

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSTGRADO DE ODONTOLOGÍA INFANTIL

**ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO EN MOLARES PRIMARIOS CON
DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍA PULPAR IRREVERSIBLE.
REVISIÓN DE LA LITERATURA.**

Trabajo Especial de Grado
presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por la Odontóloga Johanna Karina
Acosta Ibarra para optar al título de
Especialista en Odontología Infantil.

Caracas, 8 de Mayo de 2008

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSTGRADO DE ODONTOLOGÍA INFANTIL

**ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO EN MOLARES PRIMARIOS CON
DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍA PULPAR IRREVERSIBLE.
REVISIÓN DE LA LITERATURA.**

Autor: Johanna K. Acosta Ibarra

Tutor: Rose Mary Sogbe de Agell

Caracas, 8 de Mayo de 2008

VEREDICTO

Aprobado en nombre de la Universidad Central de Venezuela por el siguiente jurado examinador:

Firma _____

Prof. Rose Mary Sogbe (Tutora)

Firma _____

Prof. Gustavo Pérez (Jurado)

Firma _____

Prof. María del Carmen Prieto (Jurado)

Lugar y Fecha _____

Observaciones _____

DEDICATORIA

A mis pequeños pacientes,
por ellos quiero ser cada día
mejor profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme fuerza y perseverancia para lograr alcanzar todas mis metas.

A la Dra. Rosemary Sogbe de Agell, mi tutora, mi maestra, ella me enseñó con su ejemplo que la odontopediatría va mas allá de realizar buenos procedimientos operatorios, que es una especialidad que necesita de vocación y amor, y que la mayor gratificación es la sonrisa de un niño.

Al Dr. Gustavo Pérez, quien ha mantenido siempre ese entusiasmo ante la vida y dedicó su tiempo para ayudarme a mejorar este trabajo.

A la Dra. María del Carmen Prieto, por sus sugerencias, por su ayuda. Y por su disposición en el área clínica, siempre respondió a mi llamado.

A la Dra. María Gabriela Martínez, más que una profesora, una amiga. Gracias a su tutoría previa aprendí muchas cosas que me han sido útiles en este momento.

A mi familia, quienes me han apoyado y comprendido.

A mis compañeras y amigas, Alejandra, Ariana y Adriana, con quienes compartí largas horas de trabajo y momentos inolvidables en mi formación profesional.

A Carlos, por su apoyo incalculable, por su amor y su paciencia.

En fin, gracias a todos los que de una u otra manera, pusieron su granito de arena para finalizar este proyecto.

LISTA DE CONTENIDOS

VEREDICTO	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS	v
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABLAS.....	xiii
RESUMEN	xiv
INTRODUCCIÓN	1
1. Características anatómicas, histológicas y reacciones del órgano dentino-pulpar de los molares primarios a la caries dental.	3
1.1 Anatomía.....	3
1.2 Histología	10
1.3 Reacción del órgano dentino-pulpar a la caries dental.....	13
2. Etiología de la enfermedad pulpar.....	13
3. Diagnóstico de la enfermedad pulpar en dientes primarios.....	17
3.1 Antecedentes de dolor	17
3.2 Examen clínico.....	18
3.3 Examen radiográfico	20
3.4 Diagnóstico operatorio	21
3.5 Otros métodos de diagnóstico.....	22
3.6 Consideraciones sobre el estado de salud general del paciente.....	24

4. Clasificación del estado pulpar en dientes primarios.....	24
5. Tratamiento en molares primarios con diagnóstico de patología pulpar irreversible.....	29
5.1. Pulpotomía	30
5.1.1 Técnica operatoria.....	32
5.1.2 Formocresol	37
5.1.3 Hidróxido de calcio	52
5.1.4 Glutaraldehído.....	67
5.1.5 Sulfato Férrico	72
5.1.6 MTA.....	80
5.1.7 Láser	91
5.1.8 Electrocirugía	96
5.1.9 Pasta con Ricofort, Yodoformo y Paramonoclorofenol Alcanforado...	100
5.1.10 Vidrios bioactivos	101
5.1.11 Colágeno	103
5.1.12 BMPs (Proteínas Óseas Morfogenéticas)	104
5.1.13 Hueso seco congelado	107
5.2. Pulpectomía	108
5.2.1 Técnica operatoria.....	112
5.2.2 Óxido de zinc eugenol	119
5.2.3 Hidróxido de calcio	121
5.2.4 Pasta de yodoformo	125
6. Complicaciones inherentes al tratamiento pulpar.....	127

DISCUSIÓN	130
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	134
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	138

LISTA DE FIGURAS

Fig 1. Primer molar maxilar.	4
Fig 2. Primer molar mandibular..	4
Fig 3. Segundo molar maxilar.....	5
Fig 4. Segundo molar mandibular..	5
Fig 5. Primer molar maxilar. Vista oclusal de la cámara pulpar.....	6
Fig 6. Primer molar mandibular. Vista oclusal de la cámara pulpar.....	8
Fig 7. Segundo molar maxilar. Vista oclusal de la cámara pulpar.....	9
Fig 8. Segundo molar mandibular. Vista oclusal de la cámara pulpar.....	10
Fig 9. Radiografía periapical para realizar el diagnóstico.....	20
Fig 10. Pólipo pulpar en el segundo molar primario.	27
Fig 11. Exposición pulpar por caries.	31
Fig 12. Molar primario en el que se contraindica la pulpotomía debido a resorción extensa.....	32
Fig 13. Eliminación de caries.....	33
Fig 14. Técnica de pulpotomía de un molar primario	46
Fig 15. Primer molar inferior que a los 42 meses de seguimiento muestra resorción interna debajo de la sub-base con calcificación de los conductos.....	48
Fig 16. Otosporin.....	64
Fig 17. Molar pulpotomizado con formocresol.....	78

Fig 18. Molar pulpotomizado con sulfato férrico.....	78
Fig 19. Molar 85 pulpotomizado con sulfato férrico y 84 con hipoclorito de sodio	79
Fig 20. Primer molar mandibular A) con resorción interna en la raíz mesial 7 meses después de la pulpotomía con formocresol B) tejido calcificado suplantando el área de la resorción..	83
Fig 21. Primer molar mandibular A) con resorción interna en la raíz mesial 38 meses después de la pulpotomía con MTA B) tejido calcificado suplantando el área de la resorción 10 meses después.	84
Fig 22. ProRoot y MTA-Angelus, productos comerciales de MTA.....	88
Fig 23. Técnica operatoria con MTA..	91
Fig 24. Aspecto radiográfico de la obturación con MTA y la posterior restauración del molar con una corona de acero.	91
Fig 25. Láser Nd:YAG cuando es aplicado a la entrada de los conductos radiculares.....	95
Fig 26. Pulpectomía del segundo molar primario con cuatro conductos y ausencia del germen permanente.....	109
Fig 27. Sistema de conductos radiculares de molares primarios, sometidos al proceso de diafanización.....	111
Fig 28. Apertura de la cámara pulpar donde se observa claramente la entrada de los conductos.....	112
Fig 29. Conductometría de un molar inferior.....	113
Fig 30. Procedimiento del experimento.....	123

Fig 31. Especímenes representativos de la microfíltración en Apexit (A) y Sealapex (S).....123

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Éxito clínico y radiográfico de pulpotomías en molares primarios realizadas con formocresol.	51
Tabla II. Resultados de investigaciones utilizando el Hidróxido de calcio en pulpotomías en dientes primarios.	66
Tabla III. Pulpotomía con sulfato férrico. Resultados del éxito clínico y radiográfico y de los casos de obliteración de conductos, registrados en 6 estudios clínicos, desde los 6 meses hasta los 3 años de efectuarse el tratamiento.	80
Tabla IV. Pulpotomía con MTA. Resultados del éxito clínico y radiográfico y de los casos de obliteración de conductos. Registrados en 6 estudios clínicos desde los 6 meses hasta los 3 años de efectuarse el tratamiento.	89
Tabla V. Pulpotomía por electrofulguración. Resultados del éxito clínico y radiográfico y de los casos de obliteración de conductos. Registrados en 4 estudios clínicos desde los 6 meses hasta los 2 años de efectuarse el tratamiento.	99
Tabla VI. Calidad de obturación del canal radicular utilizando el léntulo de dos maneras.	118

RESUMEN

Los molares primarios son los dientes que generalmente se ven afectados por lesiones de caries las cuales avanzan rápidamente por las características estructurales de la dentición primaria y llegan a alterar al órgano dentino-pulpar, el cual en ocasiones está en presencia de una patología irreversible, es decir, el daño está hecho y hay que actuar para tratarlo, de manera que logremos conservar el diente en la boca y así preservar la integridad del arco dentario y con este sus funciones. Para tratar las patologías pulpares irreversibles en los molares primarios contamos con dos alternativas terapéuticas que son la pulpotomía y la pulpectomía, estas pueden realizarse con diversos materiales y métodos que son los que expondremos en este trabajo para así conocer sus beneficios y sus riesgos y, de esta manera brindar un conocimiento que le permita al clínico seleccionar la técnica y el medicamento adecuado para cada caso en particular, según lo anteriormente expuesto, de manera que al realizar una tratamiento pulpar podamos obtener el mayor éxito posible.

INTRODUCCIÓN

Las patologías pulpares son la primera causa de atención en la consulta odontopediátrica de emergencia, seguida de los traumatismos dentarios. Por lo tanto, aliviar el dolor y tratar la infección pulpar son los objetivos que tiene el odontopediatra en ese momento y posteriormente de ser necesario otras citas de atención.

La conservación de la integridad de la dentición primaria hasta su período de exfoliación normal constituye uno de los objetivos fundamentales de la odontología pediátrica, por eso los dientes con patología pulpar deben ser tratados para eliminar la afección y para conservar la estructura dentaria en boca.

En la odontopediatría la terapia pulpar es un área controversial, debido quizás a la morfología interna de los molares primarios que está caracterizada por esmalte y dentina de poco espesor, cámaras pulpares amplias y una compleja anatomía del sistema de conductos.

Actualmente, existe una variedad de tratamientos y medicamentos que se pueden aplicar a los molares primarios con alteración pulpar, pero no se han establecido los riesgos y los beneficios que tienen estos tratamientos

con sus respectivos medicamentos y cual es el manejo más adecuado que se les debe brindar.

Por lo anteriormente expuesto, el objetivo principal de esta investigación es realizar una revisión bibliográfica con la finalidad de compilar las alternativas técnicas y medicamentosas que se tienen al momento de tratar molares primarios con diagnóstico de patología pulpar irreversible, para compararlas y poder seleccionar la más adecuada para cada caso en particular.

Como objetivos específicos se podrían considerar:

Conocer si las técnicas convencionales de pulpotomía y pulpectomía han sufrido cambios en su realización.

Conocer otras técnicas no convencionales en la realización de tratamientos endodónticos en molares primarios.

Conocer la composición química, mecanismos de acción sobre el órgano pulpar, efectos adversos y experiencias clínicas de los diversos medicamentos que se utilizan para realizar los tratamientos pulpares conservadores o radicales en molares primarios.

1. Características anatómicas, histológicas y reacciones del órgano dentino-pulpar de los molares primarios a la caries dental.

1.1 Anatomía

Las características anatómicas externas e internas de los dientes primarios guardan una estrecha relación con el tratamiento pulpar, tanto por los factores etiológicos que provocan la necesidad de atención, así como por los cuidados especiales que deben ser tomados durante el tratamiento endodóncico.¹

Es importante conocer que en los dientes primarios el esmalte y la dentina tienen poco grosor y mineralización, que el volumen pulpar es grande, especialmente en los molares y que además del canal principal existen canales secundarios y accesorios.¹ (Figs 1, 2, 3 y 4)

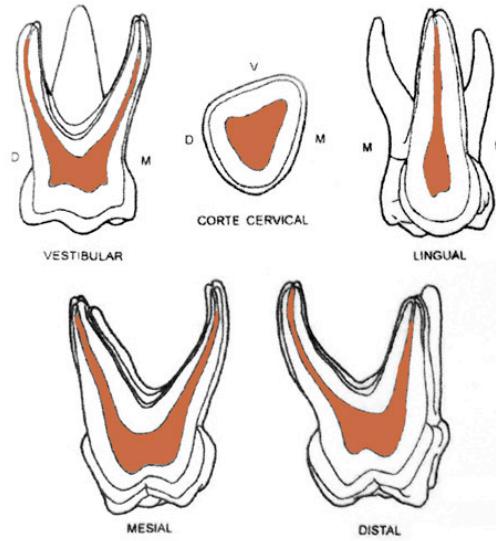


Fig 1. Primer molar maxilar. Tomado de Barberia Leache, 2005.

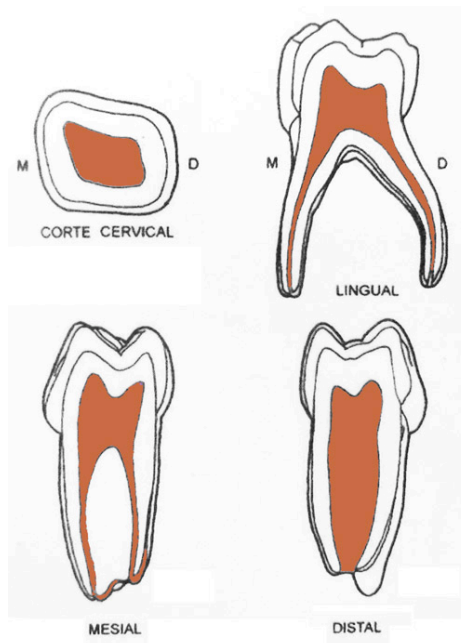


Fig 2. Primer molar mandibular. Tomado de Barberia Leache, 2005.

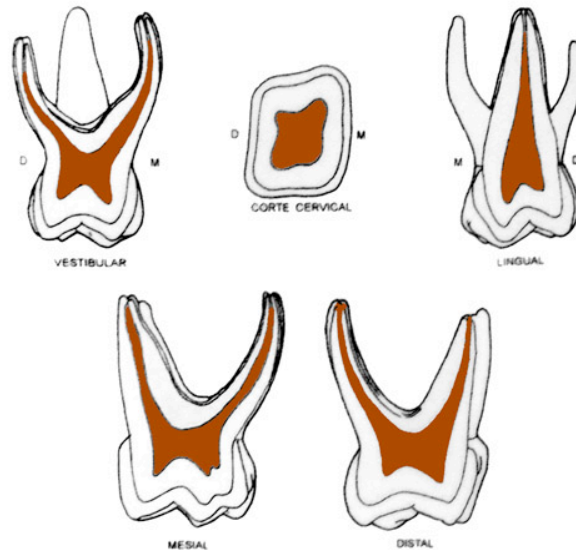


Fig 3. Segundo molar maxilar. Tomado de Barberia Leache, 2005.

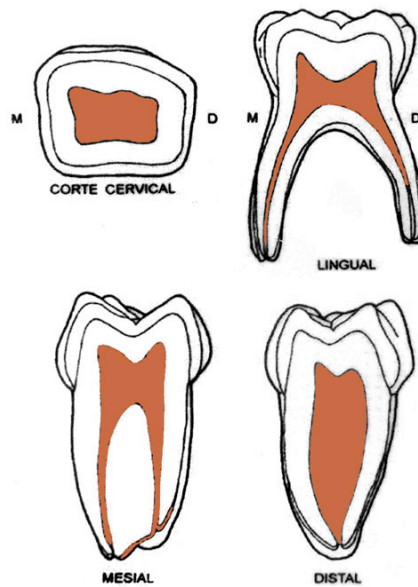


Fig 4. Segundo molar mandibular. Tomado de Barberia Leache, 2005.

La cavidad pulpar de los molares primarios está constituida por la cámara pulpar y los canales pulpares, siendo esta diferente en cada uno de ellos razón por la cual es necesario describirla individualmente.²

En el primer molar maxilar primario la cavidad pulpar consiste en una cámara y tres canales pulpares que corresponden a las tres raíces (Fig 5). Pueden haber varias anastomosis y ramificaciones. La cámara pulpar consta de tres o cuatro cuernos pulpares, que son más puntiagudos de lo que indicaría el contorno externo de las cúspides. El cuerno pulpar mesiovestibular es el mayor de los cuernos pulpares y ocupa una porción prominente de la cámara pulpar. El cuerno pulpar mesiolingual le sigue en tamaño, es angular y afilado, aunque no tan alto como el mesiovestibular. El cuerno pulpar distovestibular es el más pequeño. Desde una vista oclusal la cámara pulpar sigue el contorno general de la superficie del molar y se parece a un triángulo con la puntas redondeadas, siendo el ángulo mesiolingual obtuso y los distovestibular y mesiolingual agudos.²

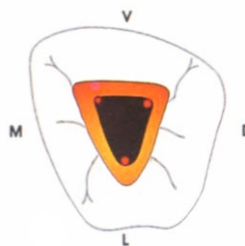


Fig 5. Primer molar maxilar. Vista oclusal de la cámara pulpar. Tomado de Bezerra, 2008

En el primer molar mandibular primario la cavidad pulpar consiste en una cámara y tres canales pulpares (Fig 6). La cámara pulpar consta de cuatro cuernos pulpares. El cuerno mesiovestibular es el mayor y ocupa una parte considerable de la cámara pulpar, es redondeado y se conecta con el cuerno pulpar mesiolingual por un borde elevado, haciendo que sea especialmente vulnerable a exposiciones mecánicas. El cuerno pulpar distovestibular es el segundo en área, pero no tiene la altura de los mesiales. El cuerno pulpar mesiolingual se encuentra ligeramente mesial a su cúspide correspondiente, es tercero en tamaño, segundo en altura, largo y puntiagudo. El cuerno pulpar distolingual es el menor y el más puntiagudo. Desde una vista oclusal la cámara tiene forma romboidal y sigue de cerca el contorno de la superficie de la corona. Existen tres canales pulpares. Un canal mesiovestibular y uno mesiolingual que confluyen, y dejan la cámara ensanchada vestibulolingualmente en forma de cinta. Los dos canales de pronto se separan para formar un canal vestibular y uno lingual, que gradualmente se van adelgazando en el agujero apical. El canal pulpar distal se proyecta en forma de cinta desde el suelo de la cámara en su aspecto distal. Este canal es amplio vestibulolingualmente y puede estar estrechado en su centro, reflejando el contorno exterior de la raíz.²

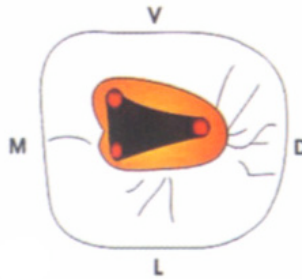


Fig 6. Primer molar mandibular. Vista oclusal de la cámara pulpar. Tomado de Bezerra, 2008.

En el segundo molar maxilar primario la cavidad pulpar consiste en una cámara pulpar y tres canales pulpares (Fig 7). La cámara pulpar tiene cuatro cuernos pulpares y puede que exista un quinto que se proyecta del aspecto lingual del cuerno mesiolingual y cuando existe es pequeño. El cuerno pulpar mesiovestibular es el mayor. El cuerno pulpar mesiolingual es segundo en tamaño y es ligeramente más largo que el cuerno pulpar distovestibular. Cuando se combina con el quinto cuerno pulpar presenta un aspecto bastante voluminoso. El cuerno pulpar distovestibular es tercero en tamaño. Su contorno general es tal que se une al cuerpo pulpar mesiolingual en forma de ligera elevación y separa una cavidad central y una distal que corresponden al delineado oclusal del molar en esta área. El cuerno pulpar distolingual es el menor y más corto y se extiende ligeramente sobre el nivel oclusal. Existen tres canales pulpares que corresponden a las tres raíces. Los canales pulpares siguen el delineado general de las raíces.²

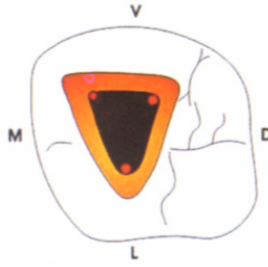


Fig 7. Segundo molar maxilar. Vista oclusal de la cámara pulpar.

Tomado de Bezerra, 2008.

En el segundo molar mandibular primario la cavidad pulpar está formada por una cámara y tres canales pulpares (Fig 8). La cámara pulpar tiene cinco cuernos pulpares que corresponden a las cinco cúspides. Los cuernos pulpares mesiovestibular y mesiolingual son los mayores, el mesiolingual es ligeramente menos puntiagudo pero del mismo tamaño. El cuerno distolingual no es tan grande como el mesiovestibular. El cuerno pulpar distal es el más corto y el más pequeño y ocupa una posición distal al cuerno distovestibular y su inclinación distal lleva al ápice en posición distal al cuerno distolingual. Los dos canales pulpares mesiales confluyen, a medida que dejan el suelo de la cámara pulpar, a través de un orificio común que es ancho en su aspecto vestibulolingual, pero estrecho en su aspecto mesiodistal. El canal común pronto se divide en un canal mesiovestibular mayor y un canal mesiolingual menor. El canal distal está algo estrechado en el centro. Los tres canales se adelgazan a medida que se acercan al agujero apical y sigue en general la forma de las raíces.²

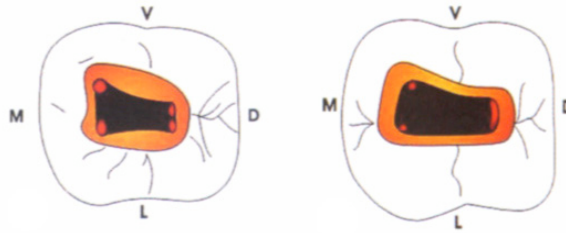


Fig 8. Segundo molar mandibular. Vista oclusal de la cámara pulpar.

Tomado de Bezerra, 2008.

1.2 Histología

Los estudios histológicos realizados en dientes primarios indican que la densidad de los túbulos dentinarios es menor que la de los dientes permanentes y que dichos túbulos presentan abundantes ramificaciones dicotómicas terminales en la proximidad de la conexión amelodentinaria.³

En las molares primarios es frecuente detectar defectos estructurales, a manera de fisuras u oquedades incompletas, que se originan a partir del piso de la cámara pulpar, en un porcentaje significativo. Se ha sugerido que estos defectos se deben a la falta de fusión de las lengüetas epiteliales que emite la vaina de Hertwig al modelar y guiar el número y la forma de las raíces. Algunos autores denominan a estos defectos líneas de recesión y sugieren que son trayectos sin mineralizar que surgen al fusionarse de tres a cinco túbulos dentinarios. Dichas alteraciones tendrían su origen en el trayecto de retroceso de los odontoblastos durante la dentinogénesis. Estos

microdefectos estructurales podrían estar relacionados con la frecuente patología interradicular que presentan los molares primarios.³

La pulpa de los dientes primarios se caracteriza por tener un período de vida más corto que la pulpa de los dientes permanentes. Como consecuencia de ello, las estructuras histológicas no alcanzan el mismo grado de desarrollo que en los dientes permanentes.³

En la capa odontoblástica los núcleos de los odontoblastos se encuentran dispersos, conformando una apariencia pseudoestratificada, que es particularmente evidenciada en la región coronaria, en la cual se observa un espesor de cinco a siete células. En la región apical este espesor es sólo de una a dos células odontoblásticas.³

La morfología de los odontoblastos es cuboidea observándose en el área coronaria, una morfología columnar o cilíndrica, a excepción de las zonas de atricción oclusal y de dentina de reparación.³

La zona central ofrece en la pulpa de los dientes primarios el aspecto de un tejido conectivo muy laxo con abundantes células, vasos y nervios.^{1,3}

El dato más característico de la vascularización de la pulpa de los dientes primarios es la frecuencia de anastomosis arteriovenosas que se

observan en la pulpa radicular. En relación con la inervación, lo más sobresaliente del diente primario es la rica inervación existente a nivel cervical. Las terminaciones nerviosas son más frecuentes en la corona que en la raíz.³

La actividad metabólica de los dientes primarios es más evidente durante las fases de rizogénesis y rizálisis, manteniéndose constante durante el período en que ya se completó la formación radicular.^{1,3}

Histológicamente, en estadios finales de resorción radicular, disminuye la cantidad de fibroblastos y los odontoblastos y los vasos sanguíneos sufren modificaciones.^{1,3}

Las características clínicas de estas variaciones histológicas y bioquímicas establecen que aún al final del proceso de maduración pulpar, el cual coincide con el inicio de resorción radicular, el diente primario posee un óptimo potencial reparador, estimulando la realización de técnicas conservadoras y durante el estadio de regresión pulpar, donde la resorción radicular dejó de ser incipiente existe una reducción del potencial reparador que sugeriría la utilización de técnicas no conservadoras de tratamiento.¹

1.3 Reacción del órgano dentino-pulpar a la caries dental

Cuando la caries avanza del esmalte a la dentina, se forma dentina esclerótica por aposición de minerales dentro de los túbulos y entre ellos, y se secreta dentina de reparación por otras células de tipo mesenquimatoso de la pulpa las cuales se diferencian en nuevos odontoblastos. La calidad y la cantidad de la dentina de reparación dependen de la profundidad y rapidez de avance de la lesión de caries.⁴

Cuando el proceso de caries avanza con mayor rapidez que la elaboración de dentina de reparación, se dilatan los vasos sanguíneos de la pulpa y hay diseminación de células inflamatorias, en particular subyacentes al área de los túbulos dentinarios afectados. Si la lesión de caries continua sin tratamiento, termina por producirse una exposición franca. La pulpa reacciona con infiltración de células inflamatorias agudas y la pulpitis crónica se hace aguda.⁴

2. Etiología de la enfermedad pulpar

Las causas de la enfermedad pulpar pueden clasificarse en sucesión lógica comenzando con el factor irritante más frecuente, los microorganismos:⁵

I. Bacterianas. La caries coronal es el medio más frecuente de penetración de las bacterias infectantes o sus toxinas a la pulpa. En realidad, mucho antes que las bacterias lleguen a la pulpa para infectarla, esta se ha inflamado a causa de la irritación de las toxinas bacterianas que la preceden.⁵

La etiología de la inflamación pulpar que se relaciona con las lesiones de caries superficiales se considera como el resultado de la acción de los productos y subproductos de la desintegración bacteriana, odontoblástica y del fluido tisular en los túbulos dentinarios. En este estadio, la inflamación pulpar es reversible, si la dentina infectada y los microorganismos localizados en la dentina no reblandecida son removidos.⁶

Debido a que la dentina presenta túbulos dentinarios y mayor contenido orgánico, las toxinas y enzimas bacterianas y los subproductos de su metabolismo, se difunden con rapidez afectando el tejido pulpar e instalando un proceso inflamatorio de mayor magnitud que se caracteriza por una inflamación irreversible.⁶

La mayor prevalencia de caries y, por lo tanto, de patologías pulpares como dinámica clínica de la caries no tratada es en los ocho molares primarios, luego siguen los caninos y los incisivos.⁷

II. Traumáticas. La mayor parte de la enfermedad pulpar producida después de una fractura coronaria se debe a la invasión bacteriana que suele presentarse tras el accidente.⁵ Sin embargo, las fracturas dentales complicadas son una causa mecánica del daño pulpar.

