



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

PULPOTOMÍA CON HIDRÓXIDO DE CALCIO.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N O D E N T I S T A

P R E S E N T A:

ALEJANDRO GONZÁLEZ REYES

TUTOR: Esp. ALEJANDRO HINOJOSA AGUIRRE



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 esta 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.

A la UNAM.

Estoy totalmente agradecido con mi Alma Mater, por haberme acogido durante todos estos años en sus aulas desde el Colegio de Ciencia y Humanidades y recibirme con las puertas abiertas en la Facultad de Odontología, es un verdadero honor pertenecer a la máxima casa de estudios e indudablemente, un privilegio ser universitario. Siempre la llevaré en mi corazón.

A la Facultad De Odontología.

Porque fue un sueño hecho realidad y una gran satisfacción personal el día que me dejaron ser estudiante en Ciudad Universitaria y egresar de ella, me llevo lo mejor de esta Facultad, sus enseñanzas y tratare de llevar en alto lo que significa pertenecer a esta casa de estudios.

A mi tutor. Dr. Alejandro Hinojosa Aguirre, ya que guío este trabajo y sin él no hubiera sido posible, gracias por la atención prestada, por su amistad, y por ser una excelente persona, siempre estaré agradecido con usted.

Al Dr. Charly porque me enseñó la humildad con la que debo regir mi práctica profesional, su pasión y su altruismo es sin duda alguna un ejemplo a seguir.

A la Dra. Angélica Castillo porque me brindo su ayuda cuando la necesite e hizo de este camino mucho más ligero, es una amiga, una guía, una gran persona para mí.

Gracias Dra. Blanquita y Dra. Arcelia, ustedes son las culpables de que la Odontopediatría sea ahora mi pasión. Dra. Alicia Montes de Oca por enseñarme la disciplina y que con perseverancia y práctica las cosas salen bien. A los Doctores del Seminario de Titulación de Odontopediatría por compartir sus conocimientos para una adecuada formación.

A todos los profesores que causaron un impacto en mí: Jesús Manuel Díaz de León, Beatriz Catalina Aldape Barrios, Santa Ponce Bravo, Carlos Tinajero Morales, Samuel Jiménez Escamilla, Mercedes Porras Ocampo, Víctor Manuel Moreno Maldonado. Sus enseñanzas son las que forjaron lo que soy ahora.

A mis padres

Por su apoyo incondicional, por estar conmigo en las buenas y en las malas, por sus consejos, por sus palabras de aliento, porque siempre buscaron la manera de que siguiera adelante en este sueño, por haber sufrido conmigo durante estos años de carrera, siempre creyeron en mí.

LOS AMO.

A mis hermanos Diego y Celic.

Porque siguieron pasó a paso este trayecto, porque siempre buscaron la manera de alentarme y animarme en todo momento.

A mis mejores amigos.

A Miguel, Cristobal y Edward.

Porque siempre nos propusimos esta meta y al fin los logramos.

A Vivi.

Por su amistad incondicional, por su apoyo, cariño, consejos.

A mis compañeros de la facultad por hacer mis años de la facultad más ligeros:

Fabián y Jessica del 1015 y 2015, Aida y Tania del 3006, Diana y Quique del 4003, Jessica,

Clyvia y Anita en la Clínica Periférica de Aragón.

A mis compañeros del Servicio Social.

Sherlyn, Chio, Meche, Iván, Isela, Karen, Nadia, Laurita.

A mis compañeros del seminario de titulación.

Luis, Mario, Daniel, Diana, Brenda, Yuss.

A Jorgello

Por tu apoyo, por sus consejos, por ser mi mano derecha, por compartir la profesión de Odontología y la pasión en Odontopediatría, por brindarme esa confianza de seguir adelante, por complementar mis conocimientos, por ser mi compañero y mi mejor amigo, porque en las malas y en las buenas has estado ahí brindándome un hombro del cual me pueda apoyar.

GRACIAS

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	6
PROPÓSITOS	8
1. CONSIDERACIONES GENERALES DE LA PULPA DENTAL	9
1.1. Anatomía de la cámara pulpar	10
1.2. Histología de la pulpa cameral	12
2. PULPOTOMÍA	20
2.1. Definición	20
2.2. Indicaciones	22
2.3. Contraindicaciones	24
2.4. Procedimiento de la técnica convencional	26
2.5. Biomateriales utilizados en Pulpotomía	30
2.5.1. Formocresol	30
2.5.2. Glutaraldehído	31
2.5.3. Sulfato Férrico	33
2.5.4. Agregado de Trióxido Agregado (MTA)	35
2.5.5. Colágena	37
2.5.6. Tetrandine	37
2.5.7. Hueso Liofilizado	38
2.5.8. Proteínas Osteogénicas	38
3. HIDRÓXIDO DE CALCIO	40
3.1. Características Físicas y Química	40
3.1.1. Efectos Ion Calcio	42
3.1.2. Efectos Ion Hidroxilo	42
3.2. Efectos Biológicos	43
3.3. Propiedades Antimicrobianas	44
3.3.1. Acción del ion OH	44
3.4. Aplicaciones en Odontología	45
4. PULPOTOMÍA CON HIDRÓXIDO DE CALCIO	49

