizo hincapié en que las bacterias no sobreviven en presencia del hidróxido de calcio por su elevado pH (12.3), pero no obstante, no hemos podido determinar en nuestro trabajo que ello fuera realmente así, ya que en el estudio de las muestras testigo que realizamos, la pasta de hidróxido de calcio preparada con agua bidestilada no impidió el libre pasaje del *Streptococcus salivarius* ni del *Proteus mirabilis* a las 24 horas, lo que coincide con lo expuesto por **Siqueira y de Uzeda (1996)**, quienes demostraron la ineficacia del hidróxido de calcio, luego de permanecer una semana en contacto con dentina contaminada con *Streptococcus faecalis* y *Fusobacterium nucleatum*. **Estrela y col. (1999)** también comprobaron que el hidróxido de calcio no tuvo efectos antibacterianos frente a dentina contaminada con una mezcla de *Streptococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacilo subtilis* y *Pseudomona aeruginosa*.

Sólo unos pocos autores, como **Jantarat y col. (1999)**, afirman que la matriz mejoró el sellado de la amalgama. Otros, como **Basrani (1988), Imura y col. (1988) y Tronstad (1993)** creen, y coincidimos con ellos, que la base intermedia sólo se justifica como un modo de prevenir la extrusión del material. Sin embargo, consideramos que para obtener un mejor sellado, el hidróxido de calcio deberá ser removido completamente de las paredes de la perforación, para que no obstaculice la adaptación del material que deberá producir un sellado definitivo.

Alhadainy y Abdalla (1998), afirman que un piso con sulfato de calcio o hidroxiapatita definitivamente no son necesarios.

Mittal y col. (1999) colocaron una base de yeso París debajo de la amalgama y sólo consiguieron que ésta filtrara aún más, pero debemos aclarar que los citados autores en su experiencia no utilizaron bacterias sino azul de metileno.

Considerando los resultados que se obtuvieron en este trabajo, tanto en las evaluaciones inmediatas como mediatas en el sellado de las perforaciones, pensamos que la base aislante no impide ni favorece la permeabilidad bacteriana de la obturación, por lo menos con los materiales que hemos probado, ya que las diferencias no fueron significativas ($p > 0.05$) cuando se evaluó el pasaje de microorganismos, tanto se hubiera colocado o no una base de hidróxido de calcio en cada uno de ellos.

Al aparecer el MTA en el mercado, se lo presentó como un producto que poseía una serie de características que lo tornaban de preferencia para ser aplicado en distintas situaciones, entre ellas para obturar perforaciones del piso cameral.

A lo largo de los últimos años, el material ha sido objeto de muchos estudios *in vitro* e *in vivo*, y se han informado en diversos artículos que documentan el progreso de las investigaciones.

Este material se caracteriza por poseer un alto contenido de iones de calcio y fósforo. Tiene, según **Torabinejad y col. (1995)**, un valor de solubilidad relativamente bajo comparado con la amalgama y una resistencia a la compresión bastante menor.

Según **Torabinejad y Chivián (1999)** previene filtraciones, es biocompatible y promueve la regeneración de los tejidos originales si se lo pone en contacto con la pulpa o el periodonto.

Un dato importante es que, en apariencia, el material no es citotóxico y carece de poder mutagénico. Esto está avalado por las investigaciones realizadas por **Torabinejad y col. (1995)**, **Kettering y Torabinejad (1995)**, **Osorio y col. (1998)** y **Yaltirik y col. (2004)**, entre otros.

Si bien las propiedades de biocompatibilidad y de regeneración de los tejidos señaladas por **Torabinejad y col. (1999)** son adecuadas, no podemos decir lo mismo en lo que se refiere a la permeabilidad, ya que en nuestra experiencia hemos comprobado, que si bien el MTA fue menos permeable que el CP y la amalgama, no demostró ser enteramente confiable para detener el paso de las bacterias empleadas en nuestro trabajo.

Aún cuando muchas de las investigaciones sobre MTA están relacionadas con temas distintos del que estudiamos aquí, es conveniente hacer una referencia a los mismos.

Una de las aplicaciones sugeridas es la posibilidad de utilizarlo para lograr la apexificación en dientes con pulpa necrótica y ápice inmaduro. **Miñana Gómez (2000)**, **Giuliani y col. (2002)**, **Maroto (2003)**, **Steining y col. (2003)**, **Kratchman (2004)**, **Lawley y col. (2004)**, **Hayashi y col. (2004)**, piensan que el empleo de MTA en estos casos es alternativo al hidróxido de calcio, ya que permite acortar los plazos, favorecer la regeneración tisular y la colocación inmediata de la reconstrucción coronaria. **Borao Fernández y col. (2003)** sostienen que el tapón

apical creado no es poroso, lo que asegura un cierre completo al colocar el cemento sellador sobre el MTA.

Otro uso del material es para el recubrimiento pulpar directo. **Pitt Ford y col. (1996)** y **Faraco y Holland (2001)** observaron la presencia de puentes dentinarios en monos y perros respectivamente con ausencia de inflamación en el tejido remanente, y los autores mencionados en segundo término, afirman que la respuesta del MTA era superior, en situaciones similares, a la del hidróxido de calcio.

En una experiencia en humanos a corto y largo plazo, **Aeinehchi y col. (2003)** compararon MTA e hidróxido de calcio en recubrimientos pulpares directos, y el estudio histológico demostró superioridad del primero sobre el segundo.

También se realizaron experiencias con MTA en biopulpectomías parciales. **Koh y col. (2001)** demostraron que éste puede ser usado como una alternativa para estos tratamientos.

Otros autores, **White y Bryant (2002)**, **Hsien y col. (2003)**, reportaron su uso en reabsorciones dentinarias internas y cemento dentinarias externas.

Sin duda, las propiedades de este material se fundamentan en su contenido de hidróxido de calcio, que si bien no lo contiene como tal, **Holland y col. (1999)** y **Soares (2002)** sostienen que al mezclar con agua un material que contiene gran cantidad de óxido de calcio, puede formar hidróxido de calcio *in situ*.

Volviendo a referirnos a su uso en perforaciones del piso cameral, mencionaremos que es escasa la bibliografía existente sobre este tema, pero si es frecuente la referida a su empleo en retroobturaciones.

Utilizando como método de estudio la filtración de fluidos, **Bates y col. (1996)** informaron que el MTA posee una excelente capacidad selladora, que supera ampliamente a la de la amalgama y que es similar al Súper-EBA, en evaluaciones realizadas a lo largo de 12 semanas.

Con la misma metodología, en un trabajo con algunas características similares al nuestro, **Weldon y col. (2002)** repararon perforaciones furcales con MTA y Súper-EBA en dientes humanos extraídos, concluyendo que ambos materiales fueron relativamente eficaces, lo cual, con algunas diferencias, coincide con nuestras observaciones.

Daoudi y Saunders (2002) evaluaron *in vitro* mediante el uso de tinta china, la eficacia de MTA y Vitrebond en reparación de perforaciones furcales, comprobando que el primero resultó superior.

Nuestras observaciones coinciden con las de **Yatsushiro y col. (1998)**, quienes demostraron, usando filtración de fluidos, que la permeabilidad fue mayor cuando se utilizó amalgama comparándola con MTA.