III. Iatrógenas. Dentro de las causas iatrógenas se puede mencionar que:

- En la preparación de las cavidades puede haber excesivo calor.
- La preparación es muy profunda, extendiéndose muy cerca de los cuernos pulpares.
- Un aumento excesivo de la presión intrapulpar produzca una hemorragia que ocasione la rotura de un vaso.
- Que el clínico haga una exposición pulpar accidental.⁵

IV. Químicas. Aquí se incluyen:

- Materiales de obturación como los cementos de fosfato de zinc, de policarboxilato, de óxido de zinc y eugenol. Materiales de obturación plásticos como amalgama, resina y vidrio ionomérico. Agentes para grabado, selladores ya gientes para cementación.
- Desinfectantes entre los que se pueden mencionar el nitrato de plata, fenol y fluoruro de sodio.
- Desecantes como alcohol, éter y cloroformo.⁵

V. Sistémicas. Una causa poco frecuente de distrofia pulpar se presenta en individuos afectados de hipofosfatemia hereditaria. Esta enfermedad que da lugar a enanismo y sus deformidades concomitantes se denominaba antes raquitismo resistente a la vitamina D, desde el punto de vista clínico se caracteriza por pulpas enormes y calcificación incompleta de la dentina. Las pulpas de estos dientes parecen ser frágiles y sucumben ante lo que normalmente serían estímulos irritantes menores. Por lo que podría ser considerada más que una causa, un factor predisponente.⁵ Shroff y cols en el 2002, basados en lo reportado por McWhorter y Seale en 1991, que de un grupo de pacientes diagnosticados con raquitismo resistente a la vitamina D, el 25% presentó abscesos dentales espontáneos, decidieron hacer un estudio para la evaluar la efectividad de la terapia pulpar profiláctica y concluyeron que esta no resultó ser exitosa.⁸

Otra causa de afección pulpar es la anemia drepanocítica, la cual es un trastorno genético que se caracteriza por una molécula de hemoglobina anormal que distorsiona el eritrocito y hace que adopte la forma de un huso. La anemia drepanocítica ha sido señalada como causa de muerte pulpar, ya que se han informado casos que mostraban zonas radiolúcidas perirradiculares en pacientes que no tenían caries ni habían sufrido traumatismos y se sospecha que la entidad alteró la microcirculación pulpar.⁵

3. Diagnóstico de la enfermedad pulpar en dientes primarios

Para realizar el diagnóstico de la enfermedad pulpar podemos utilizar los siguientes recursos:

3.1 Antecedentes de dolor

Los antecedentes de presencia o ausencia de dolor en el diagnóstico diferencial de la patología pulpar no son tan fiables en dientes primarios como lo son en dientes permanentes. Así, no es raro encontrar la degeneración pulpar en dientes primarios, incluso hasta el grado de formarse un absceso sin que el niño refiera dolor o malestar. Sin embargo, los antecedentes de dolor deben ser la primera consideración en la selección de los dientes para el tratamiento pulpar. A veces, una odontalgia que coincide o aparece inmediatamente después de una comida, no significa necesariamente la presencia de una inflamación pulpar extensa. El dolor puede estar causado por acumulación de comida dentro de la lesión de caries, por presión o por irritación química de la pulpa expuesta, la cual está protegida sólo por una delgada capa de dentina sana.⁹

Una odontalgia nocturna e intensa señala generalmente la presencia de una degeneración pulpar extensa. Del mismo modo una odontalgia espontánea y duradera significa que la enfermedad pulpar ha progresado excesivamente.⁹

3.2 Examen clínico

Al realizar el examen clínico se deben evaluar los tejidos blandos, atendiendo a cambios en la coloración de la mucosa, tumefacción, abscesos y fístulas. El absceso gingival o la fístula con drenajes asociados a un diente con una lesión de caries, constituyen un signo clínico obvio de enfermedad pulpar irreversible.¹⁰

Luego se realiza el examen dentario, en el que se debe evaluar la profundidad y extensión del proceso de caries o fractura, exposiciones pulpares, pólipos y las posibilidades de aislamiento y restauración del diente afectado.¹⁰

La movilidad anormal de los dientes es un signo clínico que puede señalar la existencia de una enfermedad pulpar grave. Al examinar el grado de movilidad de estos dientes, sólo la manipulación suscita la aparición de dolor en la zona. Si durante la manipulación del diente móvil no aparece dolor o éste es mínimo, probablemente la pulpa se encuentra en un estadio degenerativo crónico y más avanzado. La movilidad patológica debe diferenciarse de la movilidad normal de los dientes primarios previa a su exfoliación; siempre hay que comparar con el diente contralateral y tener en cuenta la edad de exfoliación.¹⁰

La sensibilidad a la percusión o a la presión es un síntoma clínico sugestivo de por lo menos un grado mínimo de enfermedad pulpar. Esta prueba se realiza con la punta del dedo y no con el espejo bucal y es útil para localizar un diente doloroso en el cual la inflamación avanza y afecta al ligamento periodontal.¹⁰

Según González y Ruiz, las pruebas de vitalidad pulpar, tanto térmicas como eléctricas, tienen escasa utilidad en los dientes primarios, ya que no proporcionan evidencias fiables sobre el grado de inflamación pulpar, aparte de que el dolor que desencadenan puede reducir la disposición del paciente a cooperar.¹⁰

Sin embargo, McDonald y cols consideran que la prueba térmica es útil, ya que la falta de respuesta de un diente al calor es indicativa de necrosis pulpar y que la respuesta de un diente ante un grado de calor menor del necesario para producir respuesta en un diente adyacente es indicativa de inflamación. El dolor que se produce al aplicar hielo sobre un diente normal desaparece al retirarlo. Una reacción de mayor intensidad sugiere una alteración patológica en la pulpa cuya naturaleza se determina cuando la reacción se correlaciona con las demás observaciones clínicas.¹¹

Otra prueba térmica con estímulo frío es la que se realiza con un trozo de hielo seco de dióxido de carbono(CO₂). Existen reportes de que la

nieve de CO₂ aplicada en un diente hasta por 5 minutos no pone en peligro la salud de la pulpa, ni daña la superficie del esmalte. La barrita de hielo seco de CO₂ es preferible para las pruebas, en vista de que no afecta los dientes adyacentes y en virtud de que causa una respuesta intensa y reproducible.¹²

3.3 Examen radiográfico

El examen clínico debe ir seguido de radiografías coronales o de aleta de mordida de alta calidad. Las zonas radiolúcidas interradiculares, un dato frecuente en dientes primarios con alteraciones pulpares, se observan mejor en las radiografías coronales. Pero si no es posible observar con claridad el área apical en esta radiografía debemos tomar una radiografía periapical de la zona afectada.⁴ (Fig 9)



Fig 9. Radiografía periapical para realizar el diagnóstico.

Tomado de Bezerra, 2008.

Se deben buscar signos perirradiculares o periapicales, como un engrosamiento del espacio del ligamento periodontal o la rarefacción del hueso de sostén.⁹

En los niños la interpretación radiográfica es más difícil que en adultos. En ocasiones, las raíces de los dientes primarios que experimentan una resorción fisiológica normal, presentan con frecuencia un aspecto que se presta a confusiones o que sugiere la existencia de una lesión.⁹

La proximidad de las lesiones de caries a la pulpa no puede determinarse siempre con precisión mediante una radiografía. Así, lo que con frecuencia parece ser una barrera intacta de dentina secundaria protegiendo la pulpa, puede realmente ser una masa perforada de material irregular, calcificado y con caries. A veces la pulpa que hay por debajo de este material muestra extensos signos inflamatorios.⁹

3.4 Diagnóstico operatorio

En algunos casos el diagnóstico final se puede realizar sólo mediante la evaluación directa del tejido pulpar y la decisión con respecto al tratamiento se toma de acuerdo con esto. Si por ejemplo se tiene pensado hacer una pulpotomía, la hemorragia del sitio de amputación debe ser de índole normal, es decir, sangrado de color rojo, con hemostasia en menos de

cinco minutos a la presión leve con una torunda. Si la hemorragia persiste, será necesario realizar un tratamiento distinto o más radical, ya que la hemorragia excesiva es indicativo de que la inflamación alcanzó la pulpa radicular. Por el contrario, si hay un pólipo pulpar y la hemorragia se detiene de manera normal después de amputar la pulpa coronal, se realiza sólo la pulpotomía en lugar de un tratamiento menos conservador.⁴

3.5 Otros métodos de diagnóstico

Existen adelantos recientes en la valoración de la vitalidad de la pulpa, como la oximetría de pulso y la medición del flujo Doppler con láser.¹³

La oximetría de pulso se originó a partir del concepto de la espectrofotometría y proporciona una lectura del ritmo del pulso y la saturación de oxígeno. Este es un método que aún se encuentra en etapa experimental.¹³

La flujometría Doppler con Láser la cual fue desarrollada para evaluar el flujo sanguíneo en el sistema microvascular, también puede ser usada para diagnosticar el flujo sanguíneo de la pulpa dental. Esta técnica utiliza láser He-Ne (Helio-Neón) a baja potencia de 1 o 2 mW.¹⁴

El rayo láser es dirigido a través de la corona del diente hacia los vasos sanguíneos que están dentro de la pulpa. El movimiento de los glóbulos rojos causa que la frecuencia del rayo láser haga cambiar el Doppler y parte de la luz se esparce hacia fuera del diente. La luz reflejada es detectada por una fotocélula en la superficie del diente y su salida es proporcional al número y la velocidad de las células sanguíneas.¹⁴

La ventaja principal de esta técnica en comparación con la prueba eléctrica u otras pruebas de vitalidad es que esta no está basada en que se presente la sensación de dolor para determinar la vitalidad del diente.¹⁴

La flujometría Doppler con Láser tiene sus limitaciones. Generalmente, en los dientes anteriores donde el esmalte y la dentina son delgados, no se presentan problemas. Pero en los molares el esmalte y la dentina son más gruesos y la variabilidad en la posición de la pulpa dentro del diente puede causar variaciones en el flujo sanguíneo pulpar.¹⁴

Cuando los costos de estos equipos disminuyan y mejore su aplicación clínica, esta tecnología podría ser usada para pacientes que tienen dificultad para comunicarse o para niños pequeños donde la respuesta no es confiable.¹⁴

3.6 Consideraciones sobre el estado de salud general del paciente

Es importante que el odontopediatra tenga en cuenta el estado físico del paciente al momento de seleccionar casos para el tratamiento endodóncico. En los niños con enfermedad grave, en lugar del tratamiento pulpar la medida terapéutica de elección es la extracción del diente afectado. Tampoco han de someterse a un tratamiento pulpar (que pudiera fracasar y originar una infección aguda) los niños con trastornos que los hacen susceptibles a la endocarditis bacteriana o aquellos que presenten nefritis, leucemia, tumores sólidos, neutropenia cíclica idiopática o cualquier proceso causante de una depresión (cíclica o crónica) de los leucocitos polinucleares y los granulocitos. Eventualmente, el tratamiento pulpar puede estar justificado en un niño con enfermedad grave, pero sólo tras realizar un estudio metódico, en lo que se refiere al pronóstico de su estado general, del tratamiento endodóncico y la importancia relativa de conservar el diente afectado.⁹

4. Clasificación del estado pulpar en dientes primarios

El estado pulpar en los dientes primarios se clasifica en:¹⁵

a) Pulpa normal. Este no es un estado patológico de la pulpa, pero se incluye en la clasificación para tener una secuencia lógica y partir de la normalidad.¹⁵

Llamada pulpa vital asintomática o grado I en la Facultad de Odontología de la UCV, la cual implica una pulpa vital, libre de inflamación.¹⁶

Cohen, citado por Villasana, también incluye a este estado pulpar (pulpa sana) dentro de su clasificación, a la cual llama “pulpa dentro de los límites normales” y afirma que una pulpa normal es asintomática y produce una respuesta transitoria débil a moderada a los estímulos térmicos y eléctricos y que la respuesta cesa casi inmediatamente cuando el estímulo se retira.¹⁶

b) Pulpitis focal reversible. Este es un estado inflamatorio confinado a la cámara pulpar y generalmente es una reacción de la pulpa a las toxinas provenientes de la infección bacteriana existente en los túbulos dentinarios.¹⁵

También llamada grado II en la Facultad de Odontología de la UCV, la pulpa se encuentra vital inflamada y con capacidad de repararse una vez que se elimine el factor irritante.¹⁶

c) Pulpitis focal irreversible. La pulpitis o patología pulpar irreversible es un estado más avanzado, en el que la mayor parte de la pulpa está involucrada. Esta se presenta en dos modalidades, la pulpitis aguda que se

presenta rara vez en los niños y la pulpitis crónica que es la modalidad más frecuente como se presenta la enfermedad pulpar en este grupo etáreo.¹⁵

Es llamada grado III en la Facultad de Odontología de la UCV, en esta categoría la pulpa se encuentra vital, inflamada, pero sin capacidad de regeneración, aún cuando se hayan eliminado los estímulos externos que provocan el estado inflamatorio.¹⁶

La patología pulpar irreversible de tipo crónica puede presentarse de forma hiperplásica, la cual se presenta sólo en niños y adultos jóvenes y también es llamada pólipo pulpar (Fig 10). Este se observa clínicamente como un glóbulo rojo dentro de una cavidad de caries o de una fractura por exposición y está ocasionado por la proliferación del tejido pulpar inflamado. El paciente manifiesta en ocasiones cierta sensibilidad a la masticación, pero, por lo general es un estado asintomático, ya que el tejido hiperplásico contiene pocos nervios y tiende a epitelializarse como una forma de defensa del mismo.¹⁵

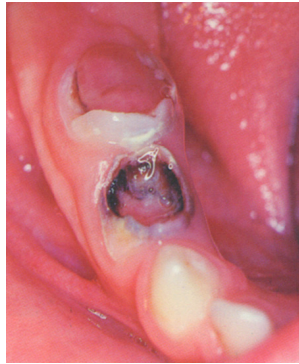


Fig 10. Pólipo pulpar en el segundo molar primario.

Tomado de Bezerra, 2008.

Otra forma que con frecuencia se manifiesta la patología pulpar irreversible, es la presencia de un conducto necrótico, incluso con lesión periapical y el otro conducto presenta pulpa vital inflamada, en un mismo diente.¹⁵

El dolor no es una característica predominante de la patología pulpar irreversible de tipo crónica, pero el niño puede quejarse de episodios intermitentes de dolor sordo y moderado.¹⁵

Radiográficamente, en este tipo de patología, puede observarse ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal, en especial en la zona de la furcación.¹⁵

c) Lesiones degenerativas de la pulpa sin imágenes periapicales

Son llamadas grado IV en la Facultad de Odontología de la UCV.¹⁶

El resultado final de las enfermedades pulpares es la necrosis pulpar, en la cual se establece el cese de todo metabolismo y de toda capacidad reactiva de la pulpa. Las lesiones pulpares degenerativas incluyen las necrobiosis, gangrena y el absceso dento-alveolar agudo, pues su criterio se basa en la ausencia de imágenes periapicales.¹⁵

La necrobiosis también llamada gangrena seca es la muerte aséptica de la pulpa y generalmente es la secuela de un traumatismo.¹⁵

La gangrena es la muerte pulpar seguida de invasión bacteriana, es decir, la muerte séptica. Rara vez se encuentra en su forma pura, ya que el proceso infeccioso involucra rápidamente los tejidos periapicales y cuando el paciente acude a consulta los signos y síntomas se corresponden con alteraciones de los tejidos de soporte.¹⁵

El absceso dento-alveolar agudo presenta generalmente edema extra e intraoral, movilidad dentaria marcada y extrusión dentaria, hay sensibilidad a la palpación y a la percusión.¹⁵

d) Lesiones degenerativas de la pulpa con imágenes periapicales

Son llamadas grado V en la Facultad de Odontología de la UCV.¹⁶

Estas lesiones incluyen el absceso dento-alveolar crónico y el absceso dento-alveolar crónico reagudizado.¹⁵

En el absceso dento-alveolar crónico el paciente puede presentar cambio de color en el diente, presencia de edema intraoral o de fístula y puede haber movilidad dentaria. Radiográficamente se observan imágenes radiolúcidas periapicales, principalmente en el área de la furcación, con pérdida relativamente extensa de tejido óseo.¹⁵

El absceso dento-alveolar agudo reagudizado presenta características clínicas de un proceso agudo y radiográficas de un proceso crónico.¹⁵

5. Tratamiento en molares primarios con diagnóstico de patología pulpar irreversible

El aspecto más difícil e importante de la terapia pulpar es determinar el grado de salud de la pulpa o su inflamación, de manera que se pueda tomar una decisión acertada en función de la mejor forma de tratamiento.¹⁷

El tratamiento que se realice en la pulpa y conductos radiculares de los dientes primarios no debe obstaculizar el proceso de resorción radicular fisiológico, a la vez que evite las complicaciones infecciosas, durante el lapso que tardan en exfoliarse.⁷

Se han recomendado diferentes tipos de tratamientos pulpares y estos pueden ser clasificados en dos categorías:

1) Conservador. Son los que tiene como objetivo mantener la vitalidad de la pulpa. Entre ellos se encuentran la base de protección, el recubrimiento pulpar indirecto, el recubrimiento pulpar directo y la pulpotomía.¹⁷

2) Radicales. Consisten en pulpectomías y la obturación radicular.¹⁷

Para tratar la patología pulpar irreversible en molares primarios podemos valernos de la pulpotomía y la pulpectomía que son los tratamientos que a continuación serán descritos.

5.1. Pulpotomía

La pulpotomía es una técnica de tratamiento endodóncico conservador, que consiste en la remoción del tejido pulpar coronario inflamado, procurando mantener la integridad de la pulpa radicular.⁶

El objetivo es mantener la salud del remanente pulpar sin efectos clínicos adversos o síntomas como sensibilidad, dolor o inflamación.¹⁸

La justificación de este procedimiento radica en el hecho de que el tejido pulpar coronal, situado junto a la exposición por caries, suele contener microorganismos así como presentar signos inflamatorios y degenerativos. Con esta técnica es posible extirpar el tejido anormal, permitiendo que la cicatrización ocurra en la zona de entrada del conducto radicular, en una región donde la pulpa dental es esencialmente normal. Pero si los dientes no se seleccionan adecuadamente, existe una alta probabilidad de fracasos.⁹

Indicaciones

La pulpotomía se indica en casos de dientes con:

- exposición pulpar por caries⁶ (Fig 11)
- exposición pulpar accidental^{2,18}
- rizogénesis incompleta⁶
- pulpa expuesta por más de 24 horas, debido a traumatismos⁶

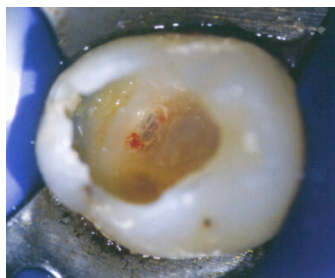


Fig 11. Exposición pulpar por caries. Tomado de Bezerra, 2008.

Contraindicaciones

Está contraindicada en dientes que presentan:

- signos o síntomas de necrosis²
- calcificaciones en la cámara pulpar²
- imposibilidad de restauración¹⁵
- resorciones fisiológicas de más de 2/3 de las raíces¹⁵
- evidencias de grandes áreas de resorciones radiculares¹⁵ (Fig 12)
- pérdida de tejido de soporte que involucre al germen del sucesor permanente¹⁵
- historia de dolor espontáneo¹⁹
- dolor a la percusión¹⁹



Fig 12. Molar primario en el que se contraindica la pulpotomía debido a resorción extensa. Tomado de Bezerra, 2008.

5.1.1 Técnica operatoria

Después de seleccionar el caso, la técnica operatoria se realizará de la siguiente manera:

1. Enjuague previo con solución antiséptica. Enjuague preoperatorio con 5-10 ml de solución de gluconato de clorhexidina al 0.12% o limpieza de la zona en niños muy pequeños.⁶
2. Anestesia local.¹⁵
3. Aislamiento del campo operatorio con dique de goma para prevenir la contaminación bacteriana.¹⁵
4. Se debe remover el tejido cariado de las paredes circundantes (Fig 13) y luego el del piso pulpar.⁶

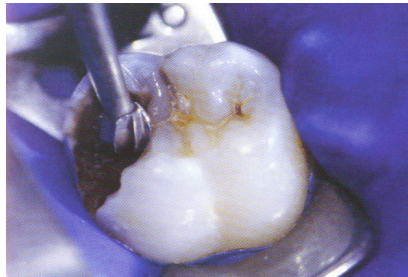


Fig 13. Eliminación de caries. Tomado de Bezerra, 2008.

5. Se elimina el techo de la cámara pulpar, se remueve la pulpa cameral y se realiza el desgaste de las paredes con la fresa Endo-Z.⁶ La pulpa debe ser removida por completo de la cámara pulpar, porque de no ser así continua la hemorragia que podría confundir al diagnóstico de estado pulpar.¹⁵ El método usado para la amputación del tejido pulpar influye significativamente en la curación. Se han recomendado tres métodos: cucharita de dentina, fresas de acero a baja velocidad y fresas de diamante a alta velocidad. El objetivo de la remoción de la

pulpa es eliminar el tejido inflamado y contaminado causando el mínimo daño al tejido residual. La cucharita de dentina rara vez corta claramente y tiende a halar o estirar la pulpa remanente. Una fresa de acero rotando lentamente infringe lesiones al tejido residual reduciendo la probabilidad de supervivencia. Esto es posiblemente porque no se produce un corte claro. Sin embargo, se pudiera obtener un resultado aceptable si la amputación es llevada a cabo con una buena irrigación con solución fisiológica mientras se realiza el corte de la pulpa. Una fresa de diamante a alta velocidad con buena irrigación permite cortes claros con daños mínimos. Por lo tanto, esta sería la opción a escoger.²⁰

6. Se irriga abundantemente la cámara pulpar con solución fisiológica, para prevenir que restos de dentina sean forzados dentro de la pulpa radicular, por lo cual no se debe utilizar aire.¹⁵
7. Es importante que, posterior a la remoción de la pulpa, no se forme un coágulo sanguíneo espeso ya que este podría ser una barrera mecánica que impida el contacto directo del material protector con el tejido pulpar remanente. La presencia de un coágulo sanguíneo espeso, entre el tejido pulpar y el material protector interfiere de manera negativa en el proceso de reparación. Además la fibrina del coágulo ejerce un efecto quimiotáctico sobre los polimorfonucleares lo que potenciará la reacción inflamatoria generada por el corte de la pulpa, retardando o perjudicando la reparación. También, los

productos de degradación interferirán con el proceso de reparación porque el coágulo puede actuar como substrato bacteriano, atrayendo bacterias hacia el lugar de la exposición pulpar. Desde el punto de vista clínico para evitar la formación del coágulo sanguíneo espeso, la hemostasia no se debe realizar por medio de la compresión con bolitas de algodón, sino que se debe irrigar sucesivamente la cámara pulpar con solución fisiológica y secar ligeramente con mechas de papel absorbente.⁶

8. La hemorragia debe ser controlada y esta debe detenerse entre 3 y 5 minutos de forma natural, lo que nos hace pensar que la pulpa remanente está sana.¹⁵
9. Una vez que la hemorragia haya sido cohibida se coloca sobre el remanente pulpar el medicamento seleccionado.¹⁵
10. Si el tratamiento se va a realizar en una sola sesión, se coloca una base de cemento protector y por último la restauración definitiva.¹⁵

Las fallas en las pulpotomías de dientes primarios son atribuidas a:

- un diagnóstico incorrecto de la extensión de la inflamación y contaminación de la pulpa,²¹
- los efectos irritantes del procedimiento de amputación,²¹
- los efectos químicos del material de recubrimiento,²¹
- el ingreso de fluidos orales y detritus en el remanente pulpar,²¹

- las propiedades inadecuadas de sellado de las restauraciones temporales o permanentes.²¹

Las pulpotomías pueden ser clasificadas de acuerdo a los siguientes objetivos de tratamiento: desvitalización (momificación o cauterización), preservación (mínima desvitalización, no inductiva) o regeneración (inductiva, reparativa).²²

Ranly, citado por Escobar, establece los requisitos que debería tener el medicamento ideal para usarlo como fijador en las pulpotomías, los cuales son:

- fijar la porción coronal de la pulpa radicular lo suficiente para esterilizar, destoxificar e inhibir la autólisis,²³
- dicha fijación debe ser demarcada, pero sin acción desvitalizadora continua sobre el tejido,²³
- suprimir la actividad metabólica y la posible actividad resorptiva,²³
- no ser inmunogénico.²³
- ser autolimitante, es decir, que no se difunda a través de los conductos radiculares.²³

Describiremos ahora los medicamentos y materiales propuestos para las pulpotomías de molares primarios vitales con diagnóstico de patología pulpar irreversible. Comenzando con el formocresol que ha sido el

medicamento más usado y luego con otros que se perfilan como alternativas para el tratamiento de pulpas vivas. Entre ellos se encuentran: hidróxido de calcio, glutaraldehído, sulfato férrico, MTA, láser, electrocirugía, pasta con ricofort, yodoformo y paramonoclorofenol alcanforado, vidrios bioactivos, colágeno, proteínas óseas morfogenéticas y hueso seco congelado.

