

223
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

REVISION BIBLIOGRAFICA DE LAS TECNICAS
DE PULPOTOMIA CON HIDROXIDO DE CALCIO
Y CON FORMOCRESOL

T E S I S I N A

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A :

BENEDICTINA PEDRAZA MARTINEZ

[Signature]
ASESOR

DRA. AMALIA BALLESTEROS VIZARRA

[Signature]

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1994





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

MA. ISABEL MARTINEZ SANCHEZ (♡)
UBALDO PEDRAZA AUSTRIA (♡)

Porque siempre me educaron con el ejemplo más que con la palabra. Porque mientras vivieron me dieron amor y energía que me ayudó a salir adelante y no claudicar.

A MIS HIJOS:

JOSE LUIS RIVERA PEDRAZA
LUIS ALBERTO RIVERA PEDRAZA

Por soportar mi ausencia que nos permitió alcanzar un objetivo más en nuestras vidas.

A MI ESPOSO:

JOSE LUIS RIVERA REDONDO.

Por su apoyo y comprensión.

CON GRATITUD A:

DRA. AMALIA BALLESTEROS VIZCARRA

Por su dedicación y por sus enseñanzas, por la constructiva asesoría que ha dejado en mí un interés por la investigación en esta área por demás interesante.

**DRA. LOURDES VALLEJO.
DRA. IMELDA BARRADAS RODRIGUEZ.
DR. ENRIQUE RUBIN IBARMEA.
DR. CARLOS TINAJERO MORALES.
DRA. GABRIELA MARTINEZ SOTO.
DRA. SARA MARCELO SILVA.**

Por su paciencia en la supervisión y orientación en la Clínica de Endodoncia.

A todas aquellas personas que de alguna forma contribuyeron en mi formación.

AL DOCTOR Y MAESTRO

Para mi eres un héroe que venero,
tú lo has dado todo sin pedir nada,
vas por la vida cumpliendo un deber
que tu consideras sagrado; pero, que
es apreciado sólo por unos cuantos.

Tu no necesitas condecoraciones
porque eres doctor y maestro
por vocación y para tí la cátedra
es un apostolado; te doy mi mano
para estrechar la tuya y
decirte en nombre de todos.

MUCHAS GRACIAS.

INDICE

INTRODUCCION	Pág
CAPITULO I	
PULPOTOMIA CON HIDROXIDO DE CALCIO.....	1
ALGUNAS INVESTIGACIONES REALIZADAS SOBRE LA PULPOTOMÍA CON HIDROXIDO DE CALCIO.....	16
CAPITULO II	
PULPOTOMIA CON FORMOCRESOL.....	39
ALGUNAS INVESTIGACIONES REALIZADAS SOBRE LA PULPOTOMIA CON FORMOCRESOL.....	59
CONCLUSIONES	74
BIBLIOGRAFIA	76

INTRODUCCION

La pulpotomía recibe varias denominaciones, pulpectomía vital (9), pulpectomía parcial (5), pulpotomía cameral (13), amputación pulpar (7), biopulpectomía parcial (18).

La pulpotomía es la exéresis o remoción de la pulpa cameral (12). Está indicada como tratamiento temporal, cuando hay exposiciones cariosas o traumáticas en dientes jóvenes. El tejido pulpar coronal, infectado e inflamado debe eliminarse para permitir que el tejido subyacente no inflamado., permanezca sin alteración. En especial, la pulpotomía está indicada en dientes de la segunda dentición con formación incompleta de sus extremos radiculares. La pulpotomía carece de valor y no debe hacerse en dientes con necrosis pulpar total. (27)

Entre las ventajas que tiene la pulpotomía estan: Es una intervención sencilla y rápida, es económica para el paciente, porque se evita el tratamiento de los conductos radiculares, sobre todo en niños; no se produce discromía del diente, si se hace con todo esmero; conserva la pulpa radicular viva; el operador no altera el metaendodonto; si no evoluciona favorablemente, queda el recurso de la conductoterapia.

El objetivo de la técnica de la pulpotomía por lo tanto es que persista la pulpa viva dentro de los conductos radiculares para lograr su recuperación. El que este tejido permanezca vivo puede depender del medicamento empleado y el tiempo que éste permanezca en contacto. (12)

Los medicamentos que se colocan en el tejido pulpar radicular son variados y se les ha dado mucha importancia a través del tiempo. Existen en la literatura endodóntica informes de su uso tanto en forma individual como combinados, entre ellos encontramos antisépticos, sustancias cáusticas, agentes antiinflamatorios, antibióticos y enzimas. Etc.

Todos estos fármacos se les utiliza como bacteriostáticos para reducir la infección, pero muchas veces se hace con poco conocimiento de los efectos adversos que provocan en tejido pulpar y adyacente.

Existen dos técnicas asociadas a esta operación. En la primera el hidróxido de calcio se usa con la esperanza de que la pulpa radicular amputada permanezca viva; y en la segunda, la porción amputada se "fija" parcialmente con un medicamento como el formocresol. (9)

CAPITULO I
Pulpotomía con Hidróxido de Calcio

PULPOTOMIA CON HIDROXIDO DE CALCIO

Dentro de los materiales habitualmente empleados para la pulpotomía se encuentra el hidróxido de calcio. Este fue introducido por Hermann en 1930, puede usarse en forma de polvo seco o en forma de pasta que se prepara en el momento, mediante la adición de agua; o en pasta que se expende preparada como el "Pulpdent" o el "Dycal" o el Hydrex, éste es irritante, causa inflamación y necrosis de la pulpa. Cualquiera que sea la forma del preparado usado, el resultado final será satisfactorio siempre que los dientes a tratar se seleccionen cuidadosamente y se realice la técnica del tratamiento en forma correcta. (7)

La pulpectomía con hidróxido de calcio fue muy favorecida en la década de 1940 y mediados de la de 1950 ya que se señalaba que era un material biológicamente aceptable y que mantenía la vitalidad pulpar y promovía la formación de un puente de dentina reparativa. Este razonamiento fue planteado por Teuscher y Zander en 1938 y se denominó técnica "vital" y los estudios histológicos de estos investigadores revelaron que el tejido pulpar más cercano al hidróxido de calcio era el primero en ser necrozado por el alto pH (11 a 12) del compuesto Ca(OH)_2 ; esta necrosis se acompañaba de cambios inflamatorios agudos en los tejidos adyacentes; después de 4 semanas se formaba una nueva capa odontoblástica y posteriormente un puente de dentina, investigaciones posteriores revelaron tres zonas histológicas definidas bajo el hidróxido de calcio después de cuatro a nueve días.

- 1) Necrosis por coagulación.
- 2) Areas de tinción basófila intensa con osteodentina variada.
- 3) Tejido pulpar relativamente normal, un tanto hiperhémico, bajo una capa odontoblástica.

El puente dentinario puede no ser completo y aparecer histológicamente con forma de rosca de domo o de embudo o lleno de inclusiones tisulares. También es posible que el tejido pulpar restante sea aislado por una pared de tejido fibroso sin puente dentinario radiográficamente visible.

Al principio las investigaciones de Brown, Berk y Shoemaker indican una tasa de éxito del 31% con el hidróxido de calcio para dientes primarios y permanentes en un estudio de 2 años, más tarde Law informa un éxito del 49% en un estudio de un año. En todas las investigaciones los fracasos fueron el resultado de la inflamación pulpar crónica y la resorción interna, ésta puede deberse a sobreestímulo de la pulpa primaria por la elevada alcalinidad del Ca(OH)_2 que causa metaplasia en el tejido pulpar y de este modo propicia la formación de odontoblastos.

Sin embargo pese a estos informes desalentadores Phaneuf, Frankl y Rubén obtuvieron éxito significativo con hidróxido de calcio en dientes primarios utilizando diversas preparaciones comerciales como "Pulpdent" y "Dycal". La diferencia en la reacción pulpar a estas preparaciones comerciales puede atribuirse a un pH menor. El hidróxido de calcio incorporado en una base de metilcelulosa como el "Pulpdent", causó la formación de puentes más pronto y con mayor consistencia que los otros tipos de preparaciones con hidróxido de calcio. Schröder, Berk y Krokow consideran que no es esta sustancia por sí misma lo que indica el éxito sino que el estado de la pulpa, el traumatismo quirúrgico o el tratamiento de la herida pueden ser más importantes. (12)

Al año siguiente Zander justificó el empleo del hidróxido de calcio sobre una base bioquímica, proponiendo que los iones de calcio de la medicación producían una precipitación de sales cálcicas de la sangre obteniéndose así el material calcificado del puente de dentina.

Pisanti Suaky y Stark y Cols. Establecieron en 1964 el origen exacto del calcio del puente, utilizando calcio radiactivo. El material radiactivo de la medicación no se detectó en el puente de dentina. Sin embargo, la inyección intravenosa de calcio marcado permitió detectar la presencia de iones radiactivos en el puente. Estos autores concluyeron que el calcio del puente de dentina

procedía exclusivamente del torrente circulatorio y que la medicación creaba las condiciones apropiadas para la formación del puente, aunque no participaba en su formación.

Mitchell y Shankwalker describieron el potencial osteogénico del hidróxido de calcio. Las observaciones clínicas de otros autores indicaban que las pulpas así tratadas planteaban enormes problemas endodónticos posteriores debido al enorme depósito de dentina secundaria, en el caso de que el diente sufriera necrosis pulpar. Este fue el motivo para utilizar otros medicamentos donde no se corría el peligro de los puentes de dentina. (28)

Magnusson (1980) confirmó la idea clínica de que la resorción radicular interna es menos notable y menos frecuente en las radiografías de control posteriores a la pulpotomía con la técnica de formocresol que cuando se utiliza hidróxido de calcio como recubrimiento de la herida. (9)

La tasa de éxitos de la técnica con hidróxido de calcio es difícil de determinar, ya que algunos investigadores informan haber obtenido un índice bajo de éxitos (Via, 1955. Law 1956) en tanto que otros reportan un éxito relativamente alto (Sawyer y Amaral, 1954; Cooke y Rowbotham, 1956; Jeppesen 1971).

Via (1955), Hannah y Rowe (1971) y Rule (1974) consideraron que el fracaso en muchos enfermos puede ser atribuido a resorciones internas, las cuales se encuentran más frecuentemente en la zona de unión de la pulpa coronal y radicular. (9)

En la clínica infantil de la University of Michigan después de revisar 103 casos de más de 800 pacientes tratados con hidróxido de calcio, después de observarlos 25.9 meses detectó 68.9% de fracasos, debido a reabsorción interna. Ostrom, Lyon y Quigley también describieron algunos casos, demostrando que las pulpas tratadas así, además de, puente de dentina, presentaban así mismo degeneración pulpar en el mismo diente. (28)

Cvek.- Informó que la pulpotomía parcial con hidróxido de calcio sobre dientes con exposición pulpar traumática resultan exitosas en el 96% de los casos. (4)

Zander llevó al cabo un control radiográfico de 150 casos tratados con hidróxido de calcio y reveló ausencia de complicaciones periapicales en el 71% de los mismos. Histológicamente pudo apreciar sobre la herida pulpar la formación de una barrera cálcica o puente de dentina con regeneración odontoblástica. (18)

Como ya se ha expresado las consecuencias del uso del hidróxido de calcio son las calcificaciones que aparecen en el conducto radicular y a veces se producen incluso perforaciones durante los intentos por seguir la esclerosis del conducto y llegar hasta el ápice. (28)

Pero a pesar de lo anterior la gran mayoría de los autores están de acuerdo en que el mejor material de que disponemos actualmente para lograr la cicatrización de la pulpa expuesta es el hidróxido de calcio.

El hidróxido de calcio utilizado en endodoncia se obtiene por calcinación del carbonato de Ca. ($\text{CO}_3\text{Ca} \rightarrow \text{OCa} + \text{CO}_2$; $\text{OCa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{OH})_2\text{Ca}$). Se presenta como un polvo fino, blanco e inodoro. Su solubilidad es de 1.2 g. por litro de agua a 25°C y decrece con el aumento de temperatura. Su pH, fuertemente alcalino, es de 12.8. Disolviéndolo en agua a saturación y filtrándolo se obtiene el agua de cal, que es transparente. Cuando hay exceso de hidróxido de calcio en suspensión en el agua, se forma un líquido lechoso y espeso, la lechada de cal.

El contacto prolongado del hidróxido de calcio con el CO_2 del aire o del agua puede carbonatarlo, con lo cual llega a inactivarse por la pérdida de su acción intensamente alcalina. La acción bactericida del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ está limitada a la zona de contacto con las bacterias o con el tejido infectado, dado que la vida bacteriana es incompatible con un pH tan elevado. El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ provoca

hemolisis y coagula las albúminas en la zona superficial del tejido pulpar sobre el que se aplica, necrosándolo. Por debajo de la zona necrótica, la pulpa cicatriza formando una nueva capa de dentina. (18)

El hidróxido de calcio tiene un efecto degenerativo inmediato sobre las células. Los estudios de cultivo realizados por Kawara y Col, demostraron que una pasta de hidróxido de calcio molestaba las membranas celulares, llevando a una degeneración y desintegración celular. Con el tiempo el hidróxido de calcio aparentemente induce cambios de mineralización en los tejidos. Las investigaciones japonesas han sido más extensas, Matsuura y Kitamura, usaron hidróxido de calcio dentro del conducto radicular para tratar la inflamación apical. Las fotomicrografías mostraban no solamente que la inflamación apical disminuía, sino también que el tejido cementoide formado (dentro de los 48 días en algunos casos), cerraba el foramen apical. (27)

De todos los materiales conocidos hasta el presente el hidróxido de calcio es el que logra un proceso de curación más adecuado para la peculiar biología de la pulpa y es el que mayor porcentaje de éxitos ha dado; se encuentra hoy en diferentes formas y con variados nombres. No debe usarse el comercial, por sus impurezas (hasta arsénico), sino el químicamente puro. Tiene un fuerte poder bactericida por su alta alcalinidad (pH 12) y su efecto cáustico produce una necrosis superficial, debajo de la cual se organizan las defensas biológicas de la pulpa. "Se trata, pues de hacer conscientemente un daño, de cuyo efecto resulta finalmente un beneficio". Pero no es la necrosis común, como la producida por el fenol, la cauterización, la que beneficia, sino la producida por la alta alcalinidad de hidróxido de calcio y sus iones cálcicos, la cual conduce a la curación biológica de la herida pulpar. La alcalinidad en general ayuda a los tejidos y especialmente a la pulpa a organizar su barrera cicatrizal. Se cree que allí donde el hidróxido de calcio produce la alcalinidad óptima, se activa la fosfatasa, la que estimula la calcificación de la neodentina con fosfatos de calcio. (13)

El tratamiento exitoso con hidróxido de calcio va a conservar la vitalidad pulpar y favorecerá al cierre normal del ápice. Si este tratamiento se hace con formocresol en dientes permanentes, fijará la pulpa y no conservará su vitalidad, evitando el cierre del ápice. Cuando hay fracturas con exposición pulpar de los incisivos permanentes o temporales con el ápice radicular abierto, es decir que no han terminado su desarrollo y el tratamiento no se puede llevar al cabo inmediatamente con la consecuente contaminación de la pulpa, reducirá su poder degenerativo. (20)

Una ventaja que tiene el hidróxido de calcio sobre el formocresol es la de conservar vivo el remanente pulpar en el conducto o parte de él. Sus desventajas son:

- a) Puede ocasionar una dentinoclasis interna
- b) Una degeneración cálcica pulpar con eventual complicación metaendodóntica. (13)

Es probable que el mecanismo necesario para la formación de dentina reparativa, por abajo del hidróxido de calcio, ocurra porque causa necrosis superficial por coagulación del tejido pulpar, sobre el que se coloca. Al parecer, el daño a los vasos sanguíneos promueve la necrosis. La lesión inicial causada por el hidróxido de calcio ocurre en los capilares más cercanos a la zona del recubrimiento. Se hicieron estudios de microscopía electrónica (Kukletová y Svyda) y notaron que la apariencia de las células endoteliales de los capilares, puede variar de normal a hinchada, con vacuolas agrandadas y formación de vesículas; puede haber elaboración de trombos cuando el daño es grave. Sin embargo, Kukletová y Svejda no encontraron inflamación después de 7 días.

Para la formación de hueso o dentina, el hidróxido de calcio debido a su pH ayuda a conservar la zona cercana en un estado de alcalinidad necesario. Por abajo del área de necrosis por coagulación, inducida por el hidróxido de calcio y saturada con iones cálcicos, algunas células del tejido subyacente se diferencian en odontoblastos que empiezan a elaborar matriz. La matriz esta formada por mucopolisacáridos ácidos y glucoproteínas. La circulación sistémica aporta los iones de

calcio que se depositan en la matriz. Por tanto, la función del hidróxido de calcio es similar a la de la limadura dentinaria que se introduce en la pulpa, por efecto de la exposición.