4.1.	Indicaciones	50
4.2.	Técnica de pulpotomía con hidróxido de calcio para dientes de la primera dentición	52
4.3.	Reacción Hidróxido De Calcio-Pulpa	53
4.4.	Recomendaciones Para La Obturación	55
4.5.	Comparación Con La Técnica De Formocresol	56
4.6.	Cementos a base de Hidróxido de Calcio usados en pulpotomías	58
4.6.1.	Hidróxido de calcio puro	58
4.6.2.	Calxyl	59
4.6.3.	Pulpdent	60
4.6.4.	Calvital	61
4.6.5.	Biodentine	61
CONCLUSIONES		64
BIBLIOGRAFÍA		65



INTRODUCCIÓN

Preservar la integridad de los dientes de la primera dentición y evitar la extracción prematura de dichos órganos, es uno de los conceptos que busca el Cirujano Dentista así como el especialista de Odontopediatría, para eso se utilizan diversos procedimientos que pretenden conservar la función de los dientes afectados y restablecer su función hasta su exfoliación.

Los tratamientos pulpares en primera dentición deben ser tratados de una manera adecuada para ello se debe de establecer un buen diagnóstico y así poder elegir el tratamiento ideal, para esto el Cirujano Dentista debe tener los conocimientos básicos de la morfología e histología pulpar dental.

La pulpotomía forma parte de los procedimientos de la terapéutica pulpar, los que tienen como objetivo resolver los problemas que surgen cuando se ve involucrado el complejo dentino-pulpar debido a lesiones cariosas, traumatismos dentales o incluso ocasionados accidentalmente por el mismo Cirujano Dentista. Consiste en la amputación de la porción coronal de la pulpa y posteriormente la colocación de un biomaterial que le devuelva la función al diente afectado.

Actualmente existen diferentes medicamentos y procedimientos para llevar acabo la pulpotomía, aunque el formocresol ha llegado a ser reconocida como la técnica mayor uso por sus buenos resultados y además por ser uno de los primeros materiales usados para el tratamiento pulpar. De igual manera se reconocen los efectos tóxicos del formocresol y aunque se



PULPOTOMÍA CON HIDRÓXIDO DE CALCIO.



ha tratado de diluir la concentración del formocresol y reducir el tiempo de exposición en el tejido pulpar, sigue siendo tóxico para el paciente pediátrico.

Por otra parte tenemos el hidróxido de calcio, otro material que se ha venido utilizando durante años, junto con el formocresol, es uno de los materiales que tiene la capacidad de controlar la inflamación e inducir la reparación de tejidos duros, así como actividad antimicrobiana, y que a diferencia del formocresol no es tóxico para el paciente pediátrico.

En este trabajo, se realiza una revisión bibliográfica acerca de la técnica de pulpotomía con hidróxido de calcio, el procedimiento que debe seguir así, como consideraciones para el uso de esta técnica, además se realiza una comparación con el uso del formocresol para que el Cirujano Dentista pueda incluir este procedimiento en sus planes de tratamiento.



PROPÓSITOS

1. Realizar una revisión bibliográfica de la técnica con pulpotomía con hidróxido de calcio.
2. Dar a conocer el procedimiento así como las especificaciones para la técnica de pulpotomía con hidróxido de calcio.
3. Mencionar algunos materiales a base de hidróxido de calcio que se pueden utilizar y se han venido utilizando para esta técnica.
4. Comparar la técnica de pulpotomía con hidróxido de calcio contra la técnica convencional con el uso de formocresol.



1. CONSIDERACIONES GENERALES DE LA PULPA **DENTAL**

La pulpa dental es el único tejido blando del diente y forma parte de un complejo denominado dentino-pulpar, denominado así por que interactúa en la formación de dentina durante el proceso de odontogénesis.¹ La pulpa cumple con 5 funciones principales:

- **Función inductora:** que se pone de manifiesto durante la amelogénesis, ya que es necesario el depósito de dentina para que se produzca la síntesis y el depósito del esmalte.
- **Función formativa:** la pulpa tiene como función esencial formar la dentina, La elaboración de dentina está a cargo de los odontoblastos y según el momento en que esta se produzca se forman los diferentes tipos de dentina: primaria, secundaria y terciaria o reparativa. La dentina primaria se deposita durante la formación del diente hasta que entra en oclusión, la secundaria se forma luego de que se forma completamente la raíz. La terciaria se forma en respuesta a distintos estímulos irritantes como: biológicos (caries) físicos (calor, presión) o químicos (sustancias nocivas provenientes de materiales dentales).
- **Función nutritiva:** La pulpa nutre la dentina a través de las prolongaciones odontoblásticas y de los metabolitos que provienen del sistema vascular pulpar que se difunden e través del líquido dentinario.
- **Función defensiva o reparadora:** la pulpa tiene una capacidad reparativa grande, formando dentina ante las diferentes agresiones. Las dos líneas de defensa son: la formación de dentina peritubular y la formación de dentina terciaria, la cual es elaborada por los nuevos



odontoblastos que se originan de las células mesenquimatosas indiferenciadas.

