



**UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA**

Facultad de Estomatología

Roberto Beltrán Neira

**“AVANCES DE TERAPIA PULPAR
EN ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA”**

INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL PROCESO DE SUFICIENCIA
PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE CIRUJANO DENTISTA

TEDDY RODOLFO GUILLÉN CHUJUTALLI

Lima- Perú

2008

JURADO EXAMINADOR

PRESIDENTE : Dr. Edgar Quenta

SECRETARIO : Dra. Milagros Carrasco

ASESOR : Dr. Guido Perona

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 06 DE MARZO DEL 2008

CALIFICATIVO : APROBADO

A Dios.
A mi familia.

AGRADECIMIENTO

- Al *Dr. Guido Perona Del Priego*, por su amistad y dedicación.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es dar a conocer los principales avances logrados en la Terapia Pulpar en odontopediatría, con lo cual se ampliaría la visión del profesional, al momento de optar por un tratamiento u otro.

El Formocresol es el material más utilizado en el tratamiento de pulpotomía, sin embargo, algunas investigaciones acusan cierto grado de toxicidad hacia el paciente, motivo por el cual se plantearon posibles reemplazos a dicho material.

En el caso de la pulpectomías, diversos materiales se están estudiando como el Vitapex y la pasta KRI, buscando en el, las características ideales de un material obturador.

Con el avance tecnológico, la Terapia Regenerativa es posible, mediante la Ingeniería Tisular, llegando a niveles de reparación tanto vascular como neural, aunque aún faltan muchos estudios por realizar.

Palabras clave: Pulpotomía, pulpectomía, formocresol.

LISTA DE ABREVIATURAS

ADN	Ácido desoxirribonucleico
BMPs	Proteínas Morfogenéticas Óseas
Ca(OH) ₂	Hidróxido de Calcio
CHO	Grupo aldehído
CO ₂	Dióxido de carbono
Dra	Doctora
TGFâs	Factores de Transformación de Crecimiento
FC	Formocresol
FDA	Administración Americana de comida y drogas
FDB	Hueso deshidratado
Fig.	Figura
gr	Gramo
GA	Glutaraldehído
H ₂ O	Água
IARC	Agencia Internacional para Investigación sobre Cáncer
LASER	Amplificación de luz por emisión estimulada de radiación
MTA	Agregado Trióxidos Minerales
min	Minuto
mm	Milímetro
NaOCl	Hipoclorito de Sodio
OP-1	Proteína Osteogénica-1
OZE	Óxido de Zinc Eugenol
pH	Potencial Hidrógeno
PMCC	Paramonoclorofenol alcanforado
®	Marca registrada
RNA	Acido Ribonucleico
RNAm	Acido Ribonucleico mensajero
RPD	Recubrimiento Pulpar Directo
RPI	Recubrimiento Pulpar Indirecto
SF	Sulfato Férrico
VEGF	Factor de crecimiento endotelial vascular
W	Watts

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Pieza 61 con fractura de 1/3 corona clínica	3
Figura 2	Diente con lesión cariosa profunda	4
Figura 3	Pieza de alta velocidad en contacto con diente deciduo	6
Figura 4	Fístula en zona vestibular a nivel de pieza 85	7
Figura 5	Restauración fracturada	7
Figura 6	Diferencias anatómicas entre dientes deciduos y permanentes	13
Figura 7	Técnica de pulpotomía	17
Figura 8	Formocresol	19
Figura 9	Glutaraldehído	26
Figura 10	Sulfato Férrico	30
Figura 11	Agregado Trióxido Mineral	31
Figura 12	Equipo de electrocirugía	39
Figura 13	Equipo de Laser Kavo	41
Figura 14	Técnica de Pulpectomía	48
Figura 16	Óxido de Zinc y Eugenol	50

		Pág.
Figura 16	Ulceración causado por contacto directo con eugenol	51
Figura 17	Vitapex	53
Figura 18	Endoflas	55
Figura 19	Composición de la pasta de Guedes Pinto	61

ÍNDICE DE ESQUEMAS

		Pág.
Esquema 1	Tipo de dolor	6
Esquema 2	Estadios de la pulpa	11

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. COMPLEJO DENTINO PULPAR.....	2
II.1. Histología.....	2
II.2. Mecanismos de respuesta.....	2
III. DIAGNOSTICO PULPAR.....	6
III.1. Tipo de dolor.....	6
III.2. Examen clínico.....	7
III.3. Examen radiográfico.....	8
III.4. Diagnóstico Operatorio.....	9
III.5. Estados de la pulpa.....	9
III.5.1. Vital.....	9
III.5.2. Estado reversible.....	9
A) Pulpitis reversible.....	9
III.5.3. Estado Irreversible.....	9
A) Pulpitis aguda.....	9
B) Pulpitis Crónica.....	10
C) Necrosis Pulpar.....	10
- séptica.....	11
- aséptica.....	11
IV. TERAPIA PULPAR.....	12
IV.1 Morfología y topografía pulpar.....	12
IV.2 Tipo de Procedimiento.....	13
IV.2.1 Recubrimiento Pulpar indirecto.....	14
IV.2.1.1 Reseña histórica.....	13
IV.2.1.2 Definición.....	14
IV.2.1.3. Algunos estudios.....	14
IV.2.1.4. Materiales usados.....	15

IV.2.2 Pulpotomía.....	15
IV.2.2.1 Técnica.....	16
IV.2.2.2 Efecto Terapéutico.....	16
IV.2.2.3 Nuevos conceptos.....	18
IV.2.2.4 Materiales farmacológicos.....	18
A) Formocresol.....	18
B) Glutaraldehído.....	24
C) Hidróxido de calcio.....	26
D) Oxido de zinc.....	28
E) Sulfato férrico.....	29
F) MTA.....	30
G) Materiales biológicos.....	32
-Hueso Deshidratado.....	33
-Colágeno.....	33
-Proteína morfogenética.....	34
-Hidroxiapatita.....	38
IV.2.3 Métodos no farmacológicos.....	38
A) Electrocoagulación.....	38
B) Láser.....	42
IV.2.4. Terapia Genética.....	44
IV.2.4.1. Regeneración Neural.....	45
IV.2.4.2. Regeneración Vascular.....	45
IV.2.4.3. Terapia Genética en vivo.....	46
IV.2.4.4. Terapia Genética ex vivo.....	46
IV.2.5 Pulpectomía.....	47
IV.2.5.1 Indicaciones.....	47
IV.2.5.2. Contraindicaciones.....	48
IV.2.5.3. Procedimiento.....	48
IV.2.5.4. Materiales obturadores.....	49
V. CONCLUSIONES.....	63
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65

I. INTRODUCCIÓN

La caries dental es, a pesar de las medidas preventivas existentes en la actualidad, la principal causa de afección pulpar, produciendo desde leves reacciones hasta degeneraciones irreversibles llegando a la necrosis de la pulpa.

El tratamiento pulpar en la dentición decidua comprende varias opciones, por lo cual su elección dependerá de la vitalidad pulpar, siendo de suma importancia, el contar con un diagnóstico preciso y certero.

Existen diferencias anatómicas entre los dientes deciduos y los permanentes y son estas características que deben ser tomadas en cuenta durante la terapia pulpar, con la finalidad de evitar situaciones no deseadas como: pequeñas exposiciones pulpares o perforaciones en la furcación.

Distintas técnicas existen, así como materiales a utilizar, cada uno de ellos con propiedades, ventajas y desventajas, que lo diferencian una de la otra.

El presente trabajo de investigación brindará la información necesaria con lo cual el odontólogo será capaz de elegir correctamente el tipo de tratamiento a utilizar en la terapia pulpar en dientes deciduos, así como conocer los avances que actualmente se han realizado, sobretodo en los materiales de obturación a utilizar en la terapia pulpar.

II. COMPLEJO DENTINO PULPAR

La pulpa dental es un tejido innervado y vascularizado que es capaz de reaccionar a estímulos físicos y promover una reparación adecuada, con formación de una barrera de tejido duro. Si el estímulo es severo, la capacidad de reparación de la pulpa es excedida y puede progresar de una inflamación irreversible a una necrosis. Sin embargo si la exposición pulpar es discreta, sobretodo en dientes deciduos o permanentes jóvenes, podría restablecer su condición inicial manteniendo su vitalidad. (1)

II.1 Histología

En la pulpa de dientes deciduos los odontoblastos se alinean en la periferia del espacio pulpar y extienden sus procesos citoplasmáticos dentro de los túbulos dentinarios. Dichas células presentan varias uniones que promueven la comunicación intercelular y ayudan a mantener la posición relativa entre una célula y otra. Debajo de la capa odontoblástica se encuentra un plexo extenso de nervios no mielinizados y capilares sanguíneos. El núcleo de la pulpa dental contiene grandes vasos y nervios, rodeados por tejido conectivo laxo. (2)

El odontoblasto post-mitótico original, responsable de la dentinogénesis primaria, sobrevive por el tiempo de vida del diente, a no ser que se encuentre sometido a una injuria. Dichas células permanecen en un estado de latencia después de la dentinogénesis primaria y la formación de dentina secundaria fisiológica representa un nivel basal de la actividad celular en el periodo de descanso. Debido a sus prolongaciones, los odontoblastos conforman la mayor parte del complejo dentino pulpar. (2)

II.2 Mecanismos de Respuesta.

a) Ante una injuria

El complejo dentino pulpar responde ante la injuria formando tejido duro nuevo, mayormente dentina terciaria incrementada la distancia entre la injuria y la pulpa y, algunas veces, disminuyendo la permeabilidad dentinaria del área. Por lo tanto, en caso de una injuria leve, los odontoblastos responsables de la odontogénesis primaria pueden con frecuencia sobrevivir al reto y son estimulados a secretar dentina reactiva por

debajo del lugar de la injuria. Ya que los odontoblastos originales son responsables por esta secreción de matriz, habrá siempre continuidad tubular y comunicación con la matriz de la dentina primaria. La dentina reactiva puede ser considerada como una extensión fisiológica. Sin embargo, ya que se trata de una respuesta patológica a la injuria, debería ser catalogada de manera distinta a la dentinogénesis primaria y secundaria. (2)

Cuando la injuria es severa (Fig. 1), los odontoblastos debajo de la injuria pueden morir, pero si en la pulpa existen condiciones óptimas, una nueva generación de células tipo odontoblastos pueden diferenciarse de las células que se encuentran por debajo, secretando una matriz de dentina reparativa. Pero entonces cómo determinamos cuáles son los factores de estimulación de actividad odontoblástica. Se ha reportado que una familia de los factores crecimiento, la superfamilia de factores de transformación del crecimiento (TGFa) tienen efectos extensivos en las células mesenquimales de varios tejidos conjuntivos. (2)

Durante el desarrollo dentario, los odontoblastos secretan TGFA, y alguno de ellos permanecen secuestrados durante cualquier proceso que conlleve a la disolución de tejidos, como por ejemplo en la caries dental o en el uso de ácidos grabadores. (2)



Fig. 1 Pieza 61 con fractura de 1/3 de corona clínica (Extraído de Pinkham JR. Odontología pediátrica. 2da ed. México D.F. Interamericana: McGraw – Hill;1996)

b) Ante la caries dental

Cuando el proceso de caries dental avanza hacia la dentina (Fig. 2), la dentina esclerótica es formada por oposición de minerales dentro y entre los túbulos y se secreta dentina reactiva terciaria. La dentina esclerótica se observa radiográficamente como una zona radiopaca, ya que la aposición de minerales incrementa la radiopacidad de la dentina. La calidad y la cantidad terciaria dependen de la profundidad y la proporción de avance de la lesión de caries. Cuanto más rápido es el avance de la lesión, más pobre y más irregular será la dentina reparativa. Además si la intensidad del irritante es muy alto, el proceso citoplasmático del odontoblasto degenera formándose tractos muertos. (2,4)

Cuando el proceso de caries avanza de manera más rápida que la elaboración de dentina reactiva, los vasos sanguíneos de la pulpa se dilatan y algunas células inflamatorias dispersas empiezan a ser evidentes. Si la remoción de la dentina cariada es realizada y el sellado del diente es exitoso, entonces la inflamación puede ceder. En cambio si no se tratase la lesión, eventualmente se produjera una exposición franca. La pulpa reaccionará con un infiltrado de células inflamatorias agudas y la pulpitis crónica se convertirá en aguda. Un pequeño absceso puede formarse por debajo del área expuesta y las células de inflamación crónica pueden formarse más allá del área central de la irritación. El resto de la pulpa puede permanecer sin inflamación. Si la exposición persistiera, la pulpa puede sufrir necrosis parcial y en algunos casos, necrosis total. Por lo tanto el drenaje es un factor importante en la evolución del estado pulpar. (1)

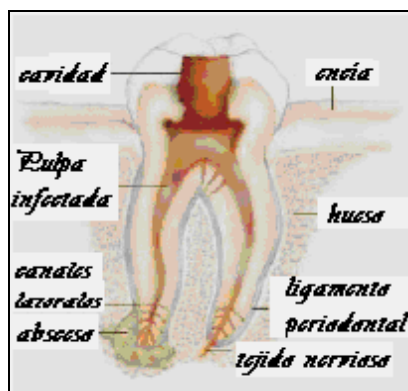


Fig. 2 Diente con lesión cariosa profunda (modificado de Avery DR. Odontología Pediátrica y Del Adolescente. 5ta ed. Buenos Aires: Médica Panamericana;1990)

c) Ante Procedimientos operatorios

Durante distintos procedimientos operatorios como preparaciones cavitarias, los factores que afectan el complejo dentino-pulpar son principalmente el corte de la dentina por pieza de alta velocidad (Fig. 3), la generación de calor y la desecación de tejido. Cuando la dentina sana es parte del procedimiento operatorio, los túbulos que no se encuentran protegidos por dentina reactiva son cortados. La reacción que ocurre es similar que la que ocurre en la caries: mineralización intra e inter tubular, resultado en una dentina esclerótica, seguido por la formación de dentina terciaria. La cantidad y regularidad de la dentina terciaria esta relacionada a la profundidad de la preparación cavitaria: a medida que se incrementa la profundidad de la cavidad y el remanente de la dentina es menor a 0,5 mm, la regularidad y la calidad de la dentina reactiva se ven comprometidas. Además, pueden resultar “tractos muertos” por el daño ocasionado a los procesos odontoblásticos. (2)

Dependiendo de la técnica utilizada, se desarrollará las respuestas pulpares. Pudiendo ser leves, moderadas o severas. En caso fuese leve, pequeñas alteraciones en la capa odontoblástica se producen como resultado de la acumulación de fluidos. En una reacción severa, el núcleo del odontoblasto puede ser aspirado hacia los túbulos dentinarios, pudiéndose presentar hemorragia e inflamación extensa, resultando, en algunos casos, en necrosis pulpar. (2)



Fig. 3 Pieza de alta velocidad en contacto con diente deciduo Donald RE, Avery DR. Odontología Pediátrica y Del Adolescente. 5ta ed. Buenos Aires: Médica Panamericana;1990)

III. DAGNÓSTICO PULPAR

Para poder determinar un diagnostico preciso, podemos valernos de varias vías, como lo son: los datos clínicos y los radiográficos de la pulpa.

III.1 Historia y características del dolor

El tiempo de permanencia del dolor así como sus características son muy importantes al momento de diagnosticar el estado de una pulpa (Esq 1).

No obstante, pareciera hasta contradictorio, la presencia de grandes lesiones cariosas, a veces con tractos fistulosos pero sin presencia aparente de dolor, mas aún en aquellos pacientes que han desarrollado la enfermedad tempranamente (caries de biberón), el niño no tendrá sensación alguna de molestia. (2,5)

Es aquí donde debemos reconocer dos tipos de estímulo de dolor dentario: “provocado” y “espontáneo”. El dolor provocado es aquel estimulado por irritantes térmicos, químicos o mecánicos y cesa cuando se retira el estímulo. Esto significa sensibilidad dentinaria debido a una lesión cariosa profunda o una restauración defectuosa, la pulpa se encuentra en un estado transaccional en la mayoría de casos y su condición es generalmente reversible. (2)

TIPO DE DOLOR	INTERPRETACIÓN	NECESIDAD DE ESTÍMULO
Espontáneo	Indica alteración severa o irreversible de la pulpa.	No
Provocado	Indica estado reversible de la pulpa.	Si

Esquema 1. Tipo de dolor (elaborado por el autor)

El dolor espontáneo es un dolor constante que puede mantener despierto al paciente durante toda la noche. Generalmente indica daño pulpar avanzado y la pulpa usualmente no es tratada. Pero dicho diagnóstico clínico debe ser corroborado con la ayuda radiográfica. (2)

Existen también casos en el que el empaquetamiento de alimentos caracterizado por la inflamación de papila gingival, puede acarrear o simular este tipo de dolor dentinario.

El tiempo de aparición de dolor y una historia clínica precisa son fundamentales para poder brindar un diagnóstico correcto.

III.2 Examen Clínico

De suma importancia el examen extraoral e intraoral, al momento de detectar un diente con enfermedad pulpar. (4)

Enrojecimiento e hinchazón del vestíbulo y dientes con lesiones cariosas extensas con fístulas activas (Fig. 4) son indicadores definitivos de patología pulpar. Además, la presencia de restauraciones fracturadas y caries marginal pueden ser también indicadores de compromiso pulpar (Fig. 5).

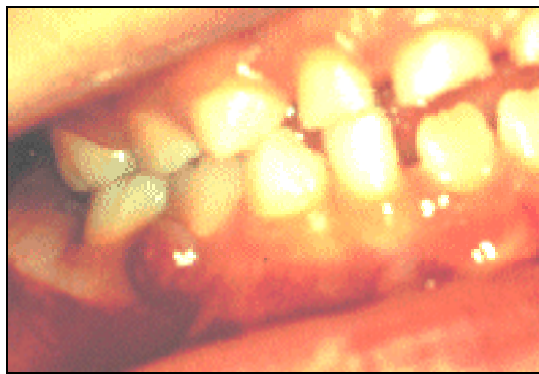


Fig. 4 Fístula en zona vestibular a nivel de pza 85 (obtenido de pulp therapy [sede Web] [fecha de acceso: 12 de febrero de 2007] disponible en: www1.umn.edu/webcore1/pulpth2.html)



Fig. 5 Restauración fracturada (obtenido de pulp therapy [sede Web] [fecha de acceso: 12 de febrero de 2007] disponible en: www1.umn.edu/webcore1/pulpth2.html)

La palpación, evaluación de la movilidad, sensibilidad a la percusión son herramientas de diagnóstico muy útiles. La fluctuación que se siente mediante la palpación de hinchazón de la mucosa bucal, puede ser la expresión de un absceso dento-alveolar agudo apunto de exteriorizar su contenido. La destrucción de hueso que sigue a un absceso dento-alveolar crónico, también pueden ser detectados mediante la palpación.