5.1.2 Formocresol

En 1904 Jhon P. Buckley desarrolló el formocresol para su empleo en la terapéutica pulpar y a partir de 1923 Charles A. Sweet lo utilizó para efectuar pulpotomías en dientes primarios, desde entonces su empleo se ha generalizado hasta el punto de ser en la actualidad la técnica más utilizada en todo el mundo, sin embargo dado los posibles problemas de toxicidad del formocresol otras técnicas se han venido desarrollando en los últimos años como alternativas a las pulpotomías con formocresol en dientes primarios.²⁴

Composición y dilución del formocresol

La composición varía ampliamente, como la fórmula de Buckley de 19% de formaldehído, 35% de cresol, 17,5 % de glicerina y la fórmula de la marca Sultan®ⁱ compuesta de 48,5% de formaldehído, 48,5% de cresol y 3% de glicerina.²⁵

ⁱ Patterson Dental Supply, St Paul MN

Los componentes activos del formocresol son el formaldehído y el cresol, siendo la glicerina utilizada como vehículo y como emulsificador, para evitar la polimerización del formaldehído y atenuar su poder irritante. El cresol, representado por el metil-fenol, cuando está en contacto con los tejidos disuelve la membrana celular, desnaturaliza las proteínas expuestas, atenúa el poder irritante del formaldehído y actúa también como antiséptico.⁶

La técnica de pulpotomía con formocresol ha permanecido sin cambios desde que Berger en 1965 recomendó la técnica en una cita, durante 5 minutos.²⁵

Los únicos dos cambios han incluido la remoción del formocresol de la pasta de recubrimiento pulpar y la dilución del formocresol. Los primeros reportes recomendando la dilución del formocresol para su uso en pulpotomías se publicaron hace más de 25 años. Loos y Hand en 1971 reportaron resultados similares en ratas, sobre la fijación de los tejidos tanto con el formocresol diluido al 1:5 como con la fórmula completa. Desde entonces la dilución al 1:5 ha sido aceptada gradualmente como el estándar y es la técnica mayormente enseñada en las escuelas dentales.²⁵

Para obtener la dilución a 1:5 se mezclan 3 partes de glicerina con 1 parte de agua destilada para constituir el diluyente; luego se añade 1 parte de

formocresol concentrado a las 4 partes del diluyente y se mezclan nuevamente.¹⁵

Así mismo la dilución a 1:5 ha sido el estándar para estudios en la literatura donde las pulpotomías con formocresol son comparadas con otras técnicas de pulpotomía.²⁵

Morawa y cols en 1975 realizaron un estudio en el que evaluaron las pulpotomías realizadas con formocresol diluido en 125 molares primarios de pacientes con edad promedio de 6 años y 1 mes de edad. Todos los dientes utilizados tenían exposición pulpar por caries. Al realizar la amputación pulpar y contener la hemorragia, colocaron una torunda de algodón humedecida con formocresol diluido a 1:5 durante aproximadamente 5 minutos y luego una pasta gruesa realizada mezclando polvo de óxido de zinc, una gota de eugenol y una gota de formocresol diluido a 1:5, por último los dientes fueron restaurados con coronas de acero. Cada 6 meses se realizó evaluación clínica y radiográfica hasta la exfoliación del diente. De los 125 pulpotomías solo 2 fueron consideradas inaceptables.²⁶

Morales y cols en 1998 realizaron 25 pulpotomías en molares primarios, de los cuales 14 tenían pulpa vital, en niños con edades comprendidas entre 6 y 9 años. De los dientes tratados se consideraron éxito para pulpa vital aquellos casos que en el transcurso de la evolución no

presentaba signos clínicos y radiográficos desfavorables. Las pulpotomías fueron realizadas con formocresol diluido al 1:5 durante 5 minutos y no se adicionó formocresol en el relleno de la cámara. De los 14 dientes vitales 13 evolucionaron positivamente para obtener el 92,8% de éxito.²⁷

King y cols en el 2002 realizaron un estudio para determinar la concentración de formocresol usada por los odontopediatras en la práctica privada, enviando encuestas a 806 miembros de la AAPD (*American Academy of Pediatric Dentistry*) aleatoriamente seleccionados por distritos. Obteniendo que el 69% utiliza la formula concentrada y el 27% la formula diluida. Se desconoce si los que están usando la formula completa lo hacen porque desconocen la recomendación de la formula diluida, porque la conocen y están reacios al cambio o porque saben que no hay producto comercial disponible. Concluyendo que la mayoría de los odontopediatras que utilizan el formocresol para realizar pulpotomías en dientes primarios lo utilizan en su formula concentrada.²⁵

En el 2003 Hunter y Hunter en el Reino Unido, también enviaron encuestas a 221 especialistas en odontopediatría, las cuales fueron respondidas y devueltas por 184 de estos especialistas y las respuestas obtenidas fueron las siguientes: 97,3% utilizan la técnica de pulpotomías en dientes primarios, 76,5% toman de rutina radiografías preoperatorias, 62,6% utilizan aislamiento absoluto y con respecto a los medicamentos 66,5%

utilizan el formocresol diluido a 1:5, 17,9% utiliza el formocresol en la formula completa y el resto utiliza otros medicamentos como hidróxido de calcio, paraformaldehído y sulfato férrico.²⁸

Mecanismo de acción

El resultado constante del tratamiento con formocresol, es la sustitución del tejido pulpar vital por un tejido de tipo más o menos granulomatoso que se organiza y evoluciona hacia la fibrosis. Esto ha sido interpretado como una reacción pulpar y se acompaña de la presencia de un tejido calcificado que se deposita en las paredes del conducto.²⁹

Toxicidad del formocresol

Entre los efectos indeseados del formocresol se han citado la distribución sistémica postoperatoria, la respuesta pulpar inflamatoria con cambios radiográficos en el diente tratado, efectos negativos en el esmalte del diente sucedáneo, la citotoxicidad y el potencial carcinogénico.^{30,31}

Myers y cols encontraron daños a los riñones e hígado de un perro al que le realizaron 16 pulpotomías con formocresol sin diluir en una sesión. Aseveran que el formocresol al ser colocado en pulpas vitales, se absorbe rápidamente en la circulación sistémica y es distribuido en el cuerpo.³²

El formaldehído es uno de los componentes del formocresol y, ha mostrado que tiene potencial mutagénico y carcinogénico en animales de experimentación.³³ Por ello, Zarzar y cols en el 2003, publican una investigación realizada con 20 niños, previo consentimiento informado, con el propósito de estudiar si el formocresol in vivo es mutagénico. Ellos tomaron 20 niños con edades comprendidas entre 5 y 10 años que tuvieran exposición pulpar por caries, sin signos de degeneración pulpar y que no hubiesen recibido anteriormente ningún tipo de tratamiento endodóncico. Tomaron muestras de sangre venosa previo a la pulpotomía con formocresol de la formula completa para observar la presencia de aberraciones cromosómicas y 24 horas después de la pulpotomía realizaron una segunda toma de muestra sanguínea para detectar una posible aberración cromosómica producida por el formocresol. Solo 1 de los 20 niños mostró algún tipo de alteración, pero esto no constituye una diferencia estadísticamente significativa. Lo cual no les permitió concluir que el formocresol es mutagénico, sino sugerir que se realicen otros estudios con muestras más grandes.³³

Luego, en el 2004 la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC, *internacional agency for research on cancer*), clasificó al formaldehído como carcinogénico para los humanos.³⁴

Sin embargo, aunque el formocresol ha sido el centro de mucha controversia durante los últimos años, es todavía el medicamento más ampliamente usado para las pulpotomías en dientes primarios.^{25,35}

Tiempo de aplicación y efectos del formocresol

García-Godoy y cols en 1982 realizaron un estudio para comparar la respuesta pulpar cuando el formocresol se aplicaba uno, tres y cinco minutos seguido de la aplicación de una base de óxido de zinc eugenol. Utilizaron 3 perros para un total de 49 dientes asignados a tres grupos experimentales y dos grupos control. Aislaron los dientes con rollos de algodón, abrieron la cámara y eliminaron la pulpa con cucharitas de dentina, irrigaron con solución fisiológica y contuvieron la hemorragia con torundas de algodón secas. Después de formarse el coágulo sanguíneo, aplicaron una torunda de algodón humedecida con una preparación comercial de formocresol durante 1, 3 y 5 minutos, seguido de una base de óxido de zinc eugenol reforzada. Utilizaron 13 dientes en cada grupo experimental. Los grupos control eran de 5 dientes cada uno; el primero recibió solo una base de óxido de zinc eugenol reforzada y el segundo no fue tratado y se usó para el control histológico. 30 días después los dientes fueron extraídos y analizados. En el grupo control no tratado las características morfológicas eran de una pulpa intacta. En el grupo control de óxido de zinc eugenol, 4 de los 5 dientes presentaron inflamación crónica en el sitio de la amputación y 1 necrosis pulpar en todo el canal radicular. En el grupo experimental de 1 minuto de

aplicación observaron en el tercio coronal una ligera respuesta inflamatoria y en los tercios apical y medio no hubo inflamación. En el grupo experimental de 3 minutos de aplicación observaron inmediatamente debajo del sitio de la amputación una inflamación de ligera a moderada, en el tercio medio no observaron células inflamatorias, pero sí vasos sanguíneos dilatados y el tercio apical estaba normal. En el grupo experimental de 5 minutos de aplicación observaron en el tercio coronal a nivel del sitio de la amputación una inflamación moderada y ninguna en apical. Concluyeron que la aplicación del formocresol durante 1 minuto produce una respuesta inflamatoria menor del tejido pulpar, ya que no produce inflamación en los tercios apical y medio, en comparación con la aplicación de 3 y 5 minutos.³⁶

El tiempo de exposición del tejido pulpar al formocresol es crítico, y determina la respuesta de la pulpa al medicamento. Los efectos del formocresol en la pulpa, están controlados por la cantidad de formocresol que se difunde en el tejido; esta puede ser limitada por el tiempo de aplicación, la concentración usada, los métodos de aplicación y una combinación de estos factores.³⁶

La reacción inflamatoria producida por la aplicación de formocresol o sus componentes está más relacionada al daño vascular que a la presencia de tejido fijado o necrótico.³⁶

Técnica operatoria

Para realizar una pulpotomía con formocresol, se deben realizar los 8 pasos iniciales que fueron explicados con anterioridad. Luego es necesario evaluar el estado de la pulpa.¹⁵

La técnica de la pulpotomía con formocresol se puede hacer en 1 ó 2 citas, dependiendo del estado del remanente pulpar. La evaluación de la pulpa amputada es el recurso que puede usar el clínico para determinar el grado de patología pulpar. Si la hemorragia no se detiene entre 3 y 5 minutos o si el color es muy oscuro, es indicativo de que la inflamación se ha extendido a la pulpa radicular. En este caso se seleccionará la pulpotomía en dos citas o la pulpectomía.¹⁵

Emmerson y cols, citados por Novoa, clasificaron la técnica de la pulpotomía con formocresol en vital o no vital, dependiendo del tiempo de aplicación de la droga y su efecto sobre el tejido.¹⁵

Amputación vital

Esta técnica se basa en colocar la torunda humedecida con formocresol durante 4 o 5 minutos con el fin de provocar una fijación del filete radicular de profundidad variable, manteniendo el resto del tejido pulpar con vitalidad, de allí su nombre.¹⁵

Luego se coloca una base de cemento de óxido de zinc eugenol sin incorporar el formocresol y por último se restaura el diente preferiblemente, con una corona de acero inoxidable.³⁷ (Fig 14)

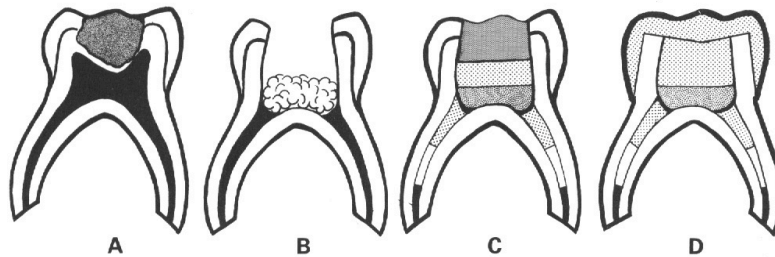


Fig 14. Técnica de pulpotomía de un molar primario. A) patología pulpar irreversible. B) Pulpotomía con aplicación del medicamento en una torunda de algodón. C) colocación de sub-base, base y restauración de amalgama D) Restauración definitiva con corona de acero. Tomado de Lasala, 1992.

Amputación mortal

La amputación mortal se realiza cuando al hacer la pulpotomía hay una hemorragia profusa de los filetes radiculares, en cuyo caso se deja el medicamento actuando durante 3 a 5 días y se provoca la desvitalización total del filete pulpar radicular.¹⁵

En la primera cita después de realizar la pulpotomía y cohibir la hemorragia, se coloca la torunda de algodón humedecida con formocresol y se sella la cavidad con cemento provisional.¹⁵

En la segunda cita, que se realiza 3 a 5 días después, se retira la torunda de algodón y se observan los filetes de color oscuro, lo cual es indicativo de la fijación causada por el formocresol. Se coloca un cemento protector y la restauración definitiva.¹⁵

Hemostasia en la pulpotomía

La mayoría de los estudios publicados reportan que la hemostasia en las pulpotomías es obtenida con torundas de algodón sin medicamentos. No obstante, Thompson y cols en el 2001 realizaron una investigación para evaluar el éxito de la técnica de formocresol en la cual la hemostasia fue obtenida con la misma torunda humedecida en formocresol que es usada para medicar la pulpa amputada. La investigación fue llevada a cabo con una muestra de 194 molares primarios en 112 pacientes que tuvieran al menos un molar indicado para pulpotomía vital. El seguimiento se realizó de 5 a 109 meses, con un promedio de 38 meses. Los criterios de inclusión fueron: dientes vitales con exposición por caries, sin síntomas de degeneración pulpar, posibilidad de restaurarlos y pacientes que acudieron por lo menos una vez al seguimiento radiográfico. Todos los molares fueron tratados con la siguiente técnica: aislamiento absoluto, remoción de caries y acceso a la cámara pulpar con fresa redonda nº 4 a alta velocidad, la amputación de la pulpa la realizaron con cucharita de dentina, humedecieron una torunda de algodón con formocresol sin diluir y la colocaron sobre el remanente pulpar durante 5 minutos, luego la removieron y obturaron la cámara con oxido de

zinc eugenol para finalizar con una restauración definitiva con coronas de acero. El éxito radiográfico fue definido como ausencia de resorción interna o externa, radiolucencia interradicular o periapical y ausencia de perforación. En base a eso, la tasa de éxito fue de 91% de los 5 a 12 meses y de 97% a los 5 años. La respuesta pulpar más frecuente fue la metamorfosis cálcica (34%) y la resorción interna (10%). La resorción interna estaba confinada al área adyacente a la sub-base (Fig 15) Basados en los resultados obtenidos los autores sugieren que controlar la hemorragia con la torunda humedecida con formocresol podría ser una variación aceptable de la técnica tradicional.

38

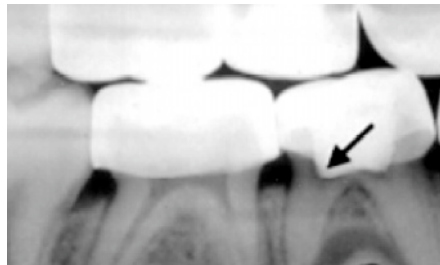


Fig 15. Primer molar inferior que a los 42 meses de seguimiento muestra resorción interna debajo de la sub-base con calcificación de los conductos. Tomado de Thompson, 2001.

Formocresol en la sub-base

García-Godoy y cols reportan que la incorporación de formocresol en la sub-base de óxido de zinc eugenol sobre la pulpa previamente tratada con formocresol produce una reacción inflamatoria más intensa que cuando se utiliza solo óxido de zinc eugenol.³⁶

Strange y cols en el 2001 realizaron una investigación con el propósito de medir el éxito de las pulpotomías en dientes primarios en las que se incorpora formocresol a la sub-base sin colocar previamente la torunda humedecida con formocresol durante 5 minutos y compararlo con el éxito obtenido del procedimiento de pulpotomía tradicional. La muestra incluyó pacientes de un consultorio privado en Denver, USA, entre 1985 y 1996, quienes presentaban al menos un molar que necesitara pulpotomía vital, las cuales fueron realizadas utilizando formocresol solo en la sub-base. La hemostasia fue lograda con torundas de algodón y luego una gota de formocresol concentrado era incorporada al cemento de óxido de zinc eugenol para obturar la cámara pulpar y por último los molares eran restaurados con coronas de acero. La muestra final consistió en 122 niños, con una edad promedio de 5,2 años. Obtuvieron 532 radiografías de 196 molares tratados con un seguimiento de 6 a 103 meses. El éxito radiográfico obtenido fue de 79% (419/532), los hallazgos más frecuentemente encontrados fueron 41% de metamorfosis cálcica y 20% de resorción interna. La tasa de éxito clínico fue de 99% con solo 2 dientes extraídos en este estudio debido a síntomas y signos severos tanto clínicos como radiográficos. Los investigadores alegan que la resorción interna pudo ser debida al óxido de zinc eugenol, ya que muchos autores lo han reportado. Sus resultados los hacen indicar que la técnica de pulpotomía con el

formocresol incorporado a la sub-base es una modalidad de tratamiento exitoso para molares que requieren terapia pulpar.³⁹

A continuación mostramos en una tabla realizada por Loh y cols donde reúnen los estudios que encontraron con evidencia clínica y radiográfica de pulpotomías con formocresol en molares primarios:⁴⁰

Medicamento: Formocresol	Fórmula	No de molares primarios	Éxito clínico	Éxito radiográfico	Tiempo de seguimiento
Berger, 1965	--	31	--	97%	22-263 días
Redig, 1968	--	40	87%	87%	18 meses
Morowa y cols, 1975	Diluida	125	98%	98%	Hasta la exfoliación
Magnusson, 1978	--	84	100%	54%	36 meses
Mejare, 1979	--	74	55%	55%	2,5 años
Alacam, 1989	--	23	91%	83%	12 meses
Roberts, 1996	--	142	99%	99%	2,5 años
Fucks y cols, 1997	Diluida	37	84%	72%	35 meses
Farooq y cols, 2000	Concentrada	78	74%	74%	23 meses
Ibrecevic y Al- James, 2000	Concentrada	35	100%	97%	20 meses
Waterhouse y cols, 2000	Diluida	44	84%	84%	Hasta la exfoliación
Eidelman y cols, 2001	--	15	--	93%	13 meses
Dean y cols, 2002	--	25	100%	92%	11,5 meses
TOTAL		753	89%	84%	--

Tabla I. Éxito clínico y radiográfico de pulpotomías en molares primarios realizadas con formocresol. Fuente: Loh y cols, 2004. Modificada por Acosta, 2008.

5.1.3 Hidróxido de calcio

La técnica con hidróxido de calcio fue propuesta por primera vez por Hermann en 1930 y es después de la técnica con formocresol la más antigua.²⁴

El hidróxido de calcio se origina del carbonato cálcico, el cual al calentarse se descompone y forma óxido de calcio o cal viva ($\text{CaCO}_3 \dots \text{CaO} + \text{CO}_2$). La cal viva se apaga añadiéndole agua para formar hidróxido cálcico ($\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \dots \text{Ca}(\text{OH})_2$).⁴¹

La formación de un puente de dentina o tejido mineralizado es considerado generalmente una curación favorable asociada al procedimiento de pulpotomía y ocurre por el uso de materiales biocompatibles sobre la pulpa, como lo es el hidróxido de calcio que ha mostrado que tiene alguna capacidad de inducir la regeneración de la dentina.⁴²

En la técnica de pulpotomía con hidróxido de calcio, el tejido pulpar remanente debe ser protegido con dicho material, debido a su capacidad de preservar la vitalidad del tejido, estimulando el proceso de reparación y formación del tejido mineralizado sobre el mismo, asemejándose a lo que ocurre después de las protecciones pulpares directas.⁶

Mecanismo de acción

El mecanismo probable de acción del hidróxido de calcio, cuando se aplica sobre el tejido pulpar, es producir una zona de necrosis superficial, autolimitante, considerada benéfica por causar leve irritación, la cual estimula a la pulpa a defenderse y repararse. Las reacciones observadas después de cubrir la pulpa amputada con hidróxido de calcio son las encontradas en cualquier tejido lesionado, es decir, se inicia con alteraciones inflamatorias vasculares y celulares, seguidas por el proceso de reparación, incluyendo la migración y proliferación de células pulpares mesenquimales y endoteliales y formación de colágeno.⁴³

La pulpotomía con hidróxido de calcio puede ser realizada tanto en dientes primarios como permanentes, siendo una condición indispensable que estos presenten vitalidad pulpar.⁶

Hidróxido de calcio y sus efectos

El hidróxido de calcio es un agente pulpotómico regenerativo sobre el cual se han reportado fallas en los dientes primarios debido a la alta incidencia en desarrollar una inflamación pulpar crónica y resorción interna.⁴⁴

Mérida, citado por Prieto, señala que el hidróxido de calcio con su elevado pH induce la acción de la fosfatasa alcalina, la cual estimula la formación de dentina terciaria y la cicatrización o cierre de la herida por

tejidos duros. Aunque se han observado efectos indeseables propios del hidróxido, como es la posibilidad de calcificación total del tejido pulpar.⁴¹

Sin embargo, Schroder, citado por Heilig, reportó que solo el 81% del diagnóstico clínico concuerda con el diagnóstico histológico de pulpitis coronal crónica. Por lo tanto, las fallas en identificar que existe una inflamación pulpar radicular sea tal vez un factor significativo que afecte el éxito de las pulpotomías realizadas con hidróxido de calcio.⁴⁵

Hidróxido de calcio comparado con otros medicamentos

Hay estudios que han reportado efectos favorables del hidróxido de calcio cuando se controlan las variables de tratamiento como por ejemplo, la técnica de la pulpotomía y un criterio de selección estricto. Entre estos estudios se encuentran el de Heilig y cols en 1984 y el Waterhouse y cols en el 2000.⁴⁴

Heilig y cols realizaron un estudio con el propósito de demostrar la efectividad clínica del compuesto comercial de hidróxido de calcio, Life®ⁱⁱ, como agente de recubrimiento pulpar en pulpotomías de molares mandibulares primarios, además de dos métodos de control de la hemorragia antes del recubrimiento pulpar. Utilizaron 17 molares con diagnóstico de

ⁱⁱ Kerr GmbH, Karlsruhe, Germany

pulpitis crónica. Después de remover la pulpa coronal los molares fueron divididos aleatoriamente en dos grupos. En el grupo control colocaron una torunda de algodón saturada en agua estéril sobre el remanente pulpar, después de un minuto se removió la torunda y se colocó otra igual, luego de 5 minutos se retiró la torunda y se evaluó la hemorragia. En el grupo experimental colocaron torundas de algodón saturadas con cloruro de aluminio. Luego colocaron en ambos grupos el compuesto de hidróxido de calcio, preparado según las instrucciones del fabricante y por último restauraron los molares con coronas de acero. La evolución clínica y radiográfica se llevó a cabo a las 6 semanas, 3, 6 y 9 meses. Entre los resultados obtuvieron que en el grupo control formado por 8 molares, 1 molar a las 12 semanas presentó resorciones internas de ambas raíces y 1 molar a los 6 meses presentó osteitis condensante. El grupo experimental no mostró resultados de fracasos. En base a esto, los autores sugieren que la pulpotomía con hidróxido de calcio y cloruro de aluminio puede ser una alternativa viable a las pulpotomías con formocresol.⁴⁵

Waterhouse y cols realizaron una investigación para comparar los resultados clínicos y radiográficos de dos técnicas diferentes de terapia pulpar en un cita. La muestra fue de 52 pacientes entre 3.2 y 12.5 años de edad, con un total de 84 dientes tratados, aleatoriamente divididos en dos grupos, uno de formocresol y el otro de hidróxido de calcio. La amputación coronal sólo fue prescrita en molares vitales con exposición pulpar por caries.