En estudios realizados al microscopio electrónico de células de tejidos pulpares lesionados en ratas y perros y que fueron tratados con hidróxido de calcio se observó que las células pulpares sufrieron mitosis y proliferación a la herida. Notaron formación de un extenso reticulado de fibrillas colágenas entre las células. Al tercer día identificaron en cortes, sin descalcificar, pequeños grupos de cristales en relación estrecha con las fibrillas de colágena. La deposición progresiva de los cristales causó grandes espacios de material calcificado. Los cortes desmineralizados mostraron que la matriz estaba formada por colágena parecida a la de la dentina madura. Según Ichikawa el puente dentinario está constituido completamente por osteodentina; las células vecinas son similares a los osteoblastos. Schroder y Granath examinaron la estructura de la superficie coronal de algunos puentes inducidos con hidróxido de calcio, tanto por un microscopio de luz como con electrónico de rastreo. Encontraron aberturas tubulares alrededor de los paquetes de colágena, similares a las encontradas en la predentina normal.

El hidróxido de calcio que se usa en la clínica debe ser químicamente puro, fresco y sin aditivos. El hidróxido de calcio reacciona con el ácido fosfórico de cementos para bases o de los silicatos y produce bióxido de carbono que elabora émbolos en los capilares de la pulpa dental.

Sobre las pulpas expuestas en animales de experimentación y humanos se han probado una variedad de cementos comerciales a base hidróxido de calcio que endurecen cuando se mezclan. Los resultados son contradictorios y dependen de la formulación. Por ejemplo, también se ha probado que el catalizador de resina que se mezcla con el hidróxido de calcio causa notables trastornos pulpares y tarde o temprano, necrosis porque el catalizador irritante contiene una mezcla de aceite de parafina y un salicilato. El hidróxido de calcio en agua o combinado en una base de acetato metacresílico, indujo la formación de un puente de dentina reparativa común sin inflamación pulpar.

El hidróxido de calcio tiene dos efectos secundarios indeseables: Uno, es la posibilidad inmediata o tardía de calcificación total del tejido en el conducto radicular. La segunda desventaja es la persistencia de inflamación que, tarde o temprano, causa resorciones internas. El hidróxido de calcio no debe emplearse para tratar una pulpitis ya presente. No tiene capacidad curativa sobre la inflamación y carece de efecto sedante, porque no disminuye la transmisión de impulsos nerviosos.

(27)

Berman, trabajando en dientes de rata, comparó las reacciones pulpares ante el hidróxido de calcio y el cemento óxido de cinc-eugenol, y observó que, en el primer caso, la pulpa, bajo una capa de necrosis superficial, se organiza rápidamente y forma una barrera de neodentina, mientras que con el óxido de cinc-eugenol, aun quedando vital, no se llega a formar neodentina.

Kalnins ha venido experimentando el efecto de la presión de hidróxido sobre la pulpa y su cicatrización, sobre todo en dientes temporales, y observó que una presión de 100-300 gramos controla mejor la hemorragia y favorece el pronóstico.

Schröder y Sundström (Suecia) investigaron la histología de reparación en pulpotomías experimentales, con intervalos entre la amputación y la extracción de 7 días, un mes y 3 meses. A los 7 días existe una barrera de colágeno debajo de una zona de necrosis por coagulación. Al mes, se observa un tejido similar al hueso y una formación incipiente de tejido similar a la dentina. Al cabo de tres meses, la barrera consistía en dos capas distintas, osteoide y dentinoide, respectivamente. A partir de un mes, se observaron células semejantes a odontoblastos en función y apariencia, en la capa pulpar adyacente a un tejido similar a la predentina.

Hess estudió la histopatología de gran número de casos de pulpotomía. Como resultado de estos estudios, dividió sus casos en cuatro grupos, a saber:

- 1) Aquellos en que había formación de odontoblastos sobre la superficie de la herida, protegiendo completamente la pulpa de las influencias externas.

2) Aquellos en que la superficie de la pulpa estaba cubierta por una sustancia dura de tipo osteoide con formación parcial de una hilera de odontoblastos.

3) Aquellos en que la pulpa estaba protegida por una capa de tejido osteoide atravesada por canaliculos.

4) Algunos casos en que la posición de una capa osteoide sobre la superficie de la pulpa estaba acompañada de pequeñas zonas de infección. Los casos de este último grupo se consideraran fracasados.

¿Cuál es el origen de la formación del puente dentinario? ¿Son los odontoblastos adosados a la dentina radicular que se trasladan hacia el área intervenida "cerrando la brecha" o se trata de nuevos odontoblastos, producto de la diferenciación de las células conjuntivas pulpares?. La última hipótesis probablemente es la más posible. Mills demostró que los nuevos odontoblastos se generan de los fibroblastos y que los odontoblastos al ser estimulados forman una barrera cálcica o "puente dentinario".

Diamond et al, se refieren a la sustitución de los odontoblastos de esta manera: Cuando los odontoblastos mueren, aparecen células inflamatorias crónicas en la zona libre de células de Weil, justo debajo de los odontoblastos. Simultáneamente en la zona rica en células, las células mesenquimáticas indiferenciadas proliferan y se desplazan hacia la zona libre de células al lugar ocupado anteriormente por los odontoblastos. Sin embargo, donde antes existían dos o tres capas de odontoblastos, ahora hay solo una, lo que parece indicar que el puente dentinario se forma por células mesenquimáticas indiferenciadas, derivadas de la zona pulpar rica en células.

Para Sciaky y Pisante, la fuente del Calcio es el propio organismo y no el incorporado con el hidróxido de calcio. En cambio Stark et al. deducen de sus experiencias que la mayor parte del calcio del puente dentinario proviene del hidróxido de calcio. (7)

Según Nyborg hizo una investigación sobre la evolución histológica debajo del hidróxido de calcio y observó varias capas:

A.- Una zona superficial llena de detritos (hidróxido de calcio, coágulos, masa fibrilar y a veces polvo de dentina).

B.- Una capa de pulpa necrosada (que según Dousch y Saverwein llega al máximo grosor a los dos o tres días). Si la herida pulpar es extensa y profunda, esta capa puede ocupar una buena parte de la pulpa cameraí.

C.- Capa de pigmentos sanguíneos, por la acción hemolizante del hidróxido de calcio. Glass y Zander la llaman también línea de demarcación y de precipitación de proteinato de calcio.

D.- Después de tres días empieza a organizarse la capa densa, con una fuerte infiltración fibrinosa, aumento de vasos rodeados de linfocitos, células plasmáticas, además de la formación de colágeno y tejido duro en desarrollo no mineralizado todavía (predentina), que empieza a madurar a los siete días y se calcifica para formar después la neodentina.

E.- Capa dentinoblástica, claramente diferenciada al cabo de un mes, continuación de los dentinoblastos vecinos al rededor de la herida. Esta etapa dentinoblástica se va alejando conforme se engrosa la neodentina.

Dentro de la pulpa: Algunas células exudativas, vasos ligeramente dilatados y a veces astillas de dentina. (13)

Cuando el hidróxido de calcio es aplicado directamente sobre la pulpa, ocurre la necrosis de la pulpa adyacente e inflamación del tejido contiguo. Ocasionalmente y a pesar de la formación de un puente dentinario, la pulpa queda con una inflamación crónica y se necrosa. La resorción interna es un suceso ocasional después de la exposición pulpar y el hidróxido de calcio. En otros casos, la mineralización dentinaria completa de la pulpa remanente ocluye los conductos de forma tal que no pueden ser penetrados para el tratamiento de conducto si éste resulta necesario. Por estas razones, se recomienda la extirpación pulpar y el relleno del conducto tan pronto como se complete la formación radicular después del uso del hidróxido de calcio. Sin embargo, en vista de la escasa incidencia de esto, no parece justificado su empleo rutinario a menos que sea necesario por causa de la restauración.

Se postuló que el calcio difundiría desde su colocación hasta la pulpa, participando en la formación de dentina reparadora pero no fue así según lo demostraron los experimentos con iones radiactivos, sino del torrente circulatorio. Se sabe que los compuestos de hidróxido de calcio disponibles en el comercio en formas modificadas son menos alcalinas y por ello menos cáusticos para la pulpa. Se demostró que el puente dentinario se forma directamente bajo el Dycal o el Life. El tejido químicamente alterado producido por la alteración de Dycal o Life se reabsorbe primero, formándose entonces el puente dentinario en contacto con el material. Con polvo de hidróxido de calcio (o Pulpdent), el puente se forma en la unión del tejido químicamente alterado y la pulpa vital subyacente. El tejido alterado degenera y desaparece, dejando un espacio entre el material de recubrimiento y el puente dentinario. Esta es la razón por la cual un puente puede ser visto mejor radiográficamente con polvo de hidróxido de calcio o Pulpdent que con Dycal o Life. La calidad del puente dentinario fue igualmente buena con cualquiera de esos materiales. El hidróxido de calcio

aplicado a pulpa inflamada lleva irremediablemente a la necrosis. El material de elección para la protección pulpar continúa siendo, en la actualidad, el hidróxido de calcio.

En un estudio de seguimientos de pulpotomías con éxito clínico los investigadores eliminaron las pulpas de 1 a 5 años después por razones de restauración y hallaron pulpas histológicamente normales. Llegaron a la conclusión de que los cambios que se den en las pulpas no representan evidencia histológica suficiente como para sustentar la pulpectomía rutinaria después de las pulpotomías en los dientes accidentalmente fracturados con exposición pulpar. En consecuencia está contraindicada la intervención de rutina para extirpar la pulpa y obturar el conducto radicular cuando la raíz está completamente desarrollada, salvo que existan motivos de tipo reparador que hagan necesaria la colocación de un perno de retención. No obstante las posibles secuelas de los procedimientos de pulpotomía con hidróxido de calcio son: Calcificación del conducto, reabsorción interna y/o necrosis pulpar.

En los dientes posteriores, donde resulta dificultosa la cirugía endodóntica, se recomienda la reintervención del diente para tratamiento endodóntico cuando se observe que continúa la calcificación del conducto después del cierre de la raíz. En los dientes anteriores, si ha sido imposible efectuar endodoncia convencional, se podrá realizar la intervención quirúrgica con relativa facilidad. En consecuencia en los dientes anteriores, la terapia endodóntica de rutina después de completada la formación de sus raíces está contraindicada a menos que haya signos y síntomas clínicos de enfermedad o a menos que resulte necesaria para efectuar procedimientos restauradores. (instalación de un perno para la retención de una corona por falta de estructura dentaria). (4)

Debido a que el hidróxido de calcio es perfectamente tolerado por la pulpa a la que estimula en su dentificación, como no lo hace ningún otro fármaco. Las pastas de hidróxido se han hecho insustituibles. Castagnola, de Lurich, quién ha experimentado ampliamente este medicamento. Marmasse en Francia y por su puesto todos los investigadores norteamericanos, coinciden en

considerarlo como la mejor medicación en cavidades profundas. El hidróxido de calcio, además de estimular la detificación, puede inducir a remineralizar la dentina desmineralizada o reblandecida y en elevado número de casos deja libre de gérmenes a la dentina. El hidróxido de calcio se puede emplear puro (se recomienda el usado para análisis químico) haciendo una pasta con agua bidestilada o suero fisiológico salino. Se utilizan diversos patentados que además del hidróxido de cálcico contienen sustancias roentgenopacas, que facilitan el endurecimiento rápido, u otros fármacos; los más conocidos son L: Calxil (contiene en su fórmula además del hidróxido de calcio los iones más corrientes en el plasma sanguíneo, como son los cloruros sódico, potásico y cálcico, bicarbonato sódico y vestigios de magnesio. El Serocalcium y el Dentinogene (Rolland), de formulas similares, han sido muy usados en Europa. En Venezuela, además del Calxil son muy conocidos el Dycal (Caulk) el Hydrex (kerr), el Pulpdent (Rover) y Clacipulpe (Septodont), los cuatro de endurecimiento rápido. (14)

Leonardo después de realizar biopulpectomías en dientes humanos, recubrió el muñón pulpar con una pequeña cantidad de hidróxido de calcio para análisis, obturando enseguida el conducto radicular con conos de gutapercha y cemento de Rickert. En periodos variables, los dientes fueron apicectomizados y se realizó el análisis histológico de los ápices. Los resultados evidenciaron que el hidróxido de calcio no solo preservó la vitalidad de los muñones pulpares, sino que estimuló el depósito de cemento.

Otros trabajos en humanos han demostrado, histológicamente, la formación de una barrera mineralizada a nivel del ápice de dientes cuyos conductos radiculares fueron obturados con pasta a base de hidróxido de calcio, entre los cuales se encuentran los de Nyborg y Tullin, Engstrom y Spangberg, Holland y Col., Leonardo y Col.

Resultados clínicos y radiográficos bastante satisfactorios con el empleo de esta sustancia han sido demostrados por Maisto, Manfredi, Heithersay, Maisto y Capurro, Leonardo y Col.

Catanzaro - Guimarães y Alle demostraron que el hidróxido de calcio, cuando se implanta en tejido conjuntivo subcutáneo de ratas, no solo es bien tolerado por esos tejidos, sino que los lleva a una inducción osteogénica. Souza, implantando tubos de dentina rellenos de pasta de hidróxido de calcio, en tejido subcutáneo de ratas, observó la formación de la barrera de tejido mineralizado aislando el material, como un verdadero sellado biológico.

El hidróxido de calcio nos parece ser la sustancia que promueve los mayores porcentajes de sellados biológicos apicales. Tal hecho confiere a este material excelentes propiedades biológicas. Mientras tanto ya dijimos que el producto ideal es aquel que englobe, no solo las propiedades biológicas, sino también las fisicoquímicas, y sobre este último aspecto esta sustancia tiene carencias, pues no posee radiopacidad, viscosidad, es totalmente permeable, es difícil de llevar al conducto, no pudiendo, por lo tanto, ser utilizada para una obturación definitiva de los conductos radiculares.

Con el propósito de facilitar su empleo por medio del mejoramiento de la propiedades fisicoquímicas, se han agregado varias sustancias al hidróxido de calcio puro, dando origen a las pastas y a los compuestos a base de este producto.

Maisto Carpurro, indican para los casos de rizogénesis incompletas, la siguiente pasta:

Polvo	}	Partes iguales en volúmen.
Hidróxido de Calcio		
Yodoformo		
Líquido		

Solución acuosa de metil celulosa a 3% q.s.p para obtener una pasta de consistencia deseada.

Laws sugiere que se asocie el hidróxido de calcio al propilenglicol o a una solución acuosa de metil celulosa, pues estas sustancias mejoran las condiciones de uso sin afectar el pH.

Holland y Col sugieren una pasta de hidróxido de calcio que posea radioopacidad, viscosidad y pase por una aguja relativamente fina, lo que permite su colocación en contacto con la región apical del conducto radicular. La fórmula es la siguiente:

Hidróxido de calcio p.a	5g.
Oxido de Zinc. (s.s. White)	2g.
Colofonia	4g.
Propelenglicol	5ml.

Leonardo y col. ensayaron 12 fórmulas distintas de pastas a base de hidróxido de calcio y realizaron pruebas de consistencia y de radiopacidad, concluyendo que los mejores resultados fueron obtenidos con la siguiente composición:

Hidróxido de calcio	2.5g.
Sulfato de bario	0.5g.
Colofonia	0.05g.
Pelietilenglicol	1.75ml.

Las pruebas de biocompatibilidad de esta fórmula en tejido conjuntivo subcutáneo de ratas y en dientes de perro, demostraron que la pasta propuesta por Leonardo y Col mantiene las mismas propiedades biológicas del hidróxido de calcio puro. (15)

Aunque el hidróxido de cálcico es hoy día aceptado como el mejor fármaco en la pulpotomía vital y casi insustituible, se han usado experimentalmente otros productos, como el hidróxido magnésico, el hueso anorgánico, el glutaraldehido y la asociación antibiótico-corticosteroide asociados al hidróxido cálcico. (14)

A CONTINUACION QUIERO EXPONER ALGUNAS INVESTIGACIONES REALIZADAS EN LOS ULTIMOS AÑOS SOBRE EL EMPLEO DEL HIDROXIDO DE CALCIO Y LOS RESULTADOS QUE SE OBTUVIERON.

1.- EN ESTE ESTUDIO EXPERIMENTAL DE PULPOTOMIA CON PASTA DE HIDROXIDO DE CALCIO-IODOFORMO EN DIENTES PERMANENTES INMADUROS DE PERROS.

MATSUZAKI KASUE (1989).

Se usó la pasta "Calvital" que fue producida por Sekine con el propósito de investigar el desarrollo de la raíz después de la pulpotomía. Se experimentó en 36 raíces incompletamente formados de 13 incisivos superiores, 6 premolares, terceros inferiores, 5 premolares inferiores de perros jóvenes de 6 meses de edad. Se amputó la pulpa y se irrigó con Na Cl al 10% y H₂O₂ AL 2%, se controló la hemorragia colocando algodón esteril, se colocó pasta de calvital mejorado cuya composición es:

POLVO:

Hidróxido de calcio	67.0%
Iodoformo	29.0%
CMC	1.0%
Otros	3.0%

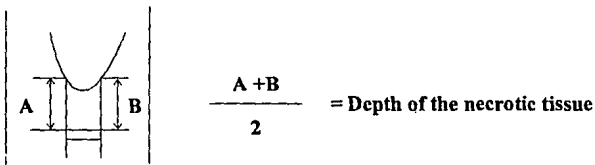
LIQUIDO:

Tween 20	30%
Propylene glycol	10%
Agua destilada	60%

Se colocó en las cavidades cemento de óxido de zinc y eugenol, fosfato de zinc y se obtuvo con amalgama. Los perros fueron sacrificados con pentobarbital sódico a intervalos de 7, 14, 21 28 y 42 días después de la pulpotomía y sus mandíbulas fueron cortadas y colocadas en coloidín. Cada espécimen fue seccionado en serie y teñido con hematoxilina-eosina y se examinaron los dientes radiográficamente cada 7 días después de la pulpotomía.

