

Pulpotomías en molares primarios. Revisión de la literatura

M. F. CONTRERAS SOMOZA, S. SÁEZ MARTÍNEZ, L. J. BELLET DALMAU

Facultad de Odontología. Universitat Internacional de Catalunya

RESUMEN

La pérdida prematura de dientes temporales tiene un efecto perjudicial sobre el desarrollo de la dentición definitiva y del aparato masticatorio en su totalidad. Con frecuencia, el tratamiento conservador se ve dificultado por las afecciones pulpares. Se han empleado diversos procedimientos para conservar los dientes temporales afectados por caries. Así, el propósito de la pulpotomía es eliminar la infección bacteriana de la pulpa coronal y dejar un diente sano, asintomático, hasta su exfoliación. El material que más se ha utilizado sobre la pulpa radicular remanente ha sido el formocresol, ya que ofrece buenos resultados. Sin embargo, se le han atribuido efectos adversos; por esta razón, se han desarrollado numerosos estudios buscando una alternativa.

PALABRAS CLAVE: Pulpotomías. Formocresol. Sulfato Férrico. MTA. Hipoclorito de sodio.

ABSTRACT

The early loss of primary teeth could have a harmful effect in the development of the permanent teeth and the whole oral cavity. It is frequent that the conservative treatment will be involved with pulpar complications. To conserve the primary teeth affected by caries it is necessary to use many procedures. The pulpotomy's purpose is to eliminate the bacterial infection of the pulpar tissue crown and leave a healthy tooth, without symptoms, until the exfoliation. The most employed material in pulpotomies procedures is formocresol because the high success that it is obtained. Nevertheless, concerns about the safety of formocresol have led to investigations to search alternative materials.

KEY WORDS: Pulpotomies. Formocresol. Ferric sulfate. MTA. Sodium hypochlorite.

INTRODUCCIÓN

A pesar de los avances en la prevención de la caries dental, la pérdida prematura de dientes temporales sigue siendo frecuente, pudiendo tener un efecto perjudicial sobre el desarrollo posterior de la dentición definitiva y del aparato masticatorio en su totalidad (1).

Con frecuencia, el tratamiento conservador se ve dificultado por la presencia de afectaciones pulpares, a las que el diente temporal es más susceptible que el diente permanente, debido en gran parte a las diferencias anatómicas, morfológicas y patológicas existentes entre ambas denticiones (1,2).

Es necesario realizar diversos procedimientos para conservar los dientes temporales afectados por caries o traumatismo. Así, la pulpotomía ayuda a mantener la integridad de las arcadas dentales preservando aquellos dientes que deberían, de otra manera, estar destinados a extracción (3).

En términos generales, una pulpotomía consiste en la amputación de la pulpa coronal y la aplicación de un medicamento sobre el tejido pulpar radicular vital remanente. Este tratamiento se basa en el hecho de que, clínicamente, se diagnostique inflamación pulpar reversible en la pulpa coronal, con la posibilidad de dejar una pulpa radicular sana o con inflamación reversible (2,4).

El estado pulpar, la duración del diente temporal en la cavidad oral y la restaurabilidad correspondiente del mismo son tres aspectos generales a evaluar para considerar si en un diente deciduo está indicado dicho tratamiento pulpar (5).

Se han utilizado numerosos agentes fármaco-terapéuticos en la pulpa radicular remanente de molares temporales. Buckley en 1904 introduce el medicamento más utilizado hasta la actualidad: el formocresol. Sin embargo, se le han atribuido efectos adversos, por lo que se han desarrollado numerosos estudios para buscar una alternativa (1,3,5,6).

PULPOTOMÍA

CONCEPTO, INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

Se define pulpotomía como el procedimiento de amputación de la porción coronal de la pulpa dental afectada y/o infectada por caries o traumatismo (Fig. 1). Este procedimiento clínico tiene por finalidad la conservación de la vitalidad de la pulpa radicular, de manera que las raíces puedan seguir desarrollándose de forma fisiológica. Una parte esencial de la técnica consiste en la aplicación de materiales que estimulen la cicatrización pulpar y permitan el desarrollo fisiológico del diente primario hasta su exfoliación (1,4,5,7,8).



Fig. 1. Amputación de la pulpa coronal.

Realizaremos dicho tratamiento en un diente temporal si su estado pulpar, cuyo diagnóstico es clínico, corresponde a una pulpitis reversible. En este caso, la inflamación/infección afecta a una parte o a la totalidad de la pulpa coronaria, y el estado de la pulpa radicular remanente no deberá corresponder a una pulpitis irreversible o necrosis pulpar (1,2,8,9).

Clínicamente, una pulpitis reversible refiere dolor de corta duración que desaparece al eliminar el estímulo que lo provoca. Pasados los 5 minutos de hemostasis de la técnica de pulpotomía, en caso de pulpitis reversible, el tejido pulpar radicular remanente será de color rojo claro y no sangrará. Si vuelve a sangrar, lo hará moderadamente (1,2,5,8-10).

La pulpotomía de dientes primarios está contraindicada en los casos clínicos de pulpitis irreversible o necrosis pulpar (1,2,5,9).

El dolor dental espontáneo, continuo, que impide dormir o que no se calma con medicación habitual, indica un daño pulpar avanzado, correspondiente a una pulpitis irreversible. En estos casos, pasados los 5 minutos

de hemostasis de la técnica de pulpotomía, se observará hemorragia excesiva, la cual generalmente es de color púrpura. Por lo tanto, el tratamiento indicado será la pulpectomía o extracción del diente (1,2,5,7).

Clínicamente, la necrosis pulpar se manifiesta con ausencia de dolor de origen pulpar e hipersensibilidad o dolor a la percusión. En una pulpotomía, la ausencia de sangrado en la cámara pulpar es un signo de necrosis pulpar; de igual manera, el tratamiento indicado será la pulpectomía o extracción del diente primario (1,2,5,7,9).

Las características clínicas de pulpitis irreversible o necrosis pulpar son:

- Absceso.
- Fístula.
- Movilidad patológica (1,2,5,9).

Radiográficamente, las características de pulpitis irreversible o necrosis pulpar son:

- Radiolucidez perirradicular.
- Radiolucidez interradicular.
- Radiolucidez en furca.
- Reabsorciones radiculares internas y/o externas.
- Calcificaciones pulpares.
- Afectación del germen permanente (1,5,9).

Otro aspecto a tener en cuenta es la duración del diente temporal en la cavidad oral. La pulpotomía en dientes deduidos está indicada si existe al menos dos tercios de la longitud total de la raíz (5) (Fig. 2).