- Función sensitiva: la pulpa, mediante los nervios sensitivos responde ante los diferentes estímulos o agresiones, con dolor dentinario o pulpar. Weine señala que su función sensitiva o nerviosa es porque sus nervios motores y sensitivos desempeñan un papel esencial en la transmisión del dolor y el control de los vasos sanguíneos.^{2,3,4}

1.1. Anatomía de la cámara pulpar.

La cámara pulpar o porción coronal de la cavidad pulpar está situada en el centro de la corona, está rodeada en toda su extensión por dentina hasta llegar a la porción radicular, por lo regular es única, presenta una forma similar y aproximada a la corona clínica del diente, es voluminosa y aloja la mayor parte de la pulpa dental, las cámaras pulpares de los dientes inferiores de la dentición primaria son más amplias en comparación a los dientes superiores. Está constituida por:

- Un techo pulpar o pared oclusal o incisal, que es de forma cóncava, con la concavidad hacia la porción oclusal o incisal y con una prominencia hacia las puntas de las cúspides denominadas cuernos pulpares (Imagen 1), en el caso de los dientes de la dentición primaria estas prolongaciones se extienden más cerca a la superficie externa del diente y son más marcadas su forma puntiaguda, por eso es más fácil la comunicación pulpar por caries o traumatismos.

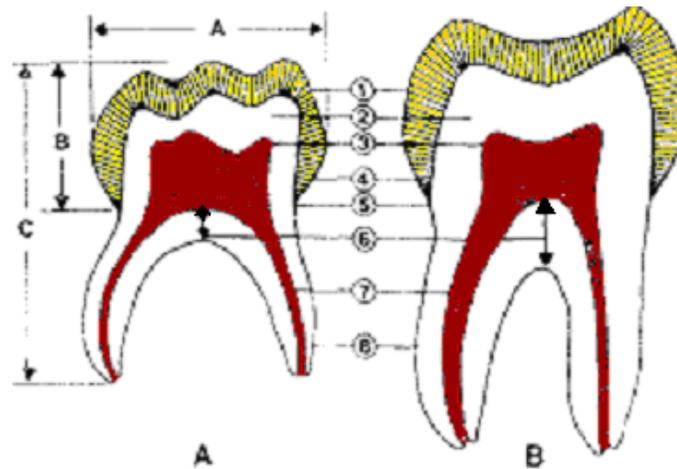


IMAGEN 1. Comparación anatómica de la cámara pulpar en primera dentición A y segunda dentición B.

Fuente: <http://www.fesiztacala.com>.

- Un piso pulpar o pared cervical: es la cara opuesta al techo pulpar, y es más o menos paralela a la pared oclusal, con frecuencia en la parte media presenta una superficie convexa, lisa y pulida, en sus ángulos presenta unos nichos en forma cónica que representan los orificios de la entrada de los conductos radiculares, esta zona convexa que une los orificios de las entradas de los conductos radiculares es denominada "Rastrum Canaliculorum" identificado solo en dientes birradiculares o trirradiculares y no en dientes unirradiculares, esto por la continuidad que hay entre la cámara pulpar con el conducto radicular, se ha observado que en dientes primarios, los conductos accesorios encontrados en el piso pulpar, conducen directamente a la bifurcación o trifurcación interradicular.
- Las paredes laterales circundantes, sus nombres corresponden a las caras del diente hacia donde están orientadas (mesial, distal, vestibular, palatina o lingual). Como siguen la forma externa del diente

frecuentemente presentan un escalón en su porción más profunda de la pared lateral.⁵

1.2 Histología de la cámara pulpar.

La pulpa dental tiene un origen embrionario en la papila dental, a su vez la pulpa que se encuentra en la porción coronal es la forma madura de la papila dental y es el único tejido blando del diente (Imagen 2). Fox y Heeley realizaron estudios histológicos y concluyeron que no hay diferencias estructurales entre tejidos de la primera dentición y permanente joven.^{1, 2}