El tratamiento se realizó entre octubre de 1994 y diciembre de 1996. De los 84 dientes 46 pertenecían al grupo de formocresol diluido y 38 al grupo de hidróxido de calcio. Al finalizar, el éxito clínico y radiográfico fue de 84% para el grupo de formocresol y 77% para el grupo de hidróxido de calcio. Esto confirmó que la dilución a 1:5 del formocresol de Buckley es eficaz en pulpotomías de molares primarios vitales y que el hidróxido de calcio en su forma pura es clínicamente aceptable cuando es combinado con un criterio estricto de selección.⁴⁶

Otro estudio más reciente que compara el hidróxido de calcio con el formocresol diluido, es de Zurn y Seale en el 2008 los cuales compararon el hidróxido de calcio fotocurado Ultrablend®ⁱⁱⁱ con formocresol diluido en pulpotomías realizadas en molares asintomáticos con exposición pulpar por caries. La muestra final del estudio fue de 20 pacientes de 2.3 a 8.5 años de edad, de los que obtuvieron 34 pares de molares primarios, divididos en un grupo experimental y un grupo control. En el grupo experimental la pulpa amputada fue cubierta con Ultrablend® y fotocurada según las instrucciones del fabricante y el resto de la cámara pulpar fue obturado con vidrio ionómero modificado con resina. En el grupo control colocaron una torunda de algodón humedecida con formocresol de la fórmula de Buckley diluido a 1:5 sobre el remanente pulpar durante 5 minutos y después de removerla

ⁱⁱⁱ Ultradents Products, Inc., South Jordan, Utah.

colocaron pasta de óxido de zinc eugenol. Todos los dientes fueron restaurados con coronas metálicas. La evaluación clínica y radiográfica se llevó a cabo cada 3 meses durante 24 meses aproximadamente. Con respecto a los resultados clínicos se obtuvo que 5 dientes tratados con hidróxido de calcio y 1 con formocresol, fueron extraídos por presentar abscesos sin imagen radiográfica. Los resultados radiográficos también fueron superiores en el formocresol comparados con el hidróxido de calcio. El éxito obtenido hasta los 12 meses de seguimiento fue de 94% para el formocresol y 74% para el hidróxido de calcio; después de los 12 meses el éxito del formocresol se mantuvo y el del hidróxido de calcio disminuyó al 56%. En base a los resultados obtenidos, los autores concluyeron que el formocresol es superior al hidróxido de calcio fotocurado, en especial 12 meses después del tratamiento.⁴⁷

Huth y cols en el 2005 realizaron un estudio para comparar la efectividad de las técnicas de pulpotomías con hidróxido de calcio, sulfato férrico y láser Er:YAG con la efectividad de la pulpotomía realizada con formocresol diluido a 1:5. En el estudio incluyeron 200 molares primarios vitales con exposición pulpar por caries de 107 niños sanos, que aleatoriamente fueron divididos en 4 grupos. Luego eliminaron la caries, realizaron la apertura de la cámara pulpar, amputaron la pulpa, lograron la hemostasia primaria y eliminaron los restos del coágulo sanguíneo, para después terminar la pulpotomía según el medicamento o la técnica

seleccionada. En el grupo control colocaron una torunda de algodón humedecida con formocresol sobre la pulpa amputada durante 5 minutos. Un grupo experimental fue tratado con láser Er:YAG (*Erbium: Yttrium-Aluminium Garnet*). En el otro grupo la entrada de los canales fue ligeramente humedecida con hidróxido de calcio acuoso y luego cubierta con cemento de hidróxido de calcio (Kerr® Life). En el último grupo se colocó una torunda humedecida con sulfato férrico (Astringedent®)^{iv} sobre la pulpa amputada durante 15 segundos. A todos los molares se les colocó una base de óxido de zinc eugenol reforzada, seguido de cemento de vidrio ionomérico y por último restauraciones de resina compuesta o coronas de acero. La evaluación clínica se realizó a los 6, 12, 18 y 24 meses y la radiográfica a los 12 y 24 meses post-tratamiento. A los 24 meses se tenían 191 molares ya que 9 habían sido excluidos por hemorragia incontrolable durante la radiación o la colocación de hidróxido de calcio en estos dos grupos. De esos 191, 12 molares se habían exfoliado y 4 se habían perdido por falta de seguimiento, así que el análisis estadístico se llevó a cabo con 175 molares. Entonces después de los 24 meses el éxito clínico fue de 96% para el grupo control tratado con formocresol, 93% para el láser, 87% para el hidróxido de calcio y 100% para el sulfato férrico. Sólo el hidróxido de calcio mostró un margen de error estadísticamente significativo en comparación con el

^{iv} Ultradent Products Inc, Salt Lake City, UT

formocresol, por lo que los autores concluyen que este medicamento es mucho menos apropiado que el formocresol para las pulpotomías.⁴⁸

Además de estudios sobre hidróxido de calcio existen algunos autores que se han interesado en estudiar el comportamiento de otros materiales para tratamientos pulpares, entre ellos se encuentra el cianocrilato, el cual ha sido utilizado en los campos de la medicina y la odontología por tener propiedades hemostáticas y bacteriostáticas e inducir a la rápida formación de tejido de reparación. Por tal motivo, en el 2006 Santana y cols publicaron un estudio en el que evaluaron los aspectos histológicos del complejo dentino-pulpar en perros a los que le realizaron pulpotomías. Utilizaron 32 dientes de perros los cuales fueron divididos en dos grupos, al primero le colocaron una gota de etil-cianocrilato sobre el remanente pulpar y al segundo le cubrieron con una pasta de hidróxido de calcio. Después de 30 días observaron la presencia de barrera de tejido duro en 83,3% del primer grupo y en 100% del segundo grupo. Y en ninguno de los grupos estudiados se evidencio la presencia de necrosis pulpar. Los autores concluyeron que en ambos grupos se formó la barrera de tejido duro calcificado en la pulpa dental de los perros, pero que la presencia de esta barrera era mayor en el hidróxido que en el cianocrilato, aunque no fue estadísticamente significativa.⁴⁹

Estudios sobre Hidróxido de Calcio en asociación con otros medicamentos

A pesar de la reconocida biocompatibilidad y del alto grado de éxito obtenido con el hidróxido de calcio, este material posee algunas propiedades físicas y químicas inadecuadas para el uso clínico, como es la de ser resorbido con rapidez, y no poseer radiopacidad ni viscosidad. Debido a esto, se recomienda de rutina, asociarlo a otras sustancias que mejoren las condiciones clínicas de uso, sin desmejorar sus propiedades biológicas.⁴³

Muchas investigaciones han reportado que el hidróxido de calcio es más exitoso cuando es utilizado en combinación con el yodoformo. Por ello, Qin y cols en el 2001 realizaron un estudio utilizando microscopio electrónico, para observar el puente de dentina en molares primarios que recibieron pulpotomía con hidróxido de calcio y yodoformo. Obtuvieron cuatro molares mandibulares exfoliados o extraídos de pacientes de 8 a 9 años, tratados por lo menos 3 años atrás. Los dientes fueron cortados en una parte mesial y otra distal por el centro del piso de la cámara pulpar. El puente de dentina apareció incompleto en cada área distal y mesial de los cuatro molares. Se observaron espacios vacíos en el puente de dentina, particularmente en la áreas marginales. Los investigadores observaron que el puente de dentina formado en los molares pulpotomizados fue significativamente diferente al resto de la dentina en general, ya que la dentina tubular en el puente estaba esparcida e irregular, por lo cual concluyeron que el puente de dentina no es resistente a la filtración bacteriana.⁴²

Şen Tunç y cols en el 2006, llevaron a cabo un estudio con el objeto de evaluar los efectos del hipoclorito de sodio (NaOCl) al 3% utilizado como agente hemostático sobre los resultados de la pulpotomía con hidróxido de calcio en dientes primarios. Para esto utilizaron 18 molares primarios con caries avanzada y resorción radicular de aproximadamente la mitad de la raíz, los cuales dividieron aleatoriamente en dos grupos. En ambos grupos se realizó el mismo procedimiento hasta la eliminación de la pulpa cameral y el control inicial de la hemorragia con torundas de algodón estériles. En el grupo experimental se colocó durante 30 segundos una torunda saturada de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 3%, la cual fue removida de la cavidad para luego lavarla con solución fisiológica y secarla con aire durante 3 segundos para remover el exceso de humedad. En el grupo control colocaron torundas saturadas con solución fisiológica salina para control de la hemorragia. Luego colocaron en ambos grupos una pasta de hidróxido de calcio sobre la pulpa amputada, cemento de óxido de zinc eugenol y restauración de amalgama. Planificaron realizar las extracciones de estos molares cuando el diente sucedáneo tuviese dos tercios de formación radicular, lo cual fue en un tiempo promedio de 6,3 meses ya que estos pacientes tenían entre 9,5 y 13 años de edad. Cuando obtuvieron los especímenes, realizaron la evaluación histopatológica y obtuvieron que del grupo control ninguno presentó necrosis, 2 presentaron formación de barrera de tejido duro en el sitio de la amputación y 1 formación de masa calcificada. En el grupo

experimental 1 espécimen presentó necrosis parcial e inflamación, 4 presentaron formación incompleta de puente de dentina y 2 formación de masa calcificada. Por lo que ellos concluyeron que el hipoclorito de sodio (NaOCl) al 3% como agente hemostático no tiene efecto sobre los resultados de la pulpotomía con hidróxido de calcio.³¹

Técnica operatoria

Con respecto a la técnica operatoria con hidróxido de calcio, después de la selección adecuada del caso, realizaremos los primeros 8 pasos que se mencionaron antes para realizar una pulpotomía. Aunque, es importante destacar que cuando se trabaja con este medicamento se debe evitar imperiosamente la formación del coágulo sanguíneo ya que este reduce la incidencia de formación de la barrera de tejido calcificado. Posteriormente, tenemos dos alternativas: realizar la pulpotomía en una única sesión a través de la técnica inmediata o en dos sesiones a través de la técnica mediata.⁶

La técnica inmediata es la de elección, ya que en esta se realiza la remoción de la pulpa coronaria seguida del recubrimiento con hidróxido de calcio y restauración final del diente. La técnica inmediata está fundamentada en el hecho de que el hidróxido de calcio, por sí solo desempeña una acción antiinflamatoria. En esta técnica puede ser utilizada durante 5 a 10 minutos,

una bolita de algodón embebida en Otosporin®^v, como un refuerzo. La restauración definitiva del diente se realiza en la misma sesión.⁶

La técnica mediata es en la que después de la remoción de la pulpa coronaria y obtención de la hemostasia, se coloca una mecha de algodón en la cámara pulpar, embebida en una asociación medicamentosa de corticoesteroides y antibiótico, bajo la forma de solución (Otosporin®) (Fig 16) por 48 a 72 horas. Este procedimiento se realiza para disminuir la inflamación ocasionada por el hecho de cortar la pulpa durante la pulpotomía, reduciendo el aumento de la presión pulpar interna, lo que podría perjudicar la reparación, ya que la pulpa está alojada entre paredes inextensibles, siendo indeseables los aumentos excesivos de volumen durante el proceso inflamatorio. En una segunda sesión, la curación con el Otosporin® deberá removerse y la pulpa radicular deberá ser protegida con pasta a base de hidróxido de calcio, seguido por la restauración correspondiente.⁶

^v Glaxo-Wellcome



Fig 16. Otosporin. Tomado de Bezerra, 2008.

Si después de la pulpotomía no se puede colocar la restauración definitiva, es necesario utilizar un material para el sellado provisional. Este debe presentar adecuada resistencia a las fuerzas masticatorias y reducida infiltración marginal. Los más indicados son los cementos a base de óxido de zinc-eugenol y a base de ionómero de vidrio.⁶

El material de recubrimiento pulpar recomendado para la pulpotomía es la pasta a base de hidróxido de calcio asociada al agua destilada o solución fisiológica o el uso de pasta de hidróxido de calcio asociada al polietilén glicol 400 (pasta Calen®)^{vi}. La pasta de hidróxido de calcio debe ser manipulada en una loseta de vidrio con agua destilada solución fisiológica, hasta presentar la forma de una pasta bien espesa. La pasta Calen® cuando sea utilizada debe espesarse con el polvo de hidróxido de calcio hasta formar

^{vi} S.S. White Artigos Dentarios Ltda., Rio de Janeiro, RJ.

una pasta espesa para permitir su uso clínico. La pasta debe ser llevada a la cámara pulpar y presionada con suavidad sobre el remanente radicular, con una bolita de algodón esterilizada, para garantizar el contacto del material con la pulpa. El espesor de la pasta debe ser de 1 a 1.5 milímetros aproximadamente.⁶

Después de la colocación de la pasta de hidróxido de calcio esta debe ser recubierta con un cemento comercial a base de hidróxido de calcio, luego una base de cemento de ionómero de vidrio y por último la restauración definitiva.⁶

En la siguiente tabla se presentan porcentajes de éxito clínico y radiográfico del hidróxido de calcio según diferentes autores:⁶

Autores	Muestra	% de éxito clínico y radiológico
Zander (1939)	Dientes primarios y permanentes	70% después de un promedio de 24.9 meses
Via Jr. (1955)	Dientes primarios de humanos	31,1% después de un promedio de 24.9 meses
Doyle y cols (1962)	Dientes primarios de humanos	64% de éxito radiológico (4 días-19 meses)y 71% de éxito clínico (9-19 meses)
Schroder (1978)	Dientes primarios de humanos	67% (luego de 12 meses)
Heilig y cols (1984)	Dientes primarios de humanos	100% de éxito clínico y 94% de éxito radiológico (3-9 meses)
Schroder(1987)	Dientes primarios de humanos	83 % (luego de 12 meses)
Percinoto y cols (1991)	Dientes primarios de humanos	73,58% (luego de 3 años)
Rangel y cols (1998)	Dientes primarios de humanos	85,72% (de 4 a 12 meses)
Rocha y cols (2000)	Dientes primarios de humanos	90% (después de 12 meses)
Waterhouse y cols (2000)	Dientes primarios de humanos	77%(después de 18,9 meses de control radiológico y 22,5 meses de control clínico)
Venturini y Nelson-Filho (2004)	Dientes primarios de humanos	86,6% (después de 6 meses)

Tabla II. Resultados de investigaciones utilizando el Hidróxido de calcio en pulpotomías en dientes primarios. Fuente: Bezerra, 2008

5.1.4 Glutaraldehído

El glutaraldehído o aldehído glutámico se introdujo en pulpotomías en dientes primarios en 1973.²⁴

Es soluble en agua y diluido al 2% se utiliza para la desinfección y esterilización en frío de instrumentos quirúrgicos. Es un desinfectante excelente y posee una actividad de amplio espectro contra bacterias gram positivas y negativas.²⁹

Este compuesto se emplea por su capacidad para fijar los tejidos así como por su poder antiséptico.²⁴

Hay dos tipos de glutaraldehído:

1. El glutaraldehído alcalino o amortiguado, que es más potente y que una vez activado tiene una duración de 15 a 30 días.
2. El glutaraldehído ácido o no amortiguado que tiene una vida inicialmente ilimitada.²⁴

Las preparaciones diluidas no amortiguadas se mantienen estables independientemente de la temperatura de almacenamiento, pero las soluciones amortiguadas deberían mantenerse frías para disminuir el deterioro y mantener mejor las propiedades.²⁹

El glutaraldehído ha sido considerado un posible sustituto del formocresol porque es un agente fijador más activo, su penetración es limitada y la zona de infiltración es más restringida después de su aplicación sobre la pulpa.^{50,51}

Seow y Thong, citados por Jeng, examinaron los efectos de los medicamentos para pulpotomías (glutaraldehído y formocresol) en la adherencia de los leucocitos polimorfonucleares, porque consideraban que la activación persistente de los leucocitos polimorfonucleares por estos medicamentos podían contribuir con los cambios inflamatorios crónicos y la resorción radicular vista en las secciones histológicas. Los resultados mostraron que el formocresol en altas concentraciones causó la lisis de los polimorfonucleares, y en bajas concentraciones la activación de la adherencia de los polimorfonucleares. En contraste, el glutaraldehído no produjo lisis de los polimorfonucleares en altas concentraciones ni causó a bajas concentraciones la activación de la adherencia de los polimorfonucleares.⁵¹

Jeng y cols en 1987 realizaron un estudio para comparar la citotoxicidad del formocresol, de cada uno de sus componentes y del glutaraldehído por medio de técnicas seriadas sobre agar en cultivos de fibroblastos de pulpa humana. Los medicamentos utilizados fueron los

siguientes: formocresol mezclado de acuerdo a la formula de Buckley; formaldehído al 19% diluido de formalina al 37% en agua destilada; cresol al 35% diluido de m-cresol al 100% con etanol al 95%; glutaraldehído al 2,5% diluido de una solución de glutaraldehído al 50% en agua destilada. Ambas técnicas mostraron que la citotoxicidad de los agentes para pulpotomías en los fibroblastos de la pulpa es como sigue: el formocresol y el formaldehído al 19% son más tóxicos que el glutaraldehído al 2,5% y este es mas tóxico que el cresol al 35%. Concluyeron que el constituyente más tóxico en el formocresol es el formaldehído y no el cresol. ⁵¹

Escobar en 1996 realizó un estudio clínico en 5 niños entre 3 y 6 años de edad, en los que realizó 16 pulpotomías vitales con glutaraldehído al 2%. Estos dientes fueron evaluados a los 1, 3, 6 y 12 meses post-tratamiento. Entre los resultados clínicos obtuvo que las características estudiadas como dolor, edema, fístula, sensibilidad a la palpación apical, sensibilidad a la percusión y caries dental no se presentaron. Los resultados radiográficos se basaron sólo en 12 molares ya que se imposibilitó la lectura de las radiografías de los otros molares. Al mes de evaluación se presentó 1 caso con ligera calcificación del conducto radicular, 2 casos con ligero ensanchamiento del espacio del ligamento. A los 3 meses observaron 3 casos con calcificación en la luz del conducto radicular y 3 casos con ensanchamiento del espacio del ligamento. A los 6 meses se tuvieron que descartar 8 casos por problemas en la lectura de la radiografía, pero de los

evaluados se observaron 4 casos con ensanchamiento del espacio del ligamento y un caso con resorción interna y externa. A los 12 meses 3 casos continuaban con ensanchamiento del espacio del ligamento y 1 un caso con resorción interna y externa. En conclusión, el éxito clínico en este estudio fue del 100% y los resultados radiográficos por tener tantas dificultades en la lectura no fueron consideradas como indicador de éxito o fracaso. Pero, el autor propone al glutaraldehído como una alternativa para realizar pulpotomías e molares vitales.²³

Shumayrikh y Adenubi en 1999, llevaron a cabo un estudio clínico para evaluar la efectividad del glutaraldehído al 2% en pulpotomías de molares primarios y compararla con las tasas de éxito del glutaraldehído con hidróxido de calcio y glutaraldehído con óxido de zinc eugenol como material de recubrimiento de la pulpa radicular. Sesenta y un molares primarios vitales en 19 niños entre 5 y 9 años de edad fueron usados en este estudio. Los dientes fueron aleatoriamente divididos en 2 grupos. Después de realizar la pulpotomía, el remanente pulpar fue tratado con una torunda de algodón humedecida con glutaraldehído al 2% durante 3 minutos. Luego 30 molares fueron cubiertos con una pasta que contenía una gota de glutaraldehído al 2%, una gota de eugenol y óxido de zinc eugenol reforzado, mientras los 31 molares restantes fueron cubiertos con otra pasta que contenía una gota de

glutaraldehído al 2% e hidróxido de calcio (Dycal®).^{vii} Los molares fueron obturados con compómero fotocurado y 1 o 2 semanas después de la pulpotomía restaurados con coronas de acero. La evaluación clínica y radiográfica se llevó a cabo a los 3, 6 y 12 meses post-tratamiento. Posterior a los 12 meses, solo 57 molares estaban disponibles para la evaluación y en base a eso los resultados obtenidos fueron para el grupo de glutaraldehído/óxido de zinc eugenol 96.5 % y 75.8% de éxito clínico y radiográfico respectivamente. El grupo de glutaraldehído/hidróxido de calcio obtuvo 89.2% de éxito clínico y 71.4% de éxito radiográfico. Las diferencias no fueron estadísticamente significativas. En relación a todos los resultados los autores refieren que el glutaraldehído es un agente pulpotómico efectivo.⁵²

Técnica operatoria

Para realizar una pulpotomía con glutaraldehído se realizan los pasos iniciales mencionados con anterioridad para realizar una pulpotomía hasta lograr la hemostasia con una torunda de algodón. Luego se coloca un torunda de algodón humedecida con glutaraldehído al 2% durante 5 minutos, y al retirarla se cubren los muñones radiculares con cemento de óxido de zinc eugenol.²³

^{vii} Caulk Dentsply, Milford, DE, USA

5.1.5 Sulfato Férrico

También llamada solución de Monsel fue usado por primera vez en el hospital militar de Bordeaux en Francia en 1857.⁵³

Este compuesto de hierro se utiliza por su acción fuertemente hemostática y su efecto bactericida moderado, pero no tiene acción fijadora de tejidos o momificante.²⁴

Mecanismo de acción

Actúa como hemostático por la aglutinación de las proteínas sanguíneas que resulta de la reacción de la sangre con los iones de hierro y de sulfato y con el pH ácido de la solución. Las proteínas aglutinadas forman tapones que ocluyen los orificios capilares, pero no son coágulos.⁵³

Es usado para retracción gingival antes de la toma de impresión y en cirugía endodóncicas para el control de la hemorragia.⁵⁴

El sulfato férrico se ha utilizado al 15,5% (Astringedent®) y actualmente al 20% (Viscostat®)^{viii}.²⁴

^{viii} Ultradent Products Inc, Salt Lake City, UT

Fei y cols en 1991 compararon el éxito clínico y radiográfico de las pulpotomías con sulfato férrico y con formocresol diluido en 83 molares de 62 pacientes. Obtuvieron 100% de éxito clínico en el grupo de sulfato férrico (SF) y 96,3% en el grupo de formocresol lo cual no fue una diferencia estadísticamente significativa. Radiográficamente el grupo de SF mostró solo 1 diente con fallas y en el otro grupo hasta 5 dientes fallaron.⁵⁴

Fucks y cols en 1997 también realizaron un estudio en el que compararon el efecto del sulfato férrico con el formocresol diluido. Utilizaron 96 molares en 72 niños. 58 molares fueron tratados con una solución de sulfato férrico por 15 segundos y luego cubierta con óxido de zinc eugenol. Los otros 38 molares se les trató con formocresol diluido durante 5 minutos y luego se cubrieron con óxido de zinc eugenol. Todos los dientes del estudio fueron cubiertos por una capa de IRM y restaurados con coronas de acero. La tasa de éxito en el grupo de sulfato férrico fue de 92,7% y en el grupo de formocresol fue de 83,8% lo cual no representó una diferencia significativa. 7,2% y 5,4% de los grupos, respectivamente presentaron resorciones internas y se observaron imágenes radiolúcidas interradiculares en dos dientes del primer grupo y en tres dientes del segundo grupo. En conclusión se puede decir que ambos grupos obtuvieron resultados similares.⁵³

Smith y cols en el 2000 realizaron una investigación en la que revisaron la data clínica y radiográfica de pacientes que recibieron

pulpotomías con sulfato férrico con una sub-base de óxido de zinc eugenol durante un período de 5 años. Utilizaron 242 molares en 171 niños con un seguimiento de 4 a 57 meses (19 meses de promedio). Obteniendo como resultados que el éxito radiográfico estuvo en un rango de 74 a 80%. Las respuestas pulpares más observadas fueron la metamorfosis cálcica con 6 a 33% y la resorción interna de 7 a 18%. Solo 9 de los 242 dientes fueron extraídos por falla clínicas y radiográficas. Estos resultados son inferiores a otros realizados con sulfato férrico pero similares a algunos reportados con formocresol diluido a 1:5.⁵⁵

Ibricevic y Al-Jame en el 2000 realizaron un estudio en 70 molares primarios con exposición pulpar por caries, libres de síntomas y sin signos de resorción, en niños de 3 a 6 años de edad, a los cuales les realizaron pulpotomías mediante el procedimiento convencional. 35 molares fueron tratados con solución de sulfato férrico al 15.5% aplicada durante 15 segundos. Los otros 35 dientes fueron tratados con formocresol concentrado durante 5 minutos. En ambos grupos el remanente pulpar fue cubierto con cemento de óxido de zinc eugenol y restaurados permanentemente con coronas de acero inoxidable. Se realizó control clínico cada tres meses y seguimiento radiográfico a los seis y veinte meses después del tratamiento. Los resultados clínicos que obtuvieron fue de 100% para ambos grupos. El éxito radiográfico fue de 97.2% para los dos grupos, en donde el 2.8% de los

caso presentaron resorción interna. Basados en estos resultados, los autores recomiendan el sulfato férrico como sustituto del formocresol.⁵⁶

Casas y cols en el 2003 llevaron a cabo un estudio con el propósito de comparar los resultados a largo plazo de las pulpotomías con sulfato férrico y la terapia del canal radicular o pulpectomía en molares primarios vitales con exposición pulpar por caries. Inicialmente este estudio incluyó 291 molares primarios de 130 niños atendidos bajo anestesia general entre octubre de 1998 y marzo de 1999, pero al concluir los tres años de este estudio la muestra era de 29 molares en 29 niños.⁵⁷ Un año antes los autores publicaron este mismo estudio con un seguimiento de 2 años y la muestra fue de 116 molares en 65 niños.⁵⁸ De los resultados a largo plazo (3 años) de 15 molares tratados con pulpotomía con sulfato férrico y 14 con pulpectomía con óxido de zinc eugenol, obtuvieron que las diferencias radiográficas entre ambos tratamientos no fue estadísticamente significativa, sin embargo el primer grupo mostró 5 casos con resorción interna y 5 con resorción externa, mientras el otro grupo solo mostró un caso con resorción externa. El ensanchamiento del espacio del ligamento, la radiolucencia periapical y en la furca fueron similares en ambos grupos. Y la obliteración del canal pulpar se mostró en 9 de los 15 casos tratados con sulfato férrico. Los autores basados en los hallazgos radiográficos categorizaron a los molares en: N, molar normal sin evidencia de cambios radiográficos; H, cambios radiográficos asociados con la resorción fisiológica normal; P_o, cambios radiográficos

patológicos que no requerían extracción; P_x, cambios radiográficos patológicos que requerían extracción inmediata. En base a esto, ellos obtuvieron que del grupo de sulfato férrico 2 estaban normales y 10 presentaban cambios patológicos, mientras el grupo de pulpectomía con óxido de zinc eugenol 7 estaban normales y sólo 4 presentaban cambios patológicos. Por lo que sugieren que la pulpectomía es una buena alternativa para tratar molares primarios vitales con patología pulpar, basados en los resultados que obtuvieron durante esos 3 años.⁵⁷