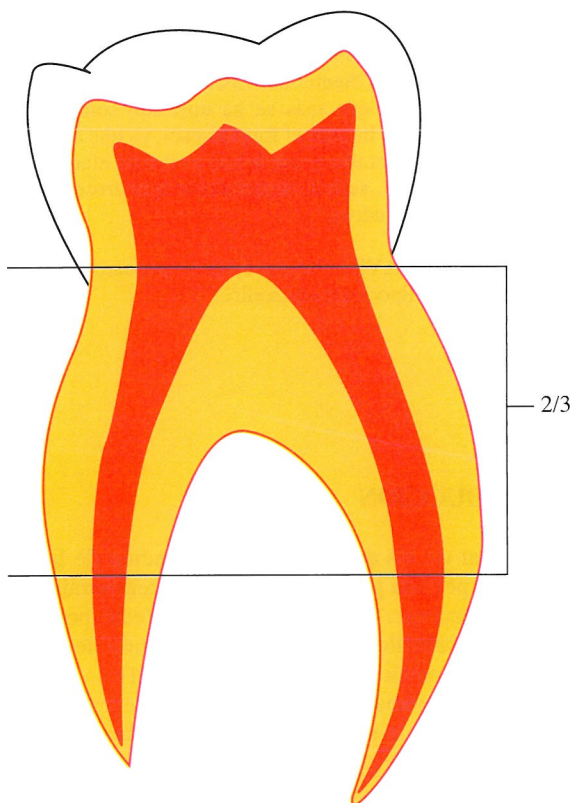


Fig. 2. Dos tercios de la longitud total de la raíz.

Únicamente si es factible la restauración del diente temporal, estará indicada la pulpotomía. Los resultados de diversos estudios indican que las coronas de acero inoxidable son el tratamiento de elección para la restau-

ración de los dientes primarios que han sido sometidos a un procedimiento pulpar (Fig. 3). Dichos estudios han demostrado que las coronas de acero inoxidable son superiores a las amalgamas multisuperficie y a las resinas (5,9,11-16).

Se considera que una pulpotomía ha fracasado si se presenta cualquier signo y/o síntoma de pulpitis irreversible o necrosis pulpar, sin importar si su hallazgo es clínico y/o radiológico (3,5) (Tabla I).



Fig. 3. Restauración con corona de acero inoxidable.

TABLA I

HALLAZGOS QUE INDICAN FRACASO EN LA PULPOTOMÍA

<i>Clínicos</i>	<i>Radiológicos</i>
Dolor	Reabsorción radicular externa
Absceso	Reabsorción radicular interna
Fístula	Radiolucidez periapical
Sensibilidad a la percusión	Radiolucidez en furca
Movilidad patológica	Ensanchamiento del ligamento periodontal
	Afectación del germen permanente

TÉCNICA CLÍNICA

El procedimiento más recomendado es el siguiente:

1. Radiografía periapical e interproximal reciente del diente a tratar.
2. Anestesia tópica:
 - Secar la mucosa con aire (debido a que la presencia de saliva impide el efecto del anestésico tópico) y aislar con una gasa o rollito de algodón.
 - Aplicación del anestésico tópico, el cual tiene varias presentaciones:
 - En forma de gel o pomada (benzocaína al 20%): con torunda de algodón, frotando la mucosa durante 30 segundos y evitando los excesos. Es la técnica más segura y eficiente.
 - Las formas de aerosol o los líquidos no son recomendados en odontopediatría debido a que su aplicación va más allá del área de trabajo.

3. Anestesia local: infiltrativa, troncular y/o intrapapilar.
4. Aislamiento absoluto del campo operatorio con dique de goma.

5. Eliminación completa del tejido cariado (si existe): utilizar fresa redonda de turbina, con refrigeración de agua-aire constante. Con este procedimiento se impide una contaminación bacteriana pulpar adicional y se obtiene una correcta visión de la zona expuesta.

6. Apertura de la cámara pulpar a través de la exposición, con fresa redonda del nº 6 al nº 11, con turbina de alta velocidad con refrigeración.

7. Eliminación del techo de la cámara pulpar con fresa de tungsteno nº 330 o fresa redonda de diamante del nº 6 al nº 11 con turbina de alta velocidad con refrigeración, aplicando la fresa desde dentro de la cámara contra el techo, haciéndola girar impulsándola hacia fuera.

8. Eliminación de la pulpa cameral: se debe eliminar todo el tejido pulpar hasta los orificios de entrada de los conductos radiculares. No deben quedar restos de tejido pulpar en el suelo de la cámara ni bajo los bordes de dentina, ya que pueden continuar hemorrágicos, enmascarando el estado real de la pulpa radicular y dificultando el diagnóstico correcto. Este procedimiento se puede realizar de varias maneras:

— Con un excavador agudo (cucharilla de caries) bien afilado.

— Con fresa de tungsteno redonda grande (nº 4 ó 6) de baja velocidad.

— Con una fresa redonda de diamante nº 4 o nº 6 de alta velocidad.

— Con fresa Endo-Z.

No se debe utilizar anestesia local intrapulpar ni otro agente hemostático para reducir la hemorragia, ya que esta es un indicador clínico del estado de la pulpa radicular.

9. Lavado de la cámara pulpar con jeringa y con bolitas de algodón impregnadas con suero fisiológico, hasta eliminar los restos pulpares.

10. Hemostasis por presión durante 5 minutos con bola de algodón estéril embebida en suero fisiológico. La presión se aplica en dirección a la entrada de los conductos radiculares. Debe comprobarse que se han formado coágulos en dicha entrada.

11. Aplicación del material para la pulpa radicular vital remanente.

12. Limpieza de la cámara pulpar con algodón estéril.

13. Obturación de la cámara pulpar, la cual puede ser con:

— IRM®: en los casos de corona metálica de acero inoxidable como restauración final.

— OZE: en los casos de corona de acero o amalgama como restauración final.

— OZE + ionómero de vidrio: en los casos de utilizar composite como restauración final.

14. Restauración definitiva del diente, la cual puede ser con:

— Corona metálica de acero inoxidable; es la restauración de elección para dientes primarios sometidos a tratamientos pulpares.

— Amalgama.

— Composite.

15. Radiografía inmediata postratamiento.

16. Seguimiento clínico y radiológico, cada 6 meses, preferiblemente hasta la exfoliación del diente (1,5,7,17).

EL MATERIAL IDEAL

Muchos han sido los materiales utilizados en la técnica de pulpotomía, tras lograr la hemostasis del tejido pulpar radicular remanente. Sin embargo, en la actualidad existe controversia entre los materiales empleados, ya que se posee poca evidencia científica realmente válida, sin encontrar el material ideal todavía (1,5-7).

El material ideal para la pulpa radicular remanente deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Biocompatible.
- Bioinductivo.
- Bactericida.
- Estimular la cicatrización pulpar.
- Preservar la vitalidad y función pulpar.
- Permitir el desarrollo fisiológico del diente primario hasta su exfoliación.
- Accesible económicamente (6,18).