(4)

La comparación de la movilidad dentaria, de un diente sospechoso con el diente contralateral es de importancia especial. Si la diferencia fuese significativa, entonces se puede sospechar de la presencia de inflamación pulpar. Se debe tomar con cuidado la movilidad dentaria fisiológica producto de su exfoliación, y presentarlo como patología pulpar. (4)

La sensibilidad a la percusión puede revelar un diente doloroso en donde la inflamación ha progresado hasta comprometer el ligamento periodontal. Sin embargo, se debe tomar cuidado en interpretar estas pruebas, ya que la impactación de alimentos puede generar los mismos signos clínicos que un absceso periapical agudo. (2)

Belanger, sugiere que la percusión debiera hacerse la manera delicada con el pulpejo del dedo y no con el mango del espejo dental, previniendo así una expocisión innecesaria del niño a un estímulo desagradable. (5)

Las pruebas térmicas, tales como el frío, el calor y prueba eléctrica, en dientes deciduos son de poco valor, ya que en pocas ocasiones nos dan una información exacta. Pudiendo obtener falsos positivos como resultado de estimular la gingiva o el ligamento periodontal, o en otros casos, si el niño es poco colaborador, se podría provocar un mal comportamiento en dicho paciente.

III.3 Examen radiográfico

En estos casos se indican las radiografías bitewing en las cuales se observa mejor las radiolucencias interradiculares, hallazgos comunes en dientes primarios con patología pulpar, en caso no se observara lo deseado, se indicaría una radiografía periapical del lado afectado. La integridad de la lámina dura del diente comprometido debe ser comparada con los dientes adyacentes y con el diente contralateral. (5)

En las radiografías podemos observar: (2)

- Caries profundas con probable compromiso pulpar.
- Restauraciones cercanas a cuernos pulpares.
- Éxito o fracaso de la pulpotomía o pulpectomía.
- Cambios pulpares como calcificaciones, nódulos y obliteraciones.

-Reabsorciones radiculares patológicas: externa o interna.

-Radiolucides periapical o interradicular del hueso. En dientes deciduos cualquier radiolucides se encuentra localizado generalmente en la furcación y no en los ápices.

III.4 Diagnóstico Operativo

En aquellas ocasiones en las cuales el diagnóstico se obtiene mediante la evaluación directa de la apariencia del tejido pulpar y la decisión acerca del tratamiento más adecuado se toma de acuerdo con lo que se observa. Si al momento de realizar una pulpotomía el sangrado es persistente, esto nos indicaría que la inflamación ha llegado hasta la pulpa radicular. Por lo contrario si un pólipo se encuentra presente y el sangrado se detiene normalmente luego de la amputación coronal pulpar, entonces una pulpotomía con formocresol puede realizarse en vez de un procedimiento más radical. (6)

III.5. Estados de la Pulpa (Esq. 2)

III.5.1. Vital

El diente se presenta clínica y funcionalmente normal.

III.5.2. Estados Reversibles

a) Pulpitis Reversible

Caracterizado por fenómenos vasculares que aún se mantienen dentro de márgenes fisiológicos. (2)

El síntoma distintivo es el dolor a cambios de temperatura, alimentos dulces o ácidos. El dolor es provocado, agudo punzante, de corta duración, desaparece con el retiro del estímulo. La causa generalmente es obvia: una caries, o una cavidad con exposición dentinaria. (2)

El tratamiento recomendado consiste en retirar la causa que la origine. De ser necesario se realizará recubrimiento pulpar con hidróxido de calcio o una pulpotomía. (2)

III.5.3. Estados Irreversibles

a) Pulpitis Aguda

Se caracteriza por la presencia de exudado inflamatorio en la pulpa dentaria. A veces con la presencia de exudado purulento (pulpitis abscedosa) (2).

El dolor es agudo, pulsátil, punzante, espontáneo. Este tipo de dolor es más severo y permanece después del retiro de la causa y puede aumentar con el calor y en algunas veces disminuye con el frío, además de estar sensible a la mordida (2).

El tratamiento es urgente y la pulpa debe ser removida inmediatamente o el diente extraído.

b) Pulpitis Crónica

Es una inflamación que se caracteriza por presentar síntomas de la larga duración, si los hubiera. En esta situación es imposible recuperar la pulpa a su estado normal. Posteriormente la pulpa degenerará y morirá por una atrofia gradual. Si la situación cambia, puede reactivarse como una pulpitis aguda.

La causa sería cualquier irritante moderado actuando por un largo periodo de tiempo. Su tratamiento sería la pulpectomía o la extracción del diente.

c) Necrosis Pulpar

Se pueden considerar: Séptica y Aséptica.

-Necrosis aséptica

Es la muerte pulpar sin la participación de microorganismos. Producida por traumatismos que producen la ruptura del paquete vasculo-nervioso a nivel del foramen apical. Al quedar sin irrigación y nutrición el tejido pulpar se necrosa. (2)

El diente puede presentar, después del incidente, movilidad acentuada e incluso extrusión por avulsión. La corona puede presentar coloración rojiza producto de una hemorragia interna. Si la evolución no es favorable, la necrosis producirá inmediatamente una calcificación de la cavidad pulpar. La corona adquirirá paulatinamente una coloración amarillenta. Radiográficamente se observara ausencia de patología periapical. (2)

De comprobar la pérdida de vitalidad pulpar, es recomendable la pulpectomía. Si el niño es pequeño el diente puede quedar en observación.

-Necrosis séptica

Es la muerte pulpar por invasión bacteriana, frecuentemente por caries dental. También es causada por pulpitis crónica no tratada. El proceso es continuo y progresivo hasta comprometer íntegramente la pulpa dentaria. (2)

Al examen clínico el diente presenta una lesión cariosa amplia con compromiso pulpar. Durante muchos casos, los dientes deciduos son asintomáticos durante la fase inflamatoria. En otros casos, puede ser severo. La presión pulpar incrementa por lo presencia de productos de degradación producen compresión en los terminales nerviosos del área periapical, produciendo sensibilidad en el diente afectado. El dolor puede ser muy intenso espontáneamente, agravándose con el dolor. (2)

El tratamiento indicado es la pulpectomía.

ESTADOS DE LA PULPA	SÍNTOMAS	PRONÓSTICO	TRATAMIENTO
<i>Pulpitis reversible</i>	Dolor a cambio de temperatura, ácido y dulce.	Bueno	Retirar la causa. RPI o pulpotomía, de acuerdo al caso.
<i>Pulpitis aguda</i>	Dolor paroxístico, punzante, más severo.	La pulpa no se recupera totalmente.	Pulpectomía o extracción del diente.
<i>Pulpitis Crónica</i>	Síntomas de larga duración, si los hubiera.	La pulpa no podrá recuperarse, terminará necrosándose.	Pulpectomía o extracción del diente
<i>Necrosis aséptica</i>	El diente presenta movilidad y cambio de coloración.	Depende del tratamiento: la pulpa recuperará la vitalidad o se calcificará totalmente	Pulpectomía
<i>Necrosis Séptica</i>	Diente con cavidad amplia, a veces asintomático.	Negativo	Pulpectomía

Esquema 2. Estados de la pulpa (Elaborado por el autor)

IV. TERAPIA PULPAR

La terapia pulpar en la dentición decidua y permanente joven es una alternativa muy importante para la preservación de la salud bucal de los niños con el objetivo de prevenir futuras patologías, además de ser uno de los procedimientos más usados en odontología pediátrica. (7)

Definimos exposición pulpar como “el resultado de cambios del tejido duro del diente causado por lesiones cariosas, factores mecánicos o trauma, siendo en ese caso la pulpa susceptible a invasión bacteriana del medio externo”. Entonces el objetivo del tratamiento de la pulpa expuesta es de completar su reparación y formar una barrera mineralizada que cubra el área a tratar. (7)

Este tipo de terapia se encuentra en constante cambio y posee una diversidad de tratamientos y de varios materiales dentales.

La selección del tratamiento adecuado es esencial para establecer un buen pronóstico basado en una historia clínica cuidadosa, obteniendo información de diferentes fuentes, siendo básico el estado de la pulpa dentaria y que otros factores locales o sistémicos, pueden afectar a dicho procedimiento. (7)

El conocimiento del comportamiento biológico de la pulpa es un requisito indispensable para la terapia adecuada, ya que la respuesta está condicionada al estado de inflamación de la misma. De igual forma, es necesario el conocimiento de la anatomía y morfología de la cámara pulpar y conductos radiculares por la forma que influyen para la instrumentación y obturación. (7)

Un problema adicional al diagnóstico y que lleva a errores, es el difícil manejo del paciente en muchos casos.

IV.1 Morfología y Topografía de la cámara pulpar y conductos radiculares en la dentición decidua

La pulpa y los conductos radiculares de piezas deciduas varían considerablemente. Dichas características deben ser consideradas durante la terapia pulpar para prevenir complicaciones inesperadas como son: exposición pulpar en lesiones cariosas pequeñas o perforaciones durante distintos tratamientos a realizar. (2)

Los dientes deciduos poseen múltiples canales accesorios que están presentes en el piso de la cámara pulpar. Una radiolucidez patológica es usualmente vista en la furcación de molares deciduos en radiografías bitewing por la presencia de estos canales accesorios. (7)

Básicamente, en relación a los dientes permanentes, presentan las siguientes diferencias (fig 6): (2)

- Esmalte de mayor espesor.
- Dentina de menor volumen.
- Cuernos pulpares mas prominentes.
- La pulpa dental proporcionalmente más grande.
- Menor altura de piso cameral.
- Raíces mas curvas y finas.



Fig 6. Diferencias anatómicas entre dientes deciduos y Permanentes
(obtenido de pulp therapy [sede Web] [fecha de acceso: 12 de febrero de 2007]disponible en: www1.umn.edu/webcore1/pulpth2.html)
(http://www.tc.umn.edu/~walke001/pulp_therapy.pdf)

IV.2 Tipos de Procedimientos en la terapia pulpar

El recubrimiento pulpar y la pulpotomía están incluidas en la terapia pulpar convencional, cuyo objetivo principal es reducir la necesidad de una intervención radical, como es la pulpectomía total y obturación del conducto cuando la necrosis o hiperemia esta presente.

La conservación de la vitalidad pulpar contribuye a la formación de dentina peritubular (esclerótica) y reparativa ante la estimulación biológica y patológica. El tejido pulpar mantiene la dentina húmeda, haciéndola mas resistente y resiliente. Estas características le dan poder al diente para soportar totalmente con éxito las fuerzas masticatorias. (8)

IV.2.1 Recubrimiento Pulpar Indirecto

IV.2.1.1 Reseña histórica

Históricamente este procedimiento fue instaurado hace 200 años como forma para conservar la vitalidad pulpar. Ripp (2) reporto que Fauchard, en 1746, sugirió un

tratamiento para dientes con lesiones cariosas extensas. El recomendó la remoción de algunas lesiones cariosas, pues si las retiraba en su totalidad, podría ocurrir una exposición pulpar. Otros creyeron que el dejar caries en el diente significaría una fuente de infección, por lo que lo consideraron inaceptable. Black afirmaba que dicho tratamiento era solo efectivo en aquellos conductos radiculares fueran lo suficientemente largos. (8)

La imposibilidad de obtener una esterilización completa de la dentina remanente con caries permitió el empleo de agentes, los cuales tratarían de esterilizar dicha dentina. Estos agentes incluyen: tricloruro de yodo, dicloruro de mercurio, peróxido de hidrógeno, aceites y nitrato de plata. Muchos de ellos poseen una gran potencial de daño pulpar por lo que su uso en la actualidad ha sido, prácticamente, desfasado. (8)

Muchos estudios, en los años 60, confirmaron el éxito en este tratamiento enfocándose en los materiales y medicamentos a usar, como: hidróxido de calcio, óxido de zinc eugenol, usado como “liner” o base para cubrir la caries remanente o la dentina desmineralizada. (8)

IV.2.1.2 Definición

La definición básica de Recubrimiento Pulpar Indirecto (RPI) es : “Es la remoción de la dentina afectada dejando una capa de dentina afectada con el fin de evitar la exposición del tejido pulpar en las lesiones de caries profundas en los que haya evidencia clínica de degeneración pulpar o patología periapical”. Esta técnica se basa sobre la teoría de que existe una zona de dentina afectada desmineralizada entre la capa exterior infectada de dentina y la pulpa. Este procedimiento le permite al diente utilizar los mecanismos protectores naturales de la pulpa contra la caries. Esto resulta en la deposición de dentina terciaria que incrementa la distancia entre la distancia afectada y la pulpa, y el depósito de dentina peritubular (esclerótica) que disminuye la permeabilidad dentinaria. Es importante remover completamente toda la dentina cariada de la unión dentino-esmalte y de las paredes laterales de la cavidad para así obtener un óptimo sellado en la interfase entre el diente y el material restaurador, previniendo así la microfiltración. (8)

Este procedimiento es recomendado en aquellos dientes que presentan lesiones cariosas cercanas a la pulpa pero sin sintomatología alguna ni signos de degeneración pulpar.

No existen métodos precisos que indiquen que cantidad de dentina infectada se va a remover, el juicio clínico sugerirá dicha información, de acuerdo a la apariencia de la pulpa y otras características.

IV.2.1.3 Algunos estudios

Varios estudios muestran una tasa de éxito del 70 % en la reducción de colonias bacterianas en la dentina remanente después de una reciente RPI. Bjornal (1997) evaluó los efectos del hidróxido de calcio Ca (OH), en la dentina cariada residual después de un intervalo de 12 meses. Estudió la relación entre el estado microbiológico y la alteración clínica de la dentina y no encontró evidencia de exposición pulpar, en suma la consistencia de la dentina cambio de suave (antes del tratamiento) a medianamente dura (después del tratamiento). (8)

Un estudio clínico conducido por Damele (1961) para verificar la eficacia de técnicas de RPI mostraron 100% de efectividad al utilizar Ca(OH) como material. Dimaggio (1963) desarrolló un estudio similar donde trato 351 piezas dentarias con RPI donde no encontró posteriormente ningún signo clínico o radiográfico después del tratamiento, por lo que obtuvo un 99% de eficacia con esta técnica. (8)

IV.2.1.4 Materiales usados

Dos son los materiales que han sido utilizados mas frecuente en el tratamiento pulpar indirecto: Hidróxido de Calcio y las pasta de oxido de zinc eugenol. Actualmente, los cementos de ionómero de vidrio son utilizados para este procedimiento. (8)

IV.2.2 Pulpotomía

La primera referencia que se puede hallar en la literatura acerca del tratamiento de pulpotomía, se remonta, según Nunn JH y cols., al año 1756, en el que P. Pfaft realizó el recubrimiento de exposiciones pulpares con pequeñas piezas de oro cuidadosamente adaptadas a la base de las cavidades dentales. Posteriormente, en 1826, L. Koeker realizó la cauterización de porciones de pulpas expuestas con un alambre metálico incandescente, recubriendo la lesión con una fina capa de plomo. (9)

Hasta mediados del siglo XIX, no surgió el comienzo de la aplicación de medicamentos para el tratamiento de la pulpa dental. Se empezaron a emplear entonces sustancias como cera de abeja, polvo de vidrio y toda una variedad de compuestos que contenían calcio y algunos de ellos también eugenol. Los primeros datos que se conocen acerca del uso de un material con formaldehído datan de 1874, cuando Nitzel empleó un compuesto de tricresol y formalina en casos de exposiciones pulpares. Pero el interés de esta técnica no se volvió a considerar hasta treinta años después. (9)

Así, en 1904, Buckley aplicó un algodón empapado en una mezcla de tricresol y formaldehído en una cámara pulpar, posteriormente sellada. Después de unos días, la apertura de la cámara mostró, según su descripción, que los gases y líquidos tóxicos

habían sido convertidos en líquidos y sólidos no tóxicos. La técnica fue un éxito, gracias a la actuación germicida y antiséptica de los materiales empleados. (10)

Actualmente, a pesar de que el formocresol sigue siendo el medicamento más empleado en pulpotomías de dientes temporales, principalmente por su facilidad de uso y por su excelente éxito clínico. (8,22)

La pulpotomía está indicada en la exposición pulpar de los dientes temporales en caso de que la inflamación o la infección parezcan limitarse a la pulpa coronal. Si la inflamación se ha propagado hacia el interior de los tejidos de los conductos radiculares, debe considerarse un tratamiento de pulpectomía o de extracción de la pieza afectada. La técnica de pulpotomía en dientes temporales está contraindicada en cualquiera de estas circunstancias: (10)

- presencia de inflamación de los tejidos blandos adyacentes (de origen pulpar).
- presencia de una fistula,
- presencia de movilidad patológica.
- reabsorción externa o interna radicular,
- lesiones radiográficas periapicales o interradiculares (enfermedad periapical o de la furca radicular),
- calcificaciones pulpares o ausencia de sangrado de la pulpa o excesivo sangrado tras la amputación pulpar sin posibilidad de que la hemorragia sea controlada mediante presión,
- pulpa con drenaje seroso purulento,
- historia de dolor espontáneo o nocturno,
- sensibilidad a la percusión o palpación,
- diente no restaurable,

II.3.2.2.3 Técnica

La técnica de pulpotomía consiste básicamente en la extirpación de la pulpa coronal y la colocación en la entrada de los canales de diferentes materiales que dan el nombre al tipo de pulpotomía (pulpotomía al formocresol (fig7), pulpotomía al glutaraldehído, pulpotomía al hidróxido de calcio, etc. (11)

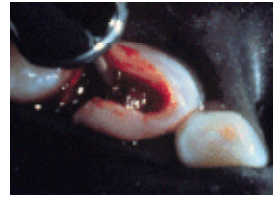
1. Identificar la pulpa expuesta.



2. Remover el techo de la cámara pulpar.



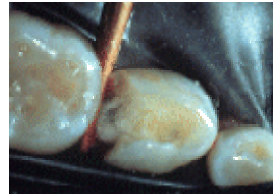
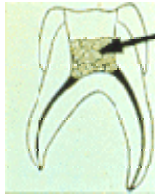
3. Remover la pulpa vital de la parte coronal



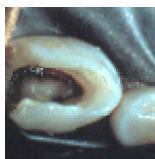
4. Controlar la hemorragia.