Los datos histológicos fueron los siguientes: En la pulpa residual se observó hiperemia, hemorragia, infiltración de células redondas, supuración, necrosis y atrofia. En el tejido duro se observó la existencia de partículas de dentina, reabsorción interna, la formación de una barrera de dentina neodentina y un desarrollo continuo de la raíz. En el tejido periapical se observaron la presencia en grados diferentes de inflamación. Estos hallazgos fueron evaluados y clasificados de acuerdo con los siguientes criterios ± (cuestionable) + (ligero) ++ (moderado) +++ (severo).

Para investigar el efecto cáustico del calvital mejorado, se midió el grosor de la capa necrótica con un proyector profiláctico en la figura agrandada 5 veces. La medición de la profundidad de la capa necrótica desde el nivel del sitio de la amputación al tejido duro formado recientemente en la raíz se llevó al cabo en dos puntos diferentes. (fig. 1).



Los resultados histopatológicos se resumen en la tabla 2.

	Observation period	7 days	14 days	21 days	28 days	42 days	Total
Pathological Changes	Total cases	7	7	7	7	7	35
Residual pulp							
Hyperemia		4 (11.4%)	3 (8.6%)	3 (8.6%)	4 (11.4%)	2 (5.7%)	16 (45.7%)
Hemorrhage		5 (14.3%)	3 (8.6%)	2 (5.7%)	3 (8.6%)	3 (8.6%)	16 (45.7%)
Round cell infiltration		1 (2.9%)	0	1 (2.9%)	1 (2.9%)	0	3 (8.6%)
Suppuration		0	0	1 (2.9%)	0	0	1 (2.9%)
Hard tissue							
Dentin barrier formation		7 (20.0%)	7 (20.0%)	7 (20.0%)	7 (20.0%)	6 (17.1%)	34 (97.1%)
Newly formed dentin on the root canal wall		7 (20.0%)	7 (20.0%)	7 (20.0%)	7 (20.0%)	6 (17.1%)	34 (97.1%)
Internal resorption		0	0	0	0	0	0
Continuous root development		7 (20.0%)	7 (20.0%)	7 (20.0%)	7 (20.0%)	6 (17.1%)	34 (97.1%)
Pathological changes in the periodontal tissue							
		0	0	0	0	0	0
Radiographic findings							
Complete root formation		0	0	7 (20.0%)	7 (20.0%)	6 (17.1%)	20 (57.1%)
Apical focus formation		0	0	0	0	0	0

A los 7 días después de la pulpotomía había pulpa necrótica debajo del sitio de amputación de 1.8mm. y se observó la formación de una barrera de dentina debajo del tejido necrótico, que se observó hiperemia moderada, la pulpa residual aparecía sana. Se depositó neodentina a lo largo de las paredes de la raíz, debajo de la barrera de dentina, se observó también el desarrollo continuo de la raíz pero el ápice aún no estaba totalmente formado, no había cambios inflamatorios en el tejido periapical.

A los 14 días después se observó la formación de más barrera de dentina debajo de la pulpa necrótica, no había cambios inflamatorios en la pulpa residual, solo una ligera hiperemia, había más neodentina en las paredes del conducto de la raíz, no se observó la formación completa de la raíz y no se observaron cambios en el tejido periapical.

A los 28 días el sitio de la amputación estaba completamente lleno de nueva barrera de dentina, en la pulpa residual se vió ligera hemorragia e hiperemia, había más neodentina y las paredes y el ápice de la raíz estaban cerrados por tejido duro formado recientemente.

En la tabla 3 se observaron los cambios histopatológicos de la pulpa residual.

En la tabla 4 se observa la profundidad de la capa necrótica.

En la tabla 5 se muestra la continuidad de la barrera de la dentina.

TABLE 3

Histopathological changes	Grade of changes				Total
	±	+	++	+++	
Hyperhemia	3	4	8	1	16
Hemorrhage	7	5	4	0	16
Round cell infiltration	0	0	3	0	3
Suppuration	1	0	0	0	1

TABLE 4

Average	Minimum	Maximum
1.14	0.50	2.20

TABLE 5

Dentin barrier formation	Observation period					
	7	14	21	28	42	
Discontinuous	7	6	1	2	0	16
Continuous	0	1	6	5	6	18
Total	7	7	7	7	6	34

La mayor parte del tejido de pulpa residual estaba libre de cambios degenerativos, los altos rangos de hiperhemia y hemorragia fueron debidos a los efectos mecanico-químicos de la pulpotomía y a las características histológicas de los dientes permanentes inmaduros.

La alta alcalinidad del hidróxido de calcio causa necrosis superficial en la pulpa, con una profundidad promedio de 1.14mm. Muchos investigadores han explicado los efectos de tales capas necróticas. Selkine, Saijo, Marushima, Masterton e Ichikawa, sugirieron que este tejido necrótico juega un papel principal en el sanado de la pulpa y la formación de la barrera de dentina. Por el contrario, Schöder sugirió que dicha pulpa necrótica era un factor negativo. Glass, Zander, Eda, Tsuzuku y Ohno sintieron que esta capa necrótica no tenía un papel importante en el sanado de la pulpa.

Hubo formación de una barrera de dentina en 34 de los 35 casos. Radiográficamente hubo formación de tejido duro. Kurosu reportó que la calcificación de la barrera de dentina empieza a los 10 días después de la pulpotomía. Ichikawa, reportó que la osteodentina se formaba alrededor de 10 días después de la pulpotomía y la formación de neodentina se observó 14 días después.

En lo que concierne a dientes permanentes inmaduros de perros la formación de tejido duro se promueve más rápidamente.

La formación de raíz después de la pulpotomía fue observada en 33 de los 35 casos (94%).

La presente investigación exhibió buenos resultados, estos resultados fueron en parte debido al efecto aséptico del yodoformo, el cual se agrega para su efecto radiopaco.

En suma los hallazgos muestran que el "Calvital mejorado" puede promover la formación de tejido duro después de la pulpotomía. (19)

2.- ESTUDIO EXPERIMENTAL "EVALUACION DE LA TERAPIA USANDO HIDROXIDO DE CALCIO PARA DIENTES CON APICES INCOMPLETAMENTE FORMADOS Y LESIONES PERIAPICALES".

LEONARDO MARIO ROBERTO (1953).

En este estudio fue evaluada histológicamente la respuesta del tejido periapical en dientes de perros con raíz incompleta y lesiones periapicales para comparar los efectos de dos pastas a base de hidróxido de calcio preparadas con diferentes vehículos en la formación inducida del ápice radicular y reparación de la región periapical. Se usó un grupo de dientes sin ningún revestimiento del conducto radicular como control. Después de la inducción de la lesión periapical, los conductos radiculares fueron instrumentados y obturados con una de las dos pastas (Calen y Calasept) las cuales se renovaron mensualmente durante 90 días. Al final del periodo de seguimiento (3 meses) los animales fueron sacrificados. Se seccionaron las arcadas, se desinfectaron y se hizo el análisis histopatológico. Las dos pastas de hidróxido de calcio ayudaron a inducir el sellado apical y reparación de la región. La pasta "Calen" dio mejores resultados que la pasta "Calasept". El tejido mineralizado inducido fue predominantemente del tipo cementoide después del uso de ambas pastas, pero el infiltrado inflamatorio fue mucho menos intenso con el uso de las pastas Calen, en el grupo de control la ausencia de un revestimiento del conducto radicular impidió el proceso de reparación periapical y no proporcionó ningún cierre de raíz apical en ninguno de los casos analizados.

Debido a su probada biocompatibilidad y su propiedad de inducir tejido mineralizado, se ha considerado al hidróxido de calcio como la sustancia a elegir para el proceso de formación del ápice. El hidróxido de calcio se puede combinar con otras sustancias que lo hagan más adecuado para el uso clínico. Sin embargo se debe considerar la posible interferencia de estas sustancias con la acción reparadora del hidróxido de calcio, puesto que, en algunos casos, pueden inclusive evitar o demorar esta acción.

En vista de las consideraciones anteriores, el objetivo de este estudio fue evaluar por análisis histopatológico el efecto de dos pastas endodónticas conteniendo hidróxido de calcio usados como "revestimiento" en el sellado del ápice radicular en dientes de perro con formación radicular incompleta y lesiones periapicales crónicas inducidas.

Datos histológicos periapicales y la presencia de cierre apical se determinó usando una escala de 0 a 3 como sigue: Cierre de raíz apical completa (0), incompleta (1), parcial (2) o ausente (3); tejido formado cementoide (1), o fibroso (1), grosor del ligamento periodontal normal (0), raro (1), moderado (2), o severo (3).

Los fenómenos de reabsorción y reparación en raíz mineralizada y tejidos óseos se marcó como ausente (-) o presente (+).

A continuación aparecen las tablas 1, 2, 3 y 4 donde se resumen los resultados obtenidos en la investigación.

TABLE 1. Occurrence of apical root sealing in groups A, B and C.

Extent	Group A (Calen)	Group B (Calasept)	Group C (Control)
Complete	10	7	0
Incomplete	4	4	0
Partial	4	3	0
Absent	2	6	20
Total	20	20	20

TABLE 2. Tissue formed in groups A and B.

Structure	Group A (Calen)	Group B (Calasept)
Cementoid	17	16
Fibrous	3	4
Total	20	20

TABLE 3. Thickness of the periodontal ligament in groups A, B and C.

Thickness	Group A (Calen)	Group B (Calasept)	Group C (Control)
Normal	3	1	0
Slightly increased	9	7	0
Moderately increased	6	9	0
Severely increased	2	3	20
Total	20	20	20

TABLE 4. Occurrence of inflammation in groups A, B and C.

INFLAMATION	Group A (Calen)	Group B (Calasept)	Group C (Control)
Absent	3	0	0
Mild	10	6	0
Moderate	5	8	0
Severe	2	6	20
Total	20	20	20

- Gpo. A** (20 dientes obturados con pasta Calen y vehículo glicol polietileno 400). Hubo cierre apical, de grosor variable, contorno irregular, cierre completo (10 casos), sellado incompleto (4 casos) el tejido cementoide con cementocitos y cementoblastos. La reparación periapical tendió claramente a seguir parámetros normales. El tejido conectivo periapical presentó un infiltrado linfoplasmocítico de suave a moderado. El grosor del ligamento periodontal no cambió del grupo B pero sí del grupo C. El infiltrado inflamatorio fue menos intenso en el Grupo A que en el Grupo B o en el Grupo C. El hueso alveolar estaba organizado con numerosos osteocitos, osteoblastos y osteoclastos ocasionales.
- Gpo. B** (20 dientes obturados con pasta Calasept con vehículo acuoso). La raíz apical selló por tejido cementoide con cierre completo de foramen, el sellado no difirió con el grupo A pero fue significativo con el C, pero el tejido formado era poroso con degeneración cementocítica y con coalescencia de una o más ranuras llenas con residuos celulares y bacterias. La superficie libre era irregular tanto interna como externamente. La región del tejido conectivo periapical estaba engrosada con una pequeña población de fibroblastos, fibrillas colágenas esparcidas y con la persistencia de un infiltrado inflamatorio suave de tipo linfoplasmocítico que era más intenso que en el grupo A y menos intensa que el grupo C. La resorción ósea fue extensa en la región del fondo alveolar, alcanzando al hueso trabecular.
- Gpo. C** (20 dientes sin nada). No se presentó ningún cierre apical en ninguna de las secciones histológicas. Había áreas de resorción de cemento que a menudo llegaba a la dentina radicular la cual presentaba frecuentemente resorción activa. En el tejido conectivo periapical se presentó un proceso inflamatorio intenso que en el grupo A y B. Esta zona fue severamente engrosada y desorganizada con intensa degeneración celular y ninguna fibrogénesis, debido a la patosis se perdieron 8 de los 20 dientes.

Con todo lo anterior podemos decir que la formación el tejido duro y el cierre de la raíz apical solo se presenta cuando el proceso infeccioso ha sido controlado.

Los investigadores reportaron la ausencia de desarrollo microbiano después del tratamiento, probablemente debido al efecto bactericida de este producto asociado con su habilidad de disolver residuos de tejido necrótico, lo cual actuaría como un sustrato bactericida. Considerando que el hidróxido de calcio no es efectivo contra todas las bacterias encontradas en el conducto radicular en dientes con lesión periapical, se usó en combinación con p-monoclorofenol alcanforado.

El vehículo glicol polietileno 400 de la pasta Calen aunque es soluble en agua, tiene un alto peso molecular e impide su dispersión manteniendo así el hidróxido de calcio en el área por un tiempo mayor; con una consecuente prolongación de su acción inductiva de mineralización, en cambio el vehículo acuoso de la pasta Calasept acarrea exudados.

La severidad del proceso inflamatorio asociado con la reabsorción activa y áreas necróticas detectadas en el Grupo C en contraste con la aceleración del proceso periapical reparativo observado en los grupos A y B sugiere una relación ente estos hallazgos y la acción bactericida del hidróxido de calcio. (16)

3.- RESPUESTAS DE LAS CELULAS OSTEOBLASTICAS (UMR 106) EXPUESTAS A ELEVADO CALCIO EXTRACELULAR.

HAGA, S. CRAIG. (1993).

Las células óseas pueden estar expuestas a calcio alto en el curso del tratamiento endodóntico. Para investigar los efectos del alto calcio en la función de la célula ósea, se examinaron las respuestas de una línea de célula esteoblástica de rata (UMR 106). Las respuestas de las células a

la hormona paratiroidea, prostaglandina F e iomicina fue obtenida midiendo los transientes de calcio proporcionados por estos estímulos. Elevando el calcio medio de 1.8 a 50mM. no se alteró la respuesta de las células. El efecto de la iomicina se prolongó en el alto calcio cuando el vanadio estaba presente.

Los resultados sugieren que las células del fenotipo osteoblasto pueden mantener la señal del calcio en presencia de alto calcio extracelular. Estos procesos pudieran tener un papel en la efectividad terapéutica del alto calcio en tratamiento endodóntico.

El hidróxido de calcio es usado comunmente en el tratamiento endodóntico para prevenir resorciones de la raíz, además, se aplica para promover la restauración y prevenir la perdida de tejido mineralizado cuando se ha presentado perforación iatrogénica. Estos procedimientos podrían exponer potencialmente a las células óseas a las altas concentraciones de calcio. Para determinar si las células óseas pueden responder normalmente en presencia de alto calcio, expusimos células osteosarcoma clonales a una concentración marcadamente elevada de calcio (50 mM) y se examinó su habilidad para generar señales rápidas a estímulos fisiológicos. Los agentes fisiológicos cuyos efectos fueron investigados, fueron la hormona paratiroidea (PTH), la cual aumenta la reabsorción ósea y la prostaglandina F la cual es un pobre estimulador de rabsorción pero puede aumentar la formación ósea en vivo.

Los resultados fueron similares tanto en calcio normal (1.8) como en alto 50mM, y no se observaron diferencias significativas estadísticamente entre las respuestas en calcio alto y bajo.

La similitud de las respuestas en calcio alto y bajo sugiere que las células UMR tienen mecanismos de bombeo de alta respuesta, los cuales mantienen las concentraciones de calcio intracelular. Con el uso de altas concentraciones de hidróxido de calcio en procedimientos endodónticos, varias células pueden ser potencialmente expuestas al alto calcio. En el presente

estudio se examinaron los efectos del alto calcio en células óseas del fenotipo osteoblasto, ya que los efectos benéficos del hidróxido de calcio para inducir la formación de tejido mineralizado podría deberse a la acción del alto calcio en este tipo de célula.

Los hallazgos no revelan como el calcio elevado puede conducir a la mineralización, se puede deducir bajo estas condiciones. Los hallazgos son de potencial relevancia para la eficiencia del hidróxido de calcio como se utiliza en procedimientos endodónticos. (8)

4.- CAMBIOS DE pH EN LA DENTINA RADICULAR EN UN PERIODO DE 4 SEMANAS DESPUES DEL RECUBRIMIENTO CON HIDROXIDO DE Ca.

NERWICH ALAN (1993).

En los conductos radiculares de dientes humanos extraídos fueron limpiados e instrumentados y subsecuentemente cubiertos con una capa de hidróxido de calcio. Los cambios de pH en dentina radicular se midieron por 4 semanas con microelectrodos en pequeñas cavidades a nivel cervical y apical en la dentina interior y exterior. El pH aumentó en horas en la dentina interior elevándose a 10.8 de pH cervicalmente y 9.7 apicalmente. Sin embargo de 1 a 7 días contados antes de que el pH empezara a elevarse en la dentina radicular exterior, alcanzando niveles de 9.3 pH cervicalmente y 9.0 pH apicalmente después de 2 a 3 semanas. Los resultados muestran que los iones de hidróxido derivados de una capa de hidróxido de calcio se difunden por la dentina radicular. Se difunde más aprisa y alcanza niveles más altos cervicalmente y apicalmente. La superficie de las mediciones de pH mostraron que los iones del hidróxido no se difunden en no más de una manera mínima por la superficie radicular intacta.