El medicamento más utilizado desde hace más de 60 años a nivel mundial es el formocresol, pero desde hace tiempo su uso está siendo cuestionado por su modo de acción y por los efectos adversos que se le han atribuido (1,3,5).

La nomenclatura de Weisshaar clasifica los materiales utilizados en la pulpa radicular remanente, en la técnica de pulpotomía, según su mecanismo de acción en:

- Fijación: formocresol y glutaraldehído.
- Hemostasis: sulfato férrico, electrocirugía y láser.
- Cicatrización: mineral trióxido agregado (MTA), hidróxido de calcio, colágeno y proteínas morfogenéticas (19).

MATERIALES UTILIZADOS EN LA PULPA RADICULAR REMANENTE

FORMOCRESOL

Es introducido por John P. Buckley en 1904 para la terapéutica pulpar y en 1923 Charles A. Sweet lo utiliza para efectuar pulpotomías en dientes deciduos. Desde entonces, su empleo se ha generalizado hasta el punto de ser en la actualidad la técnica más utilizada en todo el mundo. Su gran utilización se ha debido a que ofrece resultados predecibles, el éxito clínico es alto, el material está disponible en el mercado y su coste es económico (2-5,7,20-23).

La solución de Buckley (no diluida) contiene: un 19% de formaldehído, un 35% de cresol, un 15% de glicerina y un 31% de agua. Los dos compuestos activos son el formaldehído y el cresol (1,2).

El mecanismo de acción del formocresol en la pulpa radicular remanente consiste en que provoca la desnaturalización de las proteínas de la pulpa radicular más próxima a la cámara pulpar y difunde hacia la pulpa más apical, fijando los tejidos en mayor o menor medida. En la aplicación de este material, se utiliza un algo-

dón ligeramente humedecido haciendo presión ligera sobre el piso de la cámara pulpar. Transcurrido el tiempo de aplicación, se retira el algodón y al observar los muñones pulpares, estos deben presentar un color pardo oscuro o negruzco, sin hemorragia (1).

La histopatología de las pulpas formocresolizadas ha mostrado tres zonas de reparación: a) zona coronal fijada; b) zona necrótica; y c) zona de intensa actividad inflamatoria y fibrótica. El tejido del tercio pulpar apical es la fuente principal de disputa. Se puede encontrar una amplia variedad de condiciones pulpares, de manera que algunos autores creen que es pulpa viva, mientras que otros lo identifican como una penetración de tejido conectivo (1,8,24-28).

La técnica ha permanecido prácticamente invariable desde que Berger, 1965, recomendó utilizar este fármaco en la pulpa radicular remanente durante 5 minutos. En la actualidad, el formocresol utilizado es la solución de Buckley diluida al 20% (1:5), ya que está demostrado que la dilución del material produce resultados que son iguales o mejores que cuando se utiliza la concentración pura, siendo sus efectos secundarios menores. Hallazgos histológicos y bioquímicos han indicado que el formocresol diluido reduce su toxicidad (1-3,5,8,24-26,29,30).

Entre las principales ventajas del formocresol en pulpotomías de dientes primarios están:

- Éxito promedio del 70 y el 100% a los 3 años posttratamiento.
- Es bactericida (1-5,7,8,23).

Con este material se han observado, aproximadamente a los 3 años posttratamiento, reabsorciones radiculares internas del 37% y radiolucidez de furca en un 10% de los casos. Estos valores son relativamente pequeños cuando se compara con otros materiales (1-5,7,8,23).

En América tiene gran disponibilidad en el mercado, con un coste económico bajo. En España lo han retirado del mercado (1-5,7,8,23).

A pesar de las ventajas ofrecidas por este material, diversos estudios (*in vitro* o en animales) cuestionan la seguridad de su empleo atribuyéndole efectos secundarios, tales como: toxicidad sistémica, potencial inmunológico, potencial mutagénico y potencial carcinogénico. Otras investigaciones han observado su difusión a través del ápice radicular, evidenciando: citotoxicidad, daños a nivel apical, periodontal y en el sucesor permanente. La mayoría de estos estudios han utilizando altas concentraciones de este medicamento, otros realizaron hasta 20 pulpotomías en perros, e inclusive en algunos se inyectaba directamente en las venas de las ratas o se les administraba por inhalación nasal para evaluar sus efectos sistémicos. En la actualidad, la concentración del formocresol y su tiempo de aplicación en procedimientos de pulpotomía en humanos son tan pequeños, que no existe evidencia científica que demuestre tales efectos en su uso clínico (1-4,6-8,18,31-42).

Debido a los efectos locales, posibles efectos sistémicos y/o posibles efectos potenciales del formocresol, se han desarrollado numerosos estudios para buscar una alternativa. De esta manera, surgen las distintas técnicas existentes a la hora de realizar una pulpotomía (2-5,7,8,23).

GLUTARALDEHÍDO

Su utilización en pulpotomías de dientes temporales empezó en 1973. Es un agente fijador de tejidos, al igual que el formocresol (1,2,5,8,43).

Existen dos tipos de glutaraldehído: alcalino y ácido. Existen estudios para cada tipo de glutaraldehído, así como también se encuentran investigaciones utilizándolos a distintas concentraciones respectivamente. Kopel y cols., 1980, observaron que el glutaraldehído al 2% es más manejable y menos irritante. Ranly, 1985, concluye que el glutaraldehído de pH alcalino posee mejores propiedades cruzadas, y además, no existe diferencia significativa en la fijación de tejidos, al utilizarlo al 2 ó 5%. Tsai y cols., 1993, concluyeron que no existen diferencias entre el glutaraldehído al 2 ó al 5%, ni en la forma alcalina o ácida. En la actualidad, la mayoría de autores recomiendan utilizar glutaraldehído alcalino al 2% debido a que no existen diferencias significativas en los resultados, comparándolo con el formocresol diluido (1:5) (44-50).

La técnica de este material es muy parecida a la empleada con el formocresol. Tras la hemostasis de la pulpa radicular remanente, se coloca una bolita de algodón impregnada en glutaraldehído durante cinco minutos (8,46,47,51).

Son ventajas del glutaraldehído, con respecto al formocresol, en pulpotomías de dientes temporales:

- Éxito a corto plazo similar.
- Mejor fijador.
- Bactericida.
- Menor difusión periapical.
- Menor irritación periapical.
- Biológicamente aceptable.
- Menor toxicidad.
- Reacción química más estable.
- Mejores niveles de respiración celular.
- No ocasiona defectos de esmalte en los sucesores permanentes (1,2,8,43,44,46,47-51).

El éxito clínico del glutaraldehído, por ser similar al de formocresol, hace que se le considere como una posible alternativa. Sin embargo, la mayoría de estudios son a corto plazo, con un promedio de un año a dos años postratamiento (1,46,47,51).