Arens y Torabinejad (1996) y **Schwartz y col. (1999)** mediante estudios clínicos, informaron sobre reparaciones en perforaciones furcales tratadas con MTA con ausencia de síntomas.

Finalmente agreguemos que autores como **Keiser y col. (2000)**, **Aqrabawi (2000)**, **Villena Martínez (2001)**, **Schmitt y col. (2001)**, encuentran que el MTA es menos tóxico que otros materiales, entre los que se encuentran la amalgama y el Súper-EBA, y que produce una buena regeneración de los tejidos y un mejor sellado con ausencia de filtración.

En nuestra experiencia, cuando comparamos la capacidad selladora del MTA con la del CP y la amalgama, comprobamos que los resultados obtenidos con el primero en el estudio inmediato, fueron claramente superiores respecto a los otros dos, mientras que en el mediato, las diferencias carecieron de significación.

No obstante, **Hartwell y England (1993)**, así como **Sluyk y col. (1998)** afirman que en realidad, ningún material es capaz de cumplir con todas las especificaciones que requeriría uno ideal, conceptos que compartimos, al menos en lo que se refiere a la impermeabilidad que deberían ofrecer al paso de las bacterias, ya que de los tres materiales estudiados en nuestro trabajo, ninguno impidió totalmente el paso del *Streptococcus salivarius* ni del *Proteus mirabilis*, especialmente cuando se los evaluó en forma mediata.

Al estudiar el poder antibacteriano de MTA, **Hong y col. (1995)** sostienen que este es activo, entre otras bacterias, sobre el *Streptococcus salivarius*. **Torabinejad y col. (1995)** compararon su efecto antibacteriano con el de la amalgama, Oxido de zinc-eugenol y Súper-EBA, sobre nueve tipos de bacterias anaerobias facultativas y siete anaerobias estrictas, observando que la amalgama carece de poder antibacteriano, mientras que el MTA actúa sobre algunas bacterias facultativas y no sobre las estrictamente anaerobias, y que ningún material tiene un efecto antibacteriano completo.

Stowe y col. (2004) evaluaron el poder antibacteriano del MTA sobre *Actinomyces odontolyticus*, *Fusobacterium nucleatum*, *Streptococcus sanguis*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Candida albicans*, mezclándolo con agua estéril o con gluconato de clorhexidina al 0,12 %, demostrando que con ésta última, las zonas de inhibición fueron más amplias.

Por nuestra parte, en el estudio del efecto antibacteriano realizado bajo las condiciones establecidas por el Comité Americano de Estandarización de Laboratorios Clínicos (NCCLS) para las pruebas de sensibilidad antimicrobiana por difusión, el MTA produjo zonas de inhibición uniformemente circulares de ± 20 mm de diámetro en cultivos de *Proteus mirabilis* y de ± 35 mm en otros de *Streptococcus salivarius*, mientras que en pruebas similares, el CP sólo demostró poseer una menor actividad inhibitoria sobre el *Streptococcus salivarius* y ninguna sobre el *Proteus mirabilis*, que creció libremente hasta el borde de los discos utilizados.

Estos resultados debieran ser investigados en el futuro, ya que resultan difícilmente explicables tomando en cuenta que ambos materiales tienen una composición casi idéntica.

Asimismo debe tomarse en consideración lo sostenido por **Johnson (1995)**, **Schwartz y col. (1999)**, **Fabra Campos y Aranguren Cangas (2001)**, **Holland y col. (2001)** y **Tomé y Zmener (2003)** quienes afirman que si bien el MTA es un material prometedor y con gran futuro, deberán valorarse con cautela los resultados a largo plazo.

Finalmente cabe aclarar, que frente a la aparición del MTA blanco, **Holland y col. (2002)**, **Duarte y col. (2003)** y **Ferris y Baumgartner (2004)**, sostienen que sus resultados son similares al original. Estos autores concluyeron que ambos tipos de MTA liberan calcio y tienen el mismo pH (12,3).

En cuanto a la capacidad de sellado frente a la microfiltración bacteriana, nuestros resultados coincidieron con los de **Nakata y col. (1998)**, quienes utilizaron MTA y amalgama para obturar perforaciones furcales *in vitro*, demostrando que el primero es claramente superior, aunque debemos aclarar que estos autores utilizaron otro tipo de bacteria (*Fusobacterium nucleatum*) y de metodología.

En 1999 comenzaron a aparecer en la literatura artículos informando que tanto el CP como el MTA eran similares. Así **Wucherpfenning y Green (1999)**, **Estrela y col. (2000)** y **Funteas y col. (2003)** reportaron que ambos materiales

son idénticos macroscópica y microscópicamente y contienen los mismos elementos químicos. En realidad, la única diferencia entre ellos es el contenido de bismuto en el MTA, que le fue incorporado para hacerlo más radioopaco, y ausencia del mismo en el CP.

En cuanto al efecto biológico del MTA y del CP, en un estudio realizado en dientes de perros, **Holland y col. (2001)** compararon la acción de estos dos materiales sobre los tejidos periodontales y ambos fueron similares. En otra experiencia efectuada por el mismo **Holland y col. (2001)**, en la que observaron los mecanismos de acción del MTA, CP e hidróxido de calcio en tejidos de ratas, llegaron a la conclusión que los resultados eran los mismos con los tres materiales.

La biocompatibilidad del CP con acelerador en contacto con células de osteosarcomas, fue estudiada mediante microscopía electrónica de barrido por **Abdullah y col. (2000)**, llegando a la conclusión de que el CP con acelerador, no es tóxico y tiene potencial para promover la regeneración ósea.

También **Saidon y col. (2003)**, evaluaron comparativamente CP y MTA implantados en mandíbulas de conejillos de indias. Según los autores, ambos materiales presentan una biocompatibilidad similar y que el CP tiene un amplio potencial para ser usado con un costo mucho menor.

Si bien no podemos discutir estos resultados, vemos que el CP posee propiedades similares o iguales a las del MTA, por lo que probablemente pueda reemplazarlo en el futuro con un costo muy reducido. Debemos aclarar que el CP usado en este estudio, al igual que el utilizado por **Holland y col. (2001)** en sus trabajos, es el material tal como se expende comercialmente.

En cuanto a su capacidad antibacteriana, como ya lo dijéramos, demostró ser claramente deficiente sobre los microorganismos utilizados en esta experiencia, y además, notoriamente inferior al MTA en su capacidad selladora, ya que comparativamente ésta fue significativamente menor que la presentada por el MTA en el estudio inmediato ($p < 0.05$). Por el contrario, en el estudio mediato, a pesar de que el MTA mantuvo su prevalencia, las diferencias no fueron significativas ($p > 0.05$).

Este contraste en los resultados obtenidos en la permeabilidad de las obturaciones efectuadas con MTA y CP, a pesar de la similitud en la composición química de ambos materiales, puede deberse, según nuestra opinión, a que el CP utilizado se aplicó, como ya mencionamos anteriormente, tal cual se lo obtiene comercialmente, mientras que en la fabricación del MTA, sus componentes son

elaborados para tal fin con una técnica más depurada, e indudablemente podrían existir diferencias en la pureza de los mismos, en el tamaño de las partículas, en la consistencia después de preparado, en su plasticidad, etc. Recordemos que el CP está formado por la molienda conjunta del producto resultante de la cocción, hasta sinterización, de una mezcla de caliza y arcilla que recibe el nombre de “clinker” y de un material empleado como regulador de fraguado que generalmente es yeso dihidratado. Por nuestra parte presumimos que el “clinker” utilizado para la fabricación del MTA, debe ser de una calidad superior a la que posee el empleado para la producción del CP de uso comercial, la que probablemente dependa de las características del suelo de donde se obtenga.