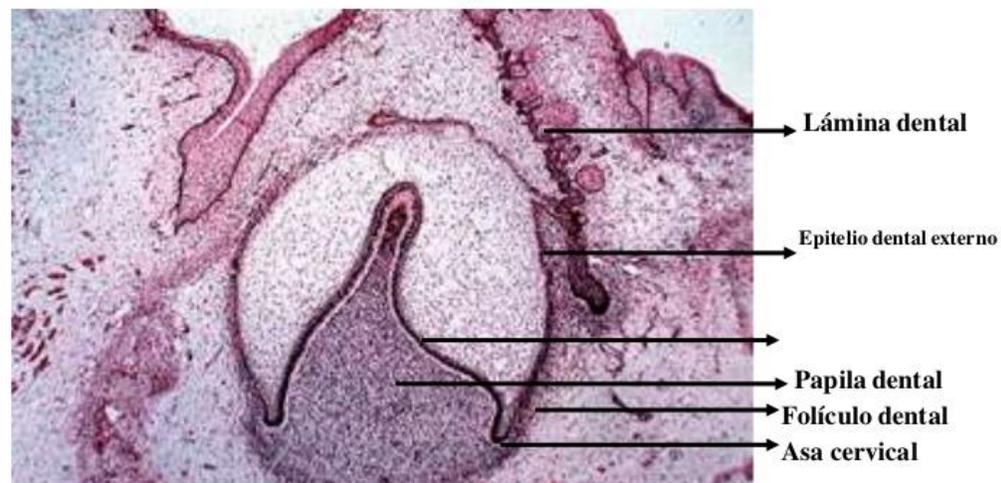


IMAGEN 2. Estadio de Campana, la papila dental pasa a ser la pulpa dental

Fuente: <http://es.slideshare.net>.

La pulpa es un tejido conectivo de variedad laxa, ricamente vascularizado e innervado, en su periferia se encuentran los odontoblastos que son las células encargadas de sintetizar los diferentes tipos de dentina, como está

rodeada de dentina calcificada lo que lo hace un tejido único en su grupo, está conformada un 75% por agua y un 25% por materia orgánica esta última compuesta por células y matriz extracelular representada por fibra y sustancia fundamental.^{1,2} Algunos de sus componentes son:

- Odontoblastos: son células específicas del tejido pulpar y están situadas en su periferia y adyacentes a la predentina, están unidas por complejos de unión que conforman una disposición en empalizada la capa odontoblástica, habiendo aproximadamente un numero de 45,000 mm² solo en la porción coronaria. Cuando un odontoblasto está en un modo secretor, se han detectado altos niveles de calcio, fosforo y azufre al igual que gran actividad enzimática e hidrolítica, la actividad enzimática está asociada al inicio de la mineralización y se manifiesta tanto en el cuerpo como en la prolongación del odontoblasto. Libera al espacio extracelular gránulos de glucosaminoglucanos (GAG), glucoproteínas y precursores de colágena que son componentes básicos de la dentina y solo se originan nuevos odontoblastos en los procesos reparativos de la dentina (Imagen 3).

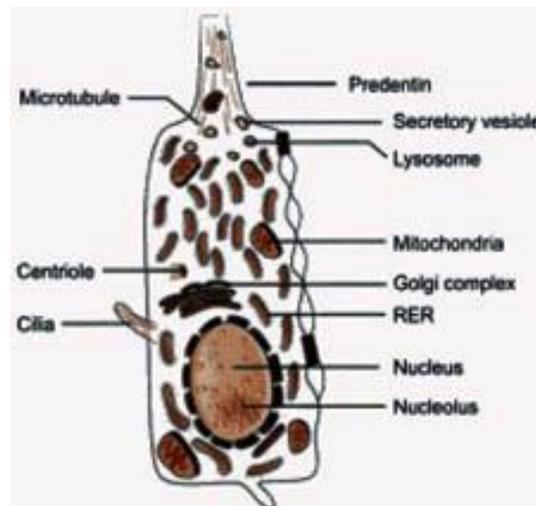


IMAGEN 3. Odontoblasto

Fuente: <http://www.iztacala.unam.mx>

- **Fibroblastos:** Son las células principales y más abundantes del tejido conectivo pulpar, especialmente, en la porción coronal, donde forma la capa denominada rica en células, son las encargadas de secretar los precursores de las fibras de colágena, reticulares y elásticas, así como la sustancia fundamental de la pulpa. En los procesos inflamatorios o de reparación del tejido conectivo, los elementos fibroblásticos pueden variar en número y morfología, en estas circunstancias se han identificado procesos de división celular, es por eso que se consideran que estas células tienen la capacidad de regenerarse. La función de los fibroblastos es formar, regular y mantener el recambio de la matriz extracelular fibrilar y amorfa, son células multifuncionales pues también pueden degradar el colágena en respuesta a distintos estímulos fisiológicos del medio interno (Imagen 4).