La evidencia científica demuestra que el éxito clínico y radiológico del glutaraldehído tiende a disminuir con el tiempo, pero aún así alcanza unos resultados bastante buenos. Aproximadamente, el porcentaje de éxito disminuye entre un 5 y un 10% a los dos años postratamiento (52-55).

Fernández Domínguez y cols., 2000, concluyeron que a nivel histológico el glutaraldehído destaca por la ausencia de multizonas en la pulpa radicular. Observaron tres zonas en la pulpa radicular remanente tratada con glutaraldehído: a) zona de tejido coronal fijado; b) zona de infiltración linfocítica plasmática leve y que no se extiende al tercio apical; y c) pulpa radicular vital confirmada (44).

Entre las principales desventajas del glutaraldehído se pueden mencionar que posee unas características de pureza, preparación, estabilidad y almacenaje muy meticulosas para que la solución no pierda efectividad. A todo lo anterior hay que añadir que no existe prepara-

do comercial, teniendo que conseguirse mediante fórmula magistral (1,56-58).

SULFATO FÉRRICO

Fei y cols. en 1991 introducen este material en pulpotomías de dentición temporal y Fuks y cols. en 1997 realizan el primer estudio histológico en animales. Es un material que se ha utilizado comúnmente como agente hemostático, sobre todo para las impresiones de coronas y puentes. La fórmula del sulfato férrico es $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. La concentración del sulfato férrico que se utilizó inicialmente en pulpotomías de dientes deciduos fue del 15,5% (Astringent™; Ultradent Products, Inc.; Salt Lake City, UT) y actualmente se utiliza al 20% (Viscostat®) (1,3,5,26,52,59).

El mecanismo de acción del sulfato férrico como agente hemostático/coagulativo todavía se debate. Han surgido varias teorías tratando de explicarlo. Antiguamente, se pensaba que el sulfato férrico era un agente tradicionalmente hemostático; actualmente se ha demostrado que este medicamento afecta la hemostasis a través de una reacción química con la sangre. La aglutinación de las proteínas sanguíneas resulta de la reacción de la sangre con los iones hierro y los iones sulfato del sulfato férrico. Dicha aglutinación forma los coágulos que ocluyen los orificios capilares (3,60).

El modo de aplicación del sulfato férrico en la pulpa radicular remanente, en pulpotomías de molares deciduos, tras lograr la hemostasis de los muñones pulpares, es a través de unas jeringas especiales con puntas aplicadoras desechables. El material se coloca directamente sobre los muñones pulpares, debiendo permanecer en contacto con dicho tejido durante 10-15 segundos. Posteriormente se limpia la cámara pulpar, proceso que puede realizarse de dos maneras: con un chorro de agua ó con una torunda de algodón humedecida con solución salina. Es normal que la cámara pulpar quede de un color amarillo-marrón debido al hierro que contiene el material (3,5,23,52).

Entre las ventajas del sulfato férrico en pulpotomías de dientes primarios están:

- Éxito clínico a corto plazo (6 meses) comparable al formocresol. Incluso en algunos estudios, el índice de éxito clínico y radiográfico es superior.
- Éxito promedio, clínico del 95% y radiográfico del 80%, a los 2 años postratamiento.
- Es bactericida moderado.
- Carece de la toxicidad del formocresol y glutaraldehído.
- No produce alteraciones en el esmalte del sucesor permanente.
- Técnica sencilla y rápida.
- Disponibilidad en el mercado.
- Existe preparado comercial.
- Coste económico bajo (1,3,4,23,52,59,61-64).

La obliteración de los conductos y la reabsorción radicular interna son los hallazgos radiográficos más comunes. Se ha observado que la obliteración de conductos radiculares a los 3 años postratamiento representa aproximadamente un 45%. El principal fracaso de esta técnica es por reabsorción radicular interna (1,3,4,-23,52,59,61-64).

En la actualidad, se dispone de pocos estudios que utilicen al sulfato férrico en pulpotomías de dentición temporal. Diversos autores concluyen que el sulfato férrico puede ser una alternativa potencial al formocresol, pero se necesita más evidencia científica con muestras más significativas y con mayor tiempo de seguimiento (3,5,23,52,59,61,62,64).

MINERAL TRIÓXIDO AGREGADO (MTA)

Fue introducido en 1993 por Lee, Monsef y Torabinejad. Su utilización en humanos fue aprobada por la Administración de Alimentos y Drogas de EEUU (*US Food and Drug Administration*, FDA) en 1998. Comenzó a utilizarse en pulpotomías de dientes temporales a partir del año 2001 (4,7,18,52).

El MTA está compuesto por diversos óxidos minerales, donde el calcio es el principal ión. Su composición es la siguiente:

- Compuestos cálcicos (75%):
 - Silicato tricálcico.
 - Aluminato tricálcico.
 - Silicato dicálcico.
 - Aluminato férrico tetracálcico.
- Óxido de bismuto (20%).
- Sulfato de calcio dihidratado y sílica cristalina (4,4%).
- Residuos insolubles (0,6%) (65).

El nombre comercial es ProRoot-MTA® (Densply/Tulsa Dental; Tulsa, OK, EE.UU.). Este material es una modificación del cemento Portland utilizado en la construcción. Es radiopaco. Posee un pH de 12,5. El MTA es un polvo que, por hidratación, se vuelve un gel coloidal tras un tiempo de trabajo de 4 horas. Su fuerza compresiva es de 70 Mpa, la cual es equivalente al óxido de zinc y eugenol con reforzamiento de polímero (IRM®) (2,6,7,18).

El mecanismo de acción de MTA, en procedimientos de pulpotomía, se basa en que las exposiciones pulpares tienen la capacidad de cicatrizar siempre que se prevenga la microfiliación y la contaminación bacteriana. De esta manera, origina la cicatrización del tejido pulpar radicular remanente a través de la estimulación de la formación de puentes dentinarios (1,6,18,36,66-76).

Se debe preparar el MTA siguiendo las instrucciones del fabricante:

1. Abrir la bolsa del material y colocar el polvo en un papel de mezcla. Cortar la ampolla microdispensadora del líquido ProRoot MTA® y verter su contenido en el papel de mezcla cerca del polvo.

2. Incorporar gradualmente el líquido en el polvo, usando el *stick* mezclador ProRoot MTA®. Mezclar el material con el líquido durante un minuto, asegurando que todas las partículas del polvo estén hidratadas. El material no debe ser mezclado tan rápidamente como otros cementos.

3. Transportar el material mezclado mediante un portador MTA o un porta-amalgama.

4. La adaptación del material en la cámara pulpar se puede realizar con un condensador de amalgama o por presión con una torunda de algodón humedecida en agua destilada.