5. Colocar torundas de algodón de 3 a 5 minutos.



6. Revisión de los tejidos pulpaes.



7. Colocar IRM en la cámara pulpar

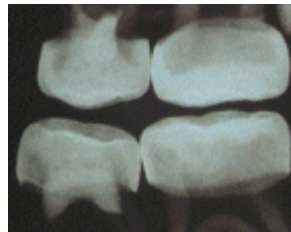
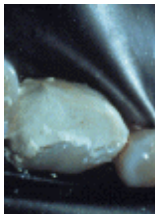


Fig. 7 Técnica de pulpotomía (obtenido de pulp therapy [sede Web] [fecha de acceso: 12 de febrero de 2008] disponible en:
www1.umn.edu/webcore1/pulpth2.html
www.tc.umn.edu/~walke001/pulp_therapy.pdf)

II.3.2.2.4 Nuevos conceptos

La pulpotomía de dientes deciduos se ha desarrollado bajo tres conceptos principales: desvitalización, preservación y regeneración. (15)

-Desvitalización, donde se intenta destruir tejido vital, y es tipificado por Formocresol y electrocauterio. Al transcurrir del los años, se corrobora que de después de un determinado lapso de tiempo, las piezas tratadas con estas técnicas podrían presentar: pulpa parcialmente desvitalizada, crónicamente inflamada. En este estado la pulpa es susceptible a la formación de abscesos y a reabsorciones internas de conductos. Otros procedimientos como el electro cirugía pueden producir necrosis difusa. (15)

-Preservación, La retención del máximo tejido vital sin promover la formación de dentina reparativa, es ejemplificada por glutaraldehído y sulfato férrico.

-Regeneración, promueve la estimulación de un puente dentinario, asociado con hidróxido de calcio. (15)

IV.2.2.3 Materiales usados en la pulpotomía

a) FORMOCRESOL

Buckley, en 1904, introdujo la técnica de pulpotomía al formocresol, posteriormente modificada por Sweet en 1930. Actualmente, el método de elección terapéutica en el tratamiento de dientes deciduos sigue siendo la pulpotomía al formocresol, mediante una modificación de la técnica que publicó Sweet. (9)

Una encuesta realizada a nivel mundial en escuelas de odontología en el año 1987, mostró que la mayoría de los departamentos de odontología pediátrica, así como la mayor parte de odontólogos pediátricos, defienden la técnica de la pulpotomía con formocresol (Fig. 8) en dientes temporales. Además, esta técnica se enseña todavía ampliamente y se utiliza en la práctica diaria. (14)

La fórmula de Buckley y Sweet se describe, en la bibliografía consultada, de diversas formas según los autores. De hecho, algunos investigadores han demostrado que no existe un acuerdo generalizado acerca de la composición exacta de esta sustancia, siendo arbitraria en muchas ocasiones. Así, básicamente consistiría en la mezcla de formaldehído (19%) y cresol (3,5%) en una base de glicerina y agua (15%). Sin embargo, en otras publicaciones, la fórmula se describe como la mezcla de formaldehído (19%), tricresol (35%), glicerol (15%) y agua o simplemente como la mezcla a partes iguales de formalina y tricresol. (9)

El uso de una solución de un quinto de formocresol ha sido recomendado por algunos autores porque, según ellos, a similar efectividad resultaría menos tóxico.



Fig. 8 Formocresol (obtenido de Pediatric dental health [sede Web] [fecha de publicación: 15 de setiembre 2008; fecha de acceso: 12 de febrero de 2008] Pulpotomy and pulpectomy in children. Disponible en www1.umn.edu/webcore1/pulph2)

-Técnica

Aunque la técnica que se sigue empleando actualmente para la pulpotomía al formocresol, es básicamente la propuesta por Buckley y modificada por Sweet, posteriormente, se propusieron más modificaciones sobre la de Sweet, para facilitar la técnica. En primer lugar, se ha añadido el uso de eugenol, material con propiedades analgésicas, que ha sido frecuentemente empleado en restauraciones provisionales, bases, cementos y selladores intracanal. Así mismo, se ha ido reduciendo el número de visitas necesarias para realizar el tratamiento de pulpotomía, de 5 sesiones propuestas por Sweet, a una sola. En ésta, muchos autores a nivel nacional e internacional incluyen la aplicación en la cámara pulpar durante 3 a 5 minutos de una solución de formocresol en un vehículo de glicerina, o bien una dilución de 1: 5 de esta solución. Después, se sella la cavidad con una mezcla de óxido de cinc y eugenol. (10)

-Efectos terapéuticos del formocresol

Existen en la literatura científica, múltiples estudios clínicos, realizados en niños, en los cuales se ha valorado el rango de éxito de las pulpotomías al formocresol entre el 70 y el 99 %. (19)

Un amplio estudio realizado en 1662 molares, se comprobó un éxito del 99,4% y ninguna influencia significativa en la edad de exfoliación de los molares tratados. (10)

En cuanto al efecto terapéutico del formocresol, se considera que este producto provoca la fijación de los tejidos debido al efecto de unión de proteínas que es capaz de producir. Se considera que tiene capacidad momificante y que provoca una desnaturalización de las proteínas de la pulpa radicular más próxima a la cámara pulpar y difunde hacia la pulpa más apical, fijando los tejidos en mayor o menor medida. Además tiene una alta capacidad bactericida, probablemente debida a su elevada alcalinidad. (10)

Estudios de Hill y cols. han mostrado el elevado efecto bactericida del formocresol contra algunas de las bacterias halladas normalmente en los procesos cariosos. Se considera que su efecto comienza con una concentración de 0,75%, ya efectivo a los 30 segundos tras su aplicación, a concentraciones de 1,5%. (23)

-Toxicidad del formocresol

A lo largo del tiempo, han surgido dudas acerca de la posible toxicidad del formocresol. Se considera que los componentes de la solución de formocresol, formaldehído y cresol, son, en sí mismos, tóxicos. Efectivamente, el formaldehído es antigénico y activa la respuesta inmune celular y humoral. El cresol es un producto orgánico cáustico que produce la destrucción completa de la integridad celular. La solución de formocresol es pues un producto que provoca la alteración de las funciones celulares y su degeneración. El tratamiento de la pulpa dental con formocresol provoca reacciones inflamatorias y necrosis en ésta. (21)

Los efectos indeseables del formocresol no se muestran normalmente de forma clínica como un fracaso de la técnica, sino principalmente tras los estudios histológicos realizados posteriormente sobre las muestras. (22)

Para simplificar el análisis de las consecuencias de la aplicación de formocresol en los tejidos orgánicos dentales y periodontales, se tratará en primer lugar el efecto de este producto en el tejido pulpar, y en segundo lugar su efecto en el tejido perirradicular.

Doyle y cols. fueron los primeros en describir las diferentes áreas o zonas que encontramos en el tejido pulpar remanente tras la pulpotomía al formocresol. Otras investigaciones posteriores han completado estos datos. Así, las diferentes áreas estarían compuestas, en primer lugar, por una zona de fijación (capa de tejido fibroso acidófilo en la parte más coronal en el lugar de la amputación), más apicalmente por una zona acelular (área de atrofia con pérdida de la definición celular), y finalmente por una zona de regeneración (tercera capa, que contiene células inflamatorias dentro de un tejido pulpar vital en el área apical). (22)

Se considera en general, que la reacción tisular al formocresol depende del tiempo de aplicación y de la concentración empleada. Existe cierta controversia en los diversos estudios acerca de la respuesta exacta del tejido pulpar en contacto con formocresol, pero todos los autores parecen coincidir en que el formocresol, no sólo produce fijación del tejido pulpar sino también inflamación y necrosis del mismo.

Autores como Alacam ⁽¹⁹⁾ encontraron, en un estudio con dientes de pacientes infantiles tratados con formocresol y extraídos 12 meses después del tratamiento, que este medicamento creó una capa de tejido pulpar necrótico en contacto directo con el producto, una capa más apical de tejido fijado, seguida por una zona de células inflamatorias y por fin en el área más apical halló tejido pulpar vital. Se debe destacar que en ninguno de los especímenes se encontró la formación de puente dentinario y en ninguno se produjo la curación sin inflamación. ⁽²²⁾

Estudios posteriores han confirmado estos resultados. Berger, tras siete semanas de tratamiento de pulpotomía con formocresol, observó que el tejido pulpar necrótico era reemplazado por tejido de granulación a través del ápice. García Godoy estudió diferentes tiempos de aplicación del formocresol, concluyendo que cuanto mayor sea el contacto menos favorable es la respuesta histológica. De hecho, se considera que si se deja el formocresol en contacto con la pulpa, la fijación progresa apicalmente hasta provocar la fijación de toda la pulpa. ⁽²²⁾

Ranly, basándose en todos estos hallazgos histológicos concluyó que el formocresol no tiene propiedades curativas y que una pulpotomía clínicamente considerada un éxito permanecía crónicamente inflamada y parcialmente necrótica. ⁽²⁶⁾

Por otro lado, Magnusson afirma que para considerar el éxito en este tipo de tratamiento, debe existir una ausencia total de inflamación, requisito que parece no existir con respecto al formocresol. ⁽²⁶⁾

Los autores concluyeron que estos productos, empleados en pulpotomías y en tratamientos intraconducto, alteran la modulación de los mecanismos de reparación y de las reacciones inflamatorias en el tejido pulpar y perirradicular llevada a cabo por los macrófagos. ⁽²³⁾

El problema del empleo del formocresol sería pues que, dado que es un producto tóxico, si filtrara más allá de los límites de los tejidos dentales, podría provocar daños locales y sistémicos.

A este respecto, autores como Rusmah y cols., demostraron que la difusión de formocresol a través de la dentina y del cemento ocurre a los 15 minutos de la aplicación del medicamento estudiado. (24)

Por otro lado, Myers y cols. realizaron múltiples pulpotomías al formocresol en monos Rhesus demostrando que la droga se localizaba posteriormente en el ligamento periodontal y hueso. También se notó una cierta absorción sistémica. (22)

En cuanto al aspecto de la toxicidad celular del formocresol, como ya se ha mencionado, se considera que los compuestos del formocresol son, en sí mismos, elementos tóxicos para las células, puesto que tienen una alta capacidad cáustica, y provocan una inflamación y posterior necrosis total o parcial, de los tejidos con los que entra en contacto. (14)

Hill y cols. investigaron la citotoxicidad del formocresol, en un estudio in vitro comparativo con el glutaraldehído. Los resultados mostraron que, no sólo el formocresol en sí mismo es directamente tóxico para las células estudiadas (fibroblastos), sino que sus vapores también lo son. Las células expuestas mostraron atrofas y una tendencia a la disminución en su número. Además, las diluciones al 10 y al 100% de este producto no disminuyeron los efectos tóxicos del mismo. (20)

Pruhs y cols. observaron en sus estudios que se produce una liberación de formocresol desde el diente tratado que podría tener un potencial efecto sobre el diente sucesor sin erupcionar, como podría ser la aparición de defectos de esmalte. (13)

Wong demostró que un derivado del formaldehído, el paraformaldehído, provoca infiltraciones celulares e inflamación en los tejidos cercanos a los dientes tratados. Esta reacción es una respuesta inmunológica al formocresol y puede condicionar, según el autor, la aparición de hipoplasias en el esmalte de la dentición permanente. (13)

También Messer y cols. notaron un incremento en la prevalencia de premolares erupcionados en una posición rotada tras la exfoliación de un diente pulpotomizado con formocresol. (22)

Por otro lado, Fernández Domínguez halló que tras la pulpotomía al formocresol se presentó un patrón de recambio acelerado (en 13 de 32 especímenes estudiados) así como un patrón de reabsorción atípico (en 3 de los 32 casos). (13)

Sin embargo, parece haber acuerdo entre los diferentes autores en que no se han realizado todavía suficientes estudios para confirmar estas conclusiones. Además, algunos investigadores, consideran que los estudios realizados hasta la fecha son de seguimientos hechos mucho tiempo después del tratamiento y sin conocer el estado de

la pulpa dental antes de la intervención. Piensan además que tampoco se ha hecho ningún estudio diseñado específicamente para valorar los efectos del trastorno que podría provocar la realización de la pulpotomía en sí, sea con el fármaco que sea. (22)

Pero no sólo se ha considerado la influencia local del formocresol, sino que se ha estudiado también la difusión del formocresol en el organismo, y su posible toxicidad sistémica en diferentes zonas del cuerpo, así como su potencial carcinogénico y mutagénico.

Se han realizado estudios sobre los efectos orgánicos de la inyección de formocresol en animales de experimentación. Se ha visto, que este producto se distribuye por todo el organismo. La metabolización y excreción del formocresol absorbido ocurren por vía renal y pulmonar. El formocresol restante se fija a los tejidos, principalmente en los riñones, el hígado y el pulmón. Cuando se administró por vía sistémica a dosis elevadas, se observaron efectos tóxicos agudos como alteraciones cardiovasculares, alteraciones de las concentraciones enzimáticas en sangre y orina, así como signos histológicos de lesiones celulares en órganos vitales. Los autores consideran, sin embargo, que las dosis administradas en estas investigaciones eran muy superiores a las utilizadas clínicamente para las pulpotomías en humanos, por lo que los resultados no podían ser extrapolados a la práctica odontológica diaria. (14)

Autores como Myers y cols. emplearon formaldehído marcado con carbono 14 en pulpotomías en monos y demostraron así la absorción sistémica de un 1% del formaldehído cuando la solución estudiada se aplicó durante 5 minutos en los molares. (17)

Este porcentaje aumentó al realizar pulpotomías secuenciales. Los autores hallaron la presencia de formaldehído no sólo en pulpa, dentina y ligamento periodontal, sino también en la orina, lo que mostró la filtración glomerular del producto. (17)

Otro estudio de los mismos autores demostró la presencia de formaldehído en tejidos de hígado y riñón, pero los investigadores concluyeron que en condiciones normales, la cantidad de formocresol distribuida y absorbida por el organismo humano es tan pequeña que no supondría su contraindicación .

Por otro lado, los estudios realizados hasta la fecha, no sólo han demostrado que es posible que el formocresol tenga una difusión sistémica, sino que se han centrado en analizar también el efecto de este fenómeno en el organismo.

El formaldehído, componente del formocresol, ha revelado poseer un cierto potencial mutagénico y cancerígeno en estudios con modelos animales. (22)

La mutagenicidad del formaldehído ha sido demostrada en estudios in vitro en *Drosophila*, *Escherichia coli*, *Neurospora* y en células de hígado de mono. Así mismo, investigaciones en monos y ratas han mostrado que el contacto a largo plazo con formaldehído es capaz de transformar células epiteliales en células precancerosas y cancerosas. (21)

Estudios realizados en 1993, mostraron, in vitro, la capacidad carcinogénica del formaldehído en células de hamster.

En 1997, Lewis B mostró que el formaldehído posee una capacidad tóxica relacionada con su dosis de aplicación. Este producto sería capaz, a partir de una cierta dosis, de estimular la proliferación celular y la formación de células escamosas carcinosas. (12)

Sin embargo, se considera que la distribución sistémica del formocresol es de corta duración y que la concentración producida por las pequeñas cantidades de esta sustancia que se emplean en pulpotomías no producirían los mismos daños que los hallados en los estudios in vitro, es decir, que los resultados obtenidos hasta la fecha no serían extrapolables a humanos en la forma que se utiliza el formocresol en la técnica de pulpotomía.

B) GLUTARALDEHÍDO

El glutaraldehído, un tipo de aldehído de bajo peso molecular (Fig. 9), fue propuesto, hace ya más de 25 años, como una alternativa al formocresol. Efectivamente, se halló que esta sustancia tiene la capacidad de fijar tejidos, siendo potencialmente menos tóxico que el formocresol, y presentando un menor grado de penetración en los tejidos. (25)

El éxito, a corto plazo, como agente al 2 % en pulpotomías, se ha demostrado en varios estudios. Por otra parte, éxitos a largo plazo que iguallen a los del formocresol aún no han sido demostrados. (5)

Autores como Ranly y García Godoy, tras realizar estudios comparativos, consideran que el glutaraldehído presenta diversas ventajas con respecto al formocresol. En primer lugar, estiman que este producto es un mejor fijador que el formaldehído, e inicialmente más activo químicamente. Además, consideran que puede ser usado en menor concentración, su penetración en los tejidos está más limitada, provoca menos lesiones apicales y menor necrosis y sus productos de reacción son menos antigénicos. (22)

En cuanto a la técnica de pulpotomía al glutaraldehído, sería muy similar a la de pulpotomía con formocresol. Ranly y García Godoy, relatan que una concentración al 2% es suficiente y que la bolita de algodón impregnada en glutaraldehído que se coloca, a

diferencia de la técnica con formocresol, no debe ser escurrida. Estos autores hallaron en sus investigaciones niveles de éxito 96% después de 8 meses de la aplicación del producto y de 98% después de 42 meses. (22)

Por otro lado, estudios de Shumayrikh y cols. mostraron que no existían diferencias estadísticamente significativas en los resultados clínicos y radiográficos entre el empleo de glutaraldehído mezclado con óxido de cinc-eugenol, y mezclado con hidróxido de calcio. (26)

Investigaciones de autores como Ranly y García Godoy, en las que se realizaron análisis histológicos, han mostrado que la reacción del tejido pulpar al glutaraldehído al 2% evoluciona con el tiempo. Seis meses después del tratamiento, hallaron en el tejido pulpar de los dientes estudiados, un área de tejido fijado fibroso en la zona más coronal, bajo el cual se hallaron células inflamatorias y área de tejido vial apical. (22)

En su estudio, los autores realizaron pulpotomías en 42 dientes deciduos. Ninguno de estos 42 dientes mostró signos ni síntomas clínicos de fracaso del tratamiento. (27)

Por otro lado, autores como Alacam (19) analizaron la respuesta tisular en dientes humanos, al glutaraldehído mezclado con óxido de cinc-eugenol por un lado, y mezclado con hidróxido de calcio por otro. Doce meses después del tratamiento, se vio en el primer grupo que la zona pulpar en contacto directo con el producto era necrótica, seguida apicalmente por una capa de tejido conectivo vital, y en el área más apical se halló tejido pulpar vital. En cuanto al segundo grupo, las capas de tejido encontradas de coronal a apical fueron: una zona necrótica, una zona de células inflamatorias y una zona de tejido pulpar vital. Además, en el tercio medio radicular, se encontró, en gran parte de los especímenes estudiados, una infiltración de leucocitos y una zona de reabsorción interna. El autor explica que los malos resultados en la mezcla de glutaraldehído con hidróxido de calcio se deben a que el primer producto es ácido y el segundo básico, por lo cual existe una anulación de su acción al juntarlos. Se debe destacar, que en ninguno de los grupos se demostró la formación de un puente dentinario, y en ninguno se mostró la presencia de curación sin inflamación. (19)

En cuanto al efecto terapéutico del glutaraldehído, Hill y cols. realizaron una comparación del efecto antimicrobiano y citotóxico entre el formocresol y el glutaraldehído. En su estudio fue determinada in vitro la concentración antimicrobiana y citotóxica de ambos. La concentración antimicrobiana mínima de estos agentes frente a la flora microbiana más frecuente en los dientes deciduos (*Streptococcus salivarius*, *Streptococcus mitis*, *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus epidermidis*, *Candida*

albicans, etc.) fue de 3,125% para el glutaraldehído y de 0,75 para el formocresol. La citotoxicidad fue evaluada en cultivos de tejido con fibroblastos pulpares y células Hela. Los autores concluyeron que el glutaraldehído puede causar un menor efecto citotóxico que el formocresol sobre los tejidos periféricos cuando se usa en una pulpotomía. (20)

Por otro lado, al igual que ha ocurrido con respecto al formocresol, también se ha estudiado la posible difusión del glutaraldehído al organismo. Rusmah y cols. investigaron la difusión del glutaraldehído diluido tamponado, a través de la dentina y el cemento de dientes primarios tratados mediante pulpotomía. El estudio se realizó en 30 dientes primarios extraídos. Los resultados mostraron que el glutaraldehído tamponado al 2% no difundió fuera de la dentina y el cemento de los dientes tratados.(22, 27)



Fig 9. Glutaraldehído (Fig extraída de M-Inter-Farma S.A. [fecha de acceso 12 de febrero de 2008] disponible en <http://www.minterfarma.md/lysoformin3000en.htm;2005>)

C) HIDROXIDO DE CALCIO

El hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) es uno de los medicamentos más utilizados para múltiples fines en odontología . (2)

Se había propuesto al hidróxido de calcio como una alternativa al FC para pulpotomías en dientes primarios. La desventaja principal de esta intervención alternativa es la resorción interna que, como se pensaba, era estimulada por el hidróxido de calcio. Ya que la resorción observada ha sido atribuida a un coágulo de sangre que interviene entre el material mismo y el tejido pulpar, varias tentativas, fracasadas, han sido hechas para prevenir la formación del coágulo de sangre extrapulpar (28). Estos han incluido la realización de pulpotomía parcial, empleo de un agente hemostático antes de la colocación de hidróxido de calcio y la amputación de la pulpa por electrocoagulación .