Al comparar la capacidad de sellado del CP con la de la amalgama, no se observaron diferencias significativas en los estudios inmediato o mediato ($p > 0.05$), aun cuando esta última tuvo una capacidad de sellado superior.

En cuanto a la colocación de una base intermedia de hidróxido de calcio por debajo del CP, ésta no mejoró los resultados en ninguno de los análisis, ya que todas las perforaciones obturadas con dicho cemento fueron permeables al paso del *Streptococcus salivarius* y del *Proteus mirabilis* en forma inmediata y a distancia, con o sin la colocación de la base.

Finalmente debiera inferirse de estas experiencias, que el MTA fue claramente superior al comparar los resultados obtenidos, especialmente cuando se lo evaluó en forma inmediata. No obstante, pese a su superioridad sobre los otros dos materiales empleados en este estudio, el MTA no pareciera ofrecer todas las garantías necesarias, por lo que ninguno de los materiales evaluados resultó ser enteramente confiable para detener el paso de las bacterias. Por otra parte, la colocación de la base intermedia de pasta de hidróxido de calcio no mejoró los resultados, como expresamos anteriormente. Su utilización sólo serviría como un elemento de contención, debiendo limpiarse en todos los casos prolijamente las paredes de la perforación, con la finalidad que los restos de la pasta no interfieran el sellado

El uso del hidróxido de calcio como agente estimulante de la regeneración de los tejidos, sólo tendría sentido si para obturar la perforación se utiliza la amalgama. No así con el MTA o el CP, ya que estos lo contienen en gran cantidad en su composición el que es liberado lentamente.

De todo lo expuesto debemos concluir, que al margen del cierre de la brecha en forma inmediata, y dada la poca capacidad de sellado a la microfiltración

bacteriana que poseen los tres materiales investigados, creemos imprescindible que para contrarrestar estas falencias, se realice una adecuada reconstrucción coronaria tanto provisoria como definitiva, ya que ella se transforma en un requisito imprescindible para que el tratamiento instaurado frente a una perforación del piso cameral resulte exitoso. Aun cuando pudiera obtenerse un excelente resultado endodóntico, si la pieza dentaria no puede restaurarse correctamente, el pronóstico será pobre. Por ende, siempre deberán evaluarse todos los factores asociados a dicha reconstrucción para asegurar la durabilidad del elemento dentario.

CONCLUSIONES

1. El método de estudio empleado resultó apto para investigar la microfiltración bacteriana.
2. La pasta de hidróxido de calcio no influyó sobre la viabilidad de las bacterias empleadas en esta experiencia, ni interfirió en su pasaje.
3. El MTA demostró tener un evidente efecto antibacteriano sobre el *Proteus mirabilis* y sobre el *Streptococcus salivarius*, mientras que el CP sólo presentó una acción inhibitoria menor sobre éste último y ninguna sobre el *Proteus mirabilis*.
4. En el estudio inmediato el MTA mostró un aceptable comportamiento como barrera que evita la microfiltración bacteriana, mientras que el CP y la amalgama se mostraron más vulnerables.
5. La base de hidróxido de calcio en el estudio inmediato redujo levemente la efectividad del MTA y no modificó el comportamiento del CP y de la amalgama.
6. En el estudio mediato la efectividad del MTA se redujo drásticamente y el CP y la amalgama fueron ineficaces como agentes neutralizantes de la permeabilidad bacteriana
7. En el estudio mediato, la base de hidróxido de calcio desmejoró ligeramente el comportamiento del MTA, favoreció algo el de la amalgama y se mantuvo sin variantes en el CP, sin que se aprecien diferencias significativas entre los tres materiales.
8. De los resultados obtenidos surge la falta de confiabilidad de los agentes selladores experimentados y por lo tanto, la necesidad de realizar un correcto sellado cameral y una adecuada reconstrucción coronaria, a los efectos de impedir o al menos minimizar la microfiltración bacteriana.

RESUMEN

Con el propósito de analizar *in vitro* la capacidad de sellado de tres materiales empleados para obliterar perforaciones artificiales del piso de la cámara pulpar en molares inferiores, se realizaron las siguientes experiencias: A) Estudio del efecto antibacteriano del MTA (Agregado de trióxido mineral) y del CP (Cemento Portland), en el que se evaluó la acción antimicrobiana de los mismos frente al *Proteus mirabilis* y el *Streptococcus salivarius*, bacterias empleadas en este trabajo; como así también, la posible contaminación que pudieran tener dichos productos. B) Estudio de permeabilidad a la microfiltración bacteriana, con el fin de investigar la capacidad de sellado inmediata y a distancia que poseen el MTA, CP y la amalgama de plata libre de zinc. C) Por último se repitieron similares experiencias a los efectos de analizar el comportamiento de una base intermedia de hidróxido de calcio debajo de la obturación. Se utilizó un método bacteriológico que permitió comprobar la migración de las bacterias citadas en sentido corono apical. Los resultados obtenidos en la valoración del efecto antibacteriano permitieron comprobar que el MTA tuvo una marcada acción antimicrobiana, mientras que el CP tuvo una reducida actividad sobre el *Streptococcus salivarius* y ninguna sobre el *Proteus mirabilis*. En cuanto a la capacidad selladora de las perforaciones furcales, en el estudio inmediato el MTA fue claramente superior al CP ($p < 0,02$) y a la amalgama ($p < 0,05$), no así en el estudio mediato donde los tres materiales investigados mostraron ser poco efectivos y además, que entre ellos las diferencias carecían de significación ($p > 0,05$). La utilización de una base intermedia de hidróxido de calcio pareciera no influir sobre los resultados, por lo que su empleo no es estrictamente necesario. Frente a la pobre capacidad de sellado a la microfiltración bacteriana que demostraron los tres materiales investigados, creemos que es prudente remarcar la importancia que tiene efectuar un correcto sellado provisorio así como una adecuada reconstrucción coronaria definitiva, lo que sin duda mejora el pronóstico en dientes que han sufrido la perforación accidental del piso de la cámara pulpar durante la realización de un tratamiento endodóntico.