Entre las ventajas de MTA en pulpotomías de dientes temporales están:

- Único con éxito clínico y radiográfico del 100% a los 2 años postratamiento.
- Alta biocompatibilidad y menor citotoxicidad.
- Alto sellado y poca microfiliación.
- Efecto antibacteriano en algunas bacterias facultativas.
- Baja solubilidad.
- No altera los dientes sucesores permanentes.
- Técnica simple y rápida.
- Existe preparado comercial (1,2,4-7,18,36,66,68,-74,77-81).

Bellet y cols., 2004, compararon, clínica y radiográficamente, el MTA y sulfato férrico en pulpotomías de molares temporales con exposición pulpar por caries. En este estudio se evidenció a 6 meses, el éxito clínico y radiográfico del MTA (22 molares temporales) y del sulfato férrico (17 molares temporales). Sus resultados iniciales mostraron que no hay diferencias clínicas y radiográficas significativas entre las pulpotomías tratadas con MTA y con sulfato férrico en ese período. Además, concluyen que ambos materiales parecen ser apropiados para sustituir al formocresol (6).

Hasta la fecha actual, la pulpotomía de molares primarios con MTA ofrece los mejores resultados, tanto clínicos como radiológicos (100%) a los 2 años postratamiento. En esta línea de investigación existen pocos estudios, pero se tiene la ventaja de que los resultados de dichos estudios son muy coincidentes (4,5,6,18,36,52,80,82-84).

La evidencia científica demuestra que el MTA tiene el potencial para ser una alternativa al formocresol. De todos modos se necesitan más estudios con muestras significativas y un tiempo de seguimiento a largo plazo (4-7,18,36,52,80,82-84).

Se ha observado que en las pulpotomías de molares primarios realizadas con MTA se produce obliteración de los conductos radiculares en un 5-40% de los casos, en un período entre 2-3 años postratamiento. En la actualidad, no existen estudios con un seguimiento superior a los 3 años en los que se confirmen las ventajas del MTA respecto a los demás materiales. Una desventaja significativa de MTA comparado con los demás materiales es el alto coste del producto comercial (4,5,6,18,36,80,82-84).

HIPOCLORITO DE SODIO

Los primeros estudios que utilizaron hipoclorito de sodio (NaOCl) en la pulpa radicular remanente se realizaron en animales y en dientes permanentes (85-88).

Rosenfeld y cols., 1978, demostraron que el NaOCl al 5%, aplicado durante 15 minutos intermitentemente en tejido pulpar vital no instrumentado de premolares, actúa sólo en la superficie, con mínimos efectos en el tejido pulpar profundo (85).

Hafez y cols., 2000/2002, realizaron pulpotomías en dientes permanentes de primate utilizando NaOCl al 3%. En su estudio observaron que el 86% de los casos presentaba cicatrización pulpar normal (86,87).

Accorinte y cols., 2005, evaluaron en premolares humanos el sulfato férrico y el NaOCl como agentes hemostáticos en pulpotomías. El 60% de los sujetos tratados con sulfato férrico presentaban sensibilidad al frío e histológicamente evidenciaron una respuesta inflamatoria intensa. Ningún sujeto tuvo dolor o sensibilidad con NaOCl e histológicamente la inflamación fue de tipo crónica (88).

En el año 2006, surge el primer estudio clínico en pulpotomías de molares temporales humanos en donde se utiliza sulfato férrico en el grupo control y NaOCl al 5% durante 30 segundos en el grupo experimental. Los resultados de Vargas y cols., al año postratamiento, evidencian que ambos materiales tienen éxito clínico y radiológico, pero se obtuvieron mejores resultados con NaOCl (89).

Con el estudio de Vargas y cols., 2006, surge una nueva área de investigación. Las futuras investigaciones de este material podrán demostrar si también es una posible alternativa al formocresol. De por sí, el coste económico del hipoclorito de sodio ya es atractivo.

OTROS MATERIALES

Existen otros materiales que se han utilizado para este tratamiento. Algunos se están dejando de utilizar debido al alto índice de fracasos observados; otros todavía están en la fase de experimentación con animales, y existen unos con resultados clínicos muy diversos.

La tendencia a utilizar *hidróxido de calcio* cada día es menor, debido al alto índice de reabsorciones radiculares internas que produce (2,4,6,7,18,52).

Las *proteínas morfogenéticas*, las *proteínas osteogénicas* y las *soluciones de colágeno* son materiales con pocos estudios, siendo la mayoría de investigaciones en animales. Las propiedades físicas y antimicrobianas de todos ellos son cuestionadas. Además, no existe preparado comercial disponible (4,90-93).

Existen autores que consideran que la técnica de pulpotomía es independiente del material que se aplica a la pulpa radicular remanente, atribuyendo el éxito más a la remoción mecánica de la pulpa coronal inflamada que a las propiedades curativas del medicamento utilizado. De esta manera, una vez tienen el control de la hemostasis, obturan la cámara pulpar directamente con *óxido de zinc y eugenol*. Sin embargo, existen pocos estudios respecto a esta técnica (2,94,95).

La mayoría de los estudios del *láser* y la *electrocirugía* son en animales, y los pocos estudios clínicos ofrecen resultados tan diversos que se necesitan más estudios para poder confirmar su éxito (1,2,4,5,52,79,96-103).

CONCLUSIONES

Hasta el momento, existe poca información científica válida sobre el material a utilizar para la pulpa radicular remanente en procedimientos de pulpotomía de molares primarios. Por lo tanto, no se puede asegurar que un determinado material sea el más adecuado o que posee las principales ventajas. El material ideal todavía no se ha descubierto.

Mundialmente, el formocresol ha sido utilizado durante más de 60 años debido a los buenos resultados que ofrece, pero desde hace tiempo se cuestiona su empleo, principalmente por su mecanismo de acción y por sus posibles efectos adversos. De esta manera, nace una diversidad de materiales con el propósito de buscar una alternativa.

Los materiales que tienen el potencial de poder sustituir al formocresol son: sulfato férrico y mineral trióxido agregado (MTA). Sin embargo, se necesitan más estudios con muestras significativas y un tiempo de seguimiento a largo plazo.

El hipoclorito de sodio es una interesante propuesta para las pulpotomías de molares deciduos. Es el material que se ha propuesto más recientemente y se deberán esperar los resultados a largo plazo.