Herman fue quien presentó por primera vez el hidróxido de calcio como material para propósito biológico. A causa de su alcalinidad, pH 12, es tan cáustico que cuando se le pone en contacto con la pulpa viva la reacción produce una necrosis superficial de la pulpa (28).

Echagüe (1986), conceptua el hidróxido de calcio como un polvo blanco e inodoro que se obtiene por calcinación del carbonato cálcico, químicamente inestable y que, en contacto con el aire, capta el anhídrido carbónico, carbonatándose y perdiendo su efectividad terapéutica. Es por este motivo, que Nagem et al 1987, recomienda que el envase que lo contenga; cierre herméticamente, sea de color oscuro y quede cubierto por agua destilada. Es soluble en agua e insoluble en alcohol. Podemos encontrarlo en forma químicamente pura, soluciones acuosas, suspensión, barnices modificados, pastas y cementos (2).

El mecanismo por el cual el Ca(OH)_2 inicia el proceso reparativo no es claro. El hidróxido de calcio puede actuar como un buffer local contra las reacciones ácidas producidas por el proceso inflamatorio (Heithersay 1975). El pH alcalino puede también neutralizar el ácido láctico secretado por los osteoclastos y esto puede ayudar a prevenir posterior destrucción del tejido mineralizado. El acuerdo de opinión general de estudios hechos en animales, concluyen en que parece ser que aquellos puentes de dentina completos e incompletos son formados en pulpas amputadas bajo el hidróxido de calcio, que son similares en la morfología a osteodentina. Una capa fibrosa y el tejido de pulpa vital son encontrados más allá del puente de calcificación. El hidróxido de calcio, por lo tanto, puede promover la preservación y/o remineralización, de ahí la alternativa entre las dos categorías de la intervención ⁴. Los datos publicados en cuanto al grado de éxito clínico de hidróxido de calcio en la técnica de pulpotomía vital son variados ⁽²⁸⁾.

La eficacia de una pulpotomía con Ca(OH)_2 fue respaldada inicialmente a través de observaciones clínico radiográficas en la permanencia de la vitalidad del diente que se ve representada por la formación del puente dentinario sobre el remanente pulpar, lo que traducía el éxito del tratamiento. Con todo, el puente dentinario puede presentarse incompleto, con diferentes aspectos histológicos, así como el remanente pulpar puede ser cubierto por tejido fibroso, sin puente de dentina observado radiográficamente ⁽²⁾.

Generalmente se prefiere no usar el Ca(OH)_2 en la terapia pulpar de dientes primarios debido a la frecuente ocurrencia de reabsorciones internas ^{15,45}. Sin embargo, para

Rosendhal y Weinert-Grodd (1995), es el material de elección debido a su propiedad bactericida, especialmente cuando se trata de dientes temporales infectados (22).

El trabajo reciente hecho por Waterhouse ha mostrado que resultados muy favorables han sido alcanzados con el hidróxido de calcio en su forma pura en polvo cuando ha sido aplicado con cuidado controlado. Después de la hemostasia, el polvo de hidróxido de calcio fue colocado en la cámara pulpar, el polvo es condensado sobre los muñones de la pulpa con un condensador de amalgama y pequeñas torundas de algodón. El fracaso de esta técnica es explicado por la presencia de un coágulo extrapulpar que separa el hidróxido de calcio del tejido pulpar y así influye negativamente en la curación. Tanto el contenido de calcio como las propiedades alcalinas de la preparación son importantes para alcanzar la curación. Una capa inicial de tejido necrótico se desarrolla, que es asociado con una reacción inflamatoria. Cuando el hidróxido de calcio es aplicado directamente sobre la pulpa se produce necrosis de la capa superficial, debajo de la cual se inicia el proceso de reparación. La elevada alcalinidad es responsable de la muerte celular por coagulación proteica y también conduce a la actividad de la fosfatasa alcalina de las células viables del tejido conjuntivo adyacente, que se diferencian en odontoblastos que elaborarán la matriz dentinaria (2).

D) ÓXIDO DE ZINC-EUGENOL

Se considera que el óxido de zinc-eugenol funciona como un cicatrizante y estimulador del órgano dentino-pulpar donde se fomenta el proceso de neoformación de dentina reparativa. Por otro lado, este medicamento también es considerado como un potente analgésico, por su rápida acción sedante. (32)

Para el tratamiento de pulpotomía, la gran mayoría de los autores consultados consideran que este producto se usa como relleno de las cámaras pulpares de dientes temporales, una vez que se ha realizado el método de Buckley tradicional de pulpotomía al formocresol, como se explicó previamente. (10)

Pero muchos investigadores consideran su uso directo en pulpotomías, sin pasar por la aplicación de formocresol con una bolita de algodón previa. Así por ejemplo, algunos autores consideran que es conveniente, para este uso, dado que este material por sí mismo no tiene un efecto bactericida, añadir al óxido de zinc y eugenol un antiséptico pulpar que, por lo general, es el formocresol, como también se vio anteriormente (10).

También autores como Nobuke y cols., mostraron que en pulpotomías llevadas a cabo con una mezcla de hidróxido de calcio y eugenol, se hallaban, siete días después del tratamiento, áreas de inflamación y necrosis tisular. (33)

F) SULFATO FÉRRICO

El sulfato férrico, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, es un agente hemostático (Fig. 10). Cuando este producto contacta con la sangre, se forma un complejo de proteína iónica de hierro y una aglutinación de proteínas sanguíneas, formándose un microcoágulo y una membrana que sellan mecánicamente las venas dañadas, limitando así el sangrado. En odontología, ha sido empleado principalmente para el control de sangrado en cirugía oral, así como para provocar retracción gingival para la toma de impresiones (agente coagulante y hemostático). La aglutinación de proteínas sanguíneas resultante de la reacción de la sangre con los iones de sulfato férrico y con el pH ácido de la solución. Las proteínas aglutinadas forman un tapón que oblitera los vasos capilares. (11,34)

Recientes estudios clínicos han referido prometedores resultados usando sulfato férrico en dientes primarios humanos pulpotomizados. Los autores que lo han propuesto, se basan en la capacidad hemostática de esta sustancia, y en que formaría, sobre la pulpa tratada, el mismo complejo proteínico que el que se halla en el tratamiento de venas. Esto impediría el paso de sustancias irritativas y permitiría, en pulpotomías, evitar los problemas derivados de la formación del coágulo y de la cascada de inflamación, reduciendo así las posibilidades de inflamación crónica y de reabsorciones internas, que son los factores que principalmente llevan al fracaso la técnica de pulpotomías en dientes temporales. (22, 15, 34)

Estudios clínicos realizados en niños, como los llevados a cabo por Fei y cols. mostraron buenos resultados. Se estudiaron 62 pacientes en los cuales se realizaron 83 pulpotomías en dientes temporales, comparando el efecto del sulfato férrico con el del formocresol. Después de un año de estudio, los resultados mostraron que 28 de los 29 molares tratados con sulfato férrico fueron considerados un éxito, mientras que sólo 21 de los 27 especímenes en los que se aplicó formocresol mostraron éxito clínico. Así, los resultados clínicos y radiográficos fueron mejores para el sulfato férrico que para el formocresol, con una diferencia estadísticamente significativa. Sin embargo los autores concluyeron que, aunque los resultados del estudio fueron prometedores, son necesarios más estudios a largo plazo para establecer conclusiones aceptables. (11, 35)

De un modo similar, investigadores como Smith NL, obtuvieron un nivel de éxito radiográfico estimado en 80% de los casos tratados con sulfato férrico, durante un período de estudio de 4 a 56 meses. (34)

Recientemente, Ibricevic y cols. publicaron un estudio clínico en humanos, comparando el uso de sulfato férrico y de formocresol en pulpotomías de dientes temporales. Se analizaron 35 molares en cada grupo, con un tiempo máximo de estudio de 20 meses. Los resultados mostraron un éxito clínico valorado en un 100% y un éxito radiográfico de 97,2% en ambos grupos, hallándose en 2,8% de los casos reabsorciones internas. Los autores concluyeron que ante la igualdad de resultados, y dado que el sulfato férrico no es tóxico y es fácil de manipular. . (36)



Fig. 10 Sulfato Férrico (Cortesía: Postgrado de Odontopediatría. UPCH)

H) AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA)

Desde principios de los años noventa, un nuevo material denominado Agregado Trióxido Mineral o MTA (Mineral Trioxide Aggregate) ha sido investigado como potencial compuesto para sellar las vías de comunicación entre el sistema de conductos radiculares y la superficie externa del diente. Desde que fue descrito por primera vez en la literatura especializada en 1993 por Lee, Monsef y Torabinejad, este material ha sido investigado y empleado en múltiples y diversas intervenciones quirúrgicas y no quirúrgicas en el ámbito odontológico. El MTA fue aprobado por la FDA en 1998. El MTA es comercializado actualmente en España por Maillefer-Dentsply (Tulsa Dental), con el nombre de ProRoot. Fig11 (37,38)

El agregado trióxido mineral es un material compuesto por diversos óxidos minerales, donde el calcio es uno de los principales iones. El MTA es un polvo que consiste en finas partículas hidrofílicas y que fragua en presencia de humedad. La hidratación del

polvo da lugar a un gel coloidal con un pH medio de 12,5, que solidifica formando una estructura dura. El tiempo de fraguado del cemento hidratado es de unas 4 horas aproximadamente. (37,38)

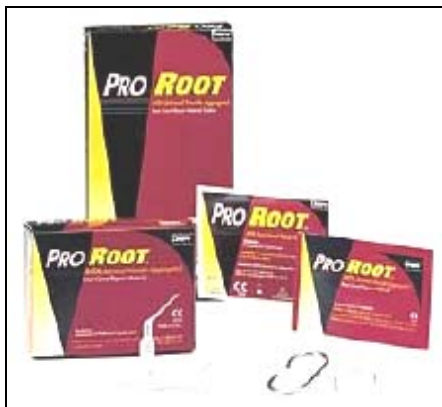


Fig.11 Agregado Trióxido Mineral (obtenido de Pediatric dental health [sede Web] [fecha de publicación: 15 de setiembre 2008; fecha de acceso: 12 de febrero de 2007] Pulpotomy and pulpectomy in children. Disponible en www1.umn.edu/webcore1/pulph2)

Según se describe en la literatura (39), el polvo que compone del Agregado Trióxido Mineral es principalmente cemento de tipo Portland, que está formado por compuestos cálcicos. Así, los principales componentes del MTA son, en un 75% compuestos cálcicos como silicato tricálcico (3CaSiO_2), aluminato tricálcico ($3\text{CaOAl}_2\text{O}_3$), silicato dicálcico (2CaOSiO_2) y aluminato férrico tetracálcico (4CaOSiO_2);

En un 20% por óxido de bismuto (Bi_2O_3); en un 4,4% por sulfato de calcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y sílica cristalina; y finalmente por residuos insolubles como óxido de calcio y sulfato de potasio y sodio en un 0,6%.

En cuanto a la manipulación del material, se considera que el MTA debe prepararse, según los fabricantes y diversos investigadores, inmediatamente antes de usarlo. El polvo de MTA es presentado en sobres herméticamente sellados. Después de ser abiertos, el material debe guardarse en recipientes con tapas herméticas y lejos de la humedad. (37,38)

El polvo debe mezclarse con agua estéril a una ratio de 3: 1 en una loseta de vidrio o papel con la ayuda de una espátula de plástico o de metal. La mezcla puede llevarse en un transportador de plástico o metal a la zona operatoria. Si el área de aplicación está muy húmeda, el exceso de humedad puede eliminarse con un trozo seco de gasa,

espuma, o algodón. En casos en que la mezcla esté muy seca, puede añadirse más agua a la mezcla hasta obtener una consistencia pastosa. Como el MTA requiere humedad para fraguar, dejar la mezcla en una loseta de vidrio o papel dará lugar a una deshidratación del material y a una mezcla seca y arenosa. (37,38)

Propiedades del MTA

Se considera que las propiedades del MTA varían según características tales como: el tamaño de las partículas que lo forman, la proporción en la mezcla de polvo y agua, la temperatura ambiente, la presencia de agua y de aire en el medio en el cual se coloca, entre otras. Pero en los diversos estudios llevados a cabo hasta la fecha, los investigadores han hallado propiedades físicas y químicas generales que caracterizan a este material como pueden ser: (39,40)

- No soluble al agua
- Tiempo de endurecimiento 2-4 horas
- Radiopacidad: 7,17 mm parecido al espesor del aluminio
- Resistencia Compresiva: 70 Mpa (a los 21 días)
- Valor de ph: 10,2 (después del mezclado)

G) MATERIALES BIOLÓGICOS

Algunos materiales biológicos han sido propuestos como agentes para pulpotomía con la teoría de que podrían estimular la curación fisiológica de la pulpa amputada. Se considera que estos productos no son tóxicos y son bien tolerados por el organismo, no conduciendo a la inflamación tisular. Se han estudiado así materiales como hueso deshidratado, soluciones enriquecidas de colágeno, proteína ósea morfogenética y mezclas de hidroxiapatita. Se han hallado diferentes porcentajes de éxito en los diversos estudios publicados hasta la fecha, pero según muchos autores, resultan todavía escasas las investigaciones al respecto para poder determinar conclusiones definitivas. (5)

- Hueso deshidratado

El hueso deshidratado (hueso liofilizado, freeze-dried bone o FDB) es un material empleado frecuentemente en periodoncia para la reparación de defectos óseos para regenerar hueso y cemento. A pesar de que el uso de partículas de hueso deshidratado en pulpotomías de dientes temporales no está muy extendido, existen algunos estudios que muestran ciertos resultados positivos.

Así, Fadavi y cols. observaron, en 1996, en un estudio en animales de experimentación, la formación de puentes de dentina en 100% de las muestras tratadas con hueso

deshidratado y la ausencia o presencia leve de células inflamatorias. En el grupo control tratado con hidróxido de calcio, se detectaron puentes dentinarios sólo en 50% de los casos y la inflamación afectó al 100% de los casos de forma moderada o severa. Estos mismo autores ya vieron, en estudios previos realizados en 1989 en animales de experimentación, que el hueso liofilizado estimuló la formación de una barrera calcificada en 12 de las 15 muestras tratadas, después de 3 meses de estudio. (41)

Sin embargo, más tarde, estudios clínicos de Cortés O y cols. demostraron, en un estudio en animales de experimentación durante 45 días, que la aplicación de hueso liofilizado en pulpotomías producía signos de inflamación pulpar y sólo algunas pruebas leves de reparación tisular mediante formación de puentes dentinarios. Pero los autores concluyeron también que este producto es un material biocompatible y que, como tal, tiene un potencial reparativo sin los efectos indeseables de otros agentes. Por tanto, aunque son necesarios más estudios al respecto, el hueso liofilizado podría ser, según los investigadores, un material más aceptable que otros para su uso en pulpotomías de dientes temporales. (42)

-Colágeno

Se considera que las preparaciones con colágeno acarrear un riesgo mínimo de causar reacciones inmunológicas adversas. Efectivamente, Nevins y cols. relataron, tras sus investigaciones, una ausencia de antigenicidad y Punlon refirió ausencia de producción de anticuerpos. (22)

El gel de colágeno y la solución enriquecida de colágeno, han sido relatados como medicamentos en pulpotomías en animales. La variación de respuestas histológicas ha sido demostrada, incluyendo la regeneración completa del tejido pulpar y la formación del puente dentinario. (22)

Debido a que el colágeno es un constituyente integral de la dentina y matriz ósea, se cree que puede servir como estímulo de la dentinogénesis reparativa. Su uso en lesiones periodontales (Fuks et al 1991) sobre la respuesta pulpar al colágeno y glutaraldehído en dientes primarios de mandriles, produjo resultados inaceptables, pues se observó necrosis total e inflamación severa. Sólo se formó un puente dentinario en el 4% de los especímenes. Los autores atribuyeron el fracaso del colágeno a que la forma comercial no mantiene las características curativas del colágeno original, y a que posiblemente no permite un correcto sellado del área tratada, permitiendo el paso de sustancias tóxicas hacia el tejido pulpar y perirradicular .