SUMMARY

The purpose of this study was to analyze the *in vitro* sealing ability of three materials used for filling artificial perforations in the pulp chamber floor of mandibular molars. The experiment consisted of three parts: A) Study of the antibacterial effect of MTA (mineral trioxide aggregate) and of CP (Portland cement), and evaluation of their antimicrobial action against the bacteriae used in this study, the *Proteus mirabilis* and the *Streptococcus salivarius*. The possible contamination that these products might present was also considered. B) Study of the permeability to bacterial microleakage in order to investigate both the immediate and long-term sealing ability of MTA, CP, and zinc-free amalgam. C) Similar procedures were repeated in order to analyze the behaviour of a calcium hydroxide intermediate base under the obturation. The bacteriological method used showed the passage of bacteriae in a crown-down direction. The results of the assessment of the antibacterial action demonstrated that MTA had a marked antimicrobial action, whereas CP had very little effect over the *Streptococcus salivarius* and none on the *Proteus mirabilis*. With regard to the sealing ability of furcation perforations, MTA revealed a significantly better immediate ability than CP ($p < 0,02$), or than amalgam ($p < 0,05$); however, when the long-term ability was studied the three materials proved to be poorly effective. In addition, there was no significant difference among them ($p > 0,05$). The use of a calcium hydroxide intermediate base is not strictly necessary since it seemed not to have an effect on our results. In light of the poor sealing ability to bacterial microleakage of the materials studied, we believe it is advisable to highlight the importance of proper temporary sealing as well as a suitable permanent coronary reconstruction, which undoubtedly will result in a better prognosis for the teeth undergoing accidental perforation of the pulp chamber floor during root canal treatment.

BIBLIOGRAFÍA

1. ABDULLAH D, FORD TR, PAPAIOANNOU S, NICHOLSON J, MC DONALD F (2002): *An evaluation of accelerated Portland cement as a restorative material. Biomaterials* 23: 4001-10.
2. ADAMO HL, BURUIANA R, SCHERTZER L, BOYLAN RJ (1999): *A comparison of MTA, Super-EBA, composite and amalgam as root-end filling materials using a bacterial microleakage model. Int Endod J* 32: 197-203.
3. AEINEHCHIM, ESLAMI B, GHANBARIHAM, SAFFARAS (2003): *Mineral trioxide aggregate (MTA) and calcium hydroxide as pulp-capping agents in human teeth: a preliminary report. Int Endod J* 36: 225-31.
4. ALHADAINY HA, HIMEL VT (1993): *Evaluation of the sealing ability of amalgam, Cavit and glass ionomer cement in the repair of furcation perforations. Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 75: 362-66.
5. ALHADAINY HA (1994): *Root perforations. A review of literature. Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 78: 368-74.
6. ALHADAINY HA, ABDALLA AI (1998): *Artificial floor technique used for the repair of furcation perforations: a microleakage study. J Endod* 24: 33-5.
7. ALHADAINY HA, HIMEL VT, LEE WB, ELBAGHDADY YM (1998): *Use of a hydroxylapatite-based material and calcium sulfate as artificial floors to repair furcal perforations. Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 86: 723-29.
8. AL-NAZHAN S, AL-JUDAI A (2003): *Evaluation of antifungal activity of mineral trioxide aggregate. J Endod* 29: 826-27.
9. APAYDIN ES, SHABAHANG S, TORABINEJAD M (2004): *Hard-tissue healing after application of fresh or set MTA as root-end-filling material. J Endod* 30: 21-24.
10. AQRAWAWI J (2000): *Sealing ability of amalgam, Super-EBA cement, and MTA when used as retrograde filling materials. Br Dent J* 188: 266-68.
11. ARDINES LIMONCHI (1995): *Preparación de cavidades de acceso a la cámara pulpar, en MONDRAGON ESPINOSA JD: Endodoncia. México, Nueva Editorial Interamericana, 1ª ed., pp 81-82.*
12. ARENS DE, TORABINEJAD M (1996): *Repair of furcal perforations with mineral trioxide aggregate. Two case reports. Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 82: 84-88.
13. ASRARI M, LOBNER D (2003): *In vitro neurotoxic evaluation of root-end-filling materials. J Endod* 29: 743-46.
14. BAE KS, BAUMGARTNER JC, NAKATA TT (1998): *Development of an anaerobic bacterial leakage model. J Endod* 24: 233-35.
15. BALLA R, LO MONACO CJ, SKRIBNER J, LIN LM (1991): *Histological study of furcation perforations treated with tricalcium phosphate, hidroxyapatite, amalgam, and Life. J Endod* 17: 234-38.
16. BASRANI E (1988): *Endodoncia. Técnicas en preclínica y clínica. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, 1ª ed., pp 121-25.*
17. BATES CF, CARNES DL, DEL RIO CE (1996): *Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. J Endod* 22: 575-78.
18. BENEATI FW, ROANE JB, BIGGS JT, SIMON JH (1986): *Recall evaluation of iatrogenic root perforations repaired with amalgam and gutta-percha. J Endod* 12: 161-66.
19. BERASTEGUI JIMENO EM, BALLESTER PALACIOS ML (2003): *Tratamiento de apicoformación con Pro Root-MTA. Endodoncia* 21: 7-12.

20. BORAO FERNANDEZ E, BRAVO MARC D, MORENO MORALES J, ARIAS GONZALEZ JR, GARCIA BARBERO E (2003): *Apicoformación: MTA versus hidróxido de calcio*. *Endodoncia* 21: 246-55.
21. BRABANT J, KLEES L, PHILIPPART R (1961): *Compendio de histopatología del órgano dentario*. Córdoba, Editorial LES, 1ª ed., pp 141.
22. BRAMANTE CM, BERBERT A (1987): *Root perforations dressed with calcium hidroxide or zinc oxide and eugenol*. *J Endod* 13: 392-95.
23. BROWN RC, JACKSON R, SKIDMORE AE (1994): *An evaluation of apical leakage of a glass ionomer root canal sealer*. *J Endod* 20: 288-91.
24. BRYAN EB, WOOLLARD G, MITCHEL WC (1999): *Nonsurgical repair of furcal perforations: a literature review*. *Gen Dent* 47: 274-80.
25. CARR GB, BENTKOVER SK (1999): *Cirugía endodóntica*, en COHEN S, BURNS RC: *Vías de la pulpa*. Madrid, Harcourt, 7ª ed., pp 609-16.
26. CASTAGNOLA L (1956): *Conservación de la vitalidad de la pulpa en la operatoria dental*. Buenos Aires, Editorial Mundi, 1ª ed. pp 26.
27. CHAU JY, HUTTER JW, MORK TO, NICOLL BK (1997): *An in vitro study of furcation perforation repair using calcium phosphate cement*. *J Endod* 23: 588-92.
28. CHOYAYEB AA (1992): *Comparison of conventional root canal obturation techniques with Thermafil obturators*. *J Endod* 18: 10-12.
29. CHONG BS, OWADALLY ID, PITT FORD TR, WILSON RF (1994): *Antibacterial activity of potential retrograde root filling materials*. *Endod Dent Traumatol* 10: 66-70.
30. CHONG BS, PITT FORD TR, HUDSON MB (2003): *A prospective clinical study of mineral trioxide aggregate and IRM when used as root-end filling materials in endodontic surgery*. *Int Endod J* 36: 520-26.
31. CUMMINGS RR, INGLE JI, FRANK AL, GLICK DH, ANTRIM DD (1987): *Cirugía endodóntica*, en INGLE JI, TAINTOR JF: *Endodoncia*. México, Nueva Editorial Interamericana, 3ª ed, pp 693-96.
32. DAOUDI MF, SAUNDERS WP (2002): *In vitro evaluation of furcal perforation repair using mineral trioxide aggregate or resin modified glass ionomer cement with and without the use of the operating microscope*. *J Endod* 28: 512-15.
33. DAZEY S, SENIA S (1990): *An in vitro comparison of the sealing ability of materials placed in lateral root perforations*. *J Endod* 16: 19-23.
34. DIAZ JV (1976): *Comparación de hallazgos radiológicos y de transparentación en la anatomía de conductos radiculares*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Caracas. Caracas. República de Venezuela.
35. DOMINGUEZ MS, WITHERSPOON DE, GUTMANN JL, OPPERMAN LA (2003): *Histological and scanning electron microscopy assessment of various vital pulp-therapy materials*. *J Endod* 29: 324-33.
36. DONADO A (2001): *Cirugía, ¿Una solución en Endodoncia?. Perspectivas futuras*. *Endodoncia* 19: 197.
37. DUARTE MA, DEMARCHI AC, YAMASHITA JC, KUGA MC, FRAGA S de C (2003): *pH and calcium release of 2 root-end filling materials*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 95: 345-47.