CORRESPONDENCIA:

Lluís Jorge Bellet Dalmau
Universitat Internacional de Catalunya. Área de Odontopediatría
Facultad de Odontología. Hospital General de Catalunya
C/ Josep Trueta, s/n.
08190 St. Cugat del Vallès. Barcelona
e-mail: jbellet@infomed.es

BIBLIOGRAFÍA

- González Rodríguez E, Ruiz Linares M. Diagnóstico y tratamiento pulpar en dentición temporal. En: Boj JR, Catalá M, García-Ballesta C, Mendoza A, editores. *Odontopediatría*. 1ª ed. Barcelona: Masson; 2004. p. 173-83.
- Fernández Delgado FJ, López Trujillo JM, Vallejo Bolaños E. Alternativas a la pulpotomía con formocresol en odontopediatría. *Quintessence* (ed. esp.) 2001; 14 (6): 385-92.
- Smith NL, Seale NS, Nunn ME. Ferric sulfate pulpotomy in primary molars: A retrospective study. *Pediatr Dent* 2000; 22 (3): 192-9.
- Farsi N, Alamondi N, Balto K, Mushayt A. Success of mineral trioxide aggregate in pulpotomized primary molars. *J Clin Pediatr Dent* 2005; 29 (4): 307-12.
- Bellet L, Villarino F, Rivas I, Broch S, Sáez S, Martínez P, et al. Estudio comparativo entre MTA y sulfato férrico en pulpotomías de molares temporales: resultados preliminares. *Dentum* 2004; 4 (2): 50-4.
- Witherspoon DE, Small JC, Harris GZ. Mineral trioxide aggregate pulpotomies, a case series outcomes assessment. *J Am Dent Assoc* 2006; 137 (9): 1214-6.
- Bellet LJ, Guinot F, Arregui M. Aplicaciones clínicas del MTA en odontopediatría. *Dentum* 2006; 6 (3): 96-102.
- Fernández H, Mendoza A, Solano E. Pulpotomía: estudio comparativo entre glutaraldehído al 4% y formocresol al 20% en dientes temporales vitales. *Odontol Pediatr* 2000; 8 (1): 19-25.
- American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on pulp therapy for primary and young permanent teeth. *Pediatr Dent* 2005-2006: 130-4.
- Cohen S, Burns RC. *Pathways of the pulp*. 7ª ed. St. Louis, Missouri: Mosby; 1998.
- Croll TP, Epstein DW, Castaldi CR. Marginal adaptation of stainless steel crowns. *Pediatr Dent* 2003; 25 (3): 249-52.
- Holan G, Fuks AB, Ketiz N. Success rate of formocresol pulpotomy in primary molars restored with stainless steel crown vs. amalgam. *Pediatr Dent* 2002; 24 (3): 212-6.
- Roberts C, Lee JY, Wright JT. Clinical evaluation of and parental satisfaction with resin faced stainless steel crowns. *Pediatr Dent* 2001; 23 (1): 28-31.
- Seale NS. The use of stainless steel crowns. *Pediatr Dent* 2002; 24 (5): 501-5.
- Guelmann M, McIlwain MF, Primosch RE. Radiographic assessment of primary molar pulpotomies restored with resin-based materials. *Pediatr Dent* 2005; 27: 24-7.