En cuanto al tratamiento de pulpotomía con colágeno, Fuks y cols. Obtuvieron resultados descritos como muy mediocres por los mismos autores con el empleo de colágeno (Zyderm[®]) en pulpotomías de dientes temporales de animales de experimentación. Las muestras tratadas sufrieron necrosis completa y sólo se formó un puente dentinario en el 4% de los especímenes. Los autores atribuyeron el fracaso del colágeno a que la forma comercial no mantiene las características curativas del colágeno original, y a que posiblemente no permite un correcto sellado del área tratada, permitiendo el paso de sustancias tóxicas hacia el tejido pulpar y perirradicular. (43)

- **Proteína ósea morfogenética (BPM)**

Al principio de los años 60, muchos investigadores estaban estudiando el proceso de calcificación. Es así como Urist y colaboradores en una serie de experimentos descubrieron la muestra de control de hueso descalcificado no tratado e implantado en los músculos de conejos y ratas daba como resultado la formación de nuevo cartílago y hueso. Esto se interpretó como que una célula inductora (un histocito) actuaba como una célula inducida (un histocito reparado o una célula joven del tejido perivascular), causando su diferenciación en una célula osteoprogenitora o condroprogenitora. . (15)

Uno de los roles más sorprendentes atribuidos a las BPM son los efectos sobre la pulpa dental y la manera en que actúan sobre los odontoblastos induciendo a la formación de dentina.

La terapia de la pulpotomía para la dentición decidua comprende tres caminos: desvitalización, preservación y regeneración. De ellas, la regeneración o estimulación del puente dentinario, ha estado asociada hasta ahora al hidróxido de calcio, pero con los rápidos avances en las BPM, ahora entramos a la era de la pulpotomía con regeneración dentinaria. (15)

Las células de la pulpa dental tienen el potencial de diferenciarse en odontoblastos. Los mecanismos moleculares de la diferenciación no están totalmente claros. La matriz dentinaria desmineralizada es osteoinducida y contiene BPM. (44)

Recientes estudios han demostrado que la BMP estimula, no sólo la formación de cartílago y hueso en implantaciones intra y extra esqueléticas in vivo, sino también la dentinogénesis y por tanto la formación de puentes dentinarios en dientes. Existen varios tipos de este producto biológico (BMP-2, 3, 4, 5, 6, 7) y son denominadas también OP (Proteína Osteogénica o Human osteogenic protein-1).

Propiedades de las Proteínas Morfogenéticas

BMP-1 (44):

- No pertenece a los TGF- β
- No induce formación de hueso.
- Está codificada en el cromosoma 8.

BMP-2 (44):

- Induce la formación de osteoblastos con capacidad de producir proteínas de la matriz ósea.
- Se encuentra en grandes cantidades en los osteosarcomas pero no contribuyen a la formación de los mismos.
- Podría regular la diferenciación del fenotipo osteoblástico en las células osteoprogenitoras de la médula ósea.
- Aumenta la expresión de los condrocitos y los osteoblastos.
- Estimula la maduración de los osteoblastos.
- Estimula la regeneración dentinaria.
- Los mayores niveles de RNAm son encontrados en células óseas subperiostales, demostrando el papel de estas moléculas en formación ósea ⁴⁷.

BMP-3 (44):

- Produce la osteogénesis post fetal.
- Induce la formación cartilaginosa con preferencia sobre la formación ósea.
- Estimula la actividad de la fosfatasa alcalina en el periostio y en los osteoblastos.
- Se une al colágeno tipo I, IV y IX.
- Regula la diferenciación del fenotipo osteoblástico en las células osteoprogenitoras de la médula ósea.
- Aumenta la expresión de los condrocitos y los osteoblastos.

BMP-4 (44):

- Se une al colágeno tipo IV.

- Estimula a la fosfatasa alcalina en los osteoblastos.
- Produce generación dentinaria (diferenciación de pulpa en odontoblastos).
- Estimula la condrogénesis en el mesodermo.

BMP-5(44):

- Aumenta la capacidad de las BMP-2 para formar hueso in vivo.

BMP-6 (44):

- Aumenta la capacidad de la BMP-2 para formar hueso in vivo.

BMP-7 (44):

- Ejerce efectos biológicos de forma endocrina, está presente en altos niveles en los riñones.
- Está presente en membranas basales de los embriones humanos.

BMP-8 (44):

- Su RNA está presente en órganos de adultos.
- Está presente en embriones.

BMP-9 (44):

- Tiene un probable rol en el crecimiento y función hepáticos.
- Está expresada en el hígado de los ratones (hepatocitos)

BMP-2 Y BMP-4 fueron demostrados en el desarrollo del germen dentario, en la capa odontoblástica y otros sitios craneofaciales .

Algunos autores explican que las propiedades de las BMP derivan de su papel regulador en la diferenciación celular y que se ha demostrado la presencia de receptores específicos para estas proteínas en la pulpa dental. (25)

Autores como Nalashim M. han explicado con el mecanismo de acción de las BMP. Efectivamente, en un estudio realizado en 1990, se vio cómo se formó dentina reparativa a nivel de muñones pulpares en los que se colocó proteína morfogenética.(45) Según explica el autor, el mecanismo comienza por una respuesta inmune celular, seguida de una reabsorción de las BMP y una proliferación de células mesenquimales,

acompañada de una invasión vascular. Cuatro semanas después del tratamiento, se hallaron osteodentinoblastos formando una matriz en algunas zonas de la pulpa tratada. De nuevo cuatro semanas más tarde, los odontoblastos formaron dentina tubular próxima a la osteodentina. El autor concluyó que este estudio muestra cómo es posible que las BMP estimulen la mitosis de las células mesenquimales e induzcan la diferenciación de osteodentinocitos. La osteodentina formada jugaría también un papel esencial en la diferenciación de odontoblastos, formadores de dentina. Más tarde, estudios de Lianjia y cols., demostraron en el año 1993, la inducción de osteodentina y dentina tubular en pulpotomías realizadas con diferentes tipos de BMP en animales de experimentación. (45)

Rutherford y cols. publicaron un estudio clínico en animales de experimentación, en el que se demostró también la formación de puentes dentinarios tras el tratamiento de recubrimiento pulpar mediante proteína osteogénica. Se vio entonces cómo se produjeron más puentes dentinarios en las muestras tratadas con esta proteína que con hidróxido de calcio, mientras que no se produjo ninguno de estos puentes reparativos en los dientes tratados con colágeno, ni en el grupo control de dientes no tratados. Se vio además, que la cantidad de nueva dentina formada era proporcional a la cantidad de proteína empleada en el tratamiento. (46)

Nakashima examinó el efecto de las BPM sobre la formación de dentina en pulpas amputadas de caninos de ovejas. Para esto, colocó BMP-2 y BMP-4 con matriz dentinaria inactiva sobre la pulpa y a los 2 meses se llenó con dentina tubular en la parte más baja y más alta. Al final se concluyó que las BMP-2 y BMP-4 inician la diferenciación de las células pulpares adultas en los odontoblastos. (44)

Se ha demostrado que BMP induce la formación de dentina reparativa experimentalmente, pero las células responsables que responden a las BMP no han sido identificadas. La señal de las BMP es probablemente mediada por la interacción de receptores de BMP tipo I y II. (44)

Gu, Smoke y Rutherford examinaron en RNA de la pulpa dental adulta de las células pulpares in Vitro con la reacción de polimerasa en cadena de transcripción reversa. Se concluyó que las células pulpares son capaces de responder a las BMP para iniciar la formación de tejidos. (44)

Nakashima en 1994, examinó los defectos en la regeneración pulpar y formación dentinaria con BMP-2, BMP-4 y TGF- B, combinados con matriz colagena como medio de transporte. Concluyendo las BMP tratadas inducen a la formación de osteodentina,

pero también es cierto que algunos presentes en la matriz dentinaria inactivada podrían ser esenciales para posterior diferenciación de los odontoblastos. (44)

- Hidroxiapatita y Fosfatotricálcica

Un estudio publicado en una revista japonesa por Maruo K. en 1990, analizó y comparó el uso de hidroxiapatita, de fosfato alfa-tricálcico y de hidróxido de calcio (grupo control) como agentes curativos en pulpotomías de dientes temporales en perros.

En cuanto al manejo del material, se vio que la mezcla del fosfato tricálcico con solución salina mostró mayor homogeneidad y viscosidad, que la hidroxiapatita con solución salina y, por tanto, una mayor facilidad de manipulación. Por otro lado, en cuanto a la reacción pulpar, se apreció en el estudio que la curación del muñón pulpar ocurrió antes en los especímenes tratados con fosfato tricálcico que aquéllos en los que se aplicó hidroxiapatita, y que se formó tejido duro a nivel de la pulpa en contacto con el material estudiado en un menor plazo de tiempo en el grupo de fosfato tricálcico que en los otros. Sin embargo, el grupo control tratado con hidróxido de calcio presentó la mayor rapidez en la formación de tal tejido duro. Otro resultado interesante fue el referido a la composición del tejido duro neoformado, pues en el grupo tratado con hidroxiapatita se formó osteodentina, mientras que en el que se aplicó fosfato-alfa tricálcico se halló dentina neoformada. Los autores concluyeron que el fosfato alfa tricálcico presentó buenas condiciones y características para poder ser empleado en los tratamientos de pulpotomías.

IV.2.3 MÉTODOS NO FARMACOLÓGICOS

Se han empleado métodos no farmacéuticos en la pulpotomía, como la electrocoagulación y el láser, para eliminar el proceso infeccioso residual. Todas estas técnicas han sido utilizadas por investigadores pero no se encuentran estudios clínicos a largo término que avalen completamente su éxito.

a) Electrocoagulación

Llamada también electro fulguración o electro bisturí (Fig. 13). Una forma alternativa a la pulpotomía convencional con formocresol, parece ser la utilización del bisturí eléctrico, con el cual se podrían realizar pulpotomías sin necesidad de aplicar medicamento alguno. Su objetivo sería similar al del uso de formocresol, es decir la desvitalización de la pulpa cameral, pero en este caso, no de forma química, sino física. El bisturí eléctrico también se denomina electro-bisturí, y su técnica de uso es la electrocoagulación o electrocirugía. (47)

Se ha estudiado la posibilidad de emplear la electrocirugía en pulpotomías de dientes temporales, pero los resultados parecen todavía escasos y muy contradictorios como para establecer conclusiones con respecto a su uso. (48)

La electrocirugía puede definirse como la aplicación de una corriente alterna de alta frecuencia cuyo efecto termal se usa para destruir o seccionar los tejidos vivos. La fulguración consiste en transmitir corriente por medio de un arco (chispa) hacia los tejidos, produciendo deshidratación y destrucción de los mismos a tal efecto se utilizan electrodos de tipo lazo (Fig. 12). (47)

Existe hemorragia después de su utilización, aunque muy reducida. Los bisturís eléctricos pueden trabajar de cuatro maneras: coagulando, disecando, por electro-dsecación y por fulguración. Los autores que han investigado el uso de este sistema en pulpotomías de dientes temporales, recomiendan para ello el empleo de la función corte-coagulación para estos procedimientos.

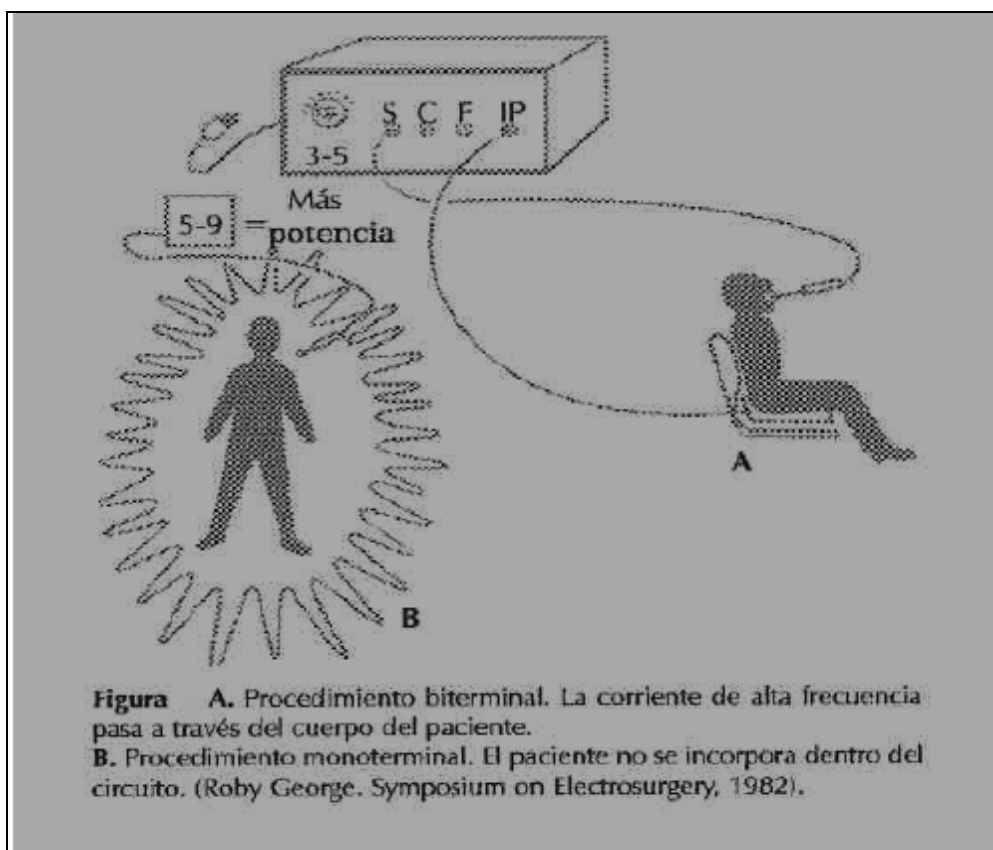


Fig. 12 Tipos de electrofulguración (obtenido de Javier Sánchez Ortega .Pulpotomía al formocresol y por electrofulguración [tesis doctoral] España Mexicalo 2006)

Autores como Shaw y cols. (48) llevaron a cabo investigaciones en animales de experimentación acerca de la pulpotomía en dientes temporales con electrocirugía, en comparación con la técnica convencional del formocresol. Los resultados histológicos mostraron, después de un máximo de 6 meses de estudio, que la respuesta tisular de la pulpa tratada fue muy similar en los dos grupos de estudio. Sin embargo, no se pudieron estudiar datos estadísticos fiables, dado el tamaño reducido de la muestra. Mack y Dean (50) realizaron un estudio retrospectivo sobre la técnica de electrocirugía en un total de 164 pulpotomías en molares deciduos que fueron estudiados durante un tiempo de observación de 2 años y 3 meses. En cuanto a la técnica, tras la remoción del tejido pulpar cameral, se utilizó el Hifrecator 750 AÑ (a un 40%) sobre los muñones pulpares. Los autores demostraron que el porcentaje de éxito fue del 99,4 aunque dentro del concepto de éxito se consideró que se podían hallar anomalías asociadas con la pulpotomía, siempre que dejaran al diente tratado asintomático clínicamente.

Fischman compararon clínica y radiográficamente el éxito de la pulpotomía electroquirúrgica seguida de obturación con una base de óxido de zinc y eugenol. Se realizaron 48 pulpotomías en 28 molares deciduos con edad variable de 3 años y 1 mes a 8 años y 1 mes. Luego de la electrocirugía, los dientes fueron aleatoriamente distribuidos en dos grupos. En el grupo 1, se aplicó una base de OZE sobre las entradas de los canales radiculares y en el grupo 2, se aplicó una base de Ca(OH). Luego de seis meses la tasa de éxito clínico fue 77,39 % y 81,0%, respectivamente. Luego del mismo periodo el éxito radiográfico, el grupo 1 presentó 54,6 % de éxito, el grupo 2 alcanzó una tasa de 57,35%. Estadísticamente no se encontró una diferencia significativa. (47)

En 2001, El-Melegy, en un estudio realizado en perros, compararon la reacción de la pulpa de dientes deciduos sometidos a pulpotomía con electrocirugía, con aquellos los cuales se les realizó pulpotomía con formocresol. Los resultados demostraron que los dientes tratados con electrocirugía la pulpa coronaria exhibieron menos reacción histopatológicamente, que aquellos dientes tratados con formocresol. (49)

Pero existen también, en la literatura científica, artículos que muestran resultados desfavorables con el empleo de electrocirugía en pulpotomías de dientes temporales.

Un estudio realizado para comparar las pulpotomías electroquirúrgicas con las realizadas con formocresol en dientes temporales humanos, se analizaron los resultados al cabo de 5 meses. Los autores estimaron un éxito clínico del 96% y un éxito radiológico del 84%. Sin embargo, los resultados del formocresol dieron niveles más

altos de éxito, siendo de 100% a nivel clínico y de 92% a nivel radiológico. Los investigadores concluyeron que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos de estudio. (46)

Otros autores como Shulman y cols. hallaron resultados desfavorables en el empleo de electrocirugía, pues se observaron, en los dientes tratados, reabsorciones patológicas, inflamación crónica pulpar y otras reacciones en el tejido pulpar como edema, fibrosis y necrosis.

Al parecer esta técnica parece ganar terreno, a medida que pasa el tiempo, debido a su naturaleza no farmacológica, a su facilidad en la técnica y algunos soportes de éxitos basados en estudios anteriores. Pero dichos estudios realizados hasta el momento parecen incluir una muestra pequeña y en un periodo corto de tiempo.