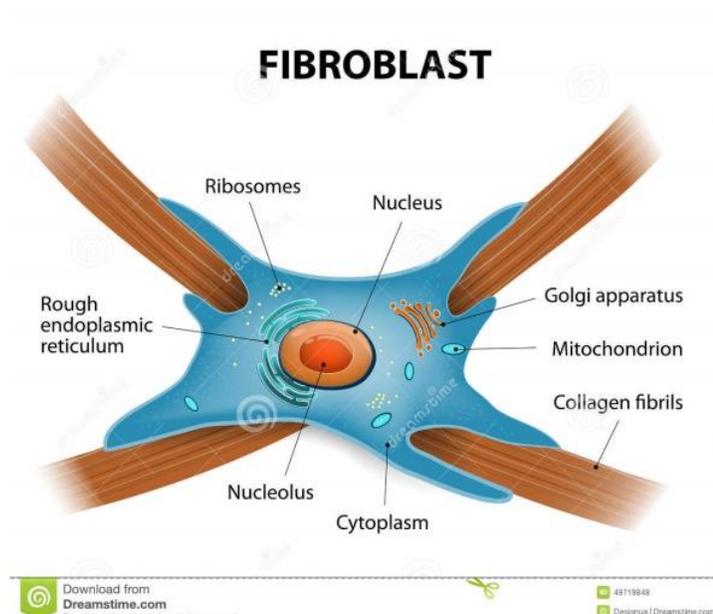


IMAGEN 4. Fibroblasto

Fuente: <http://es.dreamstime.com>



- **Células pulpares de reserva:** Son células mesenquimatosas indiferenciadas y tienen capacidad de diferenciarse en nuevos odontoblastos productores de dentina, o en fibroblastos productores de matriz pulpar según el estímulo que actúe sobre ellas para este último el factor de crecimiento endotelio-vascular (VEGF) es un poderoso estimulante de la proliferación y diferenciación de las células de la pulpa. Están estrechamente vinculadas a la microvascularización pulpar, y por estar en la región subodontoblástica son denominadas también células perivasculares.
- **Macrófagos:** tienen la capacidad de fagocitar y participan en los mecanismos de defensa, en los procesos inflamatorios tienen la función de digerir los microorganismos y de eliminar bacterias y células muertas, además tiene cierta función inmunológica ya que al fagocitar las células antigénicas las presentan a los linfocitos. A nivel del tejido pulpar, el macrófago estimulado desempeña un papel clave en la respuesta inflamatoria e inmune durante la pulpitis.
- **Células Dendríticas:** La función de estas células en la pulpa consiste en participar en el proceso de iniciación de la respuesta inmunológica primaria. Las células capturan los antígenos, los procesan y luego migran hacia los ganglios linfáticos regionales a través de los vasos linfáticos. Una vez allí las células maduran transformándose en potentes células presentadoras de antígenos, que posteriormente, las exponen a las células linfoides tipo T.
- **Otras células del tejido pulpar:** se pueden identificar otras células como linfocitos, células plasmáticas y en ocasiones eosinófilos y mastocitos, la existencia de estas células es muy evidente en los procesos inflamatorios. Los linfocitos en este caso del tipo T se activan mediante mecanismos inmunológicos ante la presencia de antígenos provenientes de la caries y liberan linfocinas que provocan vasodilatación pulpar. Los mastocitos

intervienen liberando histamina que produce una permeabilidad de los capilares y vénulas, lo que produce un edema, los efectos de la histamina son contrarrestados por los eosinófilos. La cooperación entre estas distintas poblaciones celulares es esencial para el mantenimiento de la homeostasis normal del tejido pulpar.^{2,6}

Otro componente estructural de la pulpa son las fibras, para esto las fibras de colágena estas están constituidas por colágena de tipo I lo cual representa el 55% del colágeno pulpar, éstas son escasa y están dispuestas de manera irregular en la porción coronaria siendo más abundante en la porción radicular. La matriz extracelular pulpar difiere de la matriz dentaria ya que posee colágeno tipo III (41%), V (2%) y VI (0.5%) (Imagen 5).^{1, 2,6}

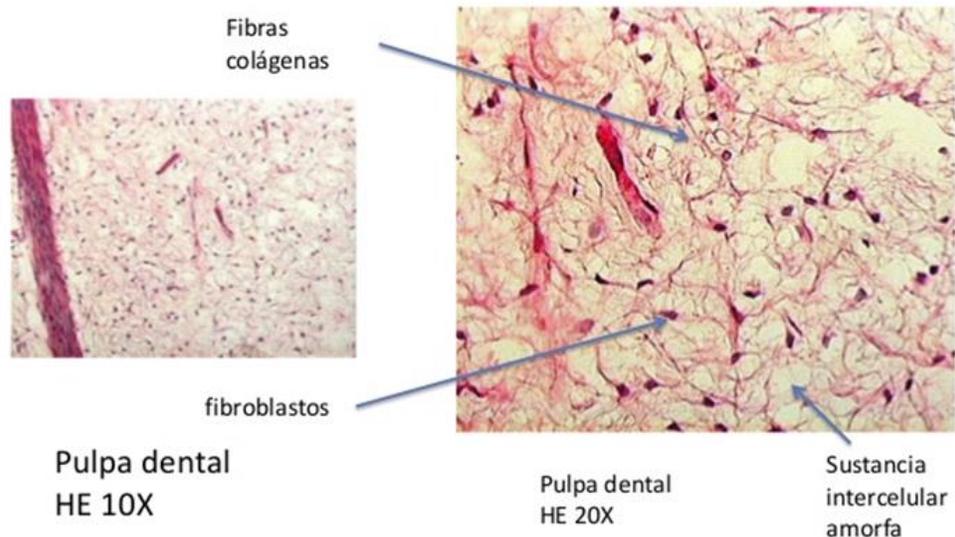


IMAGEN 5. Fibras de colágena de la pulpa.