El papel del hidróxido de calcio en la endodoncia incluye su habilidad para inducir la formación de tejido duro, su habilidad para causar oclusión intraconducto, su actividad antibacteriana

y su capacidad para disolver tejido. Para que el hidróxido de calcio actué efectivamente como un revestimiento intraconducto, el ión hidroxilo debe ser capaz de difundirse a través de la dentina. Se podría esperar que si esto se presenta de una manera similar al agua puesto que la difusión por la dentina se determina en principio por el peso molecular. Varios estudios han intentado medir la difusión de los iones hidroxilo a través de la dentina usando una variedad de experimentos incluyendo las soluciones o papeles indicadores de pH.

Trostand et al. examinaron secciones histológicas de dientes de cambio un mes después de aplicar hidróxido de calcio en el conducto y usando soluciones indicadoras encontró que había un gradiente de pH con alto valor alrededor del conducto radicular hacia la dentina periférica.

El pH permaneció sin cambios pero en áreas de resorción donde había pH elevado se extendía a la superficie de la dentina. En un estudio relacionado con la acción del hidróxido de calcio y la resorción cervical, se aplicó hidróxido de calcio en la parte cervical de los conductos radiculares con agentes blanqueadores, se demostró un regreso de pH de un nivel ligeramente ácido a un nivel ligeramente alcalino. En otro estudio las pruebas de pH se midieron en agua destilada rodeando a los dientes con hidróxido de calcio, solo se detectaron cambios muy pequeños en los niveles de pH hasta los 10 días.

Recientemente Wang y Hume, estudiaron la difusión del ión hidróxido a través de la dentina entre una cavidad oclusal con hidróxido de calcio y una cámara pulpar con suero en 16 días usando un medidor de pH, tomando dentina del piso a varias profundidades, demostraron un gradiente de valores de pH del techo de la cavidad disminuyendo hasta la mitad de las capas pulpares, indicando un movimiento lento del ión hidróxido a través de la dentina. Ellos mostraron en una serie de experimentos que la dentina tiene la capacidad de difundir los iones hidróxido conforme éstos se difunden por ella.

El propósito de este estudio es investigar los cambios de pH por 4 semanas después de la aplicación de hidróxido de calcio al máximo en la dentina interior y exterior así como en la superficie de la raíz a niveles cervical y apical de la raíz del diente. Se usaron microelectrodos de pH para medir con precisión los cambios de pH en la dentina radicular invitro.

Se recogieron 12 dientes permanentes humanos extraídos y con un solo conducto (9 caninos, 1 incisivo central de maxilar y 2 premolares de mandíbula). Los dientes fueron de pacientes de menos de 35 años de edad. El grupo experimental fue de 10 dientes y el grupo de control de 2 dientes, se eliminó el tejido adherido pero la superficie radicular se dejó intacta, antes del suero de sodio al 0.05%. Los conductos radiculares se prepararon con hipoclorito de sodio, se limpiaron y se instrumentaron con la técnica de retroceso seguida por el uso de fresas gates gliden, se irrigó con 5 a 10ml. de hipoclorito de sodio al 1%, los conductos se irrigaron con 1ml. de EDTA al 17% y se dejó por 5 minutos, se irrigaron al final con 5ml. de hipoclorito de sodio al 1%. Se tomó la conductometría real con una lima K 15. Se hicieron 2 cavidades en el diente a nivel apical y cervical. Se inyectaron los 10 experimentales con hidróxido de calcio, en 100gr., había 56 de hidróxido de calcio, 0.35 de cloruro de sodio, 8mg. de cloruro de potasio, 8mg. de cloruro de calcio, 4 miligramos de bicarbonato de sodio y agua con un pH de 12.5, los sueros del grupo de control se les colocó suero isotónico, la cavidad de acceso fue sellado con Cavit 4mm de profundidad. El pH se determinó a 0; 3, 6, 12, 24 y 48 horas y de 7, 21 y 28 días y cada diente experimental se colocó en 100ml. de suero isotónico y se almacenó a 37°C, el suero se cambiaba si el pH se elevaba sobre 7.4 en cada intervalo de tiempo.

Después de aplicar la pasta de hidróxido de calcio en el conducto, el pH de la dentina interior se elevó rápidamente de 3 a 6 horas, alcanzando el máximo de 10.8 en solo 24 horas, y estableció un valor estable de pH justo arriba de 10. Apicalmente el pH de la dentina interior empezó a elevarse entre 6 y 12 horas y continuó elevándose alcanzando un máximo aproximado de 9.5 después de 2 semanas. El pH de la dentina exterior cervical empezó a aumentar entre 3 y 7 días elevándose hasta 9

en 2 semanas alcanzando un nivel estable de 9.3 después de 3 semanas. El nivel máximo de pH fue de 9 a las 2 semanas. Los valores de pH sobre la superficie radicular intacta llegó a 8.4 a los 28 días.

Los resultados muestran que los iones del hidroxilo derivados del hidróxido de calcio se difunden en cuestión de horas en la dentina radicular interior pero requieren de 1 a 7 días para alcanzar la exterior y de 2 a 3 semanas para alcanzar los niveles pico. Se difunden más aprisa, y alcanzan niveles más altos cervicalmente que apicalmente. La permeabilidad y capacidad de difusión de la dentina son los factores principales que afectan la difusión de los iones del hidroxilo por la dentina radicular. Los iones del hidroxilo no se difunden significativamente por la superficie radicular intacta. (21)

5.- EVALUACION IN VITRO DE LA EFECTIVIDAD DE HIDROXIDO DE CALCIO Y EL PARAMONOCLOROFENOL EN BACTERIAS ANAÉROBICAS DEL CONDUCTO RADUCULAR.

GEORGOPOULOU M. (1993).

Este estudio habla de lo importante que es para la reducción o eliminación de bacterias de la cavidad pulpar además de la instrumentación biomecánica y la irrigación, el uso de medicamentos en el conducto radicular y reducir el riesgo de proliferación de bacterias residuales.

La selección de estos medicamentos se ha basado en la efectividad-toxicidad, potencial inflamatorio y fusión. Desafortunadamente la mayoría de los medicamentos usados hoy no especifican la toxicidad y la difusibilidad y pueden en sí causar la inflamación y otras incomodidades al paciente. Estos factores indeseables de la destrucción potencial del tejido son diferentes para cada sustancia antiséptica y sus preparaciones. El hidróxido de calcio ampliamente usado para procedimientos de pulpotomías, recubrimiento pulpar y apexificación se usa hoy en día como

medicamento intraconducto en terapia endodóntica. Clínicamente parece controlar la infección y reducir la incidencia de síntomas entre citas y con más efectividad que los tratamientos tradicionales tales como paramonoclorofenol alcanforado y el formocresol.

Estudiando sus propiedades antimicrobianas la mayoría de los investigadores enfocan sus investigaciones en bacterias aeróbicas en cultivos mezclados. Esta investigación se enfoca a la efectividad del hidróxido de calcio y paramonoclorofenol en bacterias anaeróbicas del conducto radicular.

Se colocaron 30 microorganismos y se identificaron a nivel de especie, estos microorganismos se obtuvieron de los conductos radiculares infectados de pacientes de la Universidad de Atenas, a ningún paciente se le había prescrito antibióticos en los últimos 6 meses.

El diente involucrado se aisló, se desinfectó con tintura de yodo al 5% y solución de alcohol al 70% después de preparar el acceso y con una punta de papel estéril se insertó en el conducto por 30 segundos, se retiró y se cortó un tubo en espiral con 0.9ml. de RTF (fluido de transporte reducido) el fluido fue transportado a una cámara anaeróbica con 85% de N_2 , 10% de CO_2 Y 5% de H_2 dentro de 10 minutos y después de su colección.

En el laboratorio se identificaron las especies gram + cocci anaeróbico (API 20 A) o (ATB 32) y se almacenaron a $-70^{\circ}C$ y fueron subcultivados en PYG (peptone yeast glucose) complementado con suero de ternera y se preparó una suspensión pesada de cada clase identificada en 5ml de tiogliconato, luego se produjo una concentración bacteriana estándar de 3×10^2 /ml.

Se colocaron 0.2ml. en cajas de petri con 10ml. de solución acuosa de paramonoclorofenol recién hecha al 2% y 2% de solución acuosa de hidróxido de calcio respectivamente y a intervalos de tiempo de 5, 15, 30 ó 60 minutos se colocó 0.01ml. de cada solución en tubos que contenían 0.9ml. de tioglicolato y 0.1ml. de Tween 80 de cada tubo y para todos los intervalos de tiempo se probó la

acción antimicrobiana de los antisépticos subcultivando en cajas de petri de agar con sangre a 37°C durante 2 días por lo menos.

Cuando una bacteria se recuperaba en la caja de petri, se le consideraba como resistente al antiséptico probado y se registraba con +. Para cada experimento se usó un marcador de fenol y un test BI y BT. Los resultados del experimento fueron aceptados y evaluados solo cuando el BI y el BT y el marcador de fenol eran positivos.

Finalmente la evaluación estadística de los resultados fue realizada por la prueba X^2 hasta que la comparación de la acción PMCP y el hidróxido de calcio concierne y por análisis de regresión hasta donde corresponde la relación de la acción y los antisépticos a la clase de microorganismos y al tiempo.

La resistencia al hidróxido fue de: 5 minutos 30%, 15 minutos 6.6%, 30 y 60 minutos, no hubo resistencia. (6)

6.- EFECTO DEL HIDROXIDO DE CALCIO EN BACTERIAS LIPOPOLISACARIDOS.

SAFAVI KAMRAN E. (1993).

En la periodontitis apical y su osteolisis periapical es causada por la infección de la pulpa y se sabe que las bacterias lipopolisacáridos juegan un papel principalmente en el proceso de reabsorción ósea.

El propósito de este estudio fue para evaluar los efectos del hidróxido de calcio en bacterias LPS. Los ácidos grasos libres del hidróxido fueron cuantificados en muestras de LPS tratados con hidróxido de calcio. Se demostró que el tratamiento de LPS con hidróxido de calcio libera elevadas cantidades de ácidos grasos de hidrógeno. Se concluyó que el hidróxido de calcio hidrolizaba la

molécula lipida de la bacteria LPS, resultando la liberación de ácidos grasos libres de hidrógeno. Este resultado sugiere que la degradación de LPS por medio del hidróxido de calcio puede ser una razón importante para los efectos benéficos obtenidos con el uso de hidróxido de calcio en endodoncia clínica. Los mecanismos por los cuales los microorganismos causan reabsorción apical ósea no son totalmente comprendidos. Sin embargo está claramente demostrado que las bacterias lipopolisacáridas, gram - juega un papel principal para estimular la síntesis y liberación de los principales citoquinas osteoclastos activados a saber, interleucina 1 y factor α de necrosis de células inmunes. La bacteria LPS también estimula las células para liberar prostaglandina E_2 , un eucosanoide que demuestra influencia en al reabsorción ósea por osteoclasto. (26)

7.- EL EFECTO DEL HIDROXIDO DE CALCIO Y EUGENOL EN LA PULPA DE LOS DIENTES PRIMARIOS DE PERROS JOVENES. LA VISTA DE LAS PRIMERAS ETAPAS.

(Japonés) NOBUKE H. (1989).

El eugenol tiene propiedades tan efectivas como sedante que es ampliamente usado clínicamente por los dentistas. En este estudio se hicieron mezclas de hidróxido de calcio; eugenol y glicol polietileno 400 para una base. Se usó para la pulpotomía de dientes primarios de perros jóvenes y se observó el proceso curativo de los dientes tratados durante las primeras etapas. El experimento utilizó 4 perros jóvenes cuyos dientes primarios fueron pulpotomizados por el método usual. Los agentes de la pulpotomía fueron hidróxido de calcio (1.0g), eugenol (0.8ml) y glicol polietileno 400 (1.2ml) mezclados. Después de 3 a 7 días estos dientes fueron extraídos para hacerlos especímenes histopatológicos. Se observaron al microscopio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: 1) Después de 3 días, la pulpa amputada que estaba en contacto con los agentes se convirtió en capas necróticas, se observaron ampliamente estados generativos, necróticos y no estructurales. Bajo las capas necróticas, había áreas manchadas de hematoxilina oscura separadas de

la propia pulpa. En la pulpa no había anomalías. 2) Después de 7 días, las capas necróticas estaban atrofiadas.

En las capas manchadas oscuras, las áreas manchadas eran más oscuras que las de 3 días y aumentadas en degeneración.

En la pulpa, aparecieron células redondas con una apariencia inflamatoria crónica junto con vacuolas, atrofia y degeneración. Parecían estar afectadas por el eugenol. Los puentes de dentina no se habían formado aun. (22)

8.- EFECTOS A LARGO PLAZO DE PULPOTOMIAS DE DIENTES PRIMARIOS CON FORMOCRESOL, GLUTERALDEHIDO-HIDROXIDO DE CALCIO Y GLUTARALDEHIDO-OXIDO DE ZINC EUGENOL EN DIENTES SUCCEDANEOS.

ALACAM ALEV (1989).

Una de las causas locales más frecuentemente descritas son los problemas de desarrollo en las bicúspides permanentes por la infección de la pulpa y la periodontitis apical del diente primario. Así que parece razonable sospechar que cualquier droga empleada en el tratamiento endodóntico de molares primarios podría resultar con el mismo efecto. De ahí que en este estudio el propósito es evaluar la relación entre las pulpotomías con formocresol, gluteraldehido-hidróxido de calcio y gluteraldehido-óxido de zinc eugenol en dientes primarios y los efectos del esmalte en los dientes sucesores permanentes.

Se examinaron 43 pares de dientes permanentes de 36 niños sanos de 11 a 15 años para defectos de esmalte en las superficies labial, lingual y oclusal. Todos los niños habían tenido

pulpotomías en una investigación previa de AJacam. La edad de los niños cuando se practicó el tratamiento era entre 7 y 11 años. Se hizo una evaluación clínica radiológica e histológica de 69 dientes primarios tratados en una visita con técnicas de pulpotomía con glutaraldehído-óxido de zinc eugenol, glutaraldehído-óxido de calcio y formocresol. Todos los dientes fueron reexaminados a intervalos periódicos hasta los 12 meses.

Las tablas de éxito clínico y radiológico se muestran en la tabla 1.

	Total number of teeth	Clinical Success Rate	Radiological Success Rate
Formocresol	23	91.3%	82.6%
Glutaraldehyde			
Calcium Hydroxide	21	90.4%	76.1%
Glutaraldehyde			
Zinc Oxide eugenol	25	96%	92%

El éxito clínico del procedimiento fue juzgado por la ausencia clínica de inflamación o infección de los tejidos adyacentes, una historia negativa de dolor y la ausencia radiográfica de reabsorción interna o involucramiento de las áreas de furcación o apical. Solo se incluyeron en este estudio dientes que mostraron éxito clínico o radiológico.

Todos los niños se mantuvieron sanos durante todo el periodo de estudio y ninguno tenía historias de desórdenes congénitos, genéticos o sistémicos que hubieran afectado la formación o mineralización del diente. Los 43 dientes de control fueron los antagonistas permanentes del lado tratado. Estos dientes fueron examinados en la misma cita que los del lado tratado usando los mismos métodos y criterios de examen para evaluar los defectos e irregularidades del esmalte.

Se usó el método usado por Rule et al. Y Phuhs et al. Este método de evaluación se basa en la división de la corona para permitir un estudio detallado de sus partes anatómicas. Los defectos del esmalte se definieron como cualquier anomalía en superficie, morfología y color. Antes del examen, los dientes fueron secados con aire por un minuto. Los defectos morfológicos se determinaron pasando un explorador por toda la superficie del esmalte del diente. Las anomalías en el color se detectaron por examen visual. La distribución de los dientes tratados por grupos es la siguiente: 12 dientes para el grupo de formocresol, 15 dientes para el grupo de glutaraldehído-óxido de zinc eugenol y 16 dientes para el grupo de glutaraldehído-hidróxido de calcio. Los datos se sometieron a un análisis estadístico probando la diferencia entre dos proporciones.

Los resultados se aprecian en la tabla 2 donde se muestra que prevalecieron los defectos del esmalte en los dientes permanentes en relación a la pulpotomía con formocresol, glutaraldehídos-óxido de zinc eugenol y glutaraldehído-hidróxido de calcio en los dientes primarios correspondientes. De acuerdo con los criterios para la evaluación de efectos de esmalte, no hubo diferencia significativa entre los grupos de tratamiento y los de control. Tampoco se demostraron diferencias significativas estadísticamente entre los grupos de tratamiento. Ninguno de los dientes de control mostraron más defectos del esmalte que los de los lados tratados. ($p > 0.05$).

La evaluación de los defectos del esmalte de los grupos de tratamiento en las superficies oclusal, labial y lingual no mostraron diferencia significativas ($p > 0.05$) en todos.