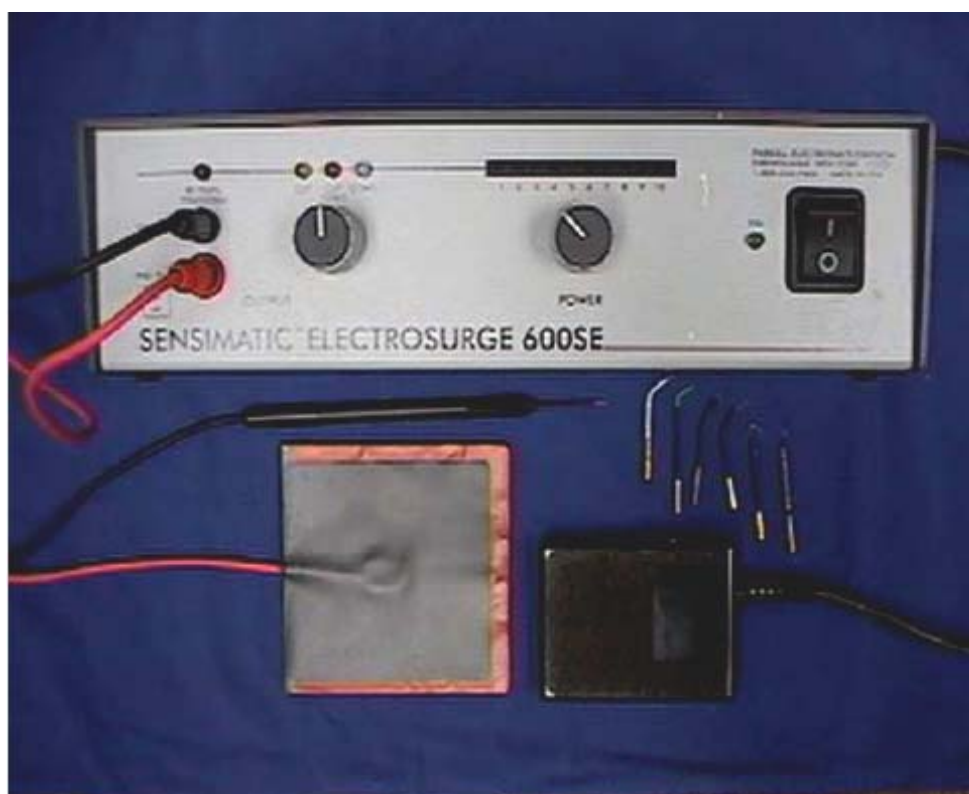


Fig. 13. Equipo de electrocirugía (obtenido de Javier Sánchez Ortega .Pulpotomía al formocresol y por electrofulguración [tesis doctoral] España Mexicalo 2006)

b) Láser

Maiman (1960), en los estados unidos, colocó la teoría de Einstein en práctica construyendo lo que sería el primer LASER (amplificación de luz por emisión estimulada de radiación), utilizando un cristal de rubí visible, indicándose así, el desarrollo de investigaciones relacionadas a la utilización de la luz láser que permitirá la construcción de láser con diferentes longitudes de onda. (51)



Fig. 14 Equipo de láser KaVo (extraído de KaVo Dental Corporation [sede Web] [fecha de acceso: 11 de Febrero 2008] Disponible en <http://www.kavousa.com>)

En las ciencias de salud, las aplicaciones del láser más estudiadas son aquellas determinadas por los efectos térmicos (cuando la energía absorbida retransforma subsecuentemente en calor), debido a la posibilidad de emisión de altas potencias para coagular, vaporizar o ablacionar los tejidos biológicos. Su uso puede ser aplicado en diferentes campos de la salud como en la destrucción de tumores en la oncología, como en la preparación de cavidades dentarias en la odontología. (51)

Las primeras descripciones de la aplicación del láser en la odontología se publicó en 1964 por Stern & Sognanes, los cuales relataron que el esmalte dental podría ser vaporizado el láser del rubí. Sin embargo, se observaron serios daños al tejido dental, con la formación de cavidades en las cuales el esmalte se presentaba fundido y vitrificado y la dentina con señales de carbonización. (51)

En 1985, Shogi relataron los efectos de la radiación láser de dióxido de carbono (CO₂), un láser de alta potencia, sobre la pulpa dentaria de perros adultos. El tejido pulpar fue

preparado para análisis histológico inmediatamente después de la radiación. Dentro de las condiciones examinadas, la potencia de 60W y el periodo de tiempo de 0,5 segundos produjeron el límite más favorable entre el tejido normal y el tejido necrótico, no habiéndose encontrado daño detectable en las porciones radiculares.

McGuire et al (1995) compararon radiográficamente e histológicamente, los efectos del láser de alta energía de neodimio-itrio-aluminio-granada (NY:YAG) con el formocresol en pulpotomías de dientes permanentes de perros. Luego de 12 semanas no hubo diferencia radiográfica significativa. Histológicamente, la frecuencia de inflamación pulpar, luego de intervalos de 3 a 12 semanas fue mayor para el grupo que recibió tratamiento con láser, aunque estadísticamente no representaba diferencia significativa.

(52)

Además del láser de alta intensidad, en las áreas biomédicas, los estudios sobre la aplicación del láser de baja intensidad parecen haberse iniciado por Mester (1969). Este tipo de láser tendría, teóricamente, un potencial antiinflamatorio. Tal potencial sería deseable en pulpotomía de dientes deciduos, toda vez que prevendría o disminuiría los riesgos de una inflamación pulpar radicular, luego de la realización de ese procedimiento. (53)

En 1996 Ribeiro evaluó histológicamente la respuesta pulpar de dientes deciduos pulpotomizados por un láser de baja intensidad. Los resultados mostraron que después de 7 días, ocurrió una mejor respuesta pulpar para los elementos pulpotomizados con láser de baja intensidad. Esta mejor respuesta disminuyó a los 15 días. Después de 30 días hubo agravamiento de las condiciones de la pulpa radicular tanto en los dientes tratados con láser como los que no lo fueron, presentado necrosis pulpar hasta en un 60 % del total de los dientes.

Aunque todavía parecen ser escasas las publicaciones acerca de la realización de pulpotomías con láser, para algunos investigadores, el uso del láser (Fig. 14) podría presentar una alternativa para las pulpotomías, mejor que la que ofrece actualmente la electrocirugía. Idealmente, la irradiación de la cámara pulpar con láser provocaría un área superficial de coagulación y necrosis compatible con la vitalidad del tejido pulpar subyacente. Se considera que, con este método, se consigue aumentar la reparación, estimular la dentinogénesis y preservar la vitalidad de la pulpa radicular.

El láser presenta, según los investigadores revisados, múltiples acciones biológicas entre las cuales destacan su acción analgésica, antibacteriana y antiinflamatoria, así

como su capacidad de estimulación del metabolismo celular, de la proliferación de fibroblastos, del sistema inmunitario y del sistema de coagulación. (52)

Los efectos más importantes que se han detectado en el tejido dentario son su acción esterilizante y su capacidad para modificar la estructura cristalina (reestructuración y recristalización del cemento, esmalte y dentina). Yacobi y cols. proponen como alternativa al formocresol la pulpectomía con láser y sellado con óxido de cinc-eugenol, con un elevado nivel de éxito tras un año de estudio después del tratamiento.

Liu y cols. analizaron la utilización del láser en pulpotomías de 23 dientes temporales, encontrando como resultados principales que sólo una de estas piezas presentó, tras 27 meses de estudio, signos de reabsorción interna, y que en el 50% de los casos, se formó una calcificación de los conductos radiculares pulpares. A pesar de estos resultados en principio favorables, los autores concluyeron que son necesarios estudios clínicos con muestras mayores y mayor tiempo de análisis para confirmar estos hallazgos.

Por otro lado, Elliot y cols. realizaron un estudio en humanos analizando el efecto de la realización de pulpotomías con láser de dióxido de carbono en 30 molares temporales. Después de 90 días de observación, se estableció la obtención de éxito clínico, pues los dientes permanecieron asintomáticos. Sin embargo, el análisis histológico después de la extracción de estas piezas, demostró que se había producido una reabsorción interna en 2 de los molares tratados, y que en ninguno de los casos se presentó la formación de un puente de dentina reparativa. (51)

IV.2.4 TERAPIA GÉNÉTICA

IV.2.4.1 REGENERACIÓN NEURAL

La pulpa dental está ricamente inervada. El principal suplemento nervioso ingresa a través del foramen apical con todos los elementos vasculares. Los nervios ingresan hasta el área coronal forman un plexo en la proximidad a los odontoblastos y finalmente ingresan a los túbulos dentinarios. Incluye ambos nervios sensitivos y simpáticos. Existen tres tipos de cada nervio sensitivo del A y C. Sus funciones, localización e interacciones con la pulpa, dentina, vasos y las células inmunes son diferentes. (54)

La inervación de la pulpa tiene un papel crítico en la homeostasis de la pulpa dentaria. La invasión de las células inmunes e inflamatorias en los sitios de la injuria en la pulpa es estimulada por los nervios sensitivos. Los resultados de

inervación sensitivas resultan en una necrosis rápida en la pulpa expuesta debido a la falta de flujo sanguíneo, extravasación de las células inmunes. La reinervación conduce a la recuperación en la dentina coronal. Las células de Schwann aparecen liberando los factores de crecimiento neurotrófico y juegan un rol importante en el reclutamiento de los nervios sensitivos y simpáticos durante la reinervación. De este modo, las fibras nerviosas de la pulpa contribuyen a la angiogénesis, extravasación de las células inmunes y la regulación de la inflamación para minimizar el daño inicial, mantener el tejido pulpar y fortalecer los mecanismos de defensa de la pulpa. (54)

El aumento del interés de la ingeniería tisular del diente debería tomar en cuenta las interacciones neuropulpares y la regeneración de los nervios.

IV.2.4.2 REGENERACIÓN VASCULAR

El sistema vascular en la pulpa dentaria tiene un rol importante en la nutrición y como suplemento de oxígeno y contribuye a la remoción de los desperdicios de la metabolización. Los elementos celulares de los vasos sanguíneos como las células endoteliales, pericitos y las células asociadas contribuyen a la homeostasis de la pulpa con los nervios. Es por ello, la contribución vascular para la regeneración del complejo dentino pulpar es inmensa. Las arteriolas ingresan a la cámara pulpar a través del foramen apical con el suplemento nervioso. La rama de arteriolas forman un plexo capilar bajo de la capa de odontoblastos. Durante el desarrollo y regeneración existe un incremento de la actividad vascular y flujo sanguíneo. Existe un patrón común de reacción vascular a los variados estímulos como los químicos, físicos incluyendo mecánicos y térmicos. Esta reacción incluye una inflamación local y dilatación de los vasos sanguíneos y un aumento del flujo sanguíneo. La extravasación de los leucocitos y el aumento de la permeabilidad vascular es una muestra de la respuesta vascular temprana. La vascularidad pulpar juega un rol importante en la regulación de la inflamación y la subsecuente reparación y regeneración de la dentina. Existe una íntima asociación de los elementos neuronales con el suplemento vascular de la pulpa dentaria, lo que sugiere una acción recíproca entre los elementos neuronales y vasculares y la homeostasis pulpar. (54)

La importancia crítica de la vascularidad en la reparación y regeneración de los tejidos es bien conocida. El factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF) es un excelente regulador de la angiogenesis y se conoce que aumenta la

permeabilidad vascular, VEGF induce la quimiotaxis, la proliferación y diferenciación de las células de la pulpa dentaria humana. (55)

Además, la matriz de la dentina humana contiene VEGF. La presencia de VEGF en la dentina y la respuesta de las células de la pulpa dentaria a VEGF aumentan la posibilidad de la presencia de células progenitoras endoteliales en la pulpa dentaria a lo largo de los progenitores para los odontoblastos y células neuronales. (54)

IV.2.4.3 TERAPIA GENÉTICA EN VIVO

La inducción ósea exitosa ha sido reportada luego de la aplicación de miembros de la familia de las BMP, BMP2, BMP4, BMP7 y BMP9 con terapia genética usando vectores virales. Un adenovirus recombinante que contiene gen BMP7 indujo solo una pequeña cantidad de dentina pobremente organizada después de la transducción en pulpa inflamada experimentalmente. Los alcances no virales han sido también usados en el tejido pulpar, teniendo ventajas en consideración, como son una producción estable de plasmados DNA con un gran nivel de purificación, fácil manipulación, mínimo riesgo de replicación o incorporación y débilmente inmunogénica. El plasmado DNA que contiene GDF11 fue transducido eficientemente por electroforación dentro de las células pulpares e indujo la expresión de sialofosfoproteína de dentina (DSPP), un marcador de diferenciación para los odontoblastos. Sin embargo, el gen GDF11 transferido en vivo en la pulpa amputada indujo una incompleta y no homogénea formación de dentina debido al daño término y la invasión de los electrodos. En cambio, el gen GDF11 transferido por ultrasonido junto con microtúbulos también indujeron diferenciación de las células madre de la pulpa en odontoblastos in Vitro y formación de dentina reparativa en vivo. (54)

IV.2.4.4 TERAPIA GENÉTICA EX VIVO

La terapia genética en vivo no tiene mucho efecto en la formación de dentina reparativa en caso de inflamación severa y pocas células madre / progenitoras en el tejido pulpar. Una alternativa, el alcance in Vitro, el trasplante autógeno de BMP de células transferidas dentro de la pulpa expuesta podría ser útil. La terapia genética ex vivo estimula inicialmente la osteodentina y posteriormente la formación de dentina tubular en la pulpa expuesta por ambos tanto el GDF11 – electrotransferido y BMP2 – electrotransferido a las células madre de la pulpa. El trasplante de fibroblastos cutáneos cultivados transducidos con BMP7 usando

un adenovirus recombinante también induce la formación de dentina reparativa en la pulpa expuesta con pulpitis reversible, las células BMP transducidas directamente contribuyen a la formación de dentina reparativa / regenerativa. (55)

Además la variedad de factores de crecimiento / diferenciación que se conservan en la matriz el trasplante podría ser gradualmente liberado e inducir la diferenciación de las células pulpares del huésped. El gran potencial de los genes BMP para promover la diferenciación de las células pulpares, incluso si es pulpitis reversible, demuestra la utilidad de la terapia genética in Vitro en la formación de dentina reparativa / regenerativa para el tratamiento endodóntico clínico. Los principales desafíos para la terapia genética en la próxima década serán los que responden las exigencias para demostrar que la terapia genética puede proveer tratamientos costo – efectivos y a largo plazo que en otras condiciones llevarían a una necrosis pulpar significativa. (55)

La utilidad de la terapia genética en la estimulación del crecimiento vascular permite la estimulación local de la vascularización durante la regeneración. En efecto, la terapia genética usando los miembros de la familia de las BMP incluyen la BMP7, que induce exitosamente la regeneración del complejo dentinopulpar. Por ello, los recientes avances en la biología vascular y VEGF y técnicas de transferencia de genes y terapia genética serían de utilidad clínica potencial en la odontología, en especial en el campo de la endodoncia. (54)

IV.2.5 Pulpectomía:

Es la eliminación completa de la pulpa dental, preparación y obturación de los conductos radiculares con un material reabsorbible y fisiológicamente tolerable.

El objetivo de la pulpectomía es conservar los dientes primarios que de otra manera serían extraídos con lo cual se prevendría futuros problemas de maloclusión.

IV.2.5.1 Indicaciones (11):

- Pulpitis irreversible en base a síntomas relatados y/o conclusiones clínicas
- Necrosis pulpar.

IV.2.5.2 Contraindicaciones (2):

- En piezas con reabsorción radicular avanzada.

- Cuando existen áreas periapicales o interradiculares radiolúcidas que podrían comprometer el germen del diente permanente.
- Perforación del piso de la cámara pulpar.
- Piezas con destrucción coronaria extensa que no permite restauración.
- Si existe alguna evidencia de reabsorción interna.
- Cuando existe extrema movilidad

IV.2.5.3 Procedimiento (2):

1. **Apertura cameral:** Eliminación y ampliación del techo de la cámara.
2. **Exéresis del tejido pulpar cameral y radicular:** Eliminación de la pulpa cameral con curetas estériles y la pulpa radicular con limas.
3. **Preparación de los conductos radiculares:** Determinar la longitud de los conductos mediante la radiografía inicial. Ampliación y limpieza de los conducto con limas endodónticas. Irrigar con solución salina o hipoclorito de sodio. (Fig. 15)
4. **Obturación de los conductos:** Los conductos se rellenan con una pasta reabsorbible (ver más adelante materiales de obturación).
5. **Relleno de la cámara pulpar:** Rellenar la cámara pulpar con IRM o IV.
6. **Restauración definitiva de la pieza:** Colocación de corona preformada.

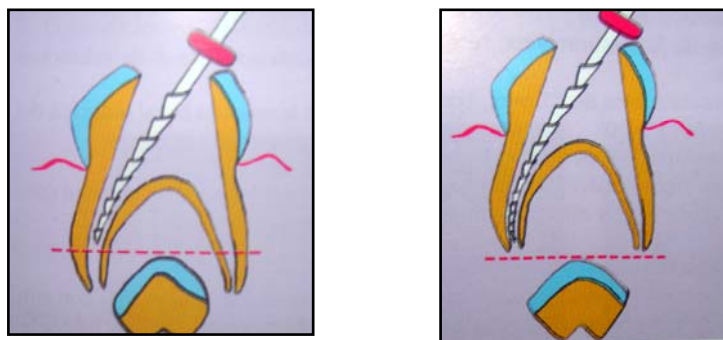


Fig. 15 Técnica de pulpectomía: Extensión de la instrumentación según la posición del diente sucedáneo. (Tomado de Villena H. Endodoncia Pediátrica: Lima-UPCH; 2005)

IV.2.5.4 Materiales de Obturación.

Las pastas obturadoras asumen un papel fundamental para que la reparación del diente se desarrolle de acuerdo con patrones biológicos normales. La elección de estos materiales es de suma importancia debido a la complejidad de los canales radiculares asociada con el proceso de reabsorción fisiológica (56).

Varios investigadores coinciden en que el retiro total del tejido pulpar de los canales radiculares de dientes primarios no puede ser alcanzado debido a su morfología compleja y variable. Es también difícil eliminar la amplia gama de organismos que están a menudo presentes en canales radiculares infectados. Así, la calidad particular de la pasta usada para la obturación, determina el pronóstico en el tratamiento endodóntico de dientes primarios infectados (58). Dentro de las pastas obturadoras encontradas, las más utilizadas en Odontopediatría, son divididas en: pasta de óxido de zinc y eugenol (OZE), las pastas yodoformadas y el hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

Oxido de Zinc-Eugenol.

Composición (57):

- Polvo: Ozn, sílica 5%
acetato de Zn 1%.
- Líquido: Eugenol 85%
H₂O 10%
Ácido acético 1%

Es el material más conocido y popular utilizado universalmente en odontología, no obstante no reúne las características ideales (57) (Fig. 16).

El uso del óxido de zinc-eugenol (OZE) como material de obturación de conductos de dientes primarios fue descrito por Sweet en 1930 (57).



Fig. 16 Óxido de Zinc y Eugenol. (Cortesía: Jacky Asian [monografía] Materiales de obturación en dentición decidua, Lima-2006)

Eurasquin y Murazabe mostraron que el OZE, es irritante para los tejidos periapicales y puede producir necrosis del hueso y del cemento (59) y puede alterar el proceso de erupción del diente sucedáneo. Por esta razón debe tenerse cuidado de no forzar una cantidad excesiva del material para la obturación de los conductos a través del extremo apical (6).