38. ECONOMIDES N, PANTELIDOU O, KOKKASA, TZIAFAS D (2003): Short-term periradicular tissue response to mineral trioxide aggregate (MTA) as root-end filling material. *Int Endod J* 36: 44-48.
39. EIDELMAN E, HOLAN G, FUKS AB (2001): Mineral trioxide aggregate vs formocresol in pulpotomized primary molars: a preliminary report. *Pediatr Dent* 23: 15-18.
40. EL DEEB ME, EL DEEB M, TABIBI A, JENSEN JR (1982): An evaluation of the use of amalgam, Cavit and calcium hydroxide in the repair of furcation perforations. *J Endod* 8: 459-66.
41. ESTRELA C, PIMENTA FC, YOKO ITO I, BAMMANN LL (1999): Antimicrobial evaluation of calcium hydroxide in infected dentinal tubules. *J Endod* 25: 416-18.
42. ESTRELA C, BAMMANN LL, ESTRELA CRA, SILVA RS, PECORA JD (2000): Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. *Braz Dent J* 11: 3-9.
43. FABRA CAMPOS H, ARANGUREN CANGAS J (2001): El Agregado de Mineral Trióxido (MTA) como posible tratamiento en los fracasos de origen endo-periodontal. *Endodoncia* 19: 40-50.
44. FARACO IM, HOLLAND R (2001): Response of the pulp of dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. *Dent Traumatol* 17: 163-66.
45. FAVA LRG (1984): *Endodontia – Temas de actualizacáo*. San Pablo, Livraria Editora Artes Médicas, 1ª ed., pp 4.
46. FERNANDEZ CANOVAS M (1996): *Hormigón*. Madrid, Colegio de Ingenieros, Canales y Puertos, 4ª ed., pp 19-27.
47. FERRIS DM, BAUMGARTNER JC (2004): Perforation repair comparing two types of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 30: 422-24.
48. FIGUNME, GARINO RG (1999): *Anatomía odontológica funcional y aplicada*. Buenos Aires, El ateneo, 2ª ed., pp 425-26.
49. FISHER EJ, ARENS DF, MILLER CH (1998): Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with Zinc-free amalgam, intermediate restorative material and super EBA as a root-end filling material. *J Endod* 24: 176-79.
50. FOGEL HM, PEIKOFF MD (2001): Microleakage of root-end filling materials. *J Endod* 27: 456-58.
51. FRANK AL (1974): Resorption, perforations and fractures. *The Dent Clin N Am* 18: 465-87.
52. FRANK AL (1980): Hidróxido de calcio ¿Medicamento básico?, en *Clínicas odontológicas de Norteamérica*. México, Interamericana, pp 692-93.
53. FRANK AL, SIMON JHS, ABOU-RASSM, GLICK DH (1988): *Endodoncia clínica y quirúrgica. Fundamentos de la práctica odontológica*. Barcelona, Editorial Labor, 1ª ed., pp 157-62.
54. FRANK AL, GLICK DH, PATTERSON SS, WEINW FS (1992): Long term evaluation of surgically placed amalgam filling. *J Endod* 18: 391-98.
55. FRANK RJ (2000): Percances endodónticos: su detección, corrección y prevención, en INGLE JI, BAKLAND LK: *Endodoncia*, México, Mc Graw-Hill Interamericana, 4ª Ed, pp 858-59.
56. FUNTEAS UR, WALLACE JA, FOCHTMAN EW (2003): A comparative analysis of mineral trioxide aggregate and Portland cement. *Aust Endod J* 29: 43-44.
57. FUSS Z, ABRAMOVITZ I, METZGER Z (2000): Sealing furcation perforations with silver glass ionomer cement: an in vitro evaluation. *J Endod* 26: 466-68.

58. GIULIANI V, BACCETTI T, PACE R, PAGAVINO G (2002): *The use of MTA in teeth with necrotic pulps and open apices. Dent Traumatol* 18: 217-21.
59. GOLDMAN LB, GOLDMAN N, KRONMAN JM, LIN PS (1980): *Adaptation and porosity of Poli – HEMA in a model system using two microorganism. J Endod* 6: 683-86.
60. GONDIM E, ZAIA AA, GOMES BP, FERRAZ CC, TELXEIRA FB, SOUZA-FILHO FJ (2003): *Investigation of the marginal adaptation of root-end filling materials in root-end cavities prepared with ultrasonic tips. In Endod J* 36: 491-99.
61. GRIMBERG F, BANEGAS G, CHIACCHIO L, ZMENER O (2001): *Obtención de perforaciones radiculares por medio de un sistema de gutapercha termoplastizada. Un estudio in vitro. RAOA.* 89: 483-88.
62. GROSSMAN LI (1959): *Tratamiento de los accidentes producidos durante la práctica endodóntica. Odont Clin N Am. Buenos Aires, Ed Mundi, 3: 331-38.*
63. GROSSMAN LI (1973): *Práctica endodóntica. Buenos Aires, Ed Mundi, 7ª ed, pp 152-61.*
64. HACHMEISTER DR, SCHINDLER WG, WALKER WA, THOMAS DD (2002): *The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. J Endod* 28: 386-90.
65. HANY-ANWAR M, MAKKAWY SREENIVAS K, MARSHALL TL, NELS OE (1998): *Cytotoxicity of root perforation repair materials. J Endod* 24: 477-79.
66. HARRIS WE (1976): *A simplified method of treatment for endodontic perforations. J Endod* 2: 126-34.
67. HARTWELL GR, ENGLAND MC (1993): *Healing of furcation perforations in primate teeth after repair with decalcified freeze-dried bone: a longitudinal study. J Endod* 19: 357-61.
68. HARTY FJ (1979): *Endodoncia en la práctica clínica. México, Editorial el Manual Moderno, 1ª ed., pp 45-69.*
69. HAYASHI M, SHIMIZU A, EBISU S (2004): *MTA for obturation of mandibular central incisor with open apices: case report. J Endod* 30: 120-22.
70. HIMEL VT, ALHADAINY HA (1995): *Effect of dentin preparation and acid etching on the sealing ability of glass ionomer and composite resin when used to repair furcation perforations over plaster of paris barriers. J Endod* 21: 142-45.
71. HOLLAND R, DE SOUZA V, NERY MJ, BERNABE PFE, OTOBONI FILHO JA (1976): *Endodontia. Facultad de Odontología de Aracatuba, San Pablo, Brasil, 1ª ed., pp 1-2; 164.*
72. HOLLAND R, DE SOUZA V, NERY MJ, OTOBONI FILHO JA, BERNABE PF, DEZAN E (1999): *Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. J Endod* 25: 161-66.
73. HOLLAND R, DE SOUZA V, NERY MJ, BERNABE PFE, OTOBONI FILHO JA, DEZAN E (2001): *Agregado de trióxido mineral y cemento Portland en la obturación de conductos radiculares de perro. Endodoncia* 19: 275-80.
74. HOLLAND R, DE SOUZA V, MURATA SS, NERY MJ, BERNABE PFE, OTOBONI FILHO JA, DEZAN E (2001): *Healing process of dog dental pulp after pulpotomy and pulp covering with mineral trioxide aggregate or Portland cement. Braz Dent J* 12: 109-13.
75. HOLLAND R, OTOBONI FILHO JA, DE SOUZA V, JUVENAL M, ESTRADA PF, DEZAN E (2001): *Reparación de las perforaciones radiculares laterales con agregado trióxido mineral. Endodoncia* 19: 229-34.