Loh y cols en el 2004 evaluaron al formocresol y al sulfato férrico como medicamentos utilizados en las pulpotomías usando los principios de la odontología basada en la evidencia. Realizaron un meta-análisis con documentos, que consiguieron en buscadores como Medline Ovid Library, Cochrane Library, Pubmed, EMBASE, Science Citation Index y System for information on Grey Literatura in Europe. Concluyeron que tanto el formocresol como el sulfato férrico presentaron resultados similares clínica y radiográficamente.⁴⁰

Vargas y Packham en el 2005 realizaron un estudio retrospectivo para evaluar los hallazgos radiográficos en pulpotomías con formocresol y sulfato férrico en relación a la pérdida temprana de los dientes. La muestra consistía en 71 niños con una edad promedio de 5,5 años e incluyeron 85 molares primarios. Evaluaron las pulpotomías realizadas entre 1992 y 2002 en la

Universidad de Iowa. De los 85 molares, 35 fueron tratados con sulfato férrico, 41 con formocresol y 9 con una combinación de sulfato férrico seguido por formocresol. El seguimiento se llevo a cabo de 6 a 61 meses. En los resultados obtuvieron que 35% de los dientes tratados con sulfato férrico, 56% de los tratados con formocresol y 55% de los tratados con la combinación de sulfato férrico seguido por formocresol estaban libres de patología radiográficas. 40% de los tratados con sulfato férrico y 24% de los tratados con formocresol presentaron resorciones internas, la cual fue el hallazgo radiográfico más común. Otros presentaron resorciones externas, pérdida de hueso interradicular y metamorfosis cálcica. Entre estos encontramos 22% de pérdida de hueso interradicular en los dientes pulpotomizados con formocresol y, metamorfosis cálcica en 20% de los dientes tratados con sulfato férrico. De los 85 dientes 11 presentaron exfoliación prematura de los cuales 4 eran del grupo de sulfato férrico , 4 del grupo de formocresol y 3 del grupo combinado. Lo cual les hizo concluir que tanto el sulfato férrico como el formocresol pueden provocar la perdida prematura del diente primario con la consecuente necesidad de un mantenedor de espacio.⁵⁹ (Figs 17 y 18)

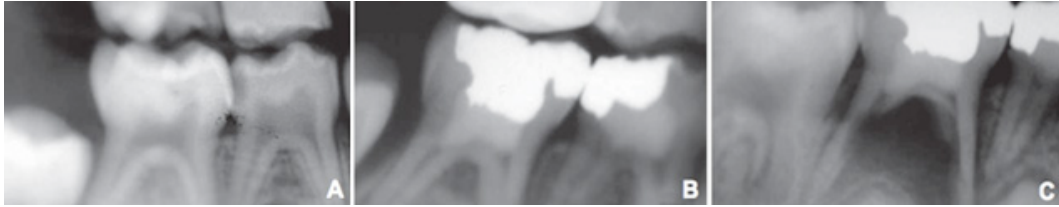


Fig 17. Molar pulpotomizado con formocresol. A) radiografía inicial B) a los 3 meses del tratamiento C) a los 11 meses del tratamiento mostrando resorción radicular extensa. Tomado de Vargas, 2005.

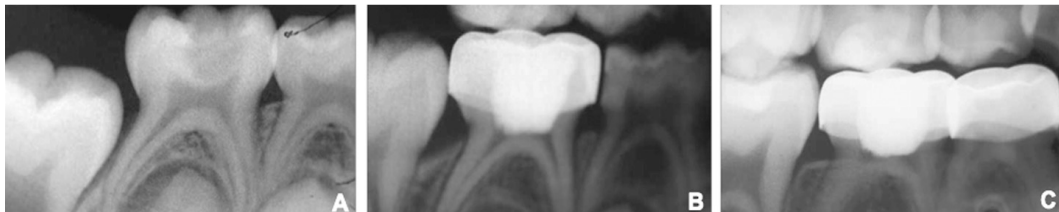


Fig 18. Molar pulpotomizado con sulfato férrico. A) radiografía inicial B) a los 10 meses del tratamiento con ligera calcificación de los canales mesial y distal C) a los 30 meses del tratamiento con evidente metamorfosis cálcica de ambos canales.

Tomado de Vargas, 2005.

Vargas y cols en el 2006 realizan otro estudio con sulfato férrico pero esta vez lo hacen para comparar la efectividad del hipoclorito de sodio con la del sulfato férrico como medicamento para pulpotomías en molares primarios. Utilizaron 32 niños y les evaluaron signos y síntomas clínicos y radiográficos a los 6 y a los 12 meses. A los 6 meses los resultados se basaron en 32 dientes para el grupo de hipoclorito de sodio y 28 para el grupo de sulfato férrico, obteniendo 100% de éxito clínico en ambos grupos. 68% y 91% de éxito radiográfico respectivamente obtuvieron los dos grupos,

donde la resorción interna fue el hallazgo más común. A los 12 meses los resultados se basaron en 14 dientes para el grupo de hipoclorito de sodio y 13 para el grupo de sulfato férrico. El grupo de hipoclorito mostró 100% de éxito clínico y 79% de éxito radiográfico. El grupo de sulfato férrico mostró 85% y 62% de éxito clínico y radiográfico respectivamente. La cual sugiere que el hipoclorito de sodio podría utilizarse como medicamento para pulpotomías en molares primarios.³⁰ (Fig 19)

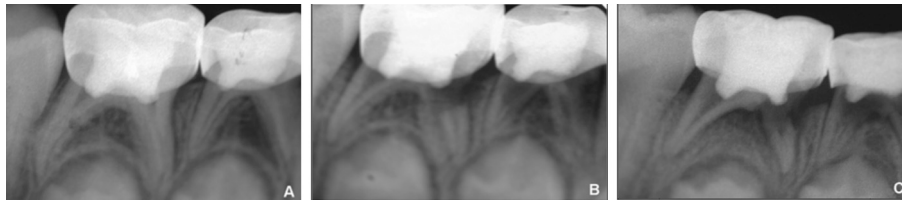


Fig 19. Molar 85 pulpotomizado con sulfato férrico y 84 con hipoclorito de sodio A) Inmediatamente después del tratamiento pulpar B) 6 mese después, nótese la resorción interna en ambos molares C) 12 meses después, no han mostrado signos clínicos de inflamación. Tomado de Vargas. 2006.

La tabla III resume los resultados de 6 estudios clínicos de pulpotomías realizadas con sulfato férrico:²⁴

Tiempo	Autor/Año	Éxito clínico	Éxito radiográfico	Obliteración de conductos
6 meses	Fei, 1991	100 %	96,3%	--
	Smith, 2000	99%	80%	--
	Vargas, 2006	100%	91%	--
1 año	Fei, 1991	100%	96,3%	48,3%
	Smith, 2000	98%	74%	19,6%
	Vargas, 2006	85%	62%	--
2 años	Fucks, 1997	92,7%	74%	18,2%
	Smith, 2000	93%	81%	22,8%
	Ibricenic, 2000	100%	97,2%	--
	Casas, 2002	96%	61%	71%
3 años	Smith, 2000	81%	74%	33,3%
	Casas, 2003	--	67%	60%

Tabla III. Pulpotomía con sulfato férrico. Resultados del éxito clínico y radiográfico y de los casos de obliteración de conductos. Registrados en 6 estudios clínicos desde los 6 meses hasta los 3 años de efectuarse el tratamiento. Fuente: Calatayud, 2006.

Modificado por Acosta, 2008.

5.1.6 MTA

El MTA (*mineral trioxide aggregate*) fue autorizado por la FDA (Food and Drug Administration) en 1998 y comenzó a utilizarse en pulpotomías de dientes primarios en el año 2001.²⁴

Es un polvo compuesto de silicato tricálcico, óxido de bismuto, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, aluminoferrico tetracálcico y sulfato de calcio dihidrato.⁶⁰ Tiene una parte importante de cemento Portland refinado y de yeso el cual es un determinante importante en el tiempo de trabajo.⁶¹

Después que se hidrata el MTA se convierte en un gel coloidal que se solidifica en una estructura dura aproximadamente en 3 a 4 horas. Con la humedad de los tejidos circundantes puede tener su reacción de fraguado. El MTA hidratado tiene un pH inicial de 10,2 el cual varía a 12,5 3 horas después de mezclado. El proceso de fraguado es descrito como una reacción de hidratación del silicato dicálcico y del silicato tricálcico, los cuales son los responsables después de la resistencia del material.⁶¹

Estimula la liberación de citoquinas de las células óseas, induce la formación de tejido duro, tiene efecto dentinogénico sobre la pulpa, tiene propiedades antimicrobianas y mantiene la integridad pulpar después del recubrimiento pulpar y la pulpotomía sin efectos citotóxicos.⁶⁰

El MTA ha sido propuesto como un medicamento potencial para procedimientos como pulpotomía, recubrimiento pulpar en pulpitis reversibles, apicoformación y reparación de perforaciones.⁶²

Eidelman y cols en el 2001 realizaron un estudio para comparar el efecto del MTA (*mineral trioxide aggregate*) con el del formocresol como agente de revestimiento pulpar en molares primarios pulpotomizados con exposición pulpar por caries. Trataron 45 molares en los que el criterio de selección fue: exposiciones asintomáticas por caries en pulpas vivas; ausencia de evidencia clínica o radiográfica de degeneración pulpar, tales como sangrado excesivo del canal radicular, resorción radicular interna, destrucción ósea interradicular y/o periapical, inflamación o fístula; y posibilidad de restaurar apropiadamente el diente. Los dientes fueron divididos aleatoriamente en dos grupos. Se removió la pulpa coronal con una fresa redonda y se logró la hemostasis. En el grupo experimental los remanentes pulpares fueron cubiertos con una pasta de MTA. En el grupo control se colocó una torunda de algodón humedecida con formocresol durante 5 minutos sobre la pulpa amputada y los remanentes fueron cubiertos con una pasta de óxido de zinc eugenol; en ambos grupos se colocó una capa de IRM antes de la restauración con coronas de acero inoxidable. Del número total de dientes del estudio solo a 32 dientes se les realizó seguimiento por 6 o más meses. Encontrándose resorción interna a los 17 meses postoperatorios en un molar mandibular tratado con formocresol. Los dientes tratados con MTA no mostraron ninguna falla ni clínica ni radiográfica.⁶³

Estos mismos autores publican años más tarde un estudio similar en el que comparan el MTA con el formocresol, con evaluación a largo plazo y obtuvieron que el MTA muestra un éxito mayor al formocresol, pero la diferencia no es estadísticamente significativa. De los 62 dientes que evaluaron 8 presentaron resorción interna, de los cuales 6 se trataron con formocresol y 2 con MTA. De estos 8, 2 de cada grupo presentaron resorción interna que fue reemplazada por tejido calcificado. (Figs 20 y 21) para concluir, los autores recomiendan al MTA para suplantar al formocresol ya que no induce respuestas indeseables.⁶²

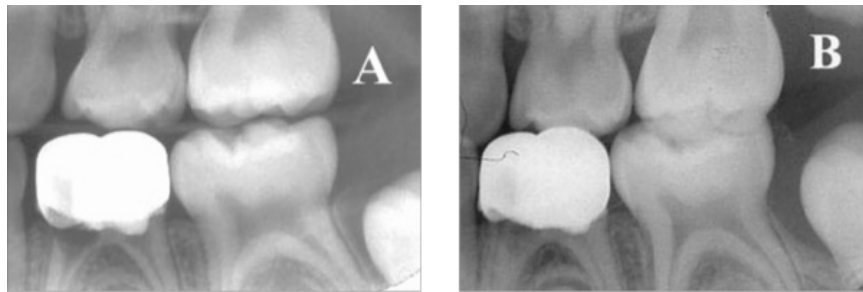


Fig 20. Primer molar mandibular A) con resorción interna en la raíz mesial 7 meses después de la pulpotomía con formocresol B) tejido calcificado suplantando el área de la resorción. Tomado de Holan y cols, 2005.

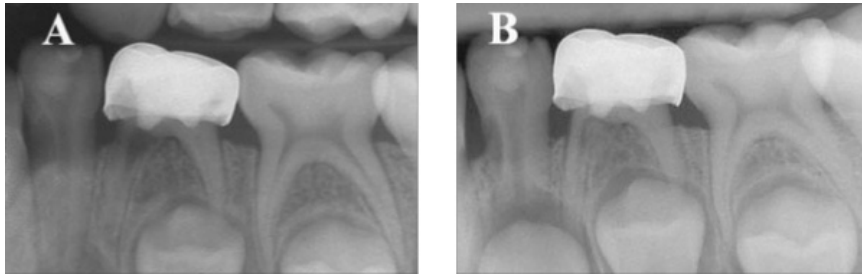


Fig 21. Primer molar mandibular A) con resorción interna en la raíz mesial 38 meses después de la pulpotomía con MTA B) tejido calcificado suplantando el área de la resorción 10 meses después. Tomado de Holan y cols, 2005.

Cuisia y cols en el 2001 también comparan los efectos del MTA con el formocresol en pulpotomías en molares primarios vitales con pulpas expuestas por caries. Su estudio incluyó 60 molares primarios en 22 niños sanos entre 2 y 8 años de edad que requerían al menos 2 pulpotomías. A cada niño se le realizó una pulpotomía con MTA y otra con formocresol, luego fueron reevaluados cada 3 y 6 meses postratamiento para comparar los efectos clínicos y radiográficos de las pulpotomías con ambos medicamentos. A los 3 meses la evaluación clínica reveló que en el grupo de formocresol 2 dientes presentaban movilidad excesiva y 1 de esos dientes se abscedó por lo cual requirió ser extraído. Del grupo de MTA 1 diente presentó movilidad excesiva pero no se abscedó. A los 6 meses la evaluación clínica no mostró cambios ni hallazgos adicionales. La evaluación radiográfica a los 6 meses mostró en el grupo de formocresol 7 dientes con hallazgos radiográficos que consistían en degeneración cálcica,

ensanchamiento del espacio del ligamento, radiolucencia periapical, resorción patológica o inclusión de la furca. Para el grupo de MTA solo 2 dientes presentaron cambios radiográficos. Es decir, que el 94% de los dientes del grupo de MTA no presentó hallazgos anormales radiográficamente en contraste con el 77% del grupo de formocresol. Sin embargo, la diferencia no fue significativa.⁶⁴

Agamy y cols en el 2004 realizaron un estudio que tenía como fin comparar los resultados clínicos y radiográficos de pulpotomías realizadas con MTA gris y blanco y luego compararlos con formocresol; comparar la respuesta pulpar histológica de pulpotomías realizadas con MTA gris y blanco y luego compararlos con formocresol. Realizaron el estudio en 24 niños de 4 a 8 años de edad que necesitaban al menos 3 pulpotomías. Tomaron radiografías preoperatorias y aleatoriamente dividieron los dientes en 3 grupos de acuerdo al material de recubrimiento utilizado. El grupo I incluía 24 dientes tratados con MTA gris, el grupo II incluía 24 dientes tratados con MTA blanco y el grupo III incluía 24 dientes tratados con formocresol. Cada niño recibió los tres materiales diferentes. En los grupos I y II la pulpa amputada fue cubierta con una pasta de MTA gris o blanco, realizada con una mezcla de polvo de MTA y solución salina en una relación 3:1. En el grupo III colocaron una torunda humedecida con formocresol durante 5 minutos sobre la pulpa amputada, entonces las pulpas fueron cubiertas con cemento de óxido de zinc eugenol, luego con IRM y por último

restaurados con coronas de acero. Un total de 58 dientes estuvieron disponibles para la evaluación final. A los 12 meses de evaluación 19 dientes del grupo de MTA gris fueron exitosos clínica y radiográficamente. En el grupo de MTA blanco 16 fueron exitosos y 3 mostraron fallas. Del grupo de formocresol 2 presentaron fallas. Desde el punto de vista histológico en ambos grupos de MTA se observó una capa gruesa de dentina secundaria en el sitio de la amputación pulpar, mientras que en el grupo de formocresol la dentina secundaria fue pobre. Con respecto a la diferencia entre el MTA gris y blanco, es que el primero contiene aluminoferrico tetracalcico, el cual podría marcar la diferencia en los resultados obtenidos entre los grupos I y II. Los autores concluyen que el MTA gris es superior que el MTA blanco y el formocresol.⁶⁵

Otro estudio realizado para comparar el éxito del MTA versus el del formocresol fue el publicado por Jabbarifar y cols en el 2004, en el que utilizaron 64 molares de niños entre 5 y 8 años de edad, los cuales dividieron aleatoriamente en dos grupos y los criterios de selección fueron similares al estudio anterior. En un grupo el remanente pulpar fue cubierto con pastas de MTA ProRoot^{ix} y en el otro grupo se colocó una torunda humedecida con formocresol durante 5 minutos, luego se colocó en ambos grupos un cemento de base y fueron restaurados con coronas de acero. Se les realizó

^{ix} Dentsply Tulsa Dental, USA

evaluación clínica y radiográfica a los 6 y 12 meses posterior al tratamiento. Obtuvieron que 2 molares del grupo de MTA y 3 en el grupo de formocresol mostraron resorciones internas, lo que equivale a un 93,75% y un 90,6% de éxito respectivamente, lo cual no fue una diferencia significativa.²¹

Maroto y cols en el 2004, realizaron un estudio clínico del MTA en pulpotomías de molares primarios, en el que utilizaron 52 molares a los que después de extirpar la pulpa coronal y controlar la hemorragia, se les obturó la cámara con una pasta de MTA y luego se selló con cemento de ionómero de vidrio fotopolimerizable, para finalmente cementarle una corona. Las revisiones periódicas se realizaron a intervalos de tres meses, llevándose a cabo una evaluación clínica y radiográfica de cada molar tratado. En los controles clínicos no se detectaron signos de patología pulpar. En los controles radiográficos no se hallaron imágenes de respuesta pulpar desfavorable. Sin embargo, se obtuvieron dos tipos de hallazgos radiológicos de interés en algunos de los conductos radiculares de los molares estudiados: en primer lugar se detectaron imágenes de estenosis parcial, o reducción del diámetro interno a lo largo de los conductos pulpares radiculares y por otro lado se detectaron imágenes de formación de un puente de material radiopaco, presumiblemente dentinario, en el área inmediatamente debajo del MTA adaptado en la cámara pulpar, en el lugar de la amputación pulpar. En este trabajo obtuvieron un nivel de éxito del

100% puesto que en ninguno de los molares tratados con MTA se detectaron signos clínicos ni radiográficos considerados como fracaso del tratamiento.⁶⁶

Farsi y cols, citados por Fucks, realizaron un estudio para comparar el MTA con el formocresol en 120 molares de 100 niños asignados a 2 grupos. Solo incluyeron molares restaurables y sin evidencia clínica y radiográfica de degeneración pulpar. A los 24 meses solo tenían 74 dientes para la evaluación, en la que obtuvieron que el MTA mostró 100% de éxito clínico y radiográfico y el formocresol 97% de éxito clínico y 86% de éxito radiográfico.⁶⁷

Los inconvenientes que presenta el MTA son primero el alto costo de sus productos comerciales (Fig 22) y el segundo que en la actualidad hay pocos estudios a dos, tres y más años.²⁴



Fig 22. ProRoot y MTA-Angelus, productos comerciales de MTA. Tomado de Bezerra, 2008.

En la tabla III se muestran los resultados obtenidos de las pulpotomías con MTA.²⁴

Tiempo	Autor/Año	Éxito clínico	Éxito radiográfico	Obliteración de conductos
6 meses	Agamy, 2004	100 %	100%	--
	Maroto, 2004-2005	100%	100%	56,5%
	Naik, 2005	100%	100%	60%
1 año	Eidelman, 2001	100%	100%	41%
	Agamy, 2004	100%	100%	58%
	Maroto, 2004	100%	100%	92,5%
2 años	Farsi, 2005	100%	100%	7,9%
3 años	Holan, 2005	97%	--	58%

Tabla IV. Pulpotomía con MTA. Resultados del éxito clínico y radiográfico y de los casos de obliteración de conductos. Registrados en 6 estudios clínicos desde los 6 meses hasta los 3 años de efectuarse el tratamiento. Fuente: Calatayud, 2006.

Menezes y cols en el 2004 realizaron un estudio con el objeto de investigar la respuesta pulpar en dientes de perros después de realizar la pulpotomía y recubrir la pulpa con MTA Angelus®^x, ProRoot®, cemento

^x Angelus Soluções Odontológicas, Londrina, Brazil

Portland®^{xi} y cemento Portland blanco, el cual es un cemento utilizado en la producción de concreto. El cemento Portland contiene elementos químicos similares al MTA, entre ellos silica, fosfato cálcico y oxido de calcio. Utilizaron 76 dientes (incisivos, caninos y premolares) los cuales dividieron aleatoriamente en 4 grupos y cada uno se trato con un material distinto. 120 días después del tratamiento los dientes fueron evaluados histológicamente y se obtuvieron resultados muy similares entre ellos. La pulpa sanó y presentó la formación de tejido duro considerablemente grueso. No se observó necrosis pulpar. Lo cual sugiere que estos materiales pueden ser utilizados en pulpotomías y obtener resultados favorables.⁶⁸

Farsi y cols en el 2005 llevaron a cabo un estudio para comparar clínica y radiográficamente el MTA con el formocresol como medicamentos utilizados en las pulpotomías de molares primarios vitales. La muestra consistió en 120 molares, 60 tratados con formocresol y el resto con MTA. Para la evaluación final a los 24 meses estaban disponibles 74 molares (36 FC y 38 MTA). Ninguno de los dientes tratados con MTA mostró signos clínicos ni radiográficos de patología, mientras que el grupo de formocresol tuvo 86,8% de éxito radiográfico y 98,6% de éxito clínico. Esta vez la diferencia fue estadísticamente significativa. Por lo que sugieren que el MTA podría suplantar al formocresol.⁶⁹

^{xi} Votorantim-Cimentos, São Paulo, Brazil

En las siguientes figuras se ilustra la técnica de pulpotomía con MTA en molares primarios desde la amputación pulpar, seguido de la manipulación del MTA y su aplicación, hasta la reconstrucción con vidrio ionomérico.

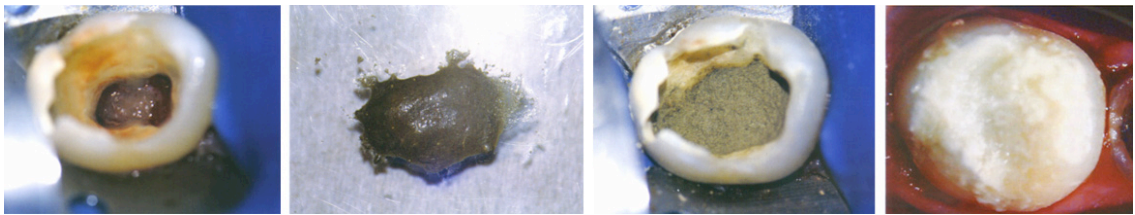


Fig 23. Técnica operatoria con MTA. Tomado de Bezerra, 2008.

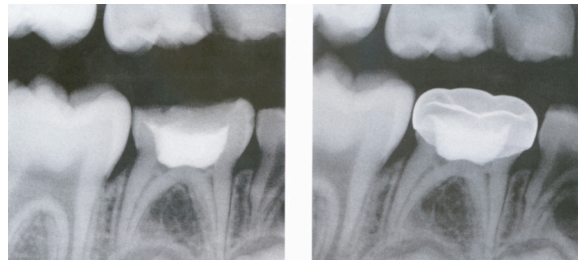


Fig 24. Aspecto radiográfico de la obturación con MTA y la posterior restauración del molar con una corona de acero. Tomado de Bezerra, 2008.

5.1.7 Láser

La terapia con láser es una técnica hemostática no farmacológica para el procedimiento de pulpotomía.⁷⁰

Para realizar el tratamiento pulpar existen varios tipos de láser, entre los cuales tenemos el láser de argón, el láser de dióxido de carbón, el láser Nd:YAG, láser He-Ne, entre otros.^{70,71,72}

El láser de argón emplea un gas como medio activo. Según la mezcla de gases de su cavidad de resonancia existen dos tipos de láseres de argón, con longitudes de onda de 488 y 514 nm, comprendidas en el espectro azul y verde respectivamente y con diferentes aplicaciones en el campo de la odontología. Es conducido por una fibra óptica flexible, alcanzando potencias entre 0,5 y 25 W. Su absorción se produce fundamentalmente en la sangre, siendo por ello un excelente medio para facilitar la coagulación de los vasos.⁷¹

En un estudio realizado por Wilkerson y cols con láser de argón en cerdos, se observó la respuesta clínica, radiográfica e histológica en 42 pulpotomías en dientes primarios, manteniéndose en todos los casos la vitalidad pulpar durante 60 días.⁷³

El láser de dióxido de carbón tiene una amplia aplicación en procedimientos de cirugía oral que incluyen tejidos blandos. Este láser emite un rayo infrarrojo con una longitud de onda de 10.6 m, tiene afinidad por el agua y es capaz de producir cauterización delimitada de los tejidos blandos.