Pruhs et al. Indicaron una relación definida entre las pulpotomías con formocresol en dientes primarios y defectos del esmalte en los permanentes sucesores. De acuerdo con el estudio de Pruhs, et al., Messer, Cline and Korf, propusieron que después de las pulpotomías con formocresol de éxito en los molares primarios vitales o no vitales, la comparación con las bicúspides de control, prevaleció la alteración posicional y un incremento en los defectos hipoplásticos o de hipomineralización de las

bicúspides de prueba. Ellos concluyeron que los defectos de la superficie del esmalte eran más comunes cuando la pulpotomía se había efectuado al inicio del desarrollo coronal.

Como podemos observar los resultados de los estudios con pulpotomías con formocresol son ligeramente diversos.

Por otra parte, los criterios de éxito no dependen solamente de la evaluación clínica, radiográfica e histológica, sino que también dependen de la longevidad de los molares primarios y la influencia del procedimiento del tratamiento en los sucesores permanentes. (2)

TABLE 2

	LABIAL	LINGUAL	OCCLUSAL	TOTAL (in percentage)
Formocresol treated teeth	8.3	0.0	16.6	24.9
Control teeth	0.0	0.0	0.0	0.0
Glutaraldehyde-Ca(OH)₂ treated teeth	0.0	6.2	6.2	12.4
Control teeth	6.2	0.0	0.0	6.2
Glutaraldehyde-ZOE treated teeth	6.0	0.0	0.0	6.0
Control teeth	0.0	0.0	0.0	0.0

CAPITULO II
Pulpotomía con Formocresol

PULPOTOMIA CON FORMOCRESOL

El formocresol fue lanzado al mercado en 1904 por Buckley, quien afirmaba que partes iguales de formalina y tricresol reaccionarían químicamente con los productos intermedios y finales de la inflamación pulpar para formar un compuesto "nuevo, incoloro y no infeccioso de naturaleza inofensiva". Esta fórmula de Buckley que sigue siendo la utilizada con mayor frecuencia, consiste en tricresol, formaldehído acuoso, glicerina y agua.

La técnica de la pulpotomía con formocresol empleada en la actualidad es una modificación del método original desarrollado por Sweet en 1930. Hacia 1955, Sweet afirmaba haber obtenido el 97% de éxito clínico en 16,651 casos. Sin embargo es necesario hacer notar que en este trabajo casi la mitad de los dientes primarios se expoliaron en forma prematura.

La técnica de pulpotomía con formocresol, fue una técnica utilizada en la costa occidental de Estados Unidos, no recibió aceptación amplia debido a que se consideraba un método no vital o de momificación, además fue opacada por la técnica llamada pulpotomía vital para dientes primarios con hidróxido de calcio, como resultado, el interés por el formocresol como medicamento para pulpotomía disminuyó. Sin embargo dicho interés resurgió con el aumento en los fracasos clínicos de la pulpotomía con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ aún en presencia de un puente dentinario. Al mismo tiempo, se informó un mayor nivel de éxitos clínicos con formocresol.

Aunque los estudios histológicos revelaron que formalina, creosol y paraformaldehído son irritantes para el tejido conectivo sano, se reconoció desde un principio que el formocresol es un bactericida eficaz.

Además tiene la capacidad de evitar la autólisis del tejido mediante el enlace químico complejo del formaldehído con la proteína. Esta reacción de enlace puede ser reversible, ya que la molécula de proteína no cambia en su estructura general básica.

En 1959 Massler y Mansukhani realizaron un estudio histológico detallado sobre el efecto del formocresol, sobre las pulpas de 43 dientes primarios y permanentes a intervalos terapéuticos de 1 a 37 minutos y de 1 a 3 años. La fijación del tejido directamente bajo el medicamento fue evidente. Poco tiempo de la aplicación (7 - 14 días) la pulpa presentaba tres zonas definidas: 1) Una amplia zona eosinófila de fijación; 2) Una zona amplia de tinción pálida con mala definición celular y 3) Una zona de inflamación con difusión apical hacia el tejido pulpar normal. Después de 60 días, en un número limitado de muestras los tejidos restantes parecían completamente fijados como un hilo de tejido eosinófilo fibroso. En el mismo año, Emmerson, Myamoto, Sweet y Bhatia también describieron la acción del formocresol sobre el tejido pulpar humano. Informaron que el efecto sobre la pulpa variaba según el tiempo que el formocresol se encontraba en contacto con el tejido. Una aplicación de cinco minutos daba como resultado la fijación superficial del tejido normal mientras que una aplicación sellada durante tres días producía degeneración calcificada.

Venham, obtuvo resultados histológicos favorables y ha sugerido que el formocresol puede ser reducido hasta una cuarta parte de su potencia.

Reading ha demostrado clínica y radiográficamente que no existe diferencia significativa en el éxito final (85 a 90%) entre el formocresol aplicado durante cinco minutos y de 3 a 5 días. (12)

Gravenmade considera que una fijación satisfactoria con formocresol exige una cantidad excesiva del medicamento, así como un mayor período de interacción. Estos requisitos pueden provocar efectos indeseables en el perióstico. Así mismo, las reacciones del formaldehído con las proteínas deberán considerarse inestables, y pueden ser reversibles. Opina que una solución de

glutraldehído puede reemplazar el formocresol en la terapéutica endodóntica, ya que al parecer posee propiedades fijadoras con menos destrucción de tejido. (12)

El método para el tratamiento de los dientes temporarios con formocresol fue preconizado en 1930 por Sweet y posteriormente por su hijo. Consiste, esencialmente, en extirpar la porción coronaria de la pulpa hasta la desembocadura de los conductos, controlar la hemorragia y aplicar un algodoncito impregnado en formocresol durante 5 minutos, por lo menos. Luego se recubren los muñones con un cemento cremoso espeso, preparado con una mezcla de óxido de zinc y partes iguales de formocresol y eugenol. Como base se utiliza un cemento de fraguado rápido y a continuación podrá efectuarse la obturación de amalgama.

Una variante del procedimiento consiste en:

- 1) Dejar un algodoncito humedecido con eugenol por no más de 3 a 5 días.
- 2) Utilizar el cemento corriente de óxido de zinc-eugenol en contacto con los tejidos pulpaes en lugar del cemento de formocresol.

La pulpotomía con formocresol, también denominada pulpotomía terapéutica, proporciona, según se ha estimado, de un 71 a un 97% de éxito; ello depende del criterio para juzgar los resultados. En la mayoría de los casos el criterio se basó en el examen radiográfico y la ausencia de síntomas. Nacht, en un estudio clínico encontró que los síntomas agudos se presentaron en el 7% de los casos aproximadamente.

Según Sweet, para aplicar este método es necesario seleccionar los dientes y ajustarse a las siguientes condiciones: (1) Vitalidad pulpar; (2) Campo aséptico, (3) Posibilidad de preparar una cavidad suficientemente amplia para visualizar claramente la entrada de los conductos; (4)

Medicación altamente bactericida; y (5) Que estimule la cicatrización pulpar. Este tipo de intervención no debe realizarse en dientes con antecedentes de dolor espontáneo, que hayan presentado sensibilidad a la percusión, con lesiones periapicales, o reabsorción radicular extensa. (7)

Las pulpotomías con formocresol son el sustituto del hidróxido de calcio en los dientes temporales. Este es bactericida, de un efecto de unión proteínica al cual se le consideraba como desinfectante de conductos radiculares en los tratamientos de endodoncia de dientes permanentes. Sus indicaciones son: Cuando los restos pulpares radiculares están muy inflamados y por lo tanto el pronóstico de recuperación es pobre, la acción germicida y fijativa del formocresol está indicado. El formocresol se aplica con una torunda de algodón por un periodo no mayor de 5 minutos. Se prepara la mezcla de óxido de zinc con una gota de eugenol y una gota de formocresol, se mezcla y se coloca la pasta en la cámara pulpar sobre los orificios de la entrada de los conductos radiculares. (20)

Una de las razones por las que se utiliza formocresol como medicamento de pulpotomía en lugar de hidróxido cálcico se basa en los tratamientos ulteriores, en caso de fracaso de esta intervención. Por lo general, es más fácil efectuar el tratamiento endodóntico en los dientes previamente tratados con formocresol. La lesión periapical suele permitir el tratamiento sin anestesia local y la lesión acostumbra curar sin problemas. En cambio, el hidróxido cálcico provoca la formación de dentina reparadora y determina una considerable disminución de la cámara pulpar. (28)

El formocresol es germicida potente. Esta combinación cáustica de formaldehído y cresol, no consta en el "Accepted Dental Remedies", como apósito para dejar dentro del conducto entre una sesión y otra, pues puede provocar una grave necrosis de los tejidos periapicales. Recomendamos su empleo solamente para la neutralización del contenido necrótico, debiendo ser colocado en la entrada de la cámara pulpar, en los casos de necropulpectomía, de acuerdo con Buckley, ya que preconizaba un 1905 la utilización del tricesol formalina, iniciándose el concepto de la premedicación en endodoncia. (16)

El formocresol, una solución de formaldehído al 19 y 35 % de cresol en un vehiculo de agua y glicelina.

La técnica fue introducida como un procedimiento en dos visitas por Sweet 1963. Reding (1968) modificó la técnica de tal manera que solo necesitaba de una visita, y ambas técnicas tienen una tasa elevada de éxitos.

Tradicionalmente, el formocresol se ha utilizado sin diluir. Sin embargo a últimas fechas varios clínicos han cuestionado la validez de emplear un medicamento que contiene algunos ingredientes tan tóxicos. Straffon y Han (1968) estudiaron los efectos de una solución de formocresol a 1:50 en el tejido conjuntivo de cricetos y concluyeron que no interfería en el restablecimiento del tejido conjuntivo, y al parecer suprimía de manera considerable la reacción inflamatoria inicial. Morowa y Cols (1975) evaluaron clínicamente un número determinado de pulpotomías utilizando formocresol diluido y hallaron que se producían resultados clínicos iguales, si no mejores, a los obtenidos al emplear la solución sin diluir. El formocresol diluido ha sido utilizado durante algunos años en el Departamento de Odontología Infantil del Instituto de Cirugía Dental y del Hospital Dental Easman en Londres. Se proporciona preparando una solución diluida a tres partes de glicerina y una parte de agua destilada. Esta solución se debe mezclar perfectamente. El formocresol concentrado se diluye agregándole cuatro partes de solución diluyente y mezclándolo perfectamente una vez más.

Después de haber administrado un anestésico local, se amputa la pulpa coronal a nivel del piso de la cámara pulpar, deteniendo la hemorragia. En la técnica de una visita la solución diluida se lleva al diente en una torunda de algodón y se deja en contacto con la pulpa por 5 minutos. En la técnica de dos visitas, una torunda de algodón ligeramente humedecida es sellada dentro de la cámara pulpar por tiempo aproximado de 7 días. En ambas técnicas, la torunda de algodón es reemplazada por una capa de óxido de zinc mezclada con partes iguales de eugenol y formocresol.

Esta capa se cubre con un barniz de óxido de zinc de fraguado rápido y el diente se reconstruye de inmediato con una restauración permanente. (9)

Acerca de la reacción de los tejidos pulpaes frente al formocresol, se han publicado varios trabajos entre ellos tenemos:

Dietz.- Observó una necrosis superficial delimitada por una zona acelular. Doyle, a nivel de la amputación, observó un tejido fibroso de coloración parduzca seguida por una zona celular débilmente coloreada. En dientes extraídos poco después del tratamiento habla signos de inflamación; no así en los extraídos posteriormente.

Spedding observó fijación de los tejidos de la porción coronaria de la raíz, pero el tejido pulpar se presentaba normal a medida que se acercaba el tercio apical. Berger observó una zona de coagulación necrótica y algo de inflamación y Beaver habla de fibrosis, cierta inflamación, coagulación necrótica, restos amorfos y formación de abscesos en algunos de los especímenes examinados.

Straffon y Han sostienen que aún muy diluido (1 por 50) el formocresol "todavía es capaz de fijar las células". El efecto del formocresol parece ser una destrucción y fijación de las células de los tejidos y de los microorganismos, si existieran, con coagulación necrótica en la vecindad inmediata a la aplicación y consecuencias menos serias en los tejidos adyacentes. Los tejidos extirpados en la zona donde fue aplicado posteriormente al tratamiento, no están afectados o lo están muy poco. (7)

Rölling y Thylstrup examinaron clínica y radiográficamente, después de un lapso de tres años, 98 molares temporarios (pulpotomías con formocresol) y obtuvieron 70% de éxitos. Sólo 50 dientes no presentaron alteraciones patológicas, 27 fracasaron, 9 se exfoliaron y 12 se perdieron por diversas razones. (7)

Berger, comparó los efectos de la pulpotomía y medición con formocresol en una sola visita con los de la pasta de óxido de zinc y eugenol. Los periodos de evaluación variaron de 3 a 38 semanas después de la intervención. Clínica y radiográficamente el 97% de los dientes con formocresol se juzgaron un éxito, el 82% del grupo de formocresol fue juzgado exitoso comparado con el fracaso total con óxido de zinc y eugenol. La parte misteriosa de este estudio fué la revelación de que la necrosis por coagulación de la pulpa con formocresol se presentaba a las 3 semanas con una ausencia total de detalle celular en el tercio apical, aunque a las siete semanas se había presentado desarrollo de tejido conectivo de tipo granular a través del agujero apical. (12)

Las investigaciones combinadas de Straffon, Han, Loos y Morowa sobre los efectos efectos clínicos, histológicos y bioquímicos del formocresol han creado una nueva forma de pensar en cuanto a este tipo de tratamiento pulpar. Straffon y Han concluyeron, con base en un estudio sobre el tejido conectivo de pulpa de cobayo expuesta a formocresol, que el medicamento no interfiere con la recuperación prolongada del tejido conectivo e incluso puede suprimir la reacción inflamatoria inicial. Concluyeron que el formocresol a una potencia de 1:5 puede ser igualmente eficaz y quizá menos dañino como agente para pulpotomía. (12)

Rolling y colaboradores, investigaron las reacciones morfológicas y enzimáticas histoquímicas de pulpotomías hechas con formocresol en molares primarios humanos durante periodos variables de 3 a 24 meses y 3 a 5 años. En estos estudios se presentaron diversas reacciones pulpares, desde normalidad (reacción nula) hasta inflamación crónica total. Sin embargo, en la mayoría de los casos el tejido pulpar en la región apical estaba vivo y mayoría de los casos el tejido pulpar en la región apical estaba vivo y presentaba inflamación mínima. (12)

Doyle et al. (1962) realizaron un estudio comparativo del resultado de la acción del formocresol y del hidróxido de calcio en las biopulpectomías parciales, llegando a la conclusión de

que en dientes primarios de niños entre 4 y 11 años, la técnica de la biopulpectomía parcial con formocresol fue superior a la del hidróxido de calcio.

Un estudio comparativo similar realizado por Spedding et al. (1965), dió como resultado la impresión de que las biopulpectomías parciales realizadas sobre dientes primarios de monos, resultaron más favorables con la terapia del formocresol en relación con la del hidróxido de calcio.

Armstrong et al. (1979) en un estudio comparativo entre la acción de Dycal y del formocresol, posteriormente a la biopulpectomía parcial de dientes permanentes jóvenes de monos, llegaron a la conclusión que ambos casos y en porcentaje elevado, los dientes continuaron la formación de sus raíces: 12 de 20 con Dycal y 17 de 20 con formocresol.

Muñiz (1979), realizó la técnica del formocresol en 102 dientes permanentes jóvenes de niños entre 8 y 15 años. Estudió la hipótesis siguiente: "Ante una lesión pulpar irreversible, el organismo puede hacer una reparación biológica en el conducto radicular del tipo cicatrizal, similar a la realizada en otras partes" El número de éxitos se llevó al 92%, los fracasos al 5% y casos dudosos 3%.

Holland y colaboradores (1983), realizaron un estudio histológico a distancia en biopulpectomías parciales realizadas en dientes de perros con forámenes incompletamente formados, posteriormente a la biopulpectomía parcial y protección con hidróxido de calcio o formocresol. Un año después los mejores resultados se obtuvieron en el grupo experimental en que se empleó hidróxido de calcio.

Es necesario destacar que de acuerdo con nuestro criterio, la bibliografía sobre este tema resulta confusa por distintas razones. En primer término parece evidente que tratándose de dientes

primarios, que no nos corresponde considerar en detalle, el tratamiento con formocresol en las biopulpectomías parciales sería más efectivo, para los fines requeridos, que el del hidróxido de calcio.

El futuro de un diente primario es distinto al de uno joven permanente. En este último resulta esencial no sólo tratar de conseguir completar la formación de su raíz, sino también pensar en el porvenir de su salud pulpar y en última instancia, en una compleja rehabilitación coronaria con pernos, muñones, debido a la frecuencia de la destrucción de su corona clínica.

Un tratamiento que intente fijar o momificar el tejido pulpar y calcificar su conducto, inhabilitará para un futuro anclaje que permita restaurar convenientemente la pieza dental.

El hidróxido de calcio, mantiene la pulpa radicular en estado de salud y forma a la entrada de cada conducto un puente dentinario o barrera cálcica, sin afectar la pulpa radicular. La eliminación de estos puentes para lograr acceso a los conductos, realizada a su debido tiempo, puede ofrecer algunas dificultades pero nunca la imposibilidad de ensanchar un conducto parcial o totalmente calcificado.