76. HOLLAND R, DE SOUZA V, NERY MJ, FARACO IM, BERNABE PFE, OTOBONI FILHO JA, DEZAN E (2001): *Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate, Portland cement or calcium hydroxide*. *Braz Dent J* 12: 3-8.
77. HOLLAND R, DE SOUZA V, NERY MJ, BERNABE PFE, OTOBONI FILHO JA, DEZAN E, MURATA SS (2002): *Calcium salts deposition in rat connective tissue after the implantation of calcium hydroxide-containing sealers*. *J Endod* 28: 173-76.
78. HOLLAND R, DE SOUZA V, NERY MJ, FARACO IM, BERNABE PFE, OTOBONI FILHO JA, DEZAN E (2002): *Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with a white mineral trioxide aggregate*. *Braz Dent J* 13: 23-26.
79. HONG CU, TORABINEJAD M, KETTERING JD (1993): *The effects of three retrofilling materials on selected oral bacteria*. Abstract #67. *J Endod* 19: 200.
80. HSIEN HC, CHENG YA, LEE YL, LAN WH, LIN CP (2003): *Repair of perforating internal resorption with mineral trioxide aggregate: a case report*. *J Endod* 29: 538-39.
81. IMURA N, OTANI SM, HATA G, TODA T, ZUOLO ML (1998): *Sealing ability of composite resin placed over calcium hydroxide and calcium sulphate plugs in the repair of furcation perforations in mandibular molars: a study in vitro*. *Int Endod J* 31: 79-84.
82. INGLE JI, BAKLAND LK, PETERS DL, BUCHANAN LK, MULLANEY TP (2000): *Preparación de la cavidad endodóntica*, en INGLE JI y BAKLAND LK: *Endodoncia*. México, Mc Graw – Hill Interamericana editores, 4º ed, p 197.
83. INGLE JI, BEVERIDGE EE, GLICK DH, WEICHMAN JA (2000): *Terapia endodóntica moderna*, en INGLE JI y BAKLAND LK: *Endodoncia*. México, Mc Graw – Hill Interamericana editores, 4º ed, p 23.
84. INOUE S, YOSHIMURA M, TINKLE JS, MARSHAL FJ (1991): *A 24-week study of the microleakage of four retrofilling materials using a fluid filtration method*. *J Endod* 17: 369-75.
85. JANTARAT J, DASHPER SG, MESSER HH (1999): *Effect of matrix placement on furcation perforation repair*. *J Endod* 25: 192-96.
86. JEW RCK, WEINE FS, KEENE JJ, SMULSON MH (1982): *A histologic evaluation of periodontal tissues adjacent to root perforations filled with Cavit*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 54: 124-35.
87. JOHNSON BR (1999): *Considerations in the selection of a root-end filling material*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 87: 398-304.
88. JOFFE E (2002): *Use of mineral trioxide aggregate (MTA) in root repairs: clinical cases*. *NY State J* 68: 34-36.
89. KEISER K, JOHNSON CC, TRIPTON DA (2000): *Cytotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts*. *J Endod* 26: 288-91.
90. KETTERING JD, TORABINEJAD M (1995): *Investigation of mutagenicity of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials*. *J Endod* 21: 537-39.
91. KING KT, ANDERSON RW, PASHLEY DH, PANTERA DA (1990): *Longitudinal evaluation of the seal of endodontic retrofillings*. *J Endod* 16: 307-10.
92. KOH ET, MC DONALD F, PITT FORD TR, TORABINEJAD M (1998): *Cellular response to mineral trioxide aggregate*. *J Endod* 24: 543-47.
93. KOH ET, FORD TR, KARIYAWASAM SP, CHEN NN, TORABINEJAD M (2001): *Prophylactic treatment of dens evaginatus using mineral trioxide aggregate*. *J Endod* 27: 540-42.

-
94. KOHEN S, ZMENER O (2001): *MTA: sus posibilidades de uso en Endodoncia y Odontología Integral*. R.A.O.A. 89: 422-24.
95. KOS WL, AULOZZI DP, GERSTEIN H (1982): *A comparative bacterial microleakage study of retrofilling materials*. *J Endod* 8: 355-58.
96. KRATCHMAN SI (2004): *Perforation repair and one-step apexification procedures*. *Dent Clin North Am* 48: 291-307.
97. KUTTLER Y (1980): *Fundamentos de la Endo-Metaendodoncia práctica*. México, Francisco Méndez Oteo, 2ª ed., pp 7-17.
98. LAMB EL, LOUSHINE RJ, WELLER RN, KIMBROUGH WF, PASHLEY DH (2003): *Effect of root resection on the apical sealing ability of mineral trioxide aggregate*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 95: 732-35.
99. LANGELAND K (1979): *Histología y Fisiología de la pulpa*, en COHEN S, BURNS RC: *Endodoncia. Los caminos de la pulpa*. Buenos Aires, Intermédica, 1ª ed., pp 203.
100. LANTZ B, PERSSON PA (1970): *Periodontal tissue reactions after surgical treatment of root perforations in dog's teeth. A histologic study*. *Odontol Revy* 21: 51-62.
101. LASALA A (1979): *Endodoncia*. Barcelona, Salvat editores, 3ª ed, pp 3-5; 432-34.
102. LAWLEY GR, SCHINDLER WG, WALKER WA, KOLODRUBETZ D (2004): *Evaluation of ultrasonically placed MTA and fracture resistance with intracanal composite resin in a model of apexification*. *J Endod* 30: 167-72.
103. LEE SJ, MONSEF M, TORABINEJAD M (1993): *Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations*. *J Endod* 19: 541-44.
104. LOPEZ BEGAZO A (1991): *Acceso endodóntico – Consideraciones clínicas*. Colegio Odontológico del Perú, Lima, pp 22-91.
105. MAIN C, MIRZAYAN N, SHABAHANG S, TORABINEJAD M (2004): *Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: a long-term study*. *J Endod* 30: 80-83.
106. MAISTO OA (1984): *Endodoncia*. Buenos Aires, Editorial Mundi, 4ª ed, pp 108;333-36.
107. MANGIN C, YESILSOY C, NISSAN R, STEVENS R (2003): *The comparative sealing ability of hydroxyapatite cement, mineral trioxide aggregate, and super ethoxybenzoic acid as root-end filling materials*. *J Endod* 29: 261-64.
108. MAROTO M, BARBERIA E, PLANELLS P, VERA V (2003): *Treatment of a non-vital immature incisor with mineral trioxide aggregate (MTA)*. *Dent Traumatol* 19: 165-69.
109. MARTELL B, CHANDLER NP (2002): *Electrical and dye leakage comparison of three root-end restorative materials*. *Quintessence Int* 33: 30-34.
110. MARTIN LR, GILBERT B, DICKERSON AM (1982): *Management on endodontic perforations*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 54: 668-77.
111. MATLOFF IR, JENSEN JR, SINGER L, TABIBI A (1982): *A comparison of methods used in root canal sealability studies*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 53: 203-08.
112. MIÑANA GOMEZ M (2000): *Utilización del Agregado de Trióxido Mineral (MTA) como barrera apical en dientes con el ápice abierto*. *Endodoncia* 18: 131-39.
113. MIÑANA GOMEZ M (2002): *Tratamiento de una perforación en un incisivo central maxilar*. *Endodoncia* 20: 239-44.
114. MITTAL M, CHANDRA S, CHANDRA S (1999): *An evaluation of plaster of Paris barriers used under various materials to repair furcation perforations (in vitro study)*. *J Endod* 25: 385-88.