Cuando el eugenol se mezcla con el óxido de zinc se produce una reacción de quelación originando un eugenolato. Al exponerse a un medio acuoso como la saliva, se produce hidrólisis del eugenolato de zinc liberándose el eugenol y produciéndose hidróxido de zinc (61).

El eugenol es un derivado del fenol, es conocido como tóxico y es capaz de producir trombosis de los vasos sanguíneos al ser aplicado directamente sobre el tejido pulpar. Tiene también propiedades anestésicas y se le usa como calmante para aliviar los síntomas de pulpitis dolorosas. Esta propiedad surge probablemente de la capacidad para bloquear la transmisión de las fibras nerviosas (62).

Además tiene propiedades antiinflamatorias actuando como un inhibidor de la síntesis de las prostaglandinas y de la quimiotaxia leucocitaria. Estas propiedades farmacológicas pueden ayudar a la respuesta de los tejidos.

El eugenol puede atravesar la dentina y alcanzar el tejido pulpar. Una colección directa de eugenol sobre tejido vital puede dañarlo. Existen diferentes medios bioquímicos que pueden explicar la citotoxicidad del eugenol. Por otro lado, el eugenol tiene una gran afinidad por las membranas plasmáticas produciendo lesiones celulares (61)..

Los efectos del eugenol dependen de su concentración libre al cual el tejido está expuesto. A bajas concentraciones, ejerce efectos anestésicos y antiinflamatorios locales sobre la pulpa dental (62). A altas concentraciones, el eugenol es citotóxico y tiene un efecto adverso sobre fibroblastos y osteoblastos, produciendo así daño en los tejidos y necrosis. Altas concentraciones capaces de producir efectos citotóxicos pueden ser llevados a los tejidos colocando el eugenol u óxido de zinc y eugenol en contacto directo con el tejido vital (Fig. 17).



Fig.17 Ulceración causada por contacto directo con eugenol

(Figura extraída de Sarrami N, Pemberton MN, Thornhill MH, Theaker ED.

British Dental Journal 2002; 193: 257–59)

El cemento de óxido de zinc fraguado tiene un pH de 6.6 a 8.0 y no es irritante para la pulpa cuando se coloca en cavidades profundas. Aunque antes ha sido utilizado en recubrimientos directos de la pulpa hay acuerdo en considerar al eugenol como irritante (63).

La pasta de OZE ha sido tradicionalmente el material de opción para la obturación de conductos radiculares de dientes primarios. Sin embargo, las preocupaciones han sido relatadas en cuanto a la diferencia entre su porcentaje de reabsorción y del diente; y a la lenta resorción cuando ocurre una sobreobturación (6).

Al listar las cualidades del material obturador, se verificó que éste (56):

- Promueve la neoformación ósea.
- Puede ser fácilmente introducido en los canales radiculares sin perder plasticidad.
- Además se muestra denso, sin señales de contracción y sin solubilidad a los fluidos orales.

Sin embargo, se observa poca adhesividad (56).

Un aspecto que no está a su favor, es que una vez fraguado se mantiene en este estado sin reabsorberse completamente (56), pudiendo mantenerse en los tejidos periapicales durante el proceso fisiológico de reabsorción radicular, especialmente, debido al diferente porcentaje de reabsorción en comparación con la raíz del diente decíduo, y tomar meses y aun años en desaparecer (6).. Coll y Sandrian sugirieron que esto puede ocurrir en no menos del 20 % de casos.

Camp (1984) introdujo la jeringa de presión endodóntica para solucionar el problema de subobtención, el cual es muy usual cuando se utilizan mezclas espesas de OZE. Sin embargo, la **subobtención** es aceptable desde el punto de vista clínico. Los dientes primarios suelen presentar zonas radiolúcidas interradiculares aunque sin lesiones periapicales, y en ocasiones tienen incluso pulpa vital en los ápices (6).

Es más peligroso sobreobturar que subobturar. Debe obtenerse una radiografía a fin de valorar la longitud y la densidad de la obturación final (64).

Hidróxido de Calcio.

Actualmente algunas escuelas de Odontología utilizan rutinariamente el hidróxido de calcio en pulpectomías con resultados positivos, mientras que en otras limitan su uso para técnicas de apicoformación en dientes no vitales de dientes permanentes jóvenes.

Para llevar el hidróxido de calcio al interior del conducto, se prepara la pasta con solución salina en una consistencia más o menos densa y luego colocada en la entrada del conducto radicular, con una torunda de algodón se empuja la masa apicalmente teniendo el cuidado de no sobrepasar el ápice. En conductos delgados de las molares deben emplearse además, los instrumentos endodónticos previamente utilizados imprimiéndoles ligeros movimientos de bombeo. También pueden utilizarse productos comerciales que presentan el hidróxido de calcio premezclado en jeringas de plástico, que facilitan la administración del producto (2). Se han publicado en Japón diversas investigaciones clínicas e histopatológicas sobre una mezcla de hidróxido de calcio y yodoformo (Vitapex®, Neo Dental Chemical Products Co, Tokio, Japón).

Vitapex ®

El material obturador para dientes deciduos tratados endodónticamente que contiene $\text{Ca}(\text{OH})_2$, yodoformo y silicona recibe el nombre comercial de Vitapex ® (64)

Composición (65):

- Hidróxido de calcio 30.3%

Estimula las células blásticas que ayudan a la apexogénesis.

El pH alto neutraliza las endotoxinas producidas por bacterias anaeróbicas.

- Yodoformo 40.4%

Bacteriostático

Radio-opacidad aumentada

- Aceite de Silicona 22.4%

Lubricante que asegura un cubrimiento completo de las paredes del canal.

Nunca endurece; el hidróxido de calcio solubilizado permanece activo en el canal radicular (Fig. 18).



Fig. 18 Vitapex (Fig extraída de Neodental Internacional Inc. [fecha de acceso: 10 de febrero 2008]. Disponible http://www.neodental-intl.com/pdf/portuguese/vitapex_manual.pdf)

Una situación que genera nuevas líneas de investigación con el hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), es su reabsorción rápida en el interior del conducto, como ocurre con el Vitapex, dejando espacios vacíos en la obturación (2).

La adición del yodoformo al $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mejora la radiopacidad y añade a un agente antibacteriano a la pasta. Es un material de obturación excelente para dientes deciduos que reciben tratamiento de pulpectomía (66).

Características del Vitapex

Un seguimiento clínico y radiográfico verificó que el material (64)

- Es de fácil aplicación.
- Radiopaco.
- Desinfecta el canal.
- Promueve la apexificación.
- Aplicación rápida y sencilla.
- Antibacteriano y bacteriostático.
- No presenta efectos tóxicos a los sucesores permanentes.
- Se reabsorbe un poco más rápido que las raíces de los dientes deciduos.
- Puede ser retirado con facilidad en caso sea necesario.

Por estas razones, Machida (1983) considera que la mezcla de hidróxido de calcio y yodoformo es el material casi ideal de obturación para dientes primarios (15).

Según Nurko et al (1999), el Vitapex ® puede reabsorberse en el tejido periapical en una semana a 2-3 meses; sin embargo, Walkhoff's sostiene que cuando esta pasta se sobreextiende al foramen apical se reabsorbe dentro de una a dos semanas y en ninguno de los dientes permanentes existe alteraciones en su esmalte u otros defectos morfológicos (67).

El Vitapex® puede ser utilizado como material de obturación temporal o permanente para canales radiculares luego de una pulpectomía. Puede ser utilizado sólo (dentición decidua) o conjuntamente con gutapercha (dentición permanente). También es ideal para el tratamiento de canales radiculares infectados y para pulpotomías en dientes deciduos (65).

Este material está indicado como material de obturación intrarradicular, apexificación, control de exudado, lesiones periapicales y perforaciones (65).

En Estados Unidos se expende un preparado con una composición similar, con contenido de óxido de zinc, bajo el nombre de *Endoflas* (Sanlor Laboratorios, A.A. 7523 Cali, Colombia S.A.) (15) (Fig.14). Esta pasta se obtiene de una mezcla de polvo que contiene tri-iodometano y yodo dibutilorthocresol (40.6 %), óxido de zinc (56.5 %), hidróxido de calcio (1.07 %), y el sulfato de bario (1.63 %) con un líquido que consiste en eugenol y paramonoclorofenol.

Según el fabricante, el Endoflas es un material hidrófilo, de ahí que puede ser usado en canales suavemente húmedos; firmemente se adhiere a la superficie del canal de la raíz para proporcionar un buen sellado; tiene la capacidad de desinfectar los túbulos dentinarios y los canales accesorios poco accesibles que no pueden ser desinfectados o limpiados mecánicamente; tiene un amplio espectro de efecto antibacteriano, sus componentes son biocompatibles y es reabsorbible. (68)

Este material puede ser usado como material alternativo en obturación de conductos radiculares de dientes deciduos. Una condición para el éxito, es la prevención de microfiltración. Un estudio retrospectivo sobre este material obtuvo aproximadamente 70% de éxito después de cuatro años de seguimiento (2).

La diferencia entre el Endoflas y otras pastas es la posterior reabsorción cuando es extravasado extrarradicular, pero no intrarradicular (2)



Fig. 19 Endoflas F.S (Fig extraída de Sanlor Laboratorios [sede Web] lugar de publicación Miami (fecha de acceso 11 de febrero 2008) disponible en <http://www.pastafs.com/en/principal.htm>)

Mani et al (2000), al comparar materiales obturadores utilizando pasta de base de Ca(OH)_2 y en base de OZE, obtuvieron 86.7% de éxito contra 83.3% después de 6 meses de seguimiento respectivamente. Rosendahl y Weinert-Grodd (1995) tuvieron éxito en la utilización del Vitapex ® en molares deciduos después del seguimiento hasta completar la exfoliación de los dientes (61).

Mortazavi y Mesbahi (2004) compararon el OZE con el Vitapex ® en el tratamiento del canal radicular de dientes deciduos necrosados. Aproximadamente el 48.6 % de los casos en el grupo ZOE y el 77.8 % del grupo Vitapex ® mostraron regeneración y

reducción del tamaño del área radiolúcida después de 3 meses. En el grupo Vitapex ®, no había ninguna prueba de material extravasado cuando se evaluó a los 3 meses. En dos de los pacientes en el grupo OZE, la desviación del camino normal de erupción fue diagnosticada en el diente del sucesor después de 10-16 meses sin ninguna prueba encontrada preoperatoriamente. Las partículas del material OZE extravasado, no fueron cambiadas en el tamaño hasta después de 10-16 meses. El porcentaje de éxito total (clínico y radiográfico) era el 100 % para Vitapex ® y el 78.5 % para OZE en el período de continuación del 10-16 mes. La diferencia en el éxito era estadísticamente significativa (59).

El porcentaje de éxito total del 78.5 % alcanzado en el grupo OZE, es casi compatible con los resultados de Gould, Coll et al., Flaitz et al. y Yacobi et al., quienes por separado emplearon el OZE para el tratamiento del canal radicular de dientes necróticos primarios y relataron tarifas de éxito entre el 76 % al 84 % después de una continuación media de 28 meses (63).

El nivel alto de éxito tanto en el OZE como en grupos del Vitapex ®, en parte puede estar relacionado con la cantidad mínima de resorción de raíz preoperatoria de los casos. Esto es compatible con el trabajo de Coll y Sandrian, quienes demostraron que la pulpectomía tratada con dientes con mínima o ninguna resorción de raíz preoperatoria tenía una tarifa de éxito considerablemente más alta que aquellos con la resorción de raíz excesiva (61).

En todos los pacientes en el grupo de OZE con el material extravasado más allá del ápice, las partículas de OZE eran radiográficamente evidentes y sin cualquier reducción significativa del tamaño hasta después de 10 a 16 meses. Estas conclusiones son compatibles con los informes de Pregonero y Lockett, Spedding y Fuks y Eidelman; quienes declararon que la sobreobturación con el material de OZE no se reabsorbió y tomó meses o hasta años en desaparecer. La observación de dos casos de dientes desviados sucedáneos en el grupo OZE después de 10-16 meses confirmó las conjeturas de Ranly y García-Godoy en cuanto a las desviaciones de los dientes permanentes que se desarrollan (60).

Uno de los objetivos principales del tratamiento de pulpectomía es conservar el diente primario, el cual debe mantener el espacio para la erupción del diente sucedáneo en una posición apropiada, promoviendo el desarrollo normal de oclusión. Por lo tanto, si la

desviación del diente sucesor ocurre después del tratamiento del precursor, poco efectivo es el tratamiento (50).

Contrariamente a las conclusiones en el grupo OZE, ninguna prueba de partículas restantes fueron vistas después de 3 meses en pacientes del grupo Vitapex® que también se había sobreobturado con este material, sugiriendo que el material expulsado hubiera sido completamente resorbido (63). Esto es de acuerdo con el trabajo de Nurko y García-Godoy, quien sugirió que la resorción del Vitapex® expulsado tomara de 1-2 semanas a 2-3 meses.

Contrariamente a las conclusiones de Machida; sin embargo, no había ninguna prueba del Vitapex® dentro de los canales de la raíz que se había reabsorbido en cualquiera de los pacientes en este estudio durante el período de continuación de 16 meses. Es probable que la eliminación rápida del Vitapex® expulsado y el hecho de que esto no endurezca pueda ser considerado como una de las ventajas más importantes del Vitapex® sobre OZE. El Vitapex® fácilmente puede fluir en los canales radiculares estrechos y tortuosos de dientes primarios, y alcanzar el ápice o hasta más allá (63).

Puede ser asumido que el éxito más alto del Vitapex® en comparación con OZE puede ser relacionado con las dos características principales de esta pasta (64).

1. A diferencia del OZE, el Vitapex® rápidamente puede ser eliminado del tejido periapical y no endurece, y por lo tanto, la probabilidad de desviación en el diente sucesor es reducida al mínimo (58).

2. También parece que los dos componentes principales del Vitapex® (el hidróxido de calcio y el yodoformo) son responsables de sus propiedades más altas antibacterianas. Estos dos puntos pueden ayudar a explicar la diferencia entre las tarifas de éxito de OZE y Vitapex® (60)..

Otro estudio a su favor es el de Nurko et al (2000), quienes presentaron un caso clínico de reabsorción del material en el canal pulpar en dentición decidua después de utilizar Vitapex®. Fue un estudio clínico-radiográfico de 38 meses de seguimiento realizado en dientes anteriores primarios, en el cual se presenta una reabsorción de esta pasta dentro de los canales y cuando esta se extravasó, el resultado clínico y radiográfico fue excelente (62).

Estos altos porcentajes de éxito clínico, así como la carencia de efectos tóxicos y deletéreos sobre el diente permanente, combinando su radiopacidad y reabsorción, han

conducido a autores declarar este material como casi ideal para la obturación de canales radiculares en dientes deciduos (60)..

Pastas Yodoformadas.

Las pastas yodoformadas son antimicrobianas, poseen rápida reabsorción cuando son extravasadas, presentan facilidad de inserción y remoción del material y el índice de reabsorción es semejante al diente deciduo.

Es más tolerable y efectiva a nivel local, su comportamiento reabsortivo es favorable, características que la convierten probablemente en la mejor elección para pulpectomías (57).

Pasta KRI (Pharmachemie, Haarlem, Holanda)

Es un material obturador utilizado en dientes deciduos compuesto por yodoformo, paramonoclorofenol alcanforado (PMCC) y mentol (6).

Composición :

- P-Clorofenol: 2.02%
- Alcamfor: 4.8%
- Mentol: 1.2%
- Yodoformo: 80.8%

Características de la Pasta KRI

La aparición de este material impulsó a la realización de estudios en dientes deciduos, donde fue observado:

- Acción bactericida.
- Facilidad de inserción.
- Capacidad de penetración en los tejidos.
- Rápida reabsorción del material extravasado.
- Se reabsorbe rápidamente en el área de la furcación y áreas periapicales en una o dos semanas.
- Sustitución de tejido de granulación por tejido reparador.
- Es radiopaco.

- Ausencia de efectos desfavorables en los dientes permanentes.
- Es de fácil retiro ya que la pasta yodoformada no endurece.

Algunos estudios evaluaron el éxito clínico y radiográfico de dientes deciduos tratados endodónticamente con la pasta KRI. Rifkin (1980) obtuvo 89% de éxito en molares deciduas después de un seguimiento de 1 año, García-Godoy (1987) relató 95.6% de éxito en el tratamiento de dientes deciduos unirradiculares después de 2 años. Además de esto, fue citada la facilidad de la remoción del material en casos de retratamiento y fue constatado cambio de color del diente después del término del tratamiento, por acción del yodoformo. Sin embargo, este producto ha sido superado actualmente por el Vitapex ®.

Un estudio realizado por Wright et al (1994), evaluó los efectos antimicrobianos y citotóxicos de la pasta KRI y la pasta de OZE, en donde el OZE produjo una zona de mayor inhibición bacteriana que la pasta KRI. La citotoxicidad de la pasta KRI permaneció alta independientemente del tiempo de contacto con la célula, mientras que la citotoxicidad de OZE disminuyó. Concluyen que el OZE tiene mejor actividad antimicrobiana y más baja citotoxicidad que la pasta KRI .

Pasta de Maísto (Man & Zilberman,1989).

Este material obturador está compuesto de una mezcla de yodoformo esterilizado con paramonoclorofenol alcanforado-mentol al que se añade óxido de zinc, timol y lanolina; da excelentes resultados en dientes primarios infectados. El yodoformo, se dice que es un polvo de color amarillento, poco soluble en agua, pero soluble en alcohol, éter y aceite de oliva; contiene un alto porcentaje de yodo (96,7 %) ⁷³.

Composición:

- Óxido de zinc (14,0g)
- Yodoformo (42,0g)
- Timol (2,0g)
- Clorofenol alcanforado (3,0ml)
- Lanolina (0,5g)

Esta pasta es marcadamente radiopaca y se reabsorbe rápidamente en la zona periapical y más lentamente dentro del conducto radicular. Su utilización en odontología data de mediados del siglo XIX, pero esencialmente fue Walkhoff quien inicialmente lo empleó para obturar conductos radiculares. Su valor como antiséptico es relativo, pero se cree que su acción benéfica sobre la reparación de extensas lesiones periapicales, puede ser debido a ⁷³:

- 1) La liberación del yodo en contacto con el tejido periapical.
- 2) La estimulación de la formación de nuevo tejido de granulación que contribuye posteriormente a la reparación ósea.
- 3) Actúa en mejores condiciones privado de oxígeno y en medio alcalino. Pero nada de esto ha sido probado en forma concluyente.