Fuente: <http://es.slideshare.net>



Posee además fibras reticulares que están formadas por colágeno tipo III, ambos tipos de colágena tipo I y III son sintetizados por los fibroblastos, se disponen al azar por el tejido pulpar y ya en una cantidad escasa se han detectado fibras elásticas, muy delgadas y exclusivamente en la pared de los vasos sanguíneos aferentes, y fibras de oxitalán aunque son consideradas como fibras elásticas inmaduras y de función desconocida.²

La sustancia fundamental está constituida principalmente, por proteoglicanos (versicano, decorina y biglucano) y agua. Los proteoglicanos están formados por un núcleo proteico y cadenas laterales de glucosaminoglucanos, de estos, los más significativos en la pulpa son: condroitín 4 y 6 sulfato (60%), dermatán sulfato (34%) keratan sulfato (2%) y ácido hialurónico (2%), en los dientes recién erupcionados el glucosaminoglucano más abundante es el dermatán sulfato.^{2,6}

Los proteoglicanos contribuyen a la viscosidad de la matriz intracelular de la pulpa y dan a la misma un carácter gelatinoso, también se ha identificado fibronectina de origen pulpar y sérico, hay proteínas de la matriz fosforiladas – sialoproteína ósea y osteopontina- y no fosforilada como la osteonectina. Asimismo proteínas morfogenéticas óseas (BMP), metaloproteínas y factores de crecimiento como TGF- β .^{2,6}

Por la disposición de sus componentes estructurales podemos observar en la pulpa cuatro regiones diferentes identificadas desde la predentina hacia la pulpa (Imagen 6) y son:

- Zona Odontoblástica: es la zona constituida por los odontoblastos dispuestos en empalizada, está por debajo de la predentina, entre estos odontoblastos se encuentran capilares sanguíneos, las fibras nerviosas, axones terminales que salen del plexo de Raschkow, pasan entre los odontoblastos como terminaciones libre. Fibrillas de colágeno,



proteoglicanos y fibronectina, también han sido identificados entre los odontoblastos. En pulpas jóvenes en la porción coronal la configuración de los odontoblastos es en cilíndrica alta y son más abundantes los odontoblastos en porción coronal que en la porción apical.

- Zona de Well: esta inmediatamente por debajo de la zona odontoblástica, en la porción coronal a menudo se observa una zona estrecha, y se encuentra relativamente libre de células, atraviesan por ella, capilares sanguíneos, fibras nerviosas amielínicas y los procesos citoplasmáticos de los fibroblastos. No es evidente en pulpas jóvenes que forman dentina rápidamente.
- Zona rica en células: se caracteriza por una elevada densidad celular, es más notable en la porción coronaria. Además de fibroblastos, la zona rica en células puede incluir cantidad variable de células mesenquimatosas indiferenciadas, células defensivas (macrófagos, linfocitos y células plasmáticas), capilares sanguíneos y nervios. Se ha sugerido que esta zona es la fuente de células que se diferencian en odontoblastos secundarios cuando se daña la capa primaria de odontoblastos.
- Zona central de la pulpa: Es la pulpa propiamente dicha, está formado por el tejido conectivo laxo característico de la pulpa con sus distintos tipos celulares, escasas fibras inmersas en la matriz extracelular amorfa y abundantes vasos sanguíneos y nervios. Está representada por fibroblastos, macrófagos y células ectomesenquimáticas de localización perivascular.²