115. MOLONEY LG, FEIK SA, ELLENDER G (1993): Sealing ability of three materials used to repair lateral root perforations. *J Endod* 19: 59-62.
116. NAKATA TT, BAE KS, BAUMGARTNER JC (1998): Perforation repair comparing mineral trioxide aggregate and amalgam using an anaerobic bacterial leakage model. *J Endod* 24: 184-86.
117. OSORIO RM, HEFTI A, VERTUCCI FJ, SHAWLEY AL (1998): Cytotoxicity of endodontic materials. *J Endod* 24: 91-96.
118. PAGANO JL (1965): *Anatomía dentaria*. Buenos Aires, Editorial Mundi, 1º ed., pp 167.
119. PAIVA GP, ANTONIAZZI JH (1984): *Endodontia-Bases para a practica clinica*. San Pablo, Brasil, Artes Médicas L^{da}, 1ª ed., pp 317.
120. PITT FORD TR, TORABINEJAD M, MC KENDRY DJ, HONG CU, KARIYAWASAM SP (1995): Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 79: 756-63.
121. PITT FORD TR, TORABINEJAD M, ABEDI HR, BACKLAND LK, KARIYAWASAM SP (1996): Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping material. *J Am Dent Assoc* 127: 1491-94.
122. PUCCI FM, REIG R (1944): *Conductos radiculares. Morfología y topografía dentaria*. Montevideo, Ed. Médico-Quirúrgica, 1ª ed., vol. 1, 1ª parte, pp 225-30.
123. RACCA SE (2001): MTA: un nuevo material de reparación en Endodoncia. *Rev del Circulo Odont de Rosario* 66: 35-39.
124. REGAN JD, GUTMANN JL, WITHERSPOON DE (2002): Comparison of Diaket and MTA when used as root-end filling materials to support regeneration of the periradicular tissues. *Int Endod J* 35: 840-47.
125. ROMANI NF, CARLIK J, MASSAFELLIM, CANEPAR, GENTIL SN, DE OLIVEIRA S (1994): *Texto y atlas de técnicas clínicas endodónticas*. México, Interamericana Mc Graw-Hill, 2ª ed., pp 2-3.
126. RUIZ de GOLPEGUI FERNANDEZ J, CAMPOS BUENO L, GONZALEZ IZQUIERDO J (2003): Incisivo lateral maxilar geminado. *Endodoncia* 21: 79-84.
127. SAIDON J, HE J, ZHU Q, SAFAVI K, SPANGBERG LS (2003): Cell and tissue reactions to mineral trioxide aggregate and Portland cement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 95: 483-89.
128. SALAKO N, JOSEPH B, RITWIK P, SALONEN J, JHON P, JUNAID TA (2003): Comparison of bioactive glass, mineral trioxide aggregate, ferric sulfate, and formocresol as pulpotomy agents in rat molar. *Dent Traumatol* 19: 314-20.
129. SCHEERER SQ, STEIMAN HR, COHEN J (2001): A comparative evaluation of three root-end filling materials: an in vitro leakage study using *Prevotella nigrescens*. *J Endod* 27: 40-42.
130. SCHMITT D, LEE J, BOGEN G (2001): Multifaceted use of Pro Root MTA root canal repair material. *Pediatr Dent* 23: 326-30.
131. SCHWARTZ SA, ALEXANDER JB (1988): A comparison of leakage between silver glass ionomer cement and amalgam retrofillings. *J Endod* 14: 385-91.
132. SCHWARTZ RS, MAUGER M, CLEMENT DJ, WALKER WA III (1999): Mineral trioxide aggregate: a new material for endodontics. *J Am Dent Assoc* 130: 967-75.
133. SHIPPER G, GROSSMAN ES, BOTHAA AJ, CLEATON-JONES PE (2004): Marginal adaptation of mineral trioxide aggregate (MTA) compared with amalgam as a root-end filling material: a low-vacuum (LV) versus high-vacuum (HV) SEM study. *Int Endod J* 37: 325-36.