La atención primaria en el afán de salvar un molar permanente joven, justifica el tratamiento con formocresol en un niño que por distintas razones no alcanza las posibilidades de una terapéutica compleja y costosa, en los casos en que la infección pulpar contraindique la aplicación del hidróxido de calcio. Sin embargo, debemos recordar que el control clínico radiográfico postoperatorio y a distancia, aun en el caso que pueda realizarse, resulta insuficiente como medio de establecer el verdadero estado de un conducto sin obturar, especialmente si contenía una pulpa inflamada o parcialmente gangrenada. (18)

Los mejores resultados, que se obtuvieron con el formocresol en comparación con el hidróxido de calcio en los dientes temporales, demostrados por diferentes estudios, inclinan hacia la

preferencia de la técnica formocresolada. Speddín y Col., por lo general, no encontraron complicaciones metaendodóncicas, después de su aplicación. En los dientes permanentes de adultos se usa esta técnica únicamente como alternativa de la extracción.

Berger admite 82% de éxito, principalmente histológico. Al fracasar este tratamiento todavía queda la posibilidad de la conductoterapia. (13)

La técnica de pulpotomía con formocresol se recomienda para piezas temporarias con exposición pulpar por caries. Si hay evidencia de hiperemia después de retirada la pulpa coronaria, lo cual es indicativo de que hay inflamación en el tejido más allá de la porción coronaria de la pulpa. Se dejará de lado este abordaje en favor de la pulpectomía parcial, la pulpectomía total e inclusive la extracción de la pieza dentaria.

Si la hemorragia se controla rápidamente y los muñones de la pulpa aparecen normales puede suponerse que el tejido pulpar de los conductos es normal y que será posible continuar con la pulpotomía. Se aplica en contacto con la pulpa remanente una torunda de algodón humedecida con formocresol de Buckley en concentración al 1:5, la torunda de algodón permanecerá sobre los muñones de la pulpa durante 5 minutos.

Pese a que se recomienda que el formocresol se use durante 5 minutos, ésto se determinó en forma un tanto arbitraria. Existen pocos datos disponibles para verificar el tiempo óptimo de aplicación. García Godoy, Novakovic y Carvajal propusieron que un tiempo de aplicación más corto (1 minuto) podría ser adecuado, y aún superior a los 5 minutos recomendados.

Algunos odontólogos prefieren formar el material para recubrimiento mediante la mezcla de polvo de óxido de zinc con partes iguales de eugenol y de formocresol. No existen contraindicaciones comprobadas del agregado de formocresol a esa mezcla; sin embargo, tampoco se

han comprobado beneficios. Ranly, Montgomery y Pope demostraron in vitro que el formaldehído no se combina químicamente en cemento de óxido de zinc-eugenol y es probable que se filtre con el tiempo. En cambio, García Godoy ha demostrado que la incorporación del formocresol al cemento de óxido zinc-eugenol aparentemente no es necesaria para obtener las reacciones pulpares características y esperadas de la técnica de pulpotomía con formocresol durante 5 minutos. En vista de la naturaleza cáustica del formocresol y de la preocupación por cierto potencial mutágeno y tóxico por el uso excesivo del formocresol, no se recomienda su empleo en la pasta de óxido de zinc-eugenol. García Godoy (1982) demostró en dientes de perros que el cemento de policarboxilato puede ser preferible al óxido de zinc-eugenol como material de recubrimiento pulpar posterior a la pulpotomía con formocresol.

La fórmula de Buckley incluía partes iguales de formocresol y de cresol. Empero, la fórmula fue modificada de modo que los preparados comerciales habitualmente disponibles consisten en un 19% de formaldehído y 35% de cresol en una solución de glicerina y agua. La concentración 1:5 de esta fórmula se prepara mezclando bien, primero tres partes de glicerina con una parte de agua destilada y luego agregando cuatro partes de este diluyente a una parte del formocresol de Buckley, mezclar bien todo. (17)

En años recientes se ha usado cada vez más el formocresol como sustituto del hidróxido de calcio al realizar pulpotomías en piezas primarias.

Aunque muchos operadores clínicos apoyaron su utilización durante años, el uso del formocresol no fue respaldado por estudios histológicos convincentes hasta la última década. Actualmente, ha sido investigada la acción de esta droga en pulpas vitales de piezas de ratas, perros y monos, también en piezas humanas. En todos los estudios en que se le ha comparado con el hidróxido de calcio, el formocresol ha arrojado más porcentaje de éxito. En contraste con el

hidróxido de calcio, generalmente el formocresol no induce formación de barrera calcificada o puentes de dentina en el área de amputación.

El formocresol crea una zona de fijación, de profundidad variable, en áreas donde entró en contacto con tejido vital. Esta zona está libre de bacterias, es inerte, es resistente a autólisis y actúa como impedimento a infiltraciones microbianas posteriores. El tejido pulpar restante en el canal radicular experimenta varias reacciones que varían de inflamaciones ligeras a proliferaciones fibroblásticas. En algunos casos, se ha informado de cambios degenerativos de grado poco elevado. El tejido pulpar bajo la zona de fijación permanece vital después del tratamiento con esa droga, y en ningún caso se han observado resorciones internas avanzadas. Esta es una de las principales ventajas que posee el formocresol sobre el hidróxido de calcio. Se han dado muchos fracasos debido a que el hidróxido de calcio estimula la formación de odontoblastos que destruyen internamente la raíz de la pieza. Se han llevado al cabo dos estudios con monos rhesus en los que se realizaron pulpotomías con formocresol en piezas primarias y permanentes, siguiendo los procedimientos clínicos aceptados para los seres humanos. Las secciones histológicas de las mandíbulas "in toto" no revelaron efecto alguno en piezas sucedáneas, hueso alveolar o tejidos periapicales después de haber aplicado la droga. (5)

A continuación se resumen en un cuadro los hallazgos histológicos en pulpotomías con formocresol en una visita en cúspides primarias normales. Tomada de la tesis de maestría de Spamer R.G. University of Washington Library 1965.

Cuadro 10-1. Hallazgos histológicos en pulpotomías con formocresol en una volta en cúspides primarias normales

24 horas	7 días	14 días	1 mes	2 meses	4 meses	6 meses
Tercio coronal Capa de fibrina Capa de eritrocitos Banda eosinofílica Odontoblastos presentes en capas superiores Pérdida odontoblastica Edema intercelu- lar Células inflamatorias agudas Hiperemia	Tercio coronal Capa de fibrina Capa de eritrocitos Banda eosinofílica Odontoblastos presentes en superior Zona celular Edema intercelu- lar Células inflamatorias agudas y crónicas Tercio medio Normal	Tercio coronal Capa de fibrina Capa de eritrocitos Banda eosinofílica Odontoblastos presentes en capas superiores Pérdida odontoblastica Edema intercelu- lar Células inflamatorias agudas y crónicas Tercio medio Normal	Tercio coronal Reacciones del tejido pulpar similares a los del grupo de 14 días con estas excepciones importantes Inflamación aumentada Proliferación aumentada de fibroblastos en tercio medio y apical	Pulpa completa Capa de fibrina Proliferación fibroblástica Aumento de fibras colágenas intercelulares Pocos vasos sanguíneos Inflamación crónica	Tercio coronal Capa de fibrina Inflamación crónica incrementada Proliferación fibroblástica Disposición de dentina irregular (reparadora) Tercio medio Proliferación fibroblástica Aumento de fibras intercelulares Deposición de dentina irregular	Pulpa completa Capa de fibrina Deposición de dentina irregular (reparadora) Disposición de dentina irregular Tejido pulpar y dntina en todos los Aumento de fibras intercelulares
Tercio medio Normal	Tercio apical Normal	Tercio medio Ligera inflamación Proliferación de fibroblastos			Tercio apical Proliferación fibroblástica Aumento de fibras intercelulares	
Tercio apical Normal	Tercio apical Normal	Tercio apical Normal				

De la tesis de maestría de Spomer, R.S., University of Washington Library, 1965.

El efecto del formocresol consiste en la destrucción y fijación de las células tisulares y de los microorganismos, en caso que los haya, con necrosis por coagulación en la zona inmediata a su aplicación y consecuencias menos serias en los tejidos adyacentes. El tejido removido en una zona más distante del lugar de la aplicación, no sufre alteraciones o es afectada ligeramente. (7)

En general, los resultados de muchos estudios histológicos sobre la pulpotomía con formocresol, han revelado que existen varias zonas definidas en la pulpa después de la aplicación del medicamento:

- 1.- Residuos superficiales junto con fragmentos dentinarios en el sitio de la amputación.
- 2.- Tejido eosinófilo teñido y comprimido.
- 3.- Una zona de tinción pálida con pérdida de definición celular.
- 4.- Un área de actividad fibrótica e inflamatoria que conduce.
- 5.- Un área de tejido pulpar al parecer normal que debe considerarse vivo.

Ranley y Lazzari han concluido, sin embargo que las variaciones con la interpretación de los estudios histológicos con formocresol, ya sea sobre tejido vital o no vital, puede atribuirse al tiempo de exposición del tejido radicular al fármaco. (12)

Ha sido informada la evidencia de un desarrollo apical continuando después de la aplicación de procedimientos de pulpotomía con formocresol en dientes permanentes jóvenes con ápices incompletamente desarrollados. Informaron también de alta incidencia de resorción interna que aumentaba en su severidad en los períodos de tiempo más prolongado. El procedimiento con

formocresol resulta atractivo porque hay menos calcificación en la pulpa remanente que la que a veces se ve en la pulpotomía con hidróxido de calcio. Después de terminada la formación de las raíces, puede reentrarse fácilmente en los dientes, extirparse la pulpa y realizar el tratamiento endodóntico de rutina. Contrariamente a estos hallazgos, un grupo de investigadores mostró igual frecuencia en la calcificación de los conductos por aposición continua de dentina en las paredes laterales con el empleo de hidróxido de calcio o de formocresol. El único denominador común para esta reacción fue la presencia de partículas dentinarias accidentalmente impulsadas al interior del tejido pulpar radicular. (4)

Otros estudios mostraron el reemplazo completo del tejido pulpar por tejido de granulación y la formación de osteodentina a lo largo de las paredes de los conductos en dientes permanentes después de las pulpotomías con formocresol. La reacción se describió como proceso curativo más que proceso de destrucción, pero se notó inflamación crónica persistente. A pesar de que se informaron algunos 239 éxitos con este tratamiento, no puede ser recomendado rutinariamente hasta que haya más investigaciones que demuestren que la positividad de esta técnica es completa. (4)

Los estudios histológicos demostraron los efectos del formocresol en las pulpas de dientes humanos temporarios y permanentes. Las torundas de algodón saturadas con formocresol ocasionaron que la superficie de la pulpa se torne fibrosa y acidófila en pocos minutos. Después de la exposición al formocresol por periodos de 7 a 14 días, se observaron 3 zonas:

- 1) Una amplia zona de fijación acidófila.
- 2) Una amplia zona de tinción clara con menor celularidad y menor definición de las fibras (atrofia).

3) Una amplia zona de concentración de células inflamatorias en la unión con la zona de tinción clara que se propaga hacia apical en tejido pulpar normal. No hubo evidencia de intentos de formación de una barrera cálcica o de tejido fibroso. Después de 60 días a un año, la pulpa fue fijada en forma progresiva y finalmente toda la pulpa se tornó fibrosa.

Investigaciones posteriores mostraron que el efecto del formocresol sobre la pulpa varía, dependiendo del tiempo en que la droga esté en contacto con el tejido. Después de 5 minutos hubo una fijación superficial que disminuía hacia el tejido normal situado hacia apical. El formocresol sellado en contacto con la pulpa durante 3 días, provocó degeneración cálcica y la técnica se denominó vital o no vital de acuerdo con la extensión del tiempo de aplicación. Se reportó la penetración de fibrofilamentos en el tejido subyacente a la pulpotomía con formocresol en dientes caninos humanos temporarios. A las 16 semanas había degenerado toda la pulpa, siendo reemplazada por tejido de granulación. Se notó inflamación leve y cierta degeneración cálcica.

Doyle y Col. Compararon las pulpotomías con formocresol y con hidróxido de calcio en dientes temporarios sanos con exposición pulpar mecánica. Se selló con una torunda con formocresol de 4 a 7 días. El estudio histológico se efectuó de los 4 a los 388 días. De los 18 dientes del grupo con hidróxido cálcico, solo el 50% fue juzgado exitoso desde el punto de vista histológico; de los 14 dientes tratados con formocresol, el 92% fue considerado exitoso desde el punto de vista histológico.

Desde el punto de vista radiológico las tasas de éxito fueron de 64% y 93% mientras que las tasas de éxito clínico fueron de 71% y 100% (pulpotomías con hidróxido de calcio en comparación con formocresol). Los autores fueron capaces de identificar tejido vital en el tercio apical de los conductos radiculares después del tratamiento con formocresol de las pulpotomías. Se demostró la acumulación de formocresol en la pulpa, la dentina, el ligamento periodontal y el hueso que rodea los ápices de los dientes pulpotomizados. Se comprobó que el formaldehído era el componente del

formocresol que interactúa con la fracción proteica de las células. La adición de cresol al formaldehído parece potenciar el efecto del formaldehído sobre las proteínas.

La aplicación del formocresol radiactivo a los sitios de amputación de la pulpa logró demostrar la inmediata absorción del producto. La absorción por la vía sistémica se limitó a aproximadamente el 1% de la dosis aplicada, a despecho del tiempo de aplicación de la droga. Se demostró que el formocresol comprometía la microcirculación, causando trombosis vascular, lo cual limitaba una mayor acumulación sistémica.

En experimentos se demostró que in vivo el tejido autólogo fijado por formocresol produce una respuesta inmune al ser implantado en tejido conectivo o inyectado en los conductos radiculares. El tejido se alteró desde el punto de vista antigénico por el formocresol y activó una respuesta linfocitaria específica mediada por células.

En otros estudios no se demostraron evidencias de estas respuestas en animales no sensibilizados previamente, mientras que animales presensibilizados, mostraron sólo un débil potencial alergénico. Esto demuestra que el formaldehído tiene un bajo nivel de antigenicidad por lo que sería una medicación pulpar aceptable en cuanto a su potencial inmunológico.

Después de la administración sistémica de formocresol en animales de experimentación, el formocresol se distribuye por todo el cuerpo. El metabolismo y la excreción de una parte del formocresol absorbido ocurre en los riñones y los pulmones. El resto de la droga se fija a los tejidos, especialmente en los riñones, hígado y pulmones. Cuando se le administra sistemáticamente en dosis altas, se producen efectos tóxicos (incluyendo alteraciones cardiovasculares, alteraciones enzimáticas plasmáticas y urinarias y evidencia histológica de daño celular a los órganos vitales). El grado de daño tisular estaba relacionado con las dosis, con algunas de las alteraciones posiblemente reversibles

en los estadios tempranos. Las dosis administradas fueron muy superiores a las usadas clínicamente en humanos y no podían extrapolarse los resultados a la práctica clínica odontológica. (4)

Un estudio histológico en dientes con patología pulpar y periapical inducidos no mostró resolución de la inflamación o de la patología periapical después de la pulpotomía y aplicación del formocresol durante 5 minutos. Los conductos con tejido vital mostraron más resorciones internas que las informadas por otros investigadores y se notó mayor resorción apical en los dientes con complicaciones periapicales y de las furcaciones que, la observada en dientes con pulpa vital. No se observó penetración del tejido en conductos con pulpa necrótica. Se notó también la falta de evidencia de fijación por formocresol de las lesiones apicales o de las furcaciones. A pesar de las grandes reacciones inflamatorias alrededor de los ápices de los dientes temporarios cercanos a los gérmenes de los permanentes, no se observaron efectos perjudiciales por causa del formocresol en ningún germen dentario. Dado que los autores llegaron a la conclusión de que la pulpotomía con formocresol es un procedimiento inaceptable en dientes con patología pulpar o periapical, este estudio apunta a destacar la importancia de limitar las pulpotomías con formocresol a los dientes temporarios con tejido vital en los conductos radiculares. (4)

Entre las ventajas de este procedimiento tenemos:

- 1.- No produce dentinoclasis, por lo menos macroscópica, como la ya descrita debida al hidróxido de calcio.
- 2.- No sufre encogimiento el filete radicular como en la momificación.
- 3.- El gran poder germicida del formocresol.

4.- Es mayor la probabilidad de la acción defensiva del tejido conjuntivo en la terminal de los conductos. (13)

Las contraindicaciones de la pulpotomía con formocresol en dientes temporarios son:

- 1) Los dientes no restaurables
- 2) Dientes próximos a la exfoliación sin hueso que recubre la corona del permanente.
- 3) Una historia de dolor espontáneo.
- 4) La evidencia de patología periapical o furcal.
- 5) Una pulpa que no sangra.
- 6) La imposibilidad de cohibir la hemorragia después de la amputación pulpar.
- 7) Pulpa con drenaje seroso o purulento.
- 8) La presencia de una fistula. (4)

Después del tratamiento de la pulpa vital, hay que tomar radiografías y evaluar los síntomas clínicos en intervalos semestrales regulares. Lo ideal es que el diente tratado no muestre síntomas ni tractos fistulosos. Desde el punto de vista radiográfico, el área periapical debe mantenerse normal. Además se debe examinar el interior del diente y, más concretamente, la morfología de los conductos. Si el conducto comienza a disminuir súbitamente de tamaño, se puede considerar la

intervención endodóntica convencional, lo mismo si el conducto muestra un ensanchamiento brusco (reabsorción interior) en un área localizada. (28)

**A CONTINUACION SE ANEXAN ALGUNAS INVESTIGACIONES REALIZADAS
SOBRE LA PULPOTOMIA CON FORMOCRESOL EN LOS ULTIMOS 5 AÑOS.**

**1.- UNA EVALUACION CLINICA DE RESORCION RADICULAR POR
TRATAMIENTO CON FORMOCRESOL EN 120 CASOS DE PULPOTOMIA EN
MOLARES PERMANENTES.**

ALI AKBAR HOSSEINI (1992).