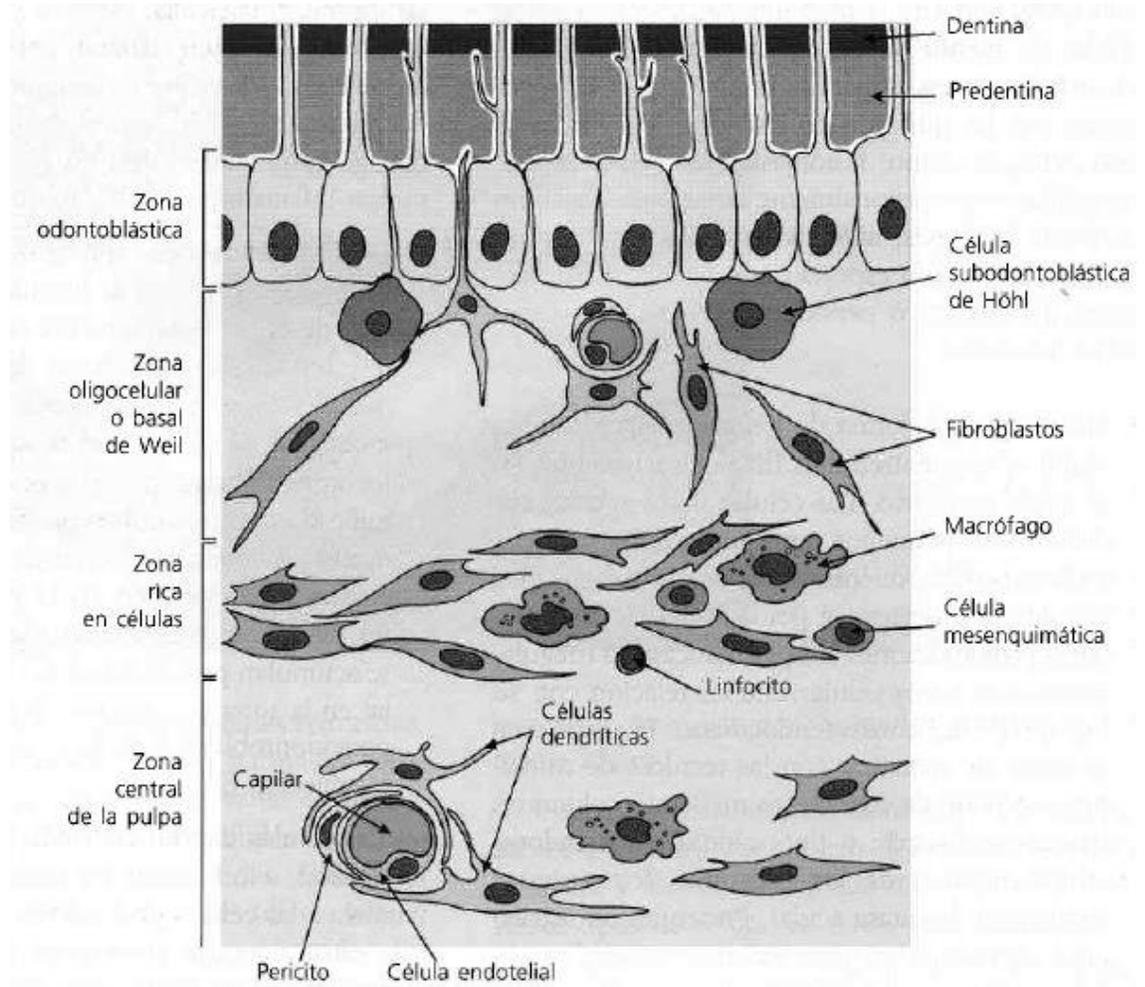


IMAGEN 6. Zonas topográficas de la Pulpa Dental.

Fuente: <http://www.iztacala.unam.mx>.

Se caracteriza por un número predominante en células como fibroblastos, fibrocitos y células ectomesenquimáticas indiferenciadas, con pocas fibras y un vasto suministro sanguíneo. Se ha observado una capa de fibras reticulares de colágeno en la porción coronal de la pulpa, la razón del componente fibroso se debe a la actividad metabólica durante la rizólisis, a lo que algunos autores denominan “envejecimiento pulpar” lo que explica a disminución de la cámara pulpar y conductos radiculares.^{1, 7}



2. PULPOTOMÍA

El objetivo de la terapéutica pulpar en odontopediatría es eliminar el dolor causado por caries en la primera dentición y dientes permanentes jóvenes sin tener que recurrir a procedimientos radicales como la extracción dental; mantener su función y acompañar al diente hasta la exfoliación, en el caso de los dientes deciduos.⁸

Es uno de los procedimientos de elección por los odontopediatras tras la exposición pulpar por caries, por un trauma o mecánica durante la preparación de la cavidad y consiste en la extracción de la porción coronal de la pulpa mediante instrumentos rotatorios o manuales.^{6, 8}

Ranly clasifico la terapéutica pulpar en tres grandes grupos dependiendo de lo que se quiera lograr:

- Desvitalización: (momificación, cauterización) hace referencia a una destrucción del tejido vital y está tipificada por el Formocresol
- Preservación: (mínima desvitalización) indica que hay un intento por mantener el máximo de tejido vital aunque sin la inducción de la dentina reparativa, como es el caso del sulfato férrico y en su momento fue el glutaraldehído
- Regeneración: (reparación) tiene como objetivo más importante mantener el tejido vital y estimular la formación de dentina reparativa.⁹

2.1. Definición.

La biopulpectomía parcial o pulpotomía consiste en la amputación de la porción coronal de la pulpa dental afectada o infectada y posterior a ello

la colocación de un medicamento sobre el tejido pulpar radicular remanente que le permita preservar la vitalidad y función de todo o parte de éste (Imagen 7).^{10,11,12}



IMAGEN 7. Esquema representativo de una pulpotomía

Fuente: <http://www.alfadent.info>.