El tejido es removido por amputación a través de la conversión del rayo láser en calor.⁷²

Thwe y Kato en 1996 realizaron un estudio para determinar el efecto de la irradiación con láser He-Ne y Nd:YAG sobre la curación del tejido pulpar pulpotomizado. Este experimento se llevó a cabo en los primeros molares maxilares bilaterales de 30 ratas Wistar, jóvenes y de sexo masculino, divididas en 3 grupos. El grupo 1 no recibió irradiación en la superficie pulpar pulpotomizada. En el grupo 2 la superficie pulpar pulpotomizada fue irradiada con ondas continuas de láser Nd:YAG (longitud de onda 1,064 nm, potencia 5W, tiempo de irradiación 0,1 segundo y densidad de energía 177 J/cm²). En el grupo 3 la superficie pulpar fue irradiada con ondas continuas de láser He-Ne (longitud de onda 632,8 nm, potencia 6 mW, tiempo de irradiación 1 minuto y densidad de energía 9 J/cm²). Todos los dientes fueron cubiertos con hidróxido de calcio y las cavidades fueron selladas con restauraciones de amalgama, para finalmente realizar el examen histopatológico. Después de 7 días en el grupo irradiado con el láser He-Ne se observó una formación temprana de una barrera de tejido duro. Después de 14 días hallaron dos tipos de barreras calcificadas de tejido duro bien definidas que parecían dentina. En contraste, en el grupo irradiado con láser Nd:YAG después de 14 días hallaron una barrera con gran cantidad de tejido duro de forma irregular similar al hueso. Sin embargo, en algunos de los casos se halló inflamación severa en la pulpa radicular y

no se observó la formación de una barrera calcificada. En el grupo control se observó tanto la formación de la barrera de tejido duro calcificado como la no formación de esta. Estos resultados sugieren que el láser He-Ne es un poco más útil que el Láser Nd:YAG para sanar la pulpa después de la pulpotomía.

74

Elliott y cols en 1999 realizaron un estudio para evaluar la respuesta de la pulpa en la dentición primaria humana al láser de dióxido de carbón y al formocresol para terapia pulpar vital. Ellos utilizaron 50 niños con dientes sanos, libre de caries y restauraciones, donde el primer molar contralateral tuviera como mínimo dos tercios de raíz y donde estuviese indicada la extracción por razones ortodóncicas. Estos dientes fueron asignados aleatoriamente a tratamiento de pulpotomía con láser de dióxido de carbón o formocresol. Los dientes tratados fueron evaluados clínica y radiográficamente a los 28 y 90 días posterior al tratamiento y previo a la extracción. A los dientes extraídos se les evaluó histológicamente la respuesta pulpar. Todos los dientes se mostraron asintomáticos y clínicamente normales en ambos períodos de observación. La resorción radicular interna se observó en un diente tratado con formocresol y en dos tratados con el láser.⁷²

Liu en el 2003 realizó un estudio que tenía como objetivo evaluar los efectos del láser Nd:YAG en pulpotomías en diente primarios humanos. Fueron seleccionados para este estudio diente primarios que requerían

pulpotomías debido a exposición pulpar por caries. Tomaron un grupo control de 51 molares y un grupo experimental de 64 molares. Después de remover la pulpa coronal utilizando una cucharita de dentina estéril se introdujo en la entrada de los conductos formocresol diluido al 1:5 o láser Nd:YAG al 2W, 20 Hz, 100 mJ (Fig 25) para completar la hemostasis, en el grupo control y experimental respectivamente. Luego se colocó IRM (*intermediate restorative material*) sobre la pulpa amputada y los dientes fueron restaurados con resina o coronas de acero inoxidable según el caso. Se realizó seguimiento clínico cada 3 meses y radiográfico cada 6 meses. En el grupo control 88.2% fueron clínicamente exitosos y 82.3% radiográficamente exitosos. Del grupo experimental 96.9% fueron clínicamente exitosos y 90.6% radiográficamente exitosos. Durante un periodo promedio de 20.4 meses de seguimiento. El éxito de la pulpotomía con láser Nd:YAG fue más alto que las pulpotomías con formocresol, por lo que el láser Nd:YAG puede ser considerado como una técnica de pulpotomía en la práctica clínica.⁷⁰

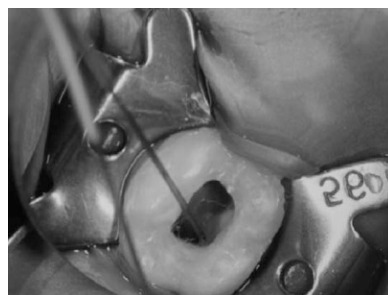


Fig 25. Láser Nd:YAG cuando es aplicado a la entrada de los conductos radiculares. Tomado de Liu, 2003.

Saltzman y cols en el 2005 realizaron un estudio con el propósito de investigar de que manera el sellado de la pulpotomía con láser de diodo y MTA podría ser una alternativa aceptable al sellado de la pulpotomía convencional con formocresol y óxido de zinc eugenol. Tenían una muestra de 16 niños entre 3 y 8 años. Seleccionaron 26 pares de dientes basados en criterios clínicos y radiográficos. Un diente de cada par fue aleatoriamente seleccionado para el grupo de láser-MTA o formocresol-óxido de zinc eugenol. A todos los dientes se les realizó seguimiento clínico y radiográfico a los 2.3, 5.2, 9.5 y 15.7 meses. Entre los resultados obtuvieron que 7 dientes del grupo láser-MTA presentaron fallas radiográficas a los 9.1 meses y 3 dientes del grupo formocresol-óxido de zinc eugenol a los 12.5 meses. Debido a eso concluyeron que el grupo láser-MTA mostró una tasa de éxito menor que el grupo formocresol-óxido de zinc eugenol, aunque no fueron resultados estadísticamente significativos.⁷⁵

5.1.8 Electrocirugía

Esta técnica también denominada electrofulguración o electrobisturí, se comenzó a utilizar en pulpotomías de dientes primarios en 1965.^{24,76}

La electrocirugía es una técnica no farmacológica que tiene como finalidad coagular el tejido pulpar radicular remanente, sin provocar desvitalización química como sucede con el uso del formocresol. Después de

utilizar la electrocirugía se observan proteínas coaguladas y un remanente tisular con inflamación y necrosis, con diferentes niveles de éxito clínico.⁶

El riesgo de lesionar la porción apical de la pulpa es mínimo y perforar el piso de la cámara pulpar es casi imposible.⁷⁶

Shaw y cols en 1987 realizaron un estudio en 5 monos con dentición primaria intacta, de 18 a 24 meses de edad, para comparar los efectos histológicos de la pulpotomía con electrocirugía sobre la pulpa radicular y los del formocresol. En el intervalo de tiempo postratamiento mataron un animal a la hora, a los 3 meses, 4 meses, 5 meses y 6 meses. evaluaron histológicamente la presencia de inflamación, fibrosis, necrosis, resorción y formación de dentina reparativa. La respuesta pulpar obtenida en ambas técnicas fue similar. El formocresol obtuvo 80% de éxito mientras la electrocirugía obtuvo 84%. La ventaja más significativa de la electrocirugía es que no produce efectos sistémicos indeseables como el formocresol.⁷⁷

Mack y Dean en 1993, llevaron a cabo un estudio retrospectivo para evaluar los resultados clínicos y radiográficos de la técnica de pulpotomía con electrocirugía. Obtuvieron 99.4% de éxito en los molares pulpotomizados.⁷⁸

Fishmann y cols reportaron en 1996 un estudio en 38 pacientes con edad promedio de 5 años, en los que posterior a la electrofulguración de 47 molares, estos fueron asignados aleatoriamente a dos grupos. En el grupo 1 se colocaba una base de óxido de zinc eugenol sobre el remanente pulpar y en el grupo 2 se colocaba hidróxido de calcio. Los dientes fueron evaluados clínica y radiográficamente después de transcurridos 1, 3 y 6 meses por 2 examinadores independientes. Después de 6 meses el éxito clínico y radiográfico para el grupo 1 fue de 77, 39% y 54,6%. Para el grupo 2 fue de 81,0% y 57,3%, lo cual demostró no ser una diferencia estadísticamente significativa.⁷⁹

Técnica operatoria

En esta técnica, tras la eliminación de la pulpa cameral con cucharita o instrumental rotatorio con mucha irrigación, se controla la hemorragia del remanente pulpar con una bolita de algodón durante 5 a 10 minutos. Después de limpiar los restos de sangre de la cámara pulpar y observar que apenas sangra el remanente pulpar de los conductos radiculares se aplica una descarga de corriente eléctrica, durante 1 o 2 segundos, con el electrodo colocado a una distancia de 1 a 2 milímetros de la pulpa y repitiendo la operación en todas las entradas de los conductos a intervalos de 5-10 segundos para evitar el calentamiento excesivo de la cámara pulpar. La maniobra se repite 2-3 veces por cada conducto, colocando en cada intervalo una bolita de algodón para que absorba cualquier resto de sangre o fluidos

antes de aplicar la corriente eléctrica. Finalmente, se rellena la cámara pulpar con cemento tipo IRM, óxido de zinc eugenol u fosfato de zinc.²⁴

Entre los electrobisturís que se han empleado hasta la fecha están el Hyfrecator 705A y el Storbex Ultron, siempre a media potencia.²⁴

En la tabla IV se muestran los resultados de 4 estudios clínicos en los que realizaron pulpotomías por electrofulguración.²⁴

Tiempo	Autor/Año	Éxito clínico	Éxito radiográfico	Obliteración de conductos
6 meses	López, 1993	97,3 %	94,6%	--
	Fishmann, 1996	77,3%	54,5%	9%
1 año	Dean, 2002	96%	84%	--
2 años	Mack, 1993	99,4%	97,5%	--

Tabla V. Pulpotomía por electrofulguración. Resultados del éxito clínico y radiográfico y de los casos de obliteración de conductos, registrados en 4 estudios clínicos, desde los 6 meses hasta los 2 años de efectuarse el tratamiento. Fuente:

Calatayud, 2006.

5.1.9 Pasta con Ricofort, Yodoformo y Paramonoclorofenol Alcanforado

Esta pasta fue propuesta en 1981 y está compuesta de porciones iguales de Ricofort, yodoformo y paramonoclorofenol alcanforado.⁶

Esta mezcla está compuesta básicamente por sustancias de elevado potencial bactericida y no se justifica su utilización en pulpotomías ya que esta técnica se indica para dientes con vitalidad pulpar, en los cuales el tejido pulpar radicular esté libre de microorganismos y, por lo tanto es innecesaria la acción de antisépticos tan fuertes.⁶

En Brazil, es llamada pasta de Guedes-Pinto, la cual fue inicialmente preconizada solo para el tratamiento de la necrosis pulpar. Pero, se pudo observar que cuando existía un rebase o una sobreobturación, resultando en exceso de pasta sobre el tejido circundante periodontal, esta pasta era resorbida sin ningún tipo de compromiso clínico. Esta consolidación empírica los llevó a planificar trabajos científicos, con comprobación histológica, microbiológica y con cultivo celular, lo que permitió considerarla también como una alternativa para aplicación clínica en pulpotomías.¹

Sus características farmacológicas nos muestran una óptima actividad antiséptica, buena tolerancia tisular, así como un control de la reacción

inflamatoria moderada post-endodóncica. Además, la pasta es resorbible, radiopaca y fácil de remover si es necesario.¹

5.1.10 Vidrios bioactivos

Los vidrios bioactivos han sido estudiados como sustitutos óseos en cirugías ortopédicas y plásticas. Estos vidrios reaccionan con soluciones acuosas y producen una capa de apatita carbonatada. Son materiales biocompatibles que se adhieren con rapidez al hueso y debido a eso son originalmente considerados como biomateriales osteoconductores. Sin embargo, hoy en día hay evidencias de que tienen capacidad de servir como materiales inductores de la deposición de tejido mineralizado.⁶

En el campo odontológico, los vidrios bioactivos ya han sido utilizados en implantología y periodoncia, como auxiliares en la reparación de defectos periodontales infraóseos y los localizados en el área de la furca, obteniendo resultados favorables.⁶

En función de su biocompatibilidad y capacidad antibacteriana, los vidrios bioactivos podrían comportarse como buenos materiales para pulpotomía, ya que estos estimulan a los osteoblastos y promueven la reparación de lesiones localizadas en tejidos óseos, también podrían

estimular a los odontoblastos e inducir la deposición de dentina sobre el tejido pulpar.⁶

Salako y cols en el 2003 realizaron un estudio con el objetivo de evaluar el vidrio bioactivo y compararlo con tres agentes pulpotómicos comercialmente disponibles como el formocresol, el sulfato férrico y el MTA. Las pulpotomías fueron realizadas en 80 primeros molares maxilares de ratas Sprague Dawley. Se dividieron en 4 grupos de 20 dientes cada uno, los cuales fueron tratados con los diferentes materiales. El análisis histológico se realizó a las 2 y 4 semanas post-tratamiento. La muestra experimental fue comparada con los primeros molares maxilares normales contralaterales. El vidrio bioactivo a las 2 semanas mostró cambios inflamatorios en la pulpa, después de 4 semanas la pulpa era histológicamente normal, con evidencia de vasodilatación. El MTA a las 2 semanas mostró células de inflamación aguda alrededor del material con evidencia de macrófagos en la pulpa radicular. La formación de un puente de dentina fue un hallazgo consistente a las 2 y 4 semanas. El sulfato férrico mostró una inflamación moderada de la pulpa con una amplia zona de necrosis a las 2 y 4 semanas. El formocresol mostró zonas de atrofia, inflamación y fibrosis. La fibrosis fue mas extensa a las 4 semanas con evidencia de calcificación en algunos de los molares. Entre los materiales evaluados, el MTA demostró ser un agente pulpotómico ideal ya que causa la formación del puente de dentina mientras

mantiene la pulpa normal y, el vidrio bioactivo induce una respuesta inflamatoria a las 2 semanas con resolución a las 4 semanas.⁸⁰

5.1.11 Colágeno

El colágeno ha sido utilizado para reconstrucción y reparación ósea y asociado con el factor de crecimiento u otro componente extracelular induce la formación de dentina reparativa.⁸¹

Algunas de las ventajas del uso del colágeno son la baja respuesta inmunogénica, disponibilidad y abundancia en la naturaleza, efecto hemostático, fácil manipulación en diferentes formas y capacidad para formar fibras de preparaciones solubles.⁸¹

La asociación del colágeno y la hidroxiapatita ha sido indicado como un material biocompatible colagénico. Este ha sido evaluado en animales de laboratorio y en humanos e indicado como recubrimiento pulpar, obturación de cavidades quirúrgicas en defectos óseos, regeneración tisular guiada y como agente de fijación para partículas cerámicas.⁸¹

Bezerra y cols en el 2006 realizaron un estudio histopatológico en el que evaluaron la respuesta pulpar después de la protección con una matriz colágena asociada o no con hidroxiapatita en pulpotomías de dientes de

perros. Usaron 60 raíces de premolares de perros, las cuales después de la pulpotomía fueron cubiertas con los siguientes materiales: Grupo 1 (20 raíces) con matriz de colágeno liofilizado aniónico; Grupo 2 (20 raíces) con matriz de colágeno liofilizado aniónico con hidroxiapatita; Grupo 3 (10 raíces) con pasta de hidróxido de calcio; Grupo 4 (10 raíces) con cemento de óxido de zinc eugenol. Después de 90 días sacrificaron los animales para extraer los dientes y someterlos al proceso histológico. De acuerdo con los resultados histopatológicos concluyeron que la matriz de colágeno liofilizado aniónico con o sin hidroxiapatita y el cemento de óxido de zinc eugenol no presentaron respuesta pulpar satisfactoria, ya que no se produjo puente de dentina en estos dientes y en algunos casos se observó necrosis, por lo que siguen recomendando el hidróxido de calcio como material para realizar pulpotomías.⁸¹

5.1.12 BMPs (Proteínas Óseas Morfogenéticas)

Urist, citado por Ranly, observó que la matriz ósea desmineralizada estimulaba la nueva formación ósea cuando se implantaba en un sitio ectópico como el músculo y concluyó que la matriz ósea contiene un factor capaz de autoinducción y llamó a este factor proteína morfogenética ósea (*bone morphogenetic protein-BMP*).²²

En la actualidad, se conoce que las BMPs del hueso y dentina promueven la dentinogénesis, ya que contienen cantidades relativamente elevadas del factor de crecimiento transformador beta (TGF- β), el cual estimula a los odontoblastos para que se depositen en la matriz dentinaria.⁶

La familia del TGF- β incluye las proteínas óseas morfogenéticas o proteínas osteogénicas involucradas en la diferenciación, morfogénesis, regeneración y reparación tisular, representando un importante papel en la diferenciación odontoblástica y formación de dentina.⁶

A pesar que las BMPs son extraídas de cerdos, ratones, perros, conejos y humanos, el uso de las BMPs bovinas ha sido reportado frecuentemente en la literatura en función de la facilidad para obtener los huesos de estos animales. Además debido a su alta solubilidad, las BMPs no sólo deben ser utilizadas de manera aislada, sino también deben asociarse a un agente transportador como por ejemplo, el colágeno.⁶

Kalaskar y Damle en el 2004 realizaron un estudio para comparar la preparación derivada de plaquetas secas congeladas liofilizadas con el hidróxido de calcio en pulpotomías de dientes primarios. Trataron 56 molares primarios en 28 niños de 4 a 7 años de edad. Los criterios de selección fueron: dientes con lesión de caries profunda, restaurables, ausencia de

síntomas de inflamación pulpar avanzada, ausencia de signos clínicos que sugieran falta de vitalidad, ausencia de signos radiográficos de necrosis pulpar, hemorragia que se detiene entre los 5 minutos posteriores a la amputación. Tomaron radiografías preoperatorias y dividieron los dientes en 2 grupos. Al grupo I se le colocó el preparado y al grupo II hidróxido de calcio. El preparado derivado de plaquetas secas congeladas liofilizadas contiene Factor de Crecimiento Transformador (TGF), Factor de Crecimiento Derivado de Plaquetas (PDGF), Proteínas Óseas Morfogénicas (BMPs) y Factor de Crecimiento de Insulina (IGF). Después de eliminar la caries y amputar la pulpa, la hemorragia fue controlada con torundas de algodón. Luego en el grupo I colocaron la preparación sobre la pulpa amputada y sobre esta una capa gruesa de cemento de óxido de zinc eugenol para sellar la cámara pulpar. En el grupo II colocaron polvo de hidróxido de calcio que fue llevado a la cámara pulpar con un portamalgama y también se le colocó encima una capa gruesa de cemento de óxido de zinc eugenol para sellar la cámara pulpar. Los dientes de ambos grupos fueron restaurados con vidrio ionomérico y se les colocó coronas de acero en el primer mes de seguimiento. La evaluación clínica se realizó a los 1, 3 y 6 meses y la radiográfica al mes y a los 6 meses. Al mes de seguimiento 1 paciente del grupo I reportó dolor, inflamación y movilidad. Radiográficamente 1 paciente del grupo I mostró lesión periapical. Ninguno de los dientes de los grupos I y II mostró resorción interna ni externa ningún diente del grupo I mostró formación de barrera calcificada, mientras que en 5 del grupo II si fue

evidente. Las diferencias entre ambos grupos no fue estadísticamente significativa. El éxito clínico y radiográfico fue de 100% en el grupo I y de 96.42% en el grupo II.⁴⁴

5.1.13 Hueso seco congelado

El hueso seco congelado (*FDB-freeze-dried bone*) ha sido usado en una variedad de procedimientos de ortopedia y cirugía oral. Es compatible con el hueso del huésped y su efectividad como material de injerto ha sido mostrada en animales de experimentación. Además este material estimula la osteogénesis junto a la cementogénesis.⁸²

El hueso seco congelado también puede servir como inductor de una barrera calcificada sobre el sitio de la amputación.⁸²

Fadavi y Anderson en 1996 realizaron un estudio en dos monos cynomolgus en 32 dientes primarios sin caries a los que dividieron en 3 grupos. En el primer grupo 14 dientes fueron tratados con hueso seco congelado, en el segundo grupo 10 fueron tratados con hidróxido de calcio y en el tercer grupo 8 dientes fueron tratados con IRM como medicamento, luego el acceso a la cavidad fue sellado con IRM como base y por último con una restauración de amalgama. Un animal fue sacrificado a las 6 semanas y el otro a los 6 meses posterior al tratamiento. Después de realizar el estudio

histopatológico encontraron que el hueso seco congelado fue más exitoso que el hidróxido de calcio, por lo que este material puede ser considerado para realizar estudios en pulpotomías de dientes humanos.⁸²

5.2. Pulpectomía

Es la técnica de tratamiento del conducto radicular para dientes que presentan vitalidad pulpar.⁸³

El canal radicular es limpiado, ligeramente ensanchado, desinfectado y luego obturado con material resorbible.¹⁸

Indicaciones:

- Patología pulpar irreversible,⁸³
- Exposiciones pulpares como consecuencia de lesiones de caries en la cuales el tejido pulpar radicular, después del acceso y remoción de la pulpa coronaria, se presenta muy inflamado, es decir, con hemorragia severa que no se detiene, con sangre de coloración roja oscura y tejido pulpar desintegrado,⁸³
- Exposición pulpar por traumatismos ocurridos hasta un máximo de 48 horas después de su ocurrencia,⁸³
- Resorciones internas.⁸³

- En casos de ausencia del germen correspondiente al diente permanente, ya que los dientes primarios en esta situación pueden durar toda la vida o al menos muchos años.⁷ (Fig 26)

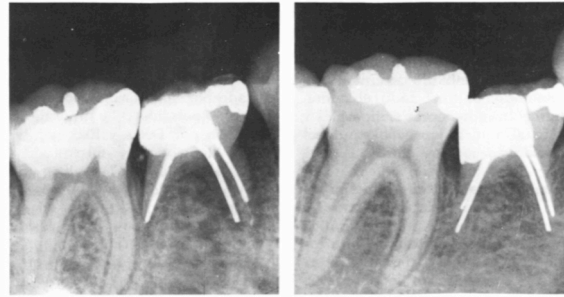


Fig 26. Pulpectomía del segundo molar primario con cuatro conductos y ausencia del germen permanente. Tomado de Lasala, 1992.

Contraindicaciones:

La pulpectomía está contraindicada en dientes con:

- extensa destrucción coronaria, con imposibilidad de restaurar la corona^{83,84}
- más de 2/3 de rizálisis^{83,84}
- sucesor próximo a erupcionar⁸³
- fractura radicular en el tercio cervical⁸³
- resorción interna perforante y avanzada^{83,84}
- extensa lesión periapical^{83,84}
- perforación extensa de la furca⁸⁴
- pérdida del soporte óseo y/o extrema movilidad dentaria^{83,84}
- paciente con enfermedad crónica debilitante.^{83,84}

El objetivo de la pulpectomía es conservar los dientes primarios que de otra manera se perderían. Pero, la dificultad en la preparación de los conductos radiculares primarios, que tienen una morfología compleja y variable, y la incertidumbre acerca de los efectos de la instrumentación, medicación y materiales de obturación en los dientes sucesores en desarrollo, disuaden a algunos clínicos de utilizar la técnica.⁴

Hibbard e Ireland, citados por Sogbe, realizaron una investigación in vitro, utilizando resina acrílica inyectada a presión y observaron que luego de la formación radicular se producen variaciones y alteraciones en el número y tamaño de los canales. También vieron ramificaciones laterales y apicales y conexiones fibrilares, observando en algunos especímenes fusión de los canales a 1/3 de su longitud y en otros casos, en su totalidad. Concluyeron que el proceso resortivo de las raíces estimula la formación de dentina secundaria y es responsable de los cambios morfológicos internos, por lo que según ellos, la complejidad de los canales radiculares de los molares primarios presenta problemas para la instrumentación en la práctica clínica.⁸⁵

Años más tarde los resultados de Hibbard e Ireland son confirmados por un estudio de Benfatti sobre la morfología de los conductos de los molares primarios, mediante la diafanización que consistió en la inyección de tinta china.⁸⁵ (Fig 27)

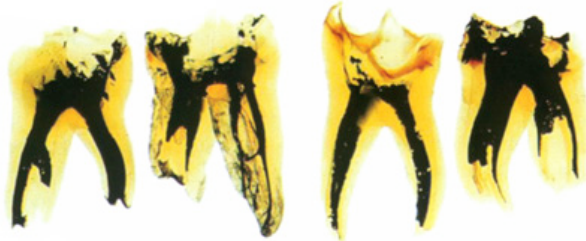


Fig 27. Sistema de conductos radiculares de molares primarios, sometidos al proceso de diafanización. Tomado de Bezerra, 2008.