Esta investigación surgió con la necesidad de averiguar la naturaleza del daño que la fórmula de Buckley ocasiona en las células del tejido conectivo y la posibilidad de desarrollar una concentración de formocresol más razonable para uso clínico, particularmente en relación con las pulpotomías en dientes primarios. Para este fin se han hecho un número de experimentos en los que se han evaluado las síntesis de los tejidos conectivos extracelulares, la matriz de fibroblastos, la síntesis de ácidos ribonucleicos, las actividades metabólicas de los vasos sanguíneos y los diversos estudios enzimáticos de los tejidos conectivos.

El propósito de este estudio fue determinar la efectividad del formocresol en la resorción de conductos radiculares y de determinar del porcentaje de dientes en los cuales se presentará la resorción radiográfica de conductos radiculares después de una pulpotomía con formocresol.

Se estudiaron 120 casos de pulpotomías con formocresol en molares primarios de marzo 1989 a 1990. Estos casos presentaron pulpitis con síntomas de dolor extremo, se usó formocresol basado en la fórmula de Buckley (53 gm. de formalina, 35 gm. de cresol, 7 gm glicerol y 5 de agua destilada). Además del eugenol, los otros materiales fueron una fresa redonda del número 6 ú 8 un excavador grande.

Se tomó una radiografía periapical antes del tratamiento, se usó anestesia local antes de eliminar las caries, se aisló el diente, se removió la pulpa cameral fué removida con un excavador Se lavó el diente con sueron fisiológico, se secó con algodón estéril. Se colocó una torunda de algodón con formocresol en la entrada del conducto después de 5 minutos, se quito el algodón y se aplicó una pasta especial cosistente en formocresol, eugenol y óxido de zinc de 1mm. de espesor. La entrada del conducto fue cubierta con esta pasta de obturación temporal (zonalin). Después de una semana se removió esta pasta temporal y se completó la restauración del diente. Se efectuaron revisiones 2 veces durante el primer año y por lo menos una vez durante los años siguientes.

Los pacientes fueron 40 hombres 33.3% y 80 mujeres 66.7%, ei 50% en edades comprendida entre 16 a 20 años y 21 a 25 años.

Los resultados en el tratamiento de pulpitis aguda tuvo más éxito 99.26% que el de Pulpitis Crónica 84%. Hubo resorción interna en 6 dientes con pulpitis crónica y resorción externa en 2 dientes de un total de 50 dientes tratados. Para pulpitis aguda solo 3 dientes sufrieron resorción interna y con resorción externa en 2 dientes de un total de 70 dientes tratados en las raices palatina y distal.

Hubo más éxito estadísticamente en dientes tratados con pulpitis aguda que en dientes tratados con pulpitis crónica, ésto pudo presentarse posiblemente por que los casos de pulpitis crónica deben haber tenido más inflamación en la pulpa radicular que los casos de pulpitis aguda. Si la inflamación se extendía a la entrada del conducto pulpar, los osteoclastos pueden haber sido atraídos al área y si fuera posible examinar el diente histológicamente, pequeñas áreas de resorción serían evidentes. Mientras que los estudios en la literatura no son similares a este estudio, en otros estudios sobre la calcificación del conducto radicular presentó obliteración de los conductos radiculares.

Finalmente podemos concluir que la diferencia estadística que hay, es una ventaja en la técnica de pulpotomía con formocresol en molares permanentes con pulpitis aguda. (3)

2.- PULPOTOMIAS CON FORMOCRESOL Y GLUTARALDEHIDO EN DIENTES PRIMARIOS.

PRAKASHC., CHANDRA S., JAISWAL J.N. (1989).

El propósito del presente estudio fue para comparar clínica y radiológicamente los efectos del formocresol y del glutaraldehído como medicamento en molares primarios humanos vitales expuestos a caries.

Los materiales usados para la pulpotomía fueron diluciones de formocresol de Buckley a 1/5 (formaldehído al 19%, cresol 35%, glicerina 15%, agua 31%) y soluciones de glutaraldehído al 2%. Se seleccionaron 60 molares primarios para tratamiento de pulpotomía. Estos 60 molares primarios se dividieron en 2 grupos a saber: 30 molares primarios para pulpotomía con formocresol, 30 molares para pulpotomía con glutaraldehído. Estos pacientes fueron seleccionados del departamento de pedodontics, Faculty of Dental Sciences, K.G.S. Medical College, Lucknow.

Los pacientes tenían edades comprendidas entre 3 años, 6 meses a 9 años 6 meses con un promedio de 6 años.

Los criterios para la selección de los dientes dependió de:

- 1.- Exposición cariosa, sin síntomas de la pulpa vital.
- 2.- No tener evidencia clínica o radiológica de degeneración pulpar.

3.- Hemostasis normal después de aplicar ligera presión con un algodón seco contra los tejidos de la pulpa en el canal radicular.

4.- Posibilidad de restauración apropiada de molares primarios.

Los materiales utilizados fueron: Una charola estéril con algodón, fresas e instrumentos manuales para la pulpotomía. Se aplicó anestesia local y se aisló el diente, se removió la caries periférica con baja velocidad antes de exponer la pulpa. Este importante paso evitó la contaminación bacteriana innecesaria de la pulpa y mejoró la visibilidad del sitio de exposición. El techo de la cámara pulpar fue removido con una fresa de fisura de baja velocidad. La pulpa cameral fue removida con un escabador y se lavó con agua destilada o con suero. Se secó la cámara pulpar y el sangrado fue controlado con algodón estéril.

Se mojó un algodón con el medicamento ya sea con formocresol o glutaraldehído, eliminando el exceso y se colocó en la cámara pulpar cubriendo la entrada de la pulpa radicular y se dejó 4 ó 5 minutos, se tomaron precauciones apropiadas para evitar la fuga de la solución a la gingiva. Se hizo una pasta de óxido de zinc y eugenol para cubrir la entrada de la pulpa radicular y se empujó ligeramente la pasta en su lugar con un algodón humedo. En la siguiente visita se removió el cemento de óxido de zinc y eugenol dejando una base delgada sobre la pulpa amputada y se aplicó la restauración de amalgama de plata y se citó al paciente para chequeo clínico y radiológico normal.

Todos los dientes tratados fueron examinados después de 1, 3 y 6 meses. De los 30 dientes tratados con formocresol, solo 22 estuvieron disponibles para el chequeo durante todo el periodo de 6 meses. En el grupo de glutaraldehído, de los 30 dientes tratados solo 20 regresaron al chequeo durante el periodo de 6 meses.

En el grupo de pulpotomía con formocresol, 10 primeros molares primarios y 12 segundos molares primarios de maxilar superior / inferior estuvieron disponibles para chequeo. En el grupo de glutaraldehído 7 primeros molares primarios y 13 segundos molares primarios de maxilar superior / inferior estuvieron disponibles para revisión.

De los 22 molares primarios con pulpotomía con formocresol, clínicamente 2 dientes mostraron dolor después de 6 meses y no se registró dolor en los periodos de 1 mes y 3 meses.

Tampoco se registró inflamación, absceso en los intervalos de 1, 3 y 6 meses.

Se presentó movilidad fisiológica en 21 dientes y se registró movilidad grado I en un diente después del intervalo de 6 meses. No se registró movilidad de grado II y de grado III en ningún diente, durante la revisión de 1, 3 y 6 meses.

De los 20 molares primarios con pulpotomía con glutaraldehído, clínicamente ningún diente mostró dolor, inflamación, absceso ni movilidad patológica en los 6 meses.

De los 22 molares primarios con pulpotomía con formocresol, un diente mostró patosis interradicular después de 6 meses de revisión y un diente mostró reabsorción interna después de 6 meses. No se registró ningún encuentro radiográfico significativo en los intervalos de 1 y 3 meses.

La patosis periapical y la obliteración del conducto pulpar estuvieron ausentes después de 1, 3 y 6 meses.

De los 20 molares primarios de pulpotomía con glutaraldehído, ningún diente mostró patosis interradicular, patosis periapical, resorción interna y obliteración del conducto pulpar después de 1, 3 y 6 meses.

El éxito clínico y radiológico de pulpotomías con formocresol fue de 90% y con un glutaraldehído 100%.

El formocresol ha sido el fijador más ampliamente aceptado para el procedimiento de la pulpotomía en dientes primarios. A pesar del alto porcentaje de éxito clínico de las pulpotomías con formocresol, la evaluación histológica mostró un resultado diverso y se ha reportado una variación de respuesta de la fijación aparente de una parte del tejido pulpar al área de inflamación y necrosis. Ahora se ha sugerido que la fórmula de Buckley es tóxica a las células de la pulpa dental.

En los dientes con pulpotomías con formocresol se reportó el transporte sistémico del medicamento, posible efecto en el esmalte de los dientes sucedáneos y cambios radiográficos.

Algunos estudios recientes mostraron que 1/5 de dilución del formocresol de Buckley produce un afecto igual que la concentración total en términos de la supresión de la síntesis del RNA pero fueron causados excesivos efectos laterales por la concentración total. El formaldehído, que es un componente del formocresol ha sido reportado como un carcinógeno potencial.

Debido a la toxicidad de estos materiales es necesario usar la dosis apropiada, concentración, aplicación y cuidado deseado.

Se recomienda un estudio a largo plazo porque este fue un estudio a corto plazo, pues comprende un período de 6 meses solamente. (24)

3.- DIFUSION DEL GLUTARALDEHIDO Y FORMOCRESOL ALMACENADO EN DIENTES PRIMARIOS CON PULPOTOMIAS.

La finalidad de este estudio fue para investigar la difusión del glutaraldehído y el formocresol almacenado por la dentina y el cemento de dientes primarios tratados con pulpotomía.

Se usaron los siguientes materiales: Glutaraldehído formocresol almacenados. El 2% w/v de glutaraldehído almacenado, fue preparado de 25% de solución, diluyendola con un bufer de fosfato de sodio (pH 9.2).

El formocresol usado fue el de Buckley diluido con glicerina y agua en proporción 1:5.

Se seleccionaron 30 molares primarios recién extraídos de niños entre 4 a 7 años de edad. Los dientes estaban libres de caries o con caries inicial. Más de 2/3 de las raíces de todos los dientes estaban presentes. Los dientes se limpiaron y cepillaron en agua inmediatamente después de la extracción.

El tejido de la pulpa cameral fue amputado con un excavador, se irrigó con solución salina y se secó con algodón estéril. Después se colocó un algodón con glutaraldehído o formocresol al 2% w/v aplicándose sobre la pulpa radicular por 3 minutos y luego fue removido. Se selló la cavidad con cemento de óxido de zinc y eugenol de obturación temporal. Para control se usó agua destilada en lugar de glutaraldehído / formocresol buferado para mojar la torunda de algodón.

Cada diente fue suspendido con la raíz inmersa en 15ml. de medio recolectante (búfer fosfatoso pH 9.2) en una botella de plástico a temperatura ambiente. A intervalos de 15 minutos hasta una hora, a una hora en las siguientes 4 horas y luego a 24 horas hasta las 96 horas, se

recolectó 1ml. del medio en sus respectivos tubos de prueba y se analizaron para el contenido de glutaraldehído usando una modificación del método descrito por Gravenmade et al.

Los resultados fueron los siguientes:

No hubo difusión de glutaraldehído buferado al 2% por la dentina y el cemento en el medio recolectado en 8 de 11 molares primarios tratados. El medio recolectado de otros 3 dientes mostró señales de glutaraldehído después de 3 horas de incubación. Las señales no estaban dentro de límites detectables.

Todos los dientes tratados con formocresol tenían cantidades detectables de formocresol ($0.119 \pm 0.01138 \mu \text{ gm/ml}$) en el medio recolectado en 15 minutos después del procedimiento de la pulpotomía. La concentración de formocresol fue observado hasta alcanzar un aumento gradual de $4.470 \pm 0.2999 \mu \text{ gm/ml}$. después de 4 horas.

Los resultados de este estudio demuestran claramente que el formocresol se difundió por la dentina y el cemento dentro de 15 minutos después de un procedimiento de pulpotomía, en tanto no se observó ninguna difusión de glutaraldehído buferado.

La posible explicación para la falta de difusión del glutaraldehído buferado al 2% se debe a que es un dialdehído saturado con gran habilidad para combinarse con los aminoácidos de las proteínas, para formar puentes de metileno inter e intramuscular de tamaños macromoleculares, reduciendo así su difusión y solubilidad.

Por el contrario, la reacción del formocresol con proteínas es bajo y su tamaño molecular es más pequeño comparado con el glutaraldehído y facilita su difusión. Gravenmade cree que la satisfactoria fijación del formocresol requiere un exceso de medicamento y un periodo largo de

interacción. Desafortunadamente, estas dos condiciones solo afirman los efectos colaterales indeseables. Otra desventaja del formocresol es que la mayoría de sus reacciones son reversibles, permitiendo así la inflamación del tejido pulpar restante. (25)

4.- CAMBIOS PERIODONTALES DESPUES DE PERFORACION CORONA / RAZ Y PULPOTOMIA CON FORMOCRESOL.

(REPORTE DE UN CASO) ABRAMS HERBERT. (1992).

Se reporta un caso clínico que describe la secuela de una perforación de corona-raíz inatrogénica y una pulpotomía con formocresol.

Se trata de una paciente de sexo femenino de 43 años de edad, fue referida a la University of Kentucky Graduate Periodontics Clinic para la evaluación de dolor intermitente en el área premolar derecha del maxilar. La historia clínica reveló que varios meses antes le fue aplicada en ese diente una restauración por el dentista privado, 3 meses después regresó al consultorio con dolor espontáneo de corta duración y dolor de ojo del lado derecho, el diente restaurado sensible a la percusión. Se obtuvo una respuesta significativa con un vitalómetro y se hizo un diagnóstico de "pulpitis irreversible". Se practicó una pulpotomía de emergencia, durante la preparación del acceso se perforó la pared distal de la cámara pulpar y de la raíz. Se hizo un intento para sellar el defecto iatrogénico con gutapercha. Se colocó una torunda de algodón con formocresol en cámara pulpar y se obturó con un material temporal. En esta ocasión se le dijo al paciente que el pronóstico del diente era pobre. Tres semanas después regreso al dentista para el tratamiento de un absceso periodontal agudo en el área premolar derecha del maxilar.

El paciente se presentó a la Clínica de periodontología 2 meses después de la perforación, su historia clínica reveló que ella estaba tomando SINTROIT para hipotiroidismo y DIASIDE para

hipertensión. Su presión sanguínea era de 152/110, el paciente refirió que desde la pulpotomía había tenido dolor intermitente en el área involucrada, el estudio no reveló signos aparentes de inflamación en el área. Pruebas periodontales revelaron abultamiento severo 8-10mm. en la superficie distal del premolar derecho del maxilar. El diente era asintomático a la palpación y a la percusión, el examen radiológico reveló una área radiolúcida que rodeaba un objeto radiopaco sobresaliendo del área interproximal del lado distal del primer premolar del maxilar. Se canalizó al paciente con su médico para que tratara su hipertensión y se pospuso todo tratamiento hasta que su hipertensión estuviera sobre control. Después de 2 semanas la paciente regresó a la clínica con una presión de 126/88 y su médico aseguró que no había contraindicaciones para el tratamiento dental incluyendo cirugía.

Se hizo acceso quirúrgico del área y se evaluó el diente involucrado. Se encontró gran defecto óseo de una pared entre los dientes 4 y 5 derechos, se extrajo un gran cono de gutapercha de la pared distal del 1er. premolar derecho del maxilar con pérdida de unión periodontal en este sitio, en esa etapa el pronóstico del diente era sin esperanza. El diente fue extraído y se hizo un recubrimiento óseo mínimo para facilitar cierre plano. El diente extraído confirmó una perforación de 3 x 6mm. en la pared distal de la raíz extendida de la línea cervical a la furcación se encontró una torunda de algodón dentro de la cámara pulpar. El diente con hueso unido y tejido blando fue remitido al departamento de patología oral para examen histológico. El examen microscópico reafirmó reencuentro clínico de la inflamación crónica de tejido blando, pérdida ósea interdental horizontal y vertical y un defecto de raíz lateral. Se hizo un tratamiento protésico al paciente y éste ya no estuvo disponible para exámenes subsecuentes.

Debido al tamaño y localización de la perforación, aparentemente no fue posible obtener un sellado adecuado que hubiera prevenido un intercambio de fluidos, bacterias y medicamentos entre la cámara pulpar y la cavidad oral.