16. Randall RC, Vrijhoef MMA, Wilson NHF. Efficacy of preformed metal crowns vs. amalgam restorations in primary molars: A systematic review. *JADA* 2000; 131: 337-43.
17. Fuks AB. Tratamiento pulpar para la dentición primaria. En: Pinkham, Casamassimo, Fields, McTigue, Nowak, editores. *Odontología Pediátrica*. 2ª ed. México: Interamericana McGraw-Hill; 1994. p. 334-47.
18. Chacko V, Kurikose S. Human pulpal response to MTA: A histologic study. *J Clin Pediatr Dent* 2006; 30 (3): 203-10.
19. Weisshaar S. Endodoncia en las denticiones primaria y mixta. Indicaciones, materiales y procedimientos para el tratamiento pulpar. *Quintessence* 2002; 15 (10): 627-35.
20. Buckley JP. A rational treatment for putrescent pulps. *Dent Rev* 1904; 18: 1193-7.
21. Sweet CA. Root canal treatment in deciduous teeth, including pulp exposure. *Pacific Dent Gaz* 1923; 31: 718-21.
22. Avram DC, Pulver F. Pulpotomy medicaments for vital primary teeth. Surveys to determine and attitudes in pediatric dental practice and in dental school thought the world. *J Dent Child* 1989; 56 (6): 426-34.
23. Casas MJ, Kenny DJ, Johnson DH, Judd PL. Long-term outcomes of primary molar ferric sulfate pulpotomy and root canal therapy. *Pediatr Dent* 2004; 26 (1): 44-8.
24. Berger JE. Pulp tissue reaction to formocresol and zinc oxide eugenol. *J Dent Child* 1965; 32: 13-28.
25. Sun HW, Feigal RJ, Messer HH. Cytotoxicity of glutaraldehyde and formaldehyde in relation to time of exposure and concentration. *Pediatr Dent* 1990; 12: 303-7.
26. Fuks AB, Eidelman E, Cleaton-Jones P, Michaeli Y. Pulp response to ferric sulfate, diluted formocresol an IRM in pulp-tomized primary baboon teeth. *ASDC J Dent Child* 1997; 64 (4): 254-9.
27. Massler M, Mansukhami M. Effects of formocresol on the dental pulp. *J Dent Child* 1957; 26: 227-97.
28. Doyle WA, McDonald RE, Mitchell DF. The formocresol versus calcium hydroxide in pulpotomy. *J Dent Child* 1965; 32: 13-28.
29. King SR, McWhorter AG, Seals NS. Concentration of formocresol used by pediatric dentists in primary tooth pulpotomy. *Pediatr Dent* 2002; 24 (2): 157-9.
30. Thompson KS, Seale NS, Nunn ME, Huff G. Alternative method of hemorrhage control in full strength formocresol pulpotomy. *Pediatr Dent* 2001; 23 (3): 217-22.
31. Ketley CE, Goodman JR. Formocresol toxicity: Is there a suitable alternative for pulpotomy of primary molars? *Int J Paediatr Dent* 1991; 2: 67-72.
32. Camp JH, Barrett EJ, Pulver F. Endodoncia pediátrica: tratamiento endodóncico en la dentición temporal y permanente joven. En: Cohen S, Burns RC, editores. *Vías de la pulpa*. 8ª ed. Madrid: Mosby Elsevier; 2002. p. 797-847.
33. Block RM, Lewis RD, Hirsch J, Coffey J, Langeland K. Systemic distribution of 14C-labeled paraformaldehyde incorporated within formocresol for lowing pulpotomies in dogs. *J Endodont* 1983; 9: 176-89.
34. Wog K. Effects of paraformaldehyde preparation on the periapical tissues in non-vital pulpotomy procedures. MS Thesis Chicago: North-western University School of Dentistry; 1958.
35. Ranly D, García-Godoy F. Current and potential pulp therapies for primary and young permanent teeth. *J Dent* 2000; 28: 153-61.
36. Maroto M, Barbería E, Planells P, García Godoy F. Dentin bridge formation after mineral trioxide aggregate (MTA) pulpotomies in primary teeth. *Am J Dent* 2005; 18 (3): 151-4.
37. Swenberg JA, Kerns WD, Mitchell RI. Induction of squamous cell carcinomas of the rat nasal cavity by inhalation exposure to formaldehyde vapor. *Cancer Research* 1980; 40: 3398-402.
38. Lewis BB, Chestner SB. Formaldehyde in dentistry: A review of mutagenic and carcinogenic potential. *J Am Dent Assoc* 1981; 103: 429-34.
39. Myers DR, Pashley DH, Whitford GM, McKinney RV. Tissue changes induced by the absorption of formocresol from pulpotomy sites in dogs. *Pediatr Dent* 1983; 5: 6-8.
40. Wu MK, Wang ME. Antibody formation to dog pulp tissue altered by a past containing paraformaldehyde. *Int Endod* 1989; 22: 133-7.
41. Block RM, Lewis RD, Sheats JB, Fauley J. Cell-mediated immune response to dog pulp tissue altered by formocresol within the root canal. *J Endod* 1977; 3: 424-30.
42. Block RM, Lewis RD, Sheats JB, Burke SG. Antibody formation to dog pulp tissue altered by formocresol within the root canal. *Oral Surg* 1978; 45: 282-92.
43. Wernes JC, S'Gravenmade EJ. Glutaraldehyde, a new fixative in endodontics. *J Dent Res* 1973; 52 (3): 601 (abstract nº 48).
44. Leach ED. A new synergized glutaraldehyde phenate sterilizing solution and concentrate disinfectant. *Infect Control* 1981; 2 (1): 26-30.
45. Ranly DM. Assessment of the systemic distribution and toxicity of glutaraldehyde following pulpotomy treatment. *J Dent Child* 1985; 52: 431-4.
46. Kopel HM, Bernick S, Zachrisson E, De Romero SA. The effects of glutaraldehyde on primary pulp tissues following coronal amputation: An in vivo and histologic study. *J Dent Child* 1980; 47 (6): 425-30.
47. Tsai TP, Su HL, Tseng LH. Glutaraldehyde preparations and pulpotomy in primary molars. *Oral surg* 1993; 76 (3): 346-50.
48. Myers DR, Pashley DH, Lake FT, Burnham D, Kalathoor S, Waters R. Systemic absorption of 14C-glutaraldehyde from glutaraldehyde-treated pulpotomy sites. *Pediatr Dent* 1986; 8 (2): 134-8.
49. Ranly DM, Horn D, Hubbard GB. Assessment of the systemic distribution and toxicity of glutaraldehyde as a pulpotomy agent. *Pediatr Dent* 1989; 11 (1): 8-12.
50. Feigal RJ, Messer HH. A critical look at glutaraldehyde. *Pediatr Dent* 1990; 12 (2): 69-71.
51. Fuks AB, Bimstein E, Guelmann M, Klein H. Assessment of a 2 percent buffered glutaraldehyde solution in pulp-tomized primary teeth of school children. *J Dent Child* 1990; 57 (5): 371-5.
52. Calatayud J, Casado I, Álvarez C. Análisis de los estudios clínicos sobre la eficacia de las técnicas alternativas al formocresol en las pulpotomías de dientes temporales. *Av Odontostomatol* 2006; 22 (4): 229-39.
53. Fuks AB, Bimstein E, Klein H. Assessment of a 2% buffered glutaraldehyde solution in pulp-tomized primary teeth of school children: A preliminary report. *J Pedod* 1986; 10 (4): 323-30.
54. Alacam A. Pulpal tissue changes following pulpotomías with formocresol, glutaraldehyde-calcium hydroxide, glutaraldehyde-zinc oxide eugenol pastes in primary teeth. *J Pedod* 1989; 13 (2): 123-32.
55. Prakash C, Chandra S, Aiswal SN. Formocresol and glutaraldehyde pulpotomies in primary teeth. *J Pedod* 1989; 13 (4): 314-22.
56. García-Godoy F. Clinical evaluation of glutaraldehyde pulpotomías in primary teeth. *Acta Odontol Pediatr* 1983; 4 (2): 41-4.
57. Shumayrikh NM, Adenubi JO. Clinical evaluation of glutaraldehyde with calcium hydroxide and glutaraldehyde with zinc oxide eugenol in pulpotomy of primary molars. *Endod Dent Traumatol* 1999; 15 (6): 259-64.
58. García-Godoy F. A 42 month clinical evaluation of glutaraldehyde pulpotomies in primary teeth. *J Pedod* 1986; 10 (2): 148-55.
59. Fei A-L, Udín RD, Johnson R. A clinical study of ferric sulfate as a pulpotomy agent in primary teeth. *Pediatr Dent* 1991; 13 (6): 327-32.
60. Lemon RR, Steele PJ, Jeansonne BG. Ferric sulfate hemostasis: Effect on osseous wound healing. Left in situ for maximum exposure. *J Endodontics* 1993; 19: 170-3.
61. Fuks AB, Holan G, Davis JM, Eidelman E. Ferric sulfate vs. dilute formocresol in pulp-tomized primary molars: long-term follow-up. *Pediatr Dent* 1997; 19 (5): 327-30.
62. Ibricevic H, Al-Jame Q. Ferric sulfate as pulpotomy agent in primary teeth: 20-month clinical follow-up. *J Clin Pediatr Dent* 2000; 24 (4): 269-72.
63. Markovic D, Zivojinovic V, Vuetic M. Evaluation of three pulpotomy medicaments in primary teeth. *Eur J Paediatr Dent* 2005; 3: 133-8.
64. Casas MJ, Layng MA, Kenny DJ, Johnson DH, Judd PL. Two year outcomes of primary molar ferric sulfate pulpotomy and root canal therapy. *Pediatr Dent* 2003; 25 (2): 97-102.
65. Maroto-Edo M, Barbería-Leache E, Planells del Pozo P. Estudio clínico del agregado trióxido mineral en pulpotomías de molares temporales: estudio piloto a 15 meses. *RCOE* 2004; 9 (1): 23-30.
66. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 1995; 21: 349-53.