-
134. SINAI IH (1977): *Endodontic perforations. Their prognosis and treatment.* J.A.D.A. 95: 90-95.
135. SIQUEIRA JF, DE UZEDA M (1996): *Desinfection by calcium hydroxide pastes of dentinal tubules infected with two obligate and one facultative anaerobic bacteria.* J Endod 22: 674-76.
136. SLUYK SR, MOON PC, HARTWELL GR (1998): *Evaluation of setting properties and retention characteristics of mineral trioxide aggregate when used as a furcation perforation repair material.* J Endod 24: 768-71.
137. SMEE G, BOLANOS OR, MORSE DR, FURST ML, YESILOY C (1987): *A comparative leakage study of P-30 resin bonded ceramic, teflon, amalgam and IRM as retrofilling seals.* J Endod 13: 117-21.
138. SMITH MA, STEIMAN HR (1994): *An in vitro evaluation of a microleakage of two new and two old root canal sealers.* J Endod 20: 18-21.
139. SOARES IJ, GOLDBERG F (2002): *Endodoncia-Técnica y Fundamentos.* Buenos Aires, Ed. Médica Panamericana, 1ª ed., pp 175-76.
140. SPIRONELLI RAMOS CA, MONTEIRO BRAMANTE C (1997): *Endodontia.* Londrina, Ed. UEL, 1ª ed., pp 37-38.
141. STABHOLZ A, SHANI J, FRIEDMAN S, ABED J (1985): *Marginal adaptation of retrograde fillings and its correlation with sealability.* J Endod 11: 218-23.
142. STEINIG TH, REGAN JD, GUTMANN JL (2003): *The use and predictable placement of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification cases.* Aust Endod J 29: 34-42.
143. STOWE TJ, SEDGLEY CM, STOWE B, FENNO JC (2004): *The effects of chlorhexidine gluconate (0,12%) on the antimicrobial properties of tooth-colored ProRoot mineral trioxide aggregate.* J Endod 30: 429-31.
144. TANG HM, MORROW JD, KETTERING JD, TORABINEJAD M (1997): *Endotoxin leakage of four root-end filling materials.* Abstract # 42. J Endod 23: 259.
145. TANG HM, TORABINEJAD M, KETTERING JD (2002): *Leakage evaluation of root end filling materials using endotoxin.* J Endod 28: 5-7.
146. THOMSON TS, BERRY JE, SOMERMAN MJ, KIRKWOOD KL (2003): *Cementoblast maintain expression of osteocalcin in the presence of mineral trioxide aggregate.* J Endod 29: 407-12.
147. TOME L, ZMENER O (2003): *Posibilidades del MTA como material de sellado para la obturación retrógrada en la cirugía endodóntica.* Endodoncia 21: 159-66.
148. TORABINEJAD M, WATSON TF, PITT FORD TR (1993): *Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material.* J Endod 19: 591-95.
149. TORABINEJAD M, HIGA RK, MC KENDRY DJ, PITT FORD TR (1994): *Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination.* J Endod 20: 159-63.
150. TORABINEJAD M, RASTEGAR AF, KETTERING JD, PITT FORD TR (1995): *Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root end filling material.* J Endod 21: 109-12.
151. TORABINEJAD M, WILDER-SMITH P, KETTERING JD, PITT FORD TR (1995): *Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials.* J Endod 21: 295-99.
152. TORABINEJAD M, HONG CU, MC DONALD F, PITT FORD TR (1995): *Physical and chemical properties of a new root end filling material.* J Endod 21: 349-53.
153. TORABINEJAD M, HONG CU, PITT FORD TR, KETTERING JD (1995): *Antibacterial effects of some root end filling materials.* J Endod 21: 403-06.
-

-
154. TORABINEJAD M, HONG CU, PITT FORD TR, KETTERING JD (1995): *Cytotoxicity of four root end filling materials. J Endod 21: 489-92.*
155. TORABINEJAD M, HONG CU, PITT FORD TR, KARIYAWASAM SP (1995): *Tissue reaction to implanted Super-EBA and mineral trioxide aggregate in the mandible of Guinea pigs: a preliminary report. J Endod 21: 569-71.*
156. TORABINEJAD M, HONG CU, LEE SJ, MONSEFM, PITT FORD TR (1995): *Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. J Endod 21: 603-08.*
157. TORABINEJAD M, PITT FORD TR, MC KENDRY DJ, ABEDI HR, MILLER DA, KARIYAWASAM SP (1997): *Histologic assessment of mineral trioxide aggregate as a root-end filling in monkeys. J Endod 23: 225-28.*
158. TORABINEJAD M, PITT FORD TR, ABEDI HR, KARIYAWASAM SP, TANG HM (1998): *Tissue reaction to implanted root-end filling materials in the tibia and mandible of Guinea pigs. J Endod 24: 468-71.*
159. TORABINEJAD M, CHIVIAN N (1999): *Clinical applications of mineral trioxide aggregate. J Endod 25: 197-205.*
160. TORNECK CD, TORABINEJAD M (1997): *Biología de la pulpa dental y los tejidos perirradiculares, en WALTON RE, TORABINEJAD M: Endodoncia-Principios y práctica. México, Mc Graw-Hill Interamericana, 2ª ed., pp 11.*
161. TRONSTAD L (1993): *Endodoncia clínica. Barcelona, Ediciones Científicas y Técnicas S.A, 1ª ed., pp 216-17.*
162. TZIAFAS D, PANTELIDOU O, ALVANOVA, BELIBASAKIS G, PAPANIMITRIOU S (2002): *The dentinogenic effect of mineral trioxide aggregate (MTA) in short-term capping experiments. Int Endod J 35: 245-54.*
163. ULFOHN AG (1999): *Evaluación inmediata y a distancia del sellado del conducto radicular en dientes apicectomizados mediante microfiltración bacteriana hacia el periápice. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. República Argentina.*
164. ULFOHN R (1970): *Estudio autorradiográfico del sellado cavitario de cuatro materiales de obturación temporaria. Od Uruguay 25: 13-17.*
165. ULFOHN R, GANI OA, ULFOHN SM, DE CASO CN, BOIERO CF (1998): *Calidad de obturación y permeabilidad bacteriana en conductos acintados obturados con tres técnicas diferentes. J.A.D.A. (ed. Arg.) 2: 24-8.*
166. VALOIS CR, COSTA ED Jr (2004): *Influence of the thickness of mineral trioxide aggregate on sealing ability of root-end fillings in vitro. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 97: 108-11.*
167. VILLENA MARTINEZ H (2001): *Terapia pulpar. Lima, Universidad Peruana Cayetano Heria, 1ª ed., pp 172.*
168. VISVISIAN C, GANI O, ULFOHN R, GENDELMAN H (1993): *Influencia de la edad sobre los conductos accesorios extendidos entre el piso cameral y la furcación en primeros molares superiores. R.A.O.A. 81: 251-55.*
169. WALTON RE, TORABINEJAD M (1997): *Endodoncia – Principios y práctica. México, Mc Graw – Hill Interamericana editores, 2ª ed, pp 318-26; 333-35.*
170. WELCH JD, ANDERSON RW, PASHLEY DH, WELLER RN, KIMBROUGH WF (1996): *An assessment of the ability of various materials to seal furcation canals in molar teeth. J Endod 22: 608-11.*

-
171. WELDON JK, PASHLEY DH, LOUSHINERJ, WELLERN, KIMBROUGH WF (2002): Sealing ability of mineral trioxide aggregate and Super-EBA when used as furcation repair materials: a longitudinal study. *J Endod* 28: 467-70.
172. WEST JD, ROANE JB (1999): Sistemas de limpieza y conformación de los canales radiculares, en COHEN S, BURNS RC: *Vías de la pulpa*. Madrid, Harcourt, 7ª ed., 225-26.
173. WHEELER RC (1965): *A textbook of dental anatomy and physiology*. Philadelphia, W.D. Saunders company, 4º ed, pp289-314.
174. WHITE C, BRYANT N (2002): Combined therapy of mineral trioxide aggregate and guided tissue regeneration in the treatment of external root resorption and an associated osseous defect. *J Periodontol* 73: 1517-21.
175. WUMK, KONTAKIOTIS EG, WESSELINK PR (1998): Long-term seal provided by some root-end filling materials. *J Endod* 24: 557-60.
176. WUCHERPFENNING AL, GREEN DB (1999): Mineral trioxide vs Portland cement: Two biocompatible filling materials. Abstract #40. *J Endod* 25: 308.
177. YALTIRIK M, OZBAS H, BILGIC B, ISSEVER H (2004): Reactions of connective tissue to mineral trioxide aggregate and amalgam. *J Endod* 30: 95-99.
178. YANCEY MY (1996): Ten rules for reading clinical research reports. *Am J Orthod* 109: 559-64.
179. YATSUSHIRO JD, BAUMGARTNER JC, TINKLE JS (1998): Longitudinal study of the microleakage of two root-end filling materials using a fluid conductive system. *J Endod* 24: 716-19.