Gupta y Grewal en el 2005 estudiaron la morfología del canal radicular del primer molar mandibular primario utilizando el método radiográfico y el método de descalcificación. Formaron dos grupos de 15 dientes cada uno. En el grupo de radiografías cortaron los dientes a nivel de la unión amelocementaria y las raíces de estos fueron cortadas en dirección mesiodistal y vestibulolingual, las radiografías fueron tomadas con técnica de cono largo, después fueron observadas bajo un lente con una magnificación de 10x. En el grupo de descalcificación los dientes fueron descalcificados e inyectados con tinte de azul de metileno por el extremo coronal del canal radicular, e igualmente fueron observados en una magnificación de 10x y los hallazgos registrados. Entre los resultados hallaron por medio del método radiográfico que el primer molar mandibular primario podría tener una combinación de 2 a 4 canales, que la anastomosis horizontal fue observada en la raíz mesial en 6.67% de los especímenes, no se observaron comunicaciones transversales en la raíz distal. Los canales radiculares en

sentido bucolingual eran amplios en 33.33% de los especímenes de raíces distales mas no en las mesiales. En el método de descalcificación los resultados arrojaron que el 100% de los especímenes tenían 2 canales en la raíz mesial. En la raíz distal 53.33% tenía 2 canales y 46,67% tenía un solo canal. En conclusión, basados en los métodos utilizados, los autores reportan que la mayoría de los especímenes tiene 4 canales radiculares.⁸⁶

5.2.1 Técnica operatoria

Primero se debe seleccionar el caso, luego los pasos son los siguientes:

1. Se prepara una abertura de acceso, similar a la que se utiliza en pulpotomías, pero las paredes deben aplanarse más para facilitar el acceso en las aberturas del conducto para limas y ensanchadores.⁴ (Fig 28)



Fig 28. Apertura de la cámara pulpar donde se observa claramente la entrada de los conductos. Tomado de Bezerra, 2008.

2. Se localiza cada orificio del conducto radicular y se selecciona un tiranervios o sonda barbada del tamaño adecuado. Este instrumento debe utilizarse con cuidado para eliminar lo mas posible el material orgánico de cada conducto.⁴

3. Se toman las limas endodóncicas y se ajustan para detenerse 1 o 2 mm antes del ápice radiográfico de cada conducto, según lo determina la radiografía (Fig 29). Aunque esta es una longitud arbitraria, se emplea con la intención de reducir la probabilidad de sobreinstrumentar hacia apical y causar un daño periapical. La instrumentación tiene como propósito principal eliminar residuos orgánicos.⁴ La preparación de los conductos no debería sobrepasar el instrumento número 30 ya que las raíces son frágiles.⁸⁷

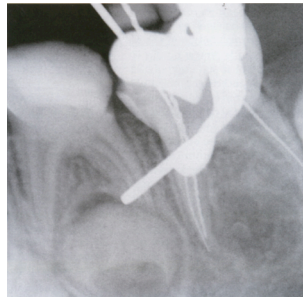


Fig 29. Conductometría de un molar inferior. Tomado de Bezerra, 2008.

4. Se debe irrigar de manera periódica el conducto para eliminar los residuos. Se puede utilizar hipoclorito de sodio, el cual ayuda a disolver el material orgánico, sin embargo, es indispensable utilizar la

solución con cuidado y sin una presión de irrigación excesiva.

También se puede utilizar solución salina estéril.⁴

5. Los conductos se secan con puntas de papel del tamaño adecuado.⁴

6. Se obtura con el material seleccionado.⁴

Cuando previamente existen molestias en el diente que se debe tratar se recomienda realizar la técnica en dos sesiones, colocando un apósito medicamentoso con una suspensión de hidróxido de calcio que no fragüe, para calmar el dolor e inhibir la inflamación. El diente se obtura provisionalmente y en una segunda sesión (aproximadamente a los 10 días) se puede limpiar, lavar y secar los conductos de nuevo para obturarlos definitivamente.¹⁰

Cuando se realiza una pulpectomía así como una pulpotomía, debe realizarse un seguimiento con controles clínicos y radiográficos cuya periodicidad se determina según el caso. En el control radiográfico se debe observar el proceso de resorción y la normalidad en el desarrollo del sucesor permanente.¹⁰

Determinación de la longitud radicular

Kielbassa y cols realizaron un estudio clínico para evaluar la exactitud en la medición de la longitud del canal radicular en dientes primarios utilizando ROOT ZX^{®xii} que es un localizador de ápices. Ellos piensan que para determinar la longitud radicular esta debe ser realizada cuidadosamente sin excederse del ápice para así minimizar el daño periapical y el posible daño al germen del diente permanente. Para este estudio utilizaron 71 dientes no restaurables (34 molares, 37 incisivos) de 30 niños preescolares, lo que correspondía a 105 canales radiculares. Después de eliminar la caries, eliminaron el tejido pulpar con limas Hedstrom e irrigaron el canal con H₂O₂ al 3% y NaOCl al 2%, para luego determinar la longitud radicular con ROOT ZX según las instrucciones del fabricante. Posteriormente, los dientes fueron extraídos cuidadosamente y determinaron la longitud “real” usando limas con topes de goma. Los resultados fueron comparados. No se obtuvo diferencias significativas con respecto al tipo de diente. En general, se observó una tendencia a estimar la longitud de trabajo un poco más corta (promedio 0,98 mm) del ápice. Los autores sugieren que este es un método recomendable para determinar la longitud radicular en dientes primarios, sobretodo en niños que no toleran las técnicas radiográficas.⁸⁸

^{xii} Morita, Tokio, Japón

Métodos de obturación

Existen varios métodos para obturar el canal radicular de molares primarios pulpectomizados. Entre ellos tenemos:

- llevar el material al canal radicular con un léntulo,
- colocarlo en consistencia de masa y presionarlo dentro del canal con un condensador endodóncico o con una torunda de algodón,
- aplicarlo utilizando una jeringa endodóncica de presión.⁸⁹

Bawazir y Salama en el 2006 llevaron a cabo un estudio para evaluar in vivo 2 aplicaciones diferentes del léntulo, una en la que el léntulo se monta en la pieza de mano a baja velocidad y la otra en la que el léntulo se utiliza sosteniéndolo con la mano. Utilizaron 50 molares primarios (17 maxilares y 33 mandibulares) de 24 niños entre 4 ½ y 9 años. Los criterios de inclusión fueron: historia de dolor espontáneo, hemorragia profusa después de la amputación del tejido pulpar coronal, presencia de fístula, inflamación del hueso periapical, ausencia de tejido remanente pulpar cuando se accedió a la cámara, pus en el canal, evidencia de lesión radicular patológica y presencia de radiolucencia periapical o interradicular. El procedimiento fue llevado a cabo de la siguiente manera: tomaron una radiografía periapical preoperatoria, luego de anestésiar, aislar y eliminar la caries, eliminaron la pulpa cameral con una fresa redonda baja velocidad y la extirpación de remanente pulpar de los conductos fue realizada con sondas barbadas. El canal se comenzó a preparar con limas Hedstrom # 15 hasta llegar a la # 35

en todos los conductos excepto en el palatino del molar maxilar que se preparó hasta el # 50. Los canales radiculares fueron irrigados con solución salina y secados con puntas de papel. Luego se les colocó una punta de papel ligeramente humedecida con formocresol diluido a 1:5 durante 5 minutos. Prepararon una mezcla homogénea de óxido de zinc eugenol para llevarla a los conductos en los dos grupos. Utilizaron léntulos #25 para los conductos preparados hasta el 35 y léntulos 40 para los conductos preparados hasta 50. El léntulo que se utilizó manualmente se introdujo en el canal con una rotación en el sentido de las agujas del reloj y con un movimiento vibratorio que buscaba que el material alcanzara el ápice. El léntulo que se colocó en la pieza de mano a baja velocidad también se introdujo en el canal con un movimiento rotatorio en el sentido de las agujas del reloj. La longitud de trabajo se calculó 1 mm por encima del ápice y el procedimiento se repitió de 5 a 7 veces por cada canal hasta que el orificio del canal se veía cubierto con la pasta. La pulpa cameral fue cubierta con cemento de óxido de zinc eugenol de fraguado rápido, los dientes fueron restaurados con coronas de acero y se tomó una radiografía postoperatoria. De los 50 dientes a 47 se les pudo realizar la evaluación clínica y radiográfica a los 6 meses, obteniendo una tasa de éxito de 94% para el grupo en el que el léntulo se colocó en pieza de mano a baja velocidad y 81% en el otro grupo.⁸⁹

Relacionaron el método de obturación con la calidad de la obturación y obtuvieron los resultados mostrados en la siguiente tabla.⁸⁹

Método de Obturación	Obturación óptima	Sub-obturación	Sobre-obturación
Léntulo colocado en pieza de mano a baja velocidad	16/25 = 64%	5/25 = 20%	4/25 = 16%
Léntulo utilizado manualmente	12/25 = 48%	11/25 = 44%	2/25 = 8%
Total	28/50 = 56%	16/50 = 32%	6/50 = 12%

Tabla VI. Calidad de obturación del canal radicular utilizando el léntulo de dos maneras. Fuente: Bawazir, 2006.

También relacionaron la calidad de la obturación con la tasa de éxito la cual mostró que los dientes con obturaciones óptimas y sobreobturaciones mostraron una tasa de éxito radiográfico más elevada que los dientes con obturaciones cortas.⁸⁹

El tratamiento de pulpectomía debe permitir la resorción de la raíz del diente y el material de obturación debe resorberse en el tiempo adecuado para permitir la erupción del diente sucesor.^{18,90}

Otras de las características del material de obturación ideal son no lesionar el tejido periapical ni al diente permanente, resorberse rápidamente

si se extiende fuera del ápice en el momento de la obturación, ser antiséptico, fácil de obturar el canal radicular y que se adhiera a las paredes del canal, no debe contraerse, ser fácil de remover si es necesario, ser radiopaco, no decolar el diente y no ser tóxico.⁹¹

Los materiales de obturación que se utilizan fundamentalmente son la pasta de óxido de zinc eugenol, el hidróxido de calcio y la pasta yodofórmica.⁹⁰

5.2.2 Óxido de zinc eugenol

La pasta de óxido de zinc eugenol es probablemente el material de obturación de dientes primarios más usado en los Estados Unidos.¹⁷

Entre la desventajas de este material tenemos que la velocidad de resorción de este material es diferente a la raíz del diente y que la sobreobturación, debido al eugenol, puede causar una reacción citotóxica o de cuerpo extraño.^{17,91,92}

Un material ideal de obturación para el canal radicular sería aquel que tenga las propiedades del hidróxido de calcio con las del óxido de zinc. Basados en esta hipótesis Chawla y cols en el 2001 condujeron un estudio piloto para evaluar la mezcla del hidróxido de calcio con el óxido de zinc

eugenol como material de obturación en dientes primarios. Utilizaron 5 segundos molares mandibulares primarios que requerían tratamiento endodóncico en niños de 4 a 9 años de edad. Cuidaron que estos dientes no tuvieran resorción externa, interna, ni movilidad y un adecuado soporte óseo. Después de eliminar la pulpa, los canales fueron irrigados con hipoclorito de sodio, por último con metronidazol en solución, el cual fue dejado en el conducto sin secarlo con puntas de papel. El material de obturación fue preparado con 1 cm de hidróxido de calcio en polvo, 15 gms de óxido de zinc en polvo y agua destilada. El material fue llevado a los conductos con un léntulo, la cavidad se selló con cemento de óxido de zinc eugenol de fraguado rápido y se tomó radiografías post-operatoria. Posteriormente los molares fueron restaurados de manera definitiva con amalgama o resinas. Las evaluaciones clínicas y radiográficas se realizaron a los 2, 4, 6, 9 y 12 meses y, en todas estas los dientes se mostraron asintomáticos. El examen radiográfico post-operatorio mostró que las obturaciones eran adecuadas y que ninguna estaba sobreobturada. En los exámenes subsecuentes se observó que 2 casos que mostraron una radiolucencia preoperatoria en la región periapical e interradicular sanaron. Dos casos de resorción radicular fisiológica fueron observados durante el período de seguimiento. Todos los dientes tratados fueron exitosos después de un año de evaluación. Por lo tanto, esta mezcla de materiales podría ser efectivo. ⁹²

5.2.3 Hidróxido de calcio

Las pastas de hidróxido de calcio son bactericidas resorbibles, radiopacas, no causan daño al permanente y pueden ser removidas fácilmente.⁹¹

El Sealapex®^{xiii} es un material con base de hidróxido de calcio con buenas propiedades biológicas, viene en presentación de pasta-pasta, tiene tiempo de trabajo y endurecimiento prolongado que se endurece en el conducto con presencia de humedad.⁹¹

Generalmente, los estudios sobre materiales de obturación para pulpectomías se basan en el grado de resorción que tienen estos materiales en relación a la resorción de las raíces. Sin embargo, Kielbassa y cols en el 2007 publicaron un estudio *in vitro* que tenía como objeto evaluar la capacidad de sellado del óxido de zinc eugenol, Apexit®^{xiv} y Sealapex®, usados como material de obturación de los canales radiculares en dientes primarios, utilizando una técnica de reproducción de alta presión. Utilizaron 270 dientes primarios para el estudio de los cuales 90 eran incisivos, 90 molares mandibulares y los otros 90 molares maxilares. Los dividieron

^{xiii} Kerr Manufacturing, Romulus, MI

^{xiv} Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein

aleatoriamente en 3 grupos, prepararon los canales radiculares hasta la talla 35 con la lima y los obturaron con un léntulo, cada grupo con uno de los materiales estudiados. El acceso a la cavidad y a la cámara pulpar fue obturada con Cavit®^{xv} y todas las muestras fueron almacenadas en solución salina durante 24 horas a 37 °C. Para la evaluación de los 3 grupos estos fueron divididos en 2 subgrupos y las raíces fueron barnizadas con barniz de uñas, excepto el extremo apical (1mm). Después la raíces fueron embebidas en resina epoxy, excepto los últimos 3mm del ápice, (Fig 30) luego los colocaron en un tubo plástico separados por teflón donde introdujeron una mezcla de adhesivo con resina epoxy coloreada con un tinte fluorescente. Fueron colocados en autoclave a una presión de 2000 bar, a 40 °C durante 5 horas. Por último, realizaron cortes a lo largo de la raíz para medir la filtración apical y evaluar la presencia de resina epoxy coloreada entre la pared de la raíz y el material de obturación. Previo a esto habían tomado 10 dientes a los cuales le colocaron barniz y los dejaron sin material de obturación para demostrar la capacidad que tenía la resina epoxy coloreada de penetrar el canal radicular y los túbulos, y así demostrar la efectividad de la técnica. Como resultados obtuvieron que óxido de zinc eugenol y Apexit® mostraron completa filtración a lo largo de la raíz con la penetración de la resina coloreada entre la pared radicular y el material sellador, mientras que el Sealapex® reveló un bajo nivel de penetración comparado con los otros

^{xv} 3M ESPE, Seefeld, Germany

materiales (Fig 31). Más del 30% de la raíz mostró estar completamente sellada y el promedio de penetración fue de 2,9mm a nivel del ápice. Lo que permite sugerir al Sealapex® como una alternativa para obturar pulpotomías en dientes primarios por sus propiedades de resorción y de sellado.⁹³

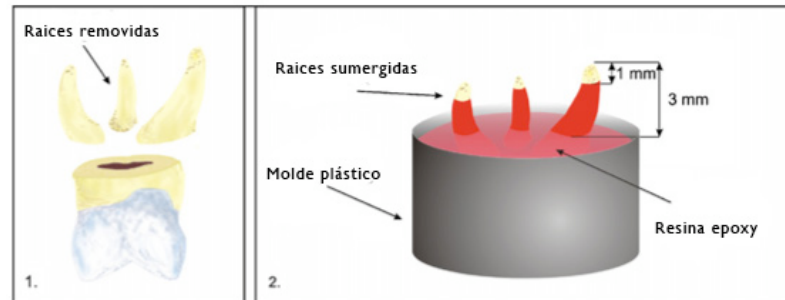


Fig 30. Procedimiento del experimento. Tomado de Kielbassa, 2007.

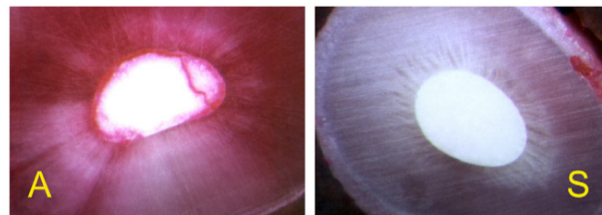


Fig 31. Especímenes representativos de la microfiltración en Apexit (A) y Sealapex (S). Tomado de Kielbassa, 2007.

Sari y Okte en el 2008 realizaron un estudio para evaluar el éxito clínico y radiográfico de las pulpectomías realizadas con Sealapex® en dientes primarios. La muestra consistió en 36 niños para un total de 62 dientes primarios (31 molares mandibulares, 7 incisivos centrales, 12 incisivos laterales y 12 caninos). Tomaron una radiografía preoperatoria,

colocaron anestesia y aislaron con rollos de algodón para estandarizar el estudio porque habían niños que presentaron rechazo al dique de goma. Después de eliminar la caries, utilizaron sondas barbadadas para extirpar por completo la pulpa e irrigaron el canal con hipoclorito de sodio mientras instrumentaban el canal radicular con limas hasta 1 mm del ápice, basados en la medición radiográfica. Luego lavaron con solución fisiológica y secaron con puntas de papel antes de obturar con Sealapex®, el cual fue colocado con léntulo a baja velocidad. Por último colocaron una restauración de óxido de zinc eugenol y tomaron una radiografía postoperatoria para evaluar la obturación. Posteriormente, los dientes fueron restaurados de manera definitiva con coronas de acero, amalgama, compómero o vidrio ionomérico. El seguimiento se llevó a cabo cada 6 meses durante 3 años. Quedaron 29 pacientes para un total de 52 dientes (25 molares mandibulares, 7 incisivos centrales, 10 incisivos laterales y 10 caninos) que asistieron a todos los controles. Basados en las radiografías postoperatorias iniciales de los 52 dientes obtuvieron que 44,2% presentaron una obturación a nivel del ápice, 19,2% estaban sub-obturadas y 36,5% sobre-obturadas. De los dientes obturados a nivel del ápice 95,6% fueron exitosos, de los sub-obturados 90% fueron exitosos y de los sobre-obturados 89,5% fueron exitosos lo cual no constituye una diferencia significativa de acuerdo a la extensión de la lesión. En general la tasa de éxito fue de 92,3% para los dientes obturados con Sealapex®.⁹¹

5.2.4 Pasta de yodoformo

La pasta de yodoformo es un material de obturación que ha mostrado excelentes resultados clínicos y radiográficos. Se resorbe entre 1 a 2 semanas cuando sobrepasa el canal radicular.⁹¹

Muchos autores han reportado el uso de la pasta KRI 1, la cual es una mezcla de yodoformo, canfor, paraclorofenol y mentol. Esta se reabsorbe rápidamente y no presenta efectos indeseables en el diente sucesor cuando es utilizada como medicamento intracanal en dientes primarios. Si esta pasta se extruye hacia el tejido periapical es rápidamente reemplazada por tejido normal. Algunas veces este material es resorbido dentro del canal radicular.¹⁷

Existe otra pasta de yodoformo que fue desarrollada por Maisto que ha sido utilizada por muchos años. Esta pasta tiene los mismos componentes de la pasta KRI 1 y además contiene óxido de zinc, timol y lanolina.¹⁷

Maisto en el caso que se desee una resorción más lenta, tal es el caso de los molares primarios, aconseja el uso de su pasta lentamente resorbible con la fórmula siguiente:⁹⁴

Óxido de zinc	14g
Yodoformo	42g
Timol	2g
Paraclorofenol alcanforado	3ml
Lanolina anhidra	0,5g

Existe otro material de obturación con nombres comerciales como Vitapex®^{xvi} y Metapex®^{xvii}, que es una mezcla de hidróxido de calcio con yodoformo. Este material se resorbe ligeramente más rápido que la raíz, no es tóxico para el diente sucesor permanente y es radiopaco.¹⁷

El Vitapex® se presenta en una jeringa con puntas desechables y contiene 40.4% de yodoformo, 30.3% de hidróxido de calcio y 22.4% de silicona. Cuando este material se extruye hacia el área apical puede ser resorbido por los macrófagos.⁹⁵

^{xvi} Neo Dental Chemical Products Co, Tokio, Japan

^{xvii} Meta Biomed Co, Korea

6. Complicaciones inherentes al tratamiento pulpar

En los dientes primarios se observa con frecuencia una respuesta anormal al cabo de varios meses de efectuar una pulpotomía, que se evidencia como signos radiológicos de resorción interna que aparecen en el interior del conducto radicular. La resorción interna es un proceso destructivo que, por lo general, se cree debido a la actividad osteoclástica y puede presentar una progresión tanto rápida como lenta.⁹

Todos los materiales de recubrimiento que se utilizan para el tratamiento pulpar son más o menos irritantes y producen cierto grado de inflamación. Las células atraídas a la zona como resultado de la colocación de un material de recubrimiento irritante, podrían atraer a su vez células osteoclásticas que inicien el proceso de resorción. Quizás esto explique el hallazgo de resorción interna incluso en la pulpa dental, que es normal al efectuar el tratamiento.⁹

Debido a que las raíces de los dientes primarios están sometidas a un proceso normal de resorción fisiológica, existe un incremento en la vascularización en la región apical, así como de actividad osteoclástica lo cual podría predisponer al diente a una resorción interna al colocar en la pulpa un material de recubrimiento irritante.⁹

Otra consecuencia que puede observarse en los molares primarios a los que se les ha realizado pulpotomía es la obliteración del canal pulpar o metamorfosis cálcica, la cual es un hallazgo radiográfico comúnmente reportado en molares pulpotomizados con formocresol, formocresol diluido y sulfato férrico. Esta obliteración es el resultado de la actividad odontoblástica y sugiere que el diente está reteniendo cierto grado de vitalidad y por lo tanto, no es considerada como un falla o fracaso del tratamiento.⁶³

También podría aparecer al cabo de unos meses de realizar un tratamiento pulpar un absceso alveolar. El diente no suele presentar síntomas y por lo tanto el paciente ignora la presencia de la infección, que puede localizarse en el hueso que rodea los vértices radiculares o en las zonas de furcación radicular. También puede existir un trayecto fistuloso, lo cual denota el carácter crónico de la infección.⁹

Otra complicación que puede encontrarse es la exfoliación prematura de los molares tratados. Hunter en el 2003 presentó un caso de exfoliación prematura de molares primarios relacionadas al uso de formocresol en varias pulpotomías realizadas al mismo paciente. Era un niño sano de 6 años y 9 meses que acudió a consulta con extrema movilidad en el 85 y dos semanas antes había exfoliado el 84. Al tomarle la radiografía periapical se evidenció que el 85 no tenía raíz y que los gérmenes de los premolares estaban cubiertos completamente de hueso. Clínicamente se observó que los dientes

53, 54, 55 y 65 estaban móviles pero asintomáticos y al tomar la radiografía panorámica se evidenció que habían sido pulpotomizados y que tenían resorción extensa de sus raíces. De estos dientes a 53 y 54 se les realizó la pulpotomía en 3 citas y se les colocó formocresol en la sub-base, 55 y 65 también se trataron en 2 citas pero no se les incorporó el formocresol a la sub-base y el 85 fue tratado en 2 citas con el medicamento en la sub-base. En este caso la exfoliación prematura de los molares primarios tratados pulparmente fue un fracaso en el objetivo principal que era preservar los dientes, además de tener una implicación desde el punto de vista ortodóncico ya que este paciente necesitará un mantenedor de espacio hasta que los dientes sucedáneos erupcionen.⁹⁶

DISCUSIÓN

Para diagnosticar una patología pulpar irreversible nos podemos valer de recursos como los antecedentes de dolor⁹, el examen clínico¹⁰, examen radiográfico^{4,9} y otros medios diagnósticos recientes como la oximetría de pulso y la flujometría Doppler con láser. Con respecto al examen clínico hay cierta discrepancia en lo que opinan los autores, ya que González y Ruíz¹⁰ consideran que la pruebas de vitalidad térmicas tienen escasa utilidad en los dientes primarios, mientras que McDonald y cols⁹ consideran que la prueba térmica es útil debido a que la falta de respuesta de un diente al calor es indicativa de necrosis pulpar y que la respuesta de un diente ante un grado de calor menor del necesario para producir respuesta en un diente adyacente es indicativa de inflamación. El dolor que se produce al aplicar hielo sobre un diente normal desaparece al retirarlo y una reacción de mayor intensidad sugiere una alteración patológica en la pulpa.

La pulpotomía en molares primarios es un tratamiento pulpar que consiste en remover o amputar la pulpa coronal inflamada, tratando de mantener la integridad de la pulpa radicular.⁶ Al realizar la amputación pulpar hay diversidad de opiniones en la forma en que debe realizarse, ya que hay autores que sugieren realizarla con cucharitas de dentina,^{6,38,55} otros con fresas a baja velocidad,^{35,59} incluso con los dos instrumentos a la vez.⁴⁹ Pero

en este particular Roberts y Longhurst, reportan que una fresa de diamante a alta velocidad con buena irrigación permite cortes nítidos con daños mínimos.²⁰

El formocresol es un medicamento que se utiliza para pulpotomías de molares primarios desde hace más de 80 años,²⁴ pero debido a sus problemas de toxicidad, se han sugerido otros medicamentos como alternativa para el tratamiento pulpar en niños. Existen reportes de que el formocresol tiene potencial mutagénico, por tal motivo Zarzar y cols³³ realizaron un estudio en 20 niños donde sólo obtuvieron alteración en 1 de ellos, el cual no les permitió confirmar que este potencial era tal.