A opinión de los autores la selección del formocresol como medicamento intracámara pulpar contribuyó a la rápida destrucción del tejido duro y blando adyacente a la perforación. El algodón con formocresol que se colocó se dejó por un largo periodo de tiempo (10 semanas), lo que permitió al formocresol estar en continuo contacto libre a los tejidos adyacentes. Esto fue un factor muy significativo en la rápida y extensiva destrucción del tejido y además la alta citotoxicidad del formocresol comprometió aun más la situación, permitió la diseminación vascular de sus componentes y hubo una respuesta humoral y una necrosis de coagulación en el sitio de contacto. Un mecanismo de respuesta puede haber sido un factor importante en la destrucción del tejido y la tremenda cantidad de hueso perdido en un periodo de tiempo relativamente corto, cosa que no ha sido observada por los autores en casos de perforación con otros medicamentos intraconducto comunmente usados.

En suma el formaldehído, componente importante del formocresol ha sido reportado como mutagénico y carcinogénico. El formocresol da como resultado absorción sistémica y puede causar cambios de tejido lejos del sitio de aplicación clínica. Otros estudios en animales reportan una respuesta inmune. Además el formaldehído es alcalino por lo que es altamente antimicrobiano y el cresol, compuesto fenólico es coagulante de proteínas. Otros estudios han confirmado los efectos irritantes y citotóxicos al tejido aún en cantidades mínimas, puede difundirse hacia apical, dentro de minutos después de la aplicación. Puede ser absorbido rápidamente en la circulación sistémica, así como en el ligamento periodontal que le rodea, el hueso y la dentina. (1)

5.- EMBRIOTOXICIDAD Y TERATOGENICIDAD DEL FORMOCRESOL EN EL DESARROLLO DE EMBRIONES DE POLLO.

HURLEY FIEDBERG BEVERLY (1990)

El propósito de este estudio fue para determinar los efectos enormes tanto morfológica como histológicamente, la embriotoxicidad y teratogenicidad del formocresol en embriones de pollo en desarrollo.

Se utilizaron huevos de pollo Leghorn blanco, se incubaron por 24 hrs. a 38.8°C y rotados 2 veces al día y una vez en sábado y domingo. Los huevos fueron vistos a contraluz para checar huevos no fertilizados y embriones muertos.

Todas las inyecciones se aplicaron a 48hrs. de la incubación usando agujas de 1 1/2 pulgada, calibre 21 y jeringas de tuberculina. El extremo del huevo opuesto al saco del aire, fue lavado con gaza mojada en 70% alcohol y se hizo un pequeño agujero con un punzón. El punzón fue sumergido en alcohol y flameado antes de cada uso. Se tuvo cuidado de no dañar o perforar la membrana mientras se hacía la apertura. La aguja fue insertada hacia arriba a su máxima longitud para la inyección en la yema. Se inyectó Sufranin-0 en unos pocos huevos de prueba para verificar que esta técnica llevaba el material a la yema debajo del embrión. Después de retirar la aguja se usó un pedazo de cera suave para sellar el agujero antes de regresar el huevo a la incubadora.

Los huevos experimentales recibieron 0.1ml. de formocresol de Buckley diluido a 25% o 50% con glicerina. Se usaron 2 grupos de control. Los vehiculos de control recibieron una inyección de 0.1ml. de glicerina, mientras que los controles simulados tuvieron la aguja insertada pero ningún material fue inyectado.

Los embriones de pollo fueron sacrificados al 9º día de la incubación, con una fresa de fisura se practico una ranura en el cascarón y luego con bisturi se separaron las dos mitades de cascarón. Los embriones muertos fueron anotados y descartados. La viabilidad de los embriones se evidenció por el latido del corazón y reacción al toque.

Se usaron un total de 132 huevos en este estudio 21 de ellos no fueron fertilizados y por lo tanto eliminados de la investigación. Hubo 21 controles falsos 17 controles de vehículo, 55 huevos experimentales inyectados con 25% de formocresol y 18 inyectados con 50% para un total de 111 embriones reportados en este estudio. El estudio fue realizado usando 48 huevos a la vez, así que la investigación se llevó al cabo usando 3 grupos. La determinación visual del latido del corazón y la respuesta al estímulo táctil constituyeron los criterios para asegurar que el embrión estaba vivo.

Los embriones en el 2o. y 3er. grupo fueron pesados y se midió la longitud de la corona después de la fijación pero antes de la deshidratación. 8 de los embriones de control y 9 de los experimentos sobrevivientes inyectados con 25% del formocresol fueron seccionados en serie para permitir el examen histológico de la cabeza. 5 de los experimentales y 5 de los de control fueron utilizados para disección y examen mayor. Los retrasos de desarrollo fueron asegurados al comparar los animales experimentales con los controles falsos y de vehículo así como para establecer los criterios de desarrollo.

Se fijaron los embriones en fijador Dietrich's durante un mínimo de 9 días antes de ser examinados con medios apropiados. Después se deshidrataron en alcohol 70 a 95% de etanol y después al 100%, posteriormente se aclararon en Xileno 100% y embebidos en Surgipath.

Las secciones de la serie coronal (6 μ m) de grueso fueron preparados de la cabeza al cuello, se montaron en portaobjetos cubiertos con albúminas y teñidos con hematoxilina-eosina. Después se cubrieron y se aplicó bermount, se secaron antes de examen microscópico

El porcentaje de mortalidad para los controles falsos y de vehículo fue de 4.8 y 17.7% respectivamente. Mientras que con la inyección de formocresol al 25% hubo un 40% de mortalidad y en el formocresol al 50% causó el 100% de mortalidad, murieron a los 4 ó 5 días de edad en etapas de la 23 a la 26.

El examen total de los embriones reveló varias anomalías. Los hematomas en el área craneal eran comunes en los embriones experimentales y ocasionalmente se presentaban en los embriones inyectados con glicerina pero no se presentó en controles falsos. 2 de los 33 embriones supervivientes (6.1%) inyectados con formocresol al 25% mostraron lesiones de tipo cístico en la cabeza y mostraron anomalías faciales no observadas en ningún embrión. El desarrollo total de los embriones experimentales se retardó y su crecimiento también. Se observó que los ojos, espolones, extremidades y plumaje estaban subdesarrollados, cuando se compararon con los otros dos tipos de control. En los embriones experimentales los ojos eran más pequeños y 6 a 13 se presentaron con pupila esclerótica pero nunca formaron un círculo completo ya que murieron los 14 con la pupila esclerótica, presentes en los dos grupos de control. La membrana nictitante estaba empezando a aparecer en los embriones experimentales en ambas series de embriones de control, esta membrana se extendía más allá del párpado y empezaba a cubrir los globos oculares. Los embriones experimentales tenían los dedos muy alargados pero todavía estaban presentes delgadas membranas entre ellos, no había membranas presentes en los grupos de control. El plumaje menos desarrollado en los embriones experimentales que en las series de control. El examen de ojos, espolón, extremidades y plumaje indicaba que los embriones experimentales estaban en la etapa 32 (7.5 días) de la clasificación de Hamburger y Hamilton, mientras que las dos secciones de control estaban en la etapa 35 (8.5 días). No se observaron anomalías morfológicas mayores del corazón, abdomen, hígado, páncreas u otras estructuras internas durante la disección completa de los 5 embriones experimentales inyectados con 25% de formocresol. La vascularización que rodea la albúmina de huevo de estos embriones descendió en tamaño más no en el número de vasos, su peso corporal fue

de 1.27g. comparados con el 2.07g. de los grupos de control. Su longitud coronal fue 30.95mm. mientras que los de control fue de 34.86mm.

La evaluación microscópica de los tejidos demostró que los embriones experimentales estaban subdesarrollados. El desarrollo de ojos, espolón, paladar, placas nasales, vasculatura, musculatura y cartilagos estaban notablemente retrasados, los vasos eran mas pequeños en diámetro excepto en áreas de inflamación donde los vasos estaban dilatados y se notó la presencia de células inflamatorias asociadas. También se encontró edema generalizado en la región de la cara media adyacentes a cavidad nasal y oral en los grupos experimentales.

El tamaño subnormal sugiere efecto teratogénico. Las anomalías de la vasculatura son por los efectos tóxicos del formocresol y se debe más al componente cresol cuya vida medida en el torrente sanguíneo es bastante larga.

Estas anomalías, tamaños subnormales y mortalidad aumentada indican que el formocresol es embriotóxico y teratogénico por lo menos en el embrión de pollo.

Aunque no hay estudios reportados concernientes a la habilidad del formocresol para cruzar la barrera placentaria en cantidades significativas, el potencial para que lo mismo ocurra en el humano pueda estar presente, por lo tanto la buena práctica clínica sugiere la necesidad para que los practicantes evalúen su uso en mujeres en edad fértil o en embarazadas y pacientes jóvenes. (10)

CONCLUSIONES

La pulpotomía es un tratamiento endodóntico temporal, que tiene algunas ventajas: Económica, el tratamiento es corto, no se estimulan los tejidos periapicales y en caso de que no evolucionen favorablemente se puede realizar una pulpectomía.

De los medicamentos usados para la pulpotomía tenemos el hidróxido de calcio y el formocresol, es necesario que antes de decidir sobre cual utilizar conozcamos los beneficios o daños que pueden ocasionar en los tejidos adyacentes.

El hidróxido de calcio es el medicamento utilizado en pulpotomías con más probabilidades de éxito y el que provoca menos efectos secundarios en el periodonto y a nivel sistémico.

El éxito de las pulpotomías con hidróxido de calcio se debe a que conserva la vitalidad de la pulpa radicular y favorece el cierre del ápice.

El hidróxido de calcio es la sustancia que tiene excelentes propiedades biológicas, pero, carece de radiopacidad, viscosidad y es totalmente permeable de ahí que se le combine con otras sustancias para mejorarlo. Pero generalmente se recomienda usarlo químicamente puro, el que se usa para análisis químico, debido a que en combinación con otras sustancias provoca reacciones indeseables en los tejidos.

Entre las desventajas que se le atribuyen al hidróxido de calcio se menciona que provoca resorción interna en dientes de la primera dentición y degeneración cálcica, sin embargo estas desventajas no son provocadas por el medicamento sino por no saber seleccionar correctamente los casos a tratar con este fármaco.

Las pulpotomías con formocresol son indicadas exclusivamente en dientes de la primera dentición, y con vitalidad pulpar

El formocresol es un medicamento altamente tóxico, crea una zona de fijación del tejido, se difunde rápidamente, llega a la circulación sistémica, puede excretarse por riñones, puede provocar degeneración cálcica, inflamación, y llegar a provocar trombosis vascular comprometiendo la microcirculación la droga puede fijarse en hígado, riñones y pulmones, puede provocar resorciones en el conducto con tejido vital y se ha llegado a decir por investigadores prestigiados que es teratogénico, citotóxico y carcinógeno potencial, por lo que debe tenerse mucho cuidado con su uso, tanto en personas jóvenes como en mujeres embarazadas.

En México el formocresol es frecuentemente usado en clínicas de odontopediatría porque es altamente bactericida y porque no forma un puente dentinario como con el hidróxido de calcio y en caso de que no evolucione favorablemente la pulpotomía, puede realizarse fácilmente una pulpectomía.

Si por alguna razón se llegase a utilizar el formocresol, se recomienda usarlo diluido y con el menor tiempo posible de exposición en los tejidos.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ABRAMS Herbert, Cunningham Charles J. and Lee Steve B. Periodontal Changes following coronal/root perforation and formocresol pulpotomy. *Journal of Endodontics*. 18 (8) 399-402, 1992.
- 2.- ALACAM A. Long term effects of primary teeth pulpotomies with formocresol, glutaraldehyde calcium hydroxide and glutaraldehyde-zinc oxide eugenol on succedaneous teeth. *Journal of Pedodontics*. 13 (4) 307-13, 1989.
- 3.- AKBAR Hosseini Ali A Clinical evaluation of root resorption by formocresol treatment in 120 cases of pulpotomy in permanent molars. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 17 (1) : 11-13, 1992.
- 4.- COHEN Stephen, Burns Richard C. *Endodoncia. Los caminos de la pulpa*. Cap. 22, 922-934 pp. Editorial Panamericana, 1992.
- 5.- FINN Sidney B. *Odontología Pediátrica*. Cap. 10, 188-193 pp. Nueva Editorial Interamericana S.A., 1991.
- 6.- GEORGOPOULOU M, Kontakiotis E. Nakou, M. In vitro evaluation on the effectiveness of calcium hydroxide and paramonochlorophenol on anaerobic bacteria from the root canal. *Endodontics and Dental Traumatology*. 9:249-53, 1993.
- 7 - GROSSMAN Louis I *Práctica Endodóntica*. Cap. 6, 123-141 p.p., Editorial Mundi S.A., 1984

- 8.- HAGA S. Craig and Stern Paula H. Responses of Osteoblastic Cells (UMR 106) Exposed to Elevated Extracellular Calcium. *Journal of Endodontics*. 19 (9) : 462-65. 1993.
- 9.- HARTY F. J. Endodoncia en la Práctica Clínica. Cap. 9; 258-268 p.p., Editorial Manual Moderno, S.A., 1984.
- 10.- HURLEY Friedberg Beverly, and Gartner Leslie P. Embryotoxicity and Teratogenicity of Formocresol on Developing Chick Embryos. 16 (9); 434-437; 1990.
- 11.- HOSSEINI A.A. A Clinical evaluation of root resorption by formocresol treatment in 120 cases of pulpotomy in permanent molars. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 17 (1); 11-3, 1992.
- 12.- INGLE J.I. Taintor J. F. Endodoncia, 3a. Edición, Cap. 18, 821-827 p.p., Editorial Interamericana, 1987.
- 13.- KUTTLER Yury. Fundamentos de Endo- Metaendodoncia Práctica. Cap. XVI-XVII, 136-141 p p., Francisco Méndez Oteo Editor y Distribuidor, 1986.
- 14.- LASALA Angel. Endodoncia. Cap. 9, 155-167 p.p. Edit. Salvat Editores, S.A., 1988.
- 15.- LEONARDO, Mario Roberto, Leal Jayme Mauricio, Simoes Filho Ariano Penteadó. Endodoncia. Tratamiento de los Conductos Radiculares. Cap. 16, 226-239 y 257-259 p.p., Editorial Médica Panamericana, 1983.

- 16.- LEONARDO Mario Roberto. Lea Assed Bezerra da Silva, Renato de Toledo Leonardo, Lidia Sabbag Utrilla and Sada Assed. Histological Evaluation of Therapy Using a Calcium Hydroxide Dressing for Teeth with Incompletely Formed Apices and Periapical Lesions. *Journal of Endodontics*. 19 (7): 348-52, 1993.
- 17.- Mc. DONALD Ralph E. Avery David R. *Odontología Pediátrica y del Adolescente*. Cap. 19, 420-421 p.p. Edit. Médica Panamericana, 1990.
- 18.- MAISTO Oscar A. capurro Mab el A. de Gómez, Marisca Beatriz M. de Taddei. *Endodoncia*. Cap. VIII, 119-137 p.p. Editorial Mundi, 1984.
- 19.- MTSUZAKI K. Fujii Fumii H. Machida Y. Experimental study of pulpotomy with calcium hydroxide iodoformpaste in dogs' in mature permanent teeth. *Journal Bulletin of Tokyo Dental College*. 31 (1) : 9-15, 1990.
- 20.- MEMBRILLO V. José Luis. *Endodoncia*. Cap. 13, 149-154 p.p., Editorial Ciencia y Cultura de México, S.A., 1983.
- 21.- NERWICH Alan, Figdor David, Messer Harold H. pH Change in Root dentin Over a 4-week Period following Root Canal Dressing with Calcium Hydroxide. *Journal Endodontics*, 19 (6):302-05, 1993.
- 22.- NOBUKE H. Miyake Y. Kidokoro S. Nagasaka N. The effect of calcium hydroxide eugenol agents on pulp of primary teeth of young dogs. The view of early stages. /Japanese/. *Journal of Pedodontics*. 27 (4) : 915-21, 1989.

- 23 - PRECIADO Z. Vicente. Manual de Endodoncia. Cap. IV, 49-53 p.p., Cuellar Ediciones, 1984.
- 24.- PRAKASH C. Chandra S. Jaiswal J.N. Formocresol and glutaraldehyde pulpotomies in primary teeth. *Jornal of Pedodontics*. 13(4): 314-22, 1989.
- 25.- RUSMAH Mean, Rahim Zubaidah H. A Diffusion of buffered glutaraldehyde and formocresol from pulpotomized primary teeth. *journal of Dentistry for Children*. 59 (2): 108-10, 1992.
- 26.- SAFAVI, Kamran E. and Nicols Frank C. Effect of Calcium Hydroxide on Bacterial Lipopolysacoharide. *Journal of Endodontics*. 19 (2): 76-78, 1993.
- 27.- SELTZER, Samuel. Bender, Pulpa Dental. Cap. 14, 265-284 p.p., Editorial Moderno, S.A., 1987.
- 28.- WEINE, Franklin S. Terapéutica en Endodoncia. Cap. 15, 213-226 p.p. Editorial Salvat. Editores, S.A., 1991.