Maísto, en su trabajo concluye lo siguiente: 1) la sobreobturbación del conducto, con este material se reabsorbe con una velocidad promedio de dos a tres días por cada mm² controlado radiográficamente, 2) la desobturbación del conducto no ofrece dificultades, por lo que permite rehacer el tratamiento, si fuese necesario, 3) existe la posibilidad de lograr "esterilización" del conducto, por la condición del pH alcalino presente en el mismo, y por último 4) se logra la reparación de las zonas periapicales previamente afectadas.

Una evaluación clínica-radiológica del OZE y la pasta de Maísto realizada por Reddy et al (1996), mostró un éxito del 100 % con la pasta de Maísto. Cinco dientes que fueron sobreobturados con la pasta de Maísto mostraron resorción completa del material en exceso en 3 meses, mientras que los dientes que fueron sobreobturados con OZE mostraron resorción incompleta del material de exceso hasta después de 9 meses. El OZE mostró regeneración del hueso sólo en un 26.7% mientras que con la pasta de Maísto fue de 93%. La curación completa de la patología interradicular fue vista sólo con la pasta de Maísto. Sin embargo, la patología estuvo presente en el 40% de dientes tratados con OZE hasta después de 9 meses. Concluyen que la pasta de Maísto es superior a la pasta de OZE tanto en evaluación clínica como radiográfica realizada en un período de 9 meses, en relación con la regeneración del hueso, curación de patología radicular y resorción del material en exceso.

Pasta Guedes-Pinto

- **Composición :** Yodoformo, Paramonoclorofenol alcanforado, Rifocort.

En Brasil, en 1981, Guedes-Pinto, Paiva y Bozzola realizaron un trabajo clínico que agrupa 45 dientes con pulpa afectada y utilizaron como material obturador una pasta compuesta por yodoformo, paramonoclorofenol alcanforado (PMCC) y Rifocort (crema dermatológica que contiene acetato de prednisolona y rifamicina) a partes iguales (Fig. 20). Después de un seguimiento de 1 año, hubo apenas un caso de fracaso. Estos autores afirman que el material obturador presentaba una óptima propiedad antiséptica, era reabsorbible y reducía la reacción antiinflamatoria después del término del tratamiento. Posteriormente, este material recibe el nombre de PASTA GUEDES-PINTO



Fig. 20 Composición de la pasta Guedes-Pinto (extraído de Jacky Asian: [monografía] Materiales obturadores en dentición decidua. Lima 2006)

Debido a su composición, la pasta Guedes-Pinto presenta las siguientes características:

- Óptima propiedad antiséptica.
- Buena tolerancia tisular así como un control de la reacción inflamatoria moderada post-endodóntica.
- Es reabsorbible al contacto con el tejido conectivo, se reabsorbe rápidamente cuando es extravasado.
- Es radiopaca.
- En caso sea necesaria su remoción posterior es fácil realizarla.

La pasta Guedes-Pinto, ha demostrado excelentes resultados en la terapia pulpar tanto en dientes vitales como en estado de gangrena pulpar. Consiste en el uso de un antiséptico caracterizado de lenta liberación de yodo y del ungüento Rifocort® compuesto por antibiótico de amplio espectro, rifamicina y un potente corticoide

prednisolona que garantiza el requisito antiinflamatorio y bactericida necesario para el éxito de la terapia.

En un estudio microbiológico in vivo, que comprendió 25 casos de la referida pasta, fue obtenida una reducción bacteriana en 48% de los casos después de una semana de obturación de los conductos radiculares.

Rontani, Petters y Renci (1989) realizaron un estudio clínico, utilizando la técnica preconizada por Guedes Pinto, Paiva y Bozzola (1981) utilizando formocresol como medicamento de espera durante 7 días. Los resultados radiográficos, después de un año de seguimiento, presentaron aproximadamente 95% de éxito.

Aunque con buenos resultados clínico-radiográficos con el empleo de la pasta yodoformada, hay necesidad de investigar la duración de la actividad antibacteriana en casos de tratamientos que deban durar más de 5 años.

Pabla et al (1997), realizaron una evaluación de la eficacia antimicrobiana del OZE, pasta KRI, pasta de Maísto y Vitapex ® contra bacterias aeróbicas y anaeróbicas (*S. aureus*, la *S. viridans*, *S. faecalis*, *B. melaninogenicus* y otras bacterias). Todos los materiales eran estadísticamente diferentes el uno del otro en cuanto a su actividad antimicrobiana. La pasta de Maísto mostró eficacia antibacteriana superior a las demás pastas. El OZE apareció como el segundo mejor, seguido de la pasta KRI. El Vitapex ® mostró una actividad antimicrobiana menor. Similares resultados fueron observados por Estrela et al (2000), coincidiendo en que el Vitapex ® tiene los más bajos resultados en cuanto a la actividad antimicrobiana.

Un estudio brasilero concluyó que las pastas yodoformadas son, sin duda, las más utilizadas en las Universidades correspondiendo al 66% de las instituciones del país.

Finalmente, no existe material de obturación ideal de los conductos radiculares de dientes primarios. Todos los, ya existentes en el mercado, presentan ciertas desventajas. Quedaría como compromiso para el futuro la realización de mayores investigaciones que comprendan estudios histopatológicos así como estudios clínicos a largo plazo para hallar contundentemente el material que se requiere (2).

V. CONCLUSIONES

1. El diagnóstico preciso del estado pulpar es vital para un buen tratamiento; asimismo, la elección del material a utilizar en el procedimiento, es de gran importancia para tener éxito en la terapia.
2. El diagnóstico radiográfico es de suma importancia pues además, verificará el éxito del tratamiento a corto, mediano y largo plazo.
3. La accesibilidad y la economía, serán factores que influyan en la elección de algún material obturador.
4. El formocresol es el material de mayor elección por los odontopediatras para el tratamiento de pulpotomía a pesar que se le ha atribuido características mutagénicas y carcinogénicas.
5. Debido a la reabsorción interna que produce, el hidróxido de calcio no esta indicado en pulpotomías en dientes deciduos, sin embargo, posee características favorables para el recubrimiento pulpar indirecto.
6. El sulfato férrico hasta el momento ha logrado buenos resultados por sus propiedades hemostáticas, pero hasta el momento faltan estudios que corroboren dichas afirmaciones como obturador ideal.
7. A pesar, del progreso de la Ingeniería Tisular y todos sus alcances para la regeneración de la pulpa, aún quedan muchos estudios a realizar, en especial en el campo de las Proteínas Morfogenéticas.
8. Debido a la falta de estudios clínicos a largo termino, no se puede avalar un éxito concreto a los métodos no farmacológicos, como el láser y electrofulguración.
9. El OZE es el material más utilizado para la obturación de conductos radiculares en dentición decidua.
10. El Vitapex ® parece ser una alternativa al OZE en pulpectomías de dientes necróticos, ya que se reabsorbe rápidamente y no es irritante.
11. El Endoflas F.S. posee un porcentaje de reabsorción similar con la del diente deciduo; sin embargo, se requiere de más estudios a largo plazo que garanticen su éxito.

12. Actualmente existen una variedad de sustitutos al formocresol y al OZE, pero también se debe resaltar la falta de estudios a largo plazo que corroboren ese éxito frente a los materiales tradicionales.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Souza R, Colombo N, Pinto J, Silva Y, Djalma J. Importance of diagnosis in the pulpotomy of immature permanent teeth. *Braz. Dent* 2007; 18(3): 2-7
2. Villena H. *Endodoncia Pediátrica*, 2da ed. Lima-Perú 2005
3. Seltzer S, Bender. *The dental pulp*, 3 ed. Philadelphia, Lippincot, 1984
4. Villena H. *Terapia Pulpar*. 1 era ed. Lima – Perú 2001
5. Belanger GK: *Pulpar therapy for primary dentition*. JR, editor: *Ped dent: Infancy though adolescence*, Philadelphia, 1998
6. Fucks AB: *Pulp therapy for Primary dentition*. In Pinkham JR, editor. *Pediatric dentistry infancy though adolescence*. Philadelphia 1999.
7. Rafaart S. *Pulp therapy in the primary dentition*. *NY Dent J*. 1999; 65(3) 18-22.
8. Feigal, Robert et al. *Indirect treatment of primary posterior teeth: a retrospective study*. *Oral health* 2004; 94(1) 19-21
9. Nunn JH, Smeaton I, Gilroy J. *The development of formocresol as a medicament for primary molar pulpotomy procedures*. *Am J Dis Child* 1996; 63 (1): 513.
10. Roberts JF. *Treatment of vital and non-vital primary molar teeth by one-stage formocresol pulpotomy: clinical success and effect upon age of exfoliation*. *International Journal of Paediatric Dentistry* 1996; 6: 1115.
11. Fuks AB. *Terapia pulpar para dientes temporales y permanentes jóvenes y conceptos actuales en odontopediatria restauradora*. 2001; 341–53
12. Lewis B. *Formaldehyde in dentistry: a review for the millennium*. *Ped dent* 1998; 22(2): 16777
13. Fernández Domínguez H, Mendoza Mendoza A, Solano Reina E. *Pulpotomía: estudio comparativo entre glutaraldehído al 4% y formocresol al 20% en dientes temporales vitales*. *Acta Odontol Pediatr* 2000; 8(1): 1925
14. Fucks AB. *Tratamiento pulpar para la dentición primaria*. En: Pinkham JR, Casamassimo PS, Fields HW, McTigue DJ, Nowak A. *Odontología pediátrica*. 2ªed. México: Interamericana. McGraw-Hill; 1996. p. 33447.
15. Ranly DM. *Pulpotomy therapy in primary teeth: new modalities for old rationales*. *Pediatr Dent* 1994; 16(6):403–9
16. Wemwa JC. *Glutaraldehyde: a nw fixative in endodontics*. *J dent Res* 1973; 52(3): 601

17. Ketley CE, Goodman JR. Formocresol toxicity: is there a suitable alternative for pulpotomy of primary molars *Int J Paediatr Dent* 1991; 2: 6772.
18. Barreiro A. A conservative approach to the pulpotomy in primary teeth. *J Clin Pediatr Dent* 1998; 28(2): 1035
19. Alacam A. Pulpal tissue changes following pulpotomies with formocresol, glutaraldehyde-calcium hydroxide, glutaraldehyde-zinc oxide eugenol pastes in primary teeth. *J Pedod* 1989; 13: 12332
20. Hill S, Berry CW, Seale NS, Kaga M. Comparison of antimicrobial and cytotoxic effects of glutaraldehyde and formocresol. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 71: 8995.
21. Fuks AB, Eidelman E, Cleaton-Jones P. Pulp response to ferric sulfate, diluted formocresol and IRM in pulpotomized primary baboon teeth. *ASDC J Dent Child* 1997 Jul: 2549
22. Méndez Blanco VM, Alvarez Congost C, Alvarez Brasa C. Pulpotomías en la dentición decidua: buscando alternativas. *Acta Odontol Pediatr* 1995; 4(3): 1459.
23. Segura JJ, Jiménez Rubio A, Guerrero JM, Calvo JR, Feito JJ. Effect in vitro of Tiffel (formocresol-eugenol) on macrophage adhesion. *Int Endod J* 1998; 31: 1126.
24. Rusmah M. Pulpal tissue reaction to buffered glutaraldehyde. *J Clin Pediatr Dent* 1992; 16(2): 1016
25. Ranly DM, García Godoy F. Current and potential pulp therapies for primary and young permanent teeth. *J Dent* 2000; 28: 15361.
26. Shumayrikh NM. Clinical evaluation of glutaraldehyde with calcium hydroxide and glutaraldehyde with zinc oxide eugenol in pulpotomy of primary molars. *Endodontics and dental traumatology* 1999; 115:258-64.
27. Rushman M. Pulpal tissue reaction to buffered glutaraldehyde. *J Clin Pediatr Dent*. 1992; 16(6):403-9
28. Sinivasan V, Patchett C, Waterhouse P. Is there life after Buckley's Formocresol Part I – A narrative. *Int J Paediatr Dent* 2006; 16(2):117–27
29. Mc Donald RE, Avery DR. *Odontología Pediátrica y Del Adolescente*. 5ta ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 1990

30. Rosendahl R, Weinert-Grodd A. Root canal treatment of primary molars with infected pulps using calcium hydroxide as a root canal filling. *J Clin Pediatr Dent* 1995; 19(4):255-8
31. Carrotte P. Endodontic treatment for children. *Br Dent J* 2005; 198(1):9–15
32. Sorbe R. *Conceptos basicos en odontologia Pediatrica*. Venezuela: Disinlimed CA;1996
33. Mani, SA, Chawla HS, Tewari A, Goyal A. Evaluation of calcium hydroxide and zinc oxide eugenol as root canal filling materials in primary teeth. *J Dent Child* 2000; 67(2):142-7
34. Smith NL, Seale NS, Nunn ME. Ferric Sulfate pulpotomy in primary molars: a retrospective study. *Pediatr Dent* 2002; 22(3):192-9
35. Fei AL. ferric sulfate as a pulpotomy agent inprimary dentition. *J Pediatr Dent*.1991;13:123-32.
36. Ibriamecevic H, Al Jame. Ferric Sulfate as pulpotomy agent in primary teeth. *J Clin Pediatr Dent*. 2000;24(4):269-72
37. Torabinejad M, Chivian N. Aplicaciones clínicas del agregado trióxido mineral. *Endodoncia* 1999, 17(3): 15971
38. Miñana-gomez M. El agregado Trióxido Mineral en endodoncia. *RCOE* 2002;7(3):499-502.
39. Carlos Boveda. El odontólogo invitado. Aplicación clínica del Agregado Trióxido Mineral (MTA) en endodoncia. [Citado 2001] Disponible en: dirección: [http:// www. carlosboveda. com/ Odontologosfolder/odontoinvitadoold/ odontoinvitado 7.ht](http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado7.ht)
40. Schwartz RS, Mauger M, Clement D, Walker WA. Mineral Trioxide Aggregate: a new material for endodontics. . *J Amerc Dent Assoc*1999; 130: 96775.
41. FadaviS, Anderson AW. Freeze-dried bone in pulpotomy procedures in monkey. *Journal of paedodontics* 1989;13:108-10
42. Cortés O, Boj JR, Canalda C, García C. Metodología para estudios histológicos pulpares en ratas. *Endodoncia* 2001; 19(1): 319.Henostroza N, Gomez P. Proteínas Morfogenéticas. *Rev Estomatol Herediana* 1999; 9(1-2):32-7

43. Fuks AB, Jones PC, Michaeli Y, Bimstein E. Pulp response to collagen and glutaraldehyde in pulpotomized primary teeth of baboons. *Pediatr Dent* 1991; 13(3): 14250.
44. Nurko C, García-Godoy F. Evaluation of a calcium hydroxide/ iodoform paste (Vitapex) in root canal therapy for primary teeth. *J Clin Pediatr Dent* 1999; 23(4): 28994.
45. Nakashima M. The induction of reparative dentine in the amputated dental pulp of the dog by bone morphogenetic protein. *Archives of oral biology* 1990; 35:4937.
46. Rutherford RB, Whale J, Rueger D, Charette M. Induction of reparative dentine formation in monkeys by recombinant human osteogenic protein-1. *Archives of Oral Biology* 1993; 38(7): 5716.
47. Mack RB, Dean JA. Electrosurgical pulpotomy: a retrospective human study. *J Dent Child* 1993; 60: 10714.
48. Shaw DW, Sheller B, Barrus BD. Electrosurgical pulpotomy. A 6 months study in primates. *J Endod* 1987; 13(10): 5005.
49. Costa CB, Barcelos R, Guimaraes L. Soluções irrigadoras e Materiais Obturadores Utilizados na Terapia Endodôntica de Dentes Decíduos. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr* 2005; 5(1)75-83
50. Serrani N, Pemberton MN, Thornhill MH, Theaker ED. Adverse reactions associated with the use of eugenol in dentistry. *Br Dent J* 2002; 193(5):257-9
51. Mortazavi M, Mesbahi M. Comparison of zinc oxide and eugenol, and Vitapex for root canal treatment of necrotic primary teeth. *Int J Paediatr Dent* 2004; 14(6):417-24
52. Cárdenas D. Pautas de manejo para la Terapia Pulpar en Dentición Decídua. *Rev Acad Colomb Odontol Pediat* 1998 ; 2 (1)
53. Costa CB, Barcelos R, Guimaraes L. Soluções irrigadoras e Materiais Obturadores Utilizados na Terapia Endodôntica de Dentes Decíduos. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr* 2005; 5(1)75-83
54. Markowitz K, Moynihan M, Liu M, Kim S. Biologic properties of eugenol and zinc oxide-eugenol. A clinically oriented review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992; 73(6):729-37

55. Serrani N, Pemberton MN, Thornhill MH, Theaker ED. Adverse reactions associated with the use of eugenol in dentistry. *Br Dent J* 2002; 193(5):257-9
56. Kramer PF, Faraco IF, Feldens CA. Estudo atual da terapia pulpar nas universidades brasileiras Pulpotomia e pulpectomia em dentes decíduos. *J Bras Odontol Bebe* 2000; 3(3):222-30
57. Pinkham JR. *Odontología pediátrica*. México D.F. Interamericana. McGraw – Hill; 1991
58. Neo Dental International Inc. http://www.neodental-intl.com/pdf/portuguese/vitapex_manual.pdf
59. Nedley MP. The pulpectomy in primary teeth. *J Mich Dent Assoc* 2002; 84(8):38-42
60. Cueto M, De la Cruz D. *Alternativas de Tratamiento Pulpar en Dentición Decidua*. Monografía. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2001
61. Moskovitz M, Sammara E, Holan G. Success rate of root canal treatment in primary molars. *J Dent* 2005; 33(1):41–7
62. 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* 2006; 102(6):e40-4
63. Mortazavi M, Mesbahi M. Comparison of zinc oxide and eugenol, and Vitapex for root canal treatment of necrotic primary teeth. *Int J Paediatr Dent* 2004; 14(6):417–24
64. Coll JA, Sandrian R. Predicting pulpotomy success and its relationship to exfoliation and succedaneous dentition. *Pediatr Dent* 1996; 18(1):57–63
65. Nurko C, Ranly D. Resorption of a calcium hydroxide/iodoform paste (Vitapex) in root canal therapy for primary teeth: A case report. *Pediatr Dent* 2000; 22(6):517-20