67. Ford TR, Torabinejad M, Abedi HR, Bakland LK, Kariyawasam SP. Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping material. *JADA* 1996; 127: 491-4.
68. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 1999; 25 (3): 197-205.
69. Andelin WE, Shabahang S, Wright K, Torebinejad M. Identification of hard tissue after experimental pulp capping using dentin sialoprotein (DSP) as a marker. *J Endod* 2003; 29: 646-50.
70. Bakland LK. Management of traumatically injured pulps in immature teeth using MTA. *J Calif Dent Assoc* 2000; 28: 855-8.
71. Holland R, de Souza V, Murata SS, et al. Healing process of dog dental pulp after pulpotomy and pulp covering with mineral trioxide aggregate or Portland cement. *Braz Dent J* 2001; 12 (2): 109-13.
72. Domínguez MS, Witherspoon DE, Gutmann JL, Opperman LA. Histological and scanning electron microscopy assessment of various vital pulp-therapy materials. *J Endod* 2003; 29: 324-33.
73. Aeinehchi M, Eslami B, Ghanbariha M, Saffar AS. Mineral trioxide aggregate (MTA) and calcium hydroxide as pulp-capping agents in human teeth: A preliminary report. *Int Endod J* 2003; 36: 225-31.
74. Tziafas D, Pantelidou O, Alvanou A, Belibasakis G, Papadimitriou S. The dentinogenic effect of mineral trioxide aggregate (MTA) in short-term capping experiments. *Int Endod J* 2002; 35: 245-54.
75. Mitchell PJ, Pitt Ford TR, Torabinejad M, McDonald F. Osteoblast biocompatibility of mineral trioxide aggregate. *Biomaterials* 1999; 20 (2): 167-73.
76. Faraco IM, Holland R. Response of the pulp of dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. *Dent Traumatol* 2001; 17 (4): 163-6.
77. Schwarz R, Mauger M, Clement D, Walker W. Mineral trioxide aggregate: A new material for endodontics. *JADA* 1999; 130: 967-75.
78. Sluyk S, Moon P, Hartwell G. Evaluation of setting properties and retention characteristics of MTA when used as a furcation perforation repair material. *Endodont* 1998; 24: 768-71.
79. Holan G, Eidelman E, Fuks A. Long-term evaluation of formocresol in primary molars using mineral trioxide aggregate or formocresol. *Pediatr Dent* 2005; 27: 129-36.
80. Saltzman B, Sigal M, Clockie C, Rukavina J, Titley K, Kulkarni GV. Assessment of a novel alternative to conventional formocresol-zinc oxide eugenol pulpotomy for the treatment of pulpally involved human primary teeth: Diode laser-mineral trioxide aggregate pulpotomy. *Int J Paediatr Dent* 2005; 15: 437-47.
81. Eidelman E, Holan G, Fuks AB. Mineral trioxide aggregate vs. formocresol in pulpotomized primary molars: A preliminary report. *Pediatr Dent* 2001; 23 (1): 15-8.
82. Agamy HA, Baky NS, Mounir MMF, Avery DR. Comparison of mineral trioxide aggregate and formocresol as pulp-capping agents in pulpotomized primary teeth. *Pediatr Dent* 2004; 26 (4): 302-9.
83. Holan G, Eidelman E, Fuks AB. Long-term evaluation of pulpotomy in primary molars using mineral trioxide aggregate or formocresol. *Pediatr Dent* 2005; 27 (2): 129-36.
84. Naik S, Hegde AM. Mineral trioxide aggregate as a pulpotomy agent in primary molars: an in vivo study. *J Indian Soc Pedod Prevent Dent* 2005; 23 (1): 13-6.
85. Rosenfeld EF, James GA, Burch BS. Vital pulp tissue response to sodium hypochlorite. *J Endod* 1978; 5: 140-6.
86. Hafez AA, Cox CF, Otsuki M, Akimoto N. An in vivo evaluation of hemorrhage control using sodium hypochlorite and direct capping with a one or two component adhesive system in exposed nonhuman primate pulps. *Quintessence Int* 2002; 33: 261-72.
87. Hafez AA, Kopel HM, Cox CF. Pulpotomy reconsidered: Application of an adhesive system to pulpotomized permanent primate pulps. *Quintessence Int* 2000; 31: 579-89.
88. Accorinte MLR, Loguercio AD, Reis A, Muench A, Araujo VC. Responses of human pulp capped with a bonding agent after bleeding control with hemostatic agents. *Oper Dent* 2005; 2: 147-55.
89. Vargas KG, Packham B, Lowman D. Preliminary evaluation of sodium hypochlorite for pulpotomies in primary molars. *Pediatr Dent* 2006; 28: 511-7.
90. Fuks AB, Michaeli Y, Sofer-Saks B. Enriched collagen solution as a pulp dressing in pulpotomized teeth in monkeys. *Pediatr Dent* 1983; 5: 9-13.
91. Nakashima M. The induction of reparative dentine in the amputated dental pulp of the dog bone morphogenetic protein. *Arch Oral Biol* 1990; 35: 493-7.
92. Nakashima M. Induction of dentine formation on canine amputated pulp by recombinant human bone morphogenic proteins (BMP)-2 and 4. *J Dent Res* 1994; 73: 1515-22.
93. Rutherford RB, Wahle J, Tucker M, Roger D, Charette M. Induction of reparative dentine formation in monkeys by recombinant human osteogenic protein-1. *Arch Oral Biol* 1993; 38: 571-6.
94. Yacobi R, Kenny DJ, Judd PL. Evolving primary pulp therapy techniques. *J Am Dent Assoc* 1991; 122: 83-5.
95. Theodoro P, Constance M. Pulpotomía con óxido de cinc-eugenol y restauración con corona de acero inoxidable de un molar primario. *Quintessence (ed. esp.)* 1993; 8: 549-54.
96. Auderman I. Indications for use of electrosurgery in pedodontics. Symposium on electrosurgery. *Dent Clin N Am* 1982; 26 (4): 711-28.
97. López-Nicolás M, García C, Cabrerizo M, Romero A. Pulpotomía con electrobisturí alternativa a la pulpotomía clásica. *Odontol Pediatr* 1993; 2 (1): 9-13.
98. Fishman SA, Udin RD, Good DL, Rodef F. Success of electrofulguration pulpotomies covered by zinc oxide and eugenol or calcium hydroxide: A clinical study. *Pediatr Dent* 1996; 18 (5): 385-90.
99. Mack RB, Dean JA. Electrosurgical pulpotomy: Retrospective human study. *J Dent Child* 1993; 60 (2): 107-14.
100. Dean JA, Mack RB, Fulkerson BT, Sanders BJ. Comparison of electrosurgical and formocresol pulpotomy procedures in children. *Int J Paediatr Dent* 2002; 12 (3): 177-82.
101. Shulman ER, McIver FT, Burkes EJ. Comparisons of electrosurgery and formocresol as pulpotomy techniques in monkey primary teeth. *Pediatr Dent* 1987; 9: 189-94.
102. Rivera N, Reyes E, Mazzaoui S, Moron A. Pulpal therapy for primary teeth: Formocresol vs. electrosurgery clinical study. *J Dent Child* 2003; 70: 71-3.
103. Shoji S, Nakamura M, Horiuchi H. Histopathological changes in dental pulps irradiated by CO₂ laser. A preliminary report on laser pulpotomy. *Endodont* 1985; 11: 379-84.