La dilución del formocresol a 1:5 fue una propuesta que ha sido usada por años y ha sido enseñada en muchas escuelas dentales. Loos y Hand hicieron un estudio en el que usaron formocresol concentrado y diluido, obteniendo resultados similares con respecto a la fijación de los tejidos. Pero, años más tarde King y cols²⁵ realizan una encuesta a 806 odontopediatras para conocer la fórmula que utilizan y obtuvieron que 69% de los profesionales utilizan formocresol concentrado y solo el 27% lo utiliza en su fórmula diluida.

Los estudios reportados sobre el formocresol son difíciles de comparar ya que las técnicas operatorias no están estandarizadas y además no expresan la fórmula y la concentración en la que es utilizado el medicamento.

En relación a la técnica operatoria en la que se realiza la pulpotomía con formocresol en dos citas, es decir, en la que se busca conseguir la fijación de todo el filete radicular,¹⁵ es posible que en ocasiones no se consiga el éxito deseado porque basada en la literatura revisada, el diagnóstico clínico no concuerda con el histológico y la inflamación va más allá de la corona.⁴⁵ En consecuencia, cuando sucede un proceso inflamatorio extenso de la pulpa, es necesario optar por la extirpación total de la pulpa, a pesar de la complejidad anatómica.

El hidróxido de calcio es un medicamento que ha presentado un efecto positivo el cual se basa en la inducción de la formación de la barrera calcificada sobre el sitio de la amputación, que ha sido demostrado por varios estudios.^{31,49} No obstante, la principal desventaja de esta alternativa es la resorción interna. Pero la resorción observada ha sido atribuida al coágulo sanguíneo que se interpone entre el material y el tejido pulpar⁶ y a la actividad osteoclástica asociada a la resorción fisiológica.⁹

El sulfato férrico podría ser una posible alternativa del formocresol ya que en varios estudios ha mostrado resultados superiores al formocresol, con

la ventaja de no presentar la toxicidad de este medicamento.^{53,54} Sin embargo, otros autores presentan reportes de odontología basada en la evidencia en los cuales coinciden los resultados clínicos y radiográficos del sulfato férrico con el formocresol.⁴⁰

Similar es el caso del MTA, material sobre el cual se han reportado tasas de éxito por encima de las del formocresol^{21,62,63,64,65,69} y que hasta ahora no presenta problemas de toxicidad, pero tiene la desventaja de su elevado costo y de que los estudios que existen en la actualidad son máximo hasta tres años, aunque todos son muy coincidentes.²⁴

Los otros medicamentos y técnicas sugeridas son potenciales alternativas del tratamiento pulpar, pero que aún se encuentran en estudio.

Con respecto a la pulpectomía que es un tratamiento pulpar en el que se elimina tanto la pulpa coronal como radicular, existe algo de controversia en la realización de esta terapia debido a la complejidad de la morfología radicular de los molares primarios,⁴ la cual ha sido confirmada por varios estudios.^{85,86}

Para obturar los molares después de la remoción pulpar, existen principalmente tres tipos de materiales que se utilizan para tal fin, los cuales son el óxido de zinc eugenol, el hidróxido de calcio y la pasta yodoformica.⁹⁰

Muchos autores coinciden en que el óxido de zinc eugenol a pesar de ser el material más usado,¹⁷ tiene una desventaja importante que es la diferencia con respecto al diente, de la velocidad de resorción.^{17,91,92}

En cambio la pasta yodoformica ha mostrado que se resorbe a mayor velocidad que el diente, no es tóxico ni dañino para el germen del permanente y si sobrepasa el ápice se resorbe rápidamente.^{17,95}

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El tratamiento pulpar debe buscar aliviar los síntomas al paciente y conservar el diente en boca, para así preservar la integridad de la arcada y evitar consecuencias como problemas en la masticación, en la instauración de hábitos parafuncionales o maloclusiones.
2. En los molares primarios, debido a que la dentina presenta túbulos dentinarios con una mayor contenido orgánico, las toxinas y enzimas bacterianas difunden con rapidez afectando el tejido pulpar e instalando un proceso inflamatorio de gran magnitud que se caracteriza por una inflamación irreversible.
3. En el momento de seleccionar el tratamiento pulpar para un molar primario con patología pulpar irreversible hay que tomar en consideración la condición de salud general del paciente, su edad, la posibilidad de restaurar el diente, el tiempo que le queda al diente en boca y la complejidad del sistema de conductos.
4. El formocresol ha sido un medicamento muy popular para pulpotomías en molares primarios y todavía es el más usado universalmente, pero debido a sus efectos adversos, citotoxicidad y mutagenicidad reportada, se han propuesto otros medicamentos como alternativas al formocresol.
5. Al revisar los estudios clínicos realizados con formocresol es importante conocer la fórmula utilizada, ya sea concentrada o diluida,

porque esto podría influir en los resultados obtenidos en base a los cuales hacemos conclusiones sobre el medicamento que elegimos para realizar la pulpotomía.

6. El MTA es un material prometedor que ha demostrado tener resultados favorables, tal vez si su costo fuese menor y estuviese al alcance de todos, podría suplantar al formocresol como agente pulpotómico.
7. El éxito de una pulpotomía radica en el correcto diagnóstico del estado pulpar, el cual será comprobado cuando al realizar la hemostasia, esta se logra entre los próximos 3 a 5 minutos posteriores a la amputación pulpar.
8. La pulpotomía en los molares primarios con diagnóstico de patología pulpar irreversible nos permite conservar los dientes en boca, pero, ha mostrado complicaciones, de las cuales las más comunes fueron la resorción interna y la metamorfosis cálcica.
9. La pulpectomía es una alternativa de tratamiento pulpar que no debe ser descartada por completo, pero es necesario tener presente que es un tratamiento radical y que tiene mucha complejidad para ser realizada debido a la morfología radicular y a la cercanía del germen del permanente.
10. Es recomendable realizar más estudios sobre los nuevos medicamentos propuestos para realizar pulpotomías, para así poder

discernir cuales serían las alternativas que producen mayor cantidad de resultados favorables y exitosos.

11. Sería conveniente llevar a cabo en el Postgrado de Odontología Infantil de la UCV, estudios clínicos con sulfato férrico y MTA que son los que en nuestra opinión mostraron ser posibles alternativas al formocresol.
12. Otros estudios que sería conveniente realizar son aquellos en los que se busque un posible sustituto a la base de óxido de zinc eugenol, porque se busca cambiar el medicamento tratante pero la base hasta el presente sigue siendo la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ¹ Guedes-Pinto C, Duarte D. Terapia pulpar en odontopediatría. En: Guedes-Pinto C. Rehabilitación bucal en odontopediatría. AMOLCA. 2003. p 105-119
- ² Finn S. Morfología de los dientes temporarios. En: Finn S. Odontopediatría clínica. México. Editorial Interamericana. 1976. p 71-101.
- ³ Gomes de Ferraris M, Campos A. Dientes primarios. En: Gomes de Ferraris M, Campos A. Histología y embriología bucodental. Buenos Aires. Editorial médica panamericana. 2001. p 345-255.
- ⁴ Fucks A. Tratamiento pulpar para la dentición primaria. En: Pinkham J, Casamassimo P, Fields H, McTigue D, Nowak A. Odontología pediátrica. 2da edición. México. Interamericana McGraw-Hill. 1996. p 334-347.
- ⁵ Ingle J, Simon J, Walton R, Pashley D, Bakland L, Heithersay G, Stanley H. Patología pulpar: etiología y prevención. En: Ingle J, Bakland L. Endodoncia. 5ta edición. México. McGraw-Hill. 2004. p 95-175.
- ⁶ Assed S, Bezerra L, Nelson-Filho P. Pulpotomía en dientes temporales y permanentes jóvenes. En: Bezerra L. Tratado de Odontopediatría Tomo 2. São Paulo. AMOLCA 2008. p 571-611.
- ⁷ Lasala A. Endodoncia en odontopediatría. En: Lasala A. Endodoncia. 4ta edición. Barcelona. Masson-Salvat. 1992. p 561-600.

⁸ Shroff D, McWhorter A, Seale NS. Evaluation of aggressive pulp therapy in a population of vitamin D-resistant rickets patients: a follow-up of 4 cases. *Pediatr Dent* 2002;24(4):347-349.

⁹ McDonald R, Avery D. Tratamiento de la caries profunda, de la exposición pulpar y de la necrosis. En: McDonald R, Avery D. *Odontología pediátrica y del adolescente*. 6ta edición. Madrid. Mosby/Doyma Libros.1995. p 409-433.

¹⁰ González E, Ruíz M. Diagnóstico y tratamiento pulpar en dentición temporal. En: Boj J, Catalá M, García-Ballesta C, Mendoza A. *Odontopediatría*. Barcelona. Masson. 2005. p 173-183.

¹¹ McDonald R, Avery D, Hennon D. Tratamiento de los traumatismos de los dientes y los tejidos de sostén. En: McDonald R; Avery D. *Odontología pediátrica y del adolescente*. 6ta edición. Madrid. Mosby/Doyma Libros.1995. p 479-535.

¹² Ingle J, Heithersay G, Hartwell G, Goering A, Marshall F, Krasny R y cols. Procedimientos para el diagnóstico endodóncico. En: Ingle J, Bakland L. *Endodoncia*. 5ta edición. México. McGraw-Hill. 2004. p 205-260.

¹³ Rule DC, Patel S. Endodoncia en niños. En: Pitt Ford TR. Harty. *Endodoncia en la práctica clínica*. 4ta edición. México. McGraw-Hill Interamericana. 1999. p 191-201.

¹⁴ Stabholz A, Sahar-Helft S, Moshonov J. Laser in endodontics. *Dent Clin N Am* 2004;48:809-832.

-
- ¹⁵ Novoa L. Tratamientos pulpaes en dientes temporales. En: Conceptos básico en odontología pediátrica. Caracas. Editorial Disinlimed. 1996. p 319-358.
- ¹⁶ Villasana A. Patología pulpar y su diagnóstico. 2002. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.carlosboveda.com/odontologosfolder/odontoinvidad>.
- ¹⁷ Fucks A. Pulp therapy for the primary and young permanent dentitions. Dent Clin N Am 2000;3(44):571-596.
- ¹⁸ AAPD. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on pulp therapy for primary and young permanent teeth. Pediatr Dent 2005;27:130-134.
- ¹⁹ Barr E, Flaitz C, Hicks MJ. A retrospective radiographic evaluation of primary molar pulpectomies. Pediatr Dent 1991;13(1):4-9.
- ²⁰ Roberts G, Longhurst P. Oral and dental trauma in children and adolescents. London. Oxford University. 1996. p 40-53.
- ²¹ Jabbarifar S, Khademi A, Ghasemi D. Success rate of formocresol pulpotomy versus mineral trioxide aggregate in human primary molar tooth. J of Res in Medical Sciences 2004;6:304-307.
- ²² Ranly D. Pulpotomy therapy in primary teeth: new modalities for old rationales. Pediatr Dent 1994;16(6):403-409.
- ²³ Escobar R. Glutaraldehído en pulpotomías en dientes temporales: un estudio clínico. Tesis de grado. Caracas: UCV; 1996.

-
- ²⁴ Calatayud J, Casado I, Alvarez C. Análisis de los estudios clínicos sobre la eficacia de las técnicas alternativas al formocresol en las pulpotomías de dientes temporales. *Av Odontoestomatología* 2006;22(4):229-239.
- ²⁵ King S, McWhorter A, Seale NS. Concentration of formocresol used by pediatric dentists in primary tooth pulpotomy. *Pediatr Dent* 2002;24(2):157-159.
- ²⁶ Morawa A, Straffon L, Han S, Corpron R. Clinical evaluation of pulpotomies using dilute formocresol. *J Dent Chile* 1974;42:28-31.
- ²⁷ Morales M, Cabañas C, Ramos L. Uso de formocresol diluido en dientes temporales. *Rev Cubana Estomatol* 1998;35(1):5-10.
- ²⁸ Hunter M, Hunter B. Vital pulpotomy in the primary dentition: attitudes and practices of specialists in paediatric dentistry practising in the United Kingdom. *Int J Paediatric Dent* 2003;13:246-250.
- ²⁹ Pérez J. Uso del formocresol y del glutaraldehído en el tratamiento de las pulpas vivas de molares temporales. Tesis de grado. Caracas: UCV; 1989.
- ³⁰ Vargas K, Packham B, Lowman D. Preliminary evaluation of sodium hypochlorite for pulpotomies primary molars. *Pediatr Dent* 2006;28(6):511-517.
- ³¹ Şen Tunç E, Şaroğlu I, Sari Ş, Günham Ö. The effect of sodium hypochlorite application on the success of calcium hydroxide pulpotomy in primary teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;102:22-26.

-
- ³² Myers D, Pashley D, Whitford G, McKinney R. Tissue changes induced by the absorption of formocresol from pulpotomy sites in dogs. *Pediatr Dent* 1983;5(1):6-8.
- ³³ Zarzar P, Rosenblatt C, Takahashi P, Takeuchi P; Costa L. Formocresol mutagenicity following primary tooth pulp therapy: an in vivo study. *Journal of Dentistry* 2003;31:479-485.
- ³⁴ Fucks A, Papagiannoulis L. Pulpotomy in primary teeth: review of the literatura according to standardized assessment criteria. *European Archives of Paediat Dent* 2006;7(1):16-23.
- ³⁵ Guelmann M, Fair J, Turner C, Courts F. The success of emergency pulpotomies in primary molars. *Pediatr Dent* 2002;24(3):217-220.
- ³⁶ García-Godoy F, Novakovic D, Carvajal I. Pulpal response to different application times of formocresol. *J Pedodont* 1982;6:176-193.
- ³⁷ Dummett C, Koper H. Endodoncia pediátrica. En: Ingle J, Bakland L. *Endodoncia*. 5ta edición. México. McGraw-Hill. 2004. p 873-914.
- ³⁸ Thompson K, Seale N, Nunn M, Huff G. Alternative method of hemorrhage control in full strength formocresol pulpotomy. *Pediatr Dent* 2001;23(3):217-222.
- ³⁹ Strange D, Seale N, Nunn M, Strange M. Outcome of formocresol/ZOE sub-base pulpotomies utilizing alternative radiographic success criteria. *Pediatr Dent* 2001;23(3):331-336.

-
- ⁴⁰ Loh A, O'Hoy P, Tran X, Charles R, Hughes A, Kubo K, Messer L. Evidence-based assessment: evaluation of the formocresol versus ferric sulfate primary molar pulpotomy. *Pediatr Dent* 2004;26(5):401-409.
- ⁴¹ Prieto M. Recubrimiento pulpar directo con hidróxido de calcio en dientes temporales: casos clínicos. Tesis de grado. Caracas: UCV;1996.
- ⁴² Qin M, Zhang S, Ge L, Kimura M. The ultra-structure of the dentin bridge formed in pulpotomized human molars. *Pediatric Dental Journal* 2001;11(1):29-35.
- ⁴³ Bezerra L, Assed S, Campos A. Protección pulpar directa. En: Bezerra L. *Tratado de Odontopediatría Tomo 1*. São Paulo. AMOLCA 2008. p 537-569.
- ⁴⁴ Kalaskar R, Damle G. Comparative evaluation of lyophilized freeze dried platelet derived preparation with calcium hydroxide as pulpotomy agents in primary molars. *J Indian Soc Pedid Prev Dent* 2004;22(1):24-9.
- ⁴⁵ Heilig J, Yates J, Siskin M, McKnight J, Turner J. Calcium hydroxide pulpotomy for primary teeth: a clinical study. *JADA* 1984;108:775-778.
- ⁴⁶ Waterhouse P, Nunn J, Whitworth J. An investigation of the relative efficacy of Buckley's formocresol and calcium hydroxide in primary molar vital pulp therapy. *Br Dent J* 2000;188(1):32-36.
- ⁴⁷ Zurn D, Seale NS. Light-cure calcium hydroxide vs formocresol in human primary molar pulpotomies: a randomized controlled trial. *Pediatr Dent* 2008;30:34-41.

-
- ⁴⁸ Huth K, Paschos E, Hayek-Al-Khatar N, Hollweck R, Crispin A, Hickel R, Folwaczny M. Effectiveness of 4 pulpotomy techniques-randomized controlled trial. *J Dent Res* 2005;84(12):1144-1148.
- ⁴⁹ Santana D, Ferraz L, Alves R. Histologic evaluation of pulpotomy performed with ethyl-cyanocrylate and calcium hydroxide. *Braz Oral Res* 2006;20(3):226-230.
- ⁵⁰ Davis M, Myers R, Switkes M. Glutaraldehyde: an alternative to formocresol for vital pulp therapy. *J Dent Chile* 1982;49:176-180.
- ⁵¹ Jeng H, Feigal R, Messer H. Comparison of the cytotoxicity of formocresol, formaldehyde, cresol, and glutaraldehyde using human pulp fibroblast cultures. *Pediatr Dent* 1987;4(2):295-300.
- ⁵² Shumayrikh N, Adenubi J. Clinical evaluation of glutaraldehyde with calcium hydroxide and glutaraldehyde with zinc oxide eugenol in pulpotomy of primary molars. *Endod Dent Traumatol* 1999;15:259-264.
- ⁵³ Fucks A, Holan G, Davis J, Eidelman E. Ferric sulfate versus dilute formocresol in pulpotomized primary molars: long-term follow up. *Pediatr Dent* 1997;19(5):327-330.
- ⁵⁴ Fei A, Udin R, Jonson R. A clinical study of ferric sulfate as a pulpotomy agent in primary teeth. *Pediatr Dent* 1991;13(6):327-332.
- ⁵⁵ Smith N, Seale S, Nunn M. Ferric sulfate pulpotomy in primary molars: a retrospective study. *Pediatr Dent* 2000;22(3):192-199.

-
- ⁵⁶ Ibricevic H, Al-Jame Q. Ferric sulfate as pulpotomy agent in primary teeth: twenty month clinical follow-up. *J Clin Pediatr Dent* 2000;24(4):269-272.
- ⁵⁷ Casas M, Kenny D, Johnston D, Judd P. Long-term outcomes of primary molar ferric sulfate pulpotomy and root canal therapy. *Pediatr Dent* 2004;26(1):44-48.
- ⁵⁸ Casas M, Kenny D, Johnston D, Judd P. Two-year outcomes of primary molar ferric sulfate pulpotomy and root canal therapy. *Pediatr Dent* 2003;25(2):97-102.
- ⁵⁹ Vargas K, Packham B. Radiographic success of ferric sulfate and formocresol pulpotomies in relation to early exfoliation. *Pediatr Dent* 2005;27(3):233-237.
- ⁶⁰ Peng L, Ye L, Tan H, Zhou X. Evaluation of the formocresol versus mineral trioxide aggregate primary molar pulpotomy: a meta-analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;102:40-44.
- ⁶¹ Roberts H, Toth J, Berzins D, Charlton D. Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: a review of the literature. *Dental Mater* 2007 [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.intl.elsevierhealth.com/journals/dema>.
- ⁶² Holan G, Eidelman E, Fucks A. Long-term evaluation of pulpotomy in primary molars using mineral trioxide aggregate or formocresol. *Pediatr Dent* 2005;27(2):129-136.

-
- ⁶³ Eidelman E, Holan G, Fucks A. Mineral trioxide aggregate vs formocresol in pulpotomized primary molars: a preliminary report. *Pediatr Dent* 2001;23(1):15-18.
- ⁶⁴ Cuisia Z, Musselman R, Schneider P, Dummett J. A study of mineral trioxide aggregate pulpotomies in primary molars. *Pediatr Dent* 2001;23(2):168.
- ⁶⁵ Agamy H, Bakry N, Mounir M, Avery D. Comparison of mineral trioxide aggregate and formocresol as pulp-capping agents in pulpotomized primary teeth. *Pediatr Dent* 2004;26:302-309.
- ⁶⁶ 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.
- ⁶⁷ Fucks A. Vital pulp therapy with new material for primary teeth: new directions and treatment perspectives. *JOE* 2008;20(10):1-6.
- ⁶⁸ Menezes R, Monteiro C, Letra A, Gomes V, Brandão R. Histologic evaluation of pulpotomies in dog using two types of mineral trioxide aggregate and regular and white Portland cements as wound dressings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;98:376-379.
- ⁶⁹ Farsi N, Alamoudi N, Balto K, Mushayt A. Success of mineral trioxide aggregate in pulpotomized primary molars. *J Clin Pediatr Dent* 2005;29(4):307-311.

-
- ⁷⁰ Liu J. Nd:YAG laser pulpotomy of human primary teeth. International Congress Series 2003;1248:251-256.
- ⁷¹ Guinot-Moya R, España-Tost A, Berini-Aytés L, Gay-Escoda C. Utilización de otros láseres en odontología: Argón, Nd:YAP y Ho:YAG. RCOE 2004;9(5):581-586.
- ⁷² Elliot R, Roberts M, Burkes J, Phillips C. Evaluation of the carbon dioxide laser on vital human primary pulp tissue. Pediatr Dent 1999;21(6):327-331.
- ⁷³ Wilkerson M, Hill S, Arcoria C. Effects of the argon laser on primary tooth pulpotomies in swine. J Clin Laser in Dentistry 1996;14:37-42.
- ⁷⁴ Thwe T, Kato J. The comparative histopathological studies of pulpotomized pulp tissues of the developing rat molars with He-Ne laser and Nd-YAG laser irradiation. Pediatric Dental Journal 1996;6(1):69-76.
- ⁷⁵ Saltzman B, Sigal M, Clokie 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 Paediatric Dent 2005;15(6):437-447.
- ⁷⁶ Anderman I. Indications for use of electrosurgery in pedodontics. Dent Clin North Am 1982;26(4):711-728.
- ⁷⁷ Shaw D, Sheler B, Barrus B, Morton T. Electrosurgical pulpotomy- A 6 month study in primates. Journal of Endodontics 1987;13(10):500-505.

-
- ⁷⁸ Mack R, Dean J. Electrosurgical pulpotomy: retrospective human study. *J Dent Chile* 1993;60:107-114.
- ⁷⁹ Fishmann S, Udin R, Good D, Rodef F. Success of electrofulguration pulpotomies covered by zinc oxide and eugenol or calcium hydroxide: a clinical study. *Pediatr Dent* 1996;18(5):385-390.
- ⁸⁰ Salako N, Joseph B, Ritwik P, Salonen J, Jhon P, Junaid T. Comparison of bioactive glass, mineral trioxide aggregate, ferric sulfate and formocresol as pulpotomy agents in rat molar. *Dent Traumatol* 2003;19:314-320.
- ⁸¹ Bezerra L, Leonardo M, Nelson-Filho P, Medeiros A, Rossi M. Pulp response of anionic lyophilized collagen matrix with or without hydroxyapatite after pulpotomy in dog's teeth. *Materials Research* 2006;9(2):175-180.
- ⁸² Fadavi S, Anderson A. A comparison of the pulpal response to freeze-dried bone, calcium hydroxide, and zinc oxide-eugenol in primary teeth in two cynomolgus monkeys. *Pediatr Dent* 1996;18(1):52-56.
- ⁸³ Leonardo MR, Bezerra L, Campos A. Tratamiento endodóncico de dientes temporales con vitalidad pulpar. En: Bezerra L. *Tratado de odontopediatría Tomo 2*. São Paulo. AMOLCA. 2008. P 613-662.
- ⁸⁴ Moskovitz M, Sammara E, Holan G. Success rate of root canal treatment in primary molars. *Journal of Dentistry* 2005;33:41-47.
- ⁸⁵ Sogbe RM. Evaluación clínica y radiográfica de molares temporales con pulpas necróticas tratados con dos concentraciones de formocresol. Trabajo de ascenso. Caracas: UCV; 1988.

-
- ⁸⁶ Gupta D, Grewal N. Root canal configuration of deciduous mandibular first molars-an in vitro study. *J Indian Soc Pedo Prev Dent* 2005;23(3):134-137.
- ⁸⁷ Llewelyn D. The pulp treatment of the primary dentition. *Int J paediatr Dent* 2000;10:248-252.
- ⁸⁸ Kielbassa A, Muller U, Munz I, Schulte J. Clinical evaluation of the measuring accuracy of ROOT ZX in primary teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;95:94-100.
- ⁸⁹ Bawasir O, Salama F. Clinical evaluation of root canal obturation methods in primary teeth. *Pediatr Dent* 2006;28(1):39-47.
- ⁹⁰ Riera R, Saez S, Arregui M, Ballet J. Pulpectomía. Indicaciones, materiales y procedimientos: Reporte de un caso. *Rev Oper Dent Endod* 2007;5:69-72.
- ⁹¹ Sari S, Okte Z. Success rate of Sealapex in root canal treatment for primary teeth: 3-year follow-up. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;105:93-96.
- ⁹² Chawla H, Mathur V, Gauba K, Goyal A. A mixture of Ca(OH)₂ paste and ZnO powder as a root canal filling material for primary teeth: a preliminary study. *J Indian Soc Pedo Prev Dent* 2001;19(3):107-109.
- ⁹³ Kielbassa A, Uchtmann H, Wrbas K, Bitter K. In vitro study assessing apical leakage of sealer-only backfills in root canals of primary teeth. *Journal of Dentistry* 2007;35:607-613.
- ⁹⁴ Lasala A. Obturación de conductos. En: Lasala A. *Endodoncia*. 4ta edición. Barcelona. Masson-Salvat. 1992. p 409-467.

⁹⁵ Nurko C, Ranly D, García-Godoy F, Lkshmyya K. Resorption of a calcium hydroxide/iodoform paste (Vitapex®) in root canal therapy for primary teeth: a case report. *Pediatr Dent* 2000;22:517-520.

⁹⁶ Hunter M. Premature exfoliation of primary molars related to the use of formocresol in a multivisit pulpotomy technique: a case report. *Int Journal of Paediatric Dentistry* 2003;13:362-364.