El procedimiento se justifica en el hecho de que el tejido pulpar coronal, situado junto a la exposición, suele contener microorganismos, así como presentar signos inflamatorios o degenerativo; y que la pulpa radicular permanezca sana o es capaz de sanar después de la amputación con la capacidad de formar un puente dentinario que pueda cubrir la pulpa radicular y así los tejidos radiculares puedan seguir desarrollándose de forma fisiológica, con lo que se considera que debe ser un fármaco bactericida e inocuo, al tejido pulpar y las estructuras adyacentes.^{11,13}

Desafortunadamente el fármaco ideal para las pulpotomías en dientes de la primera dentición no se ha encontrado y existe una gran controversia con todas las técnicas existentes para tal fin.¹⁴



Actualmente esto se contraria con la técnica convencional con formocresol, puesto que no es un agente remineralizante, este compuesto tiene capacidad de fijar los tejidos, lo que provoca una desnaturalización de las proteínas de la pulpa radicular más próxima a la cámara pulpar y se difunde a la pulpa más apical.¹⁵

2.2. Indicaciones.

Está indicada en dientes temporales cuando hay presencia de inflamación y parezca limitarse solo a la pulpa coronal, y que el dolor sea provocado mas no espontaneo. Cuando haya una exposición pulpar mecánica o por caries en este caso no deberá de haber presencia de fistulas o algún absceso y al hacer el acceso la hemorragia provocada por la amputación de la porción cameral tendrá que ser fácil de controlar (Imagen 8), si la inflamación se ha extendido hacia el interior de los tejidos de los conductos radiculares debe considerarse el diente a candidato a pulpectomía o en el peor de los casos para extracción, dependerá del estado en el que se encuentre el diente.^{16,17}



IMAGEN 8. Caries aparentemente profundas en molares primarios superiores sin presencia de abscesos periapicales

Fuente: <http://internado-odontologia2012.blogspot.com>.

El diente deberá poderse restaurar posterior a la pulpotomía ya que de lo contrario el tratamiento no será funcional hasta la exfoliación. Deben permanecer por lo menos dos tercios de la longitud de la raíz para asegurar una vida funcional razonable. Desde el punto de vista radiográfico tendremos que observar que, ausencia de radiolucidez periapical o en la zona de la furca, deberá estar ausente de reabsorciones internas, el ligamento periodontal no tendrá que estar ensanchado.¹⁸ (Imagen 9)

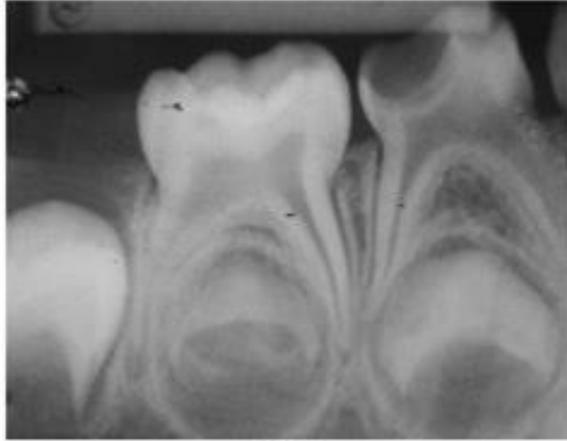


IMAGEN 9. Radiografía de un primer molar primario inferior con caries profunda con ausencia de radiolucidez en el periápice

Fuente: <http://revodonto.bvsalud.org>.

2.3. Contraindicaciones.

En dientes que presentan una destrucción más amplia lo que conlleva a que no sea candidato a restaurar después de haber hecho la pulpotomía el sellado sería inadecuado y el tratamiento no tendría éxito (Imagen 10).
1,6

Que la inflamación no es este limitada a la porción cameral de la pulpa, esto se observa ya que hay una dificultad para controlar el sangrado y el color de la sangre tornara un color más oscuro (rojo vino), o si la inflamación ha llegado a tejidos periapicales y haya formado abscesos o fistulas (Imagen 11), entonces el diente será candidato a pulpectomía.¹

Radiográficamente presencia de radiolucidez en la zona periapical y a nivel de furca, otro aspecto mediante radiografía que hay que tener en cuenta es que el diente a tratar no esté a más de la mitad de reabsorción fisiológica. Que haya una movilidad patológica y que el diente de la dentición primaria este cerca de su exfoliación (Imagen 12).^{1, 6,11}



IMAGEN 10. Paciente con lesiones cariosas extensas donde es contraindicada la pulpotomía

Fuente: <http://odontologia10.blogspot.com>.



IMAGEN 11. Presencia de absceso periapical una contraindicación para llevar a cabo la pulpotomía.

Fuente: <http://ignaciogetti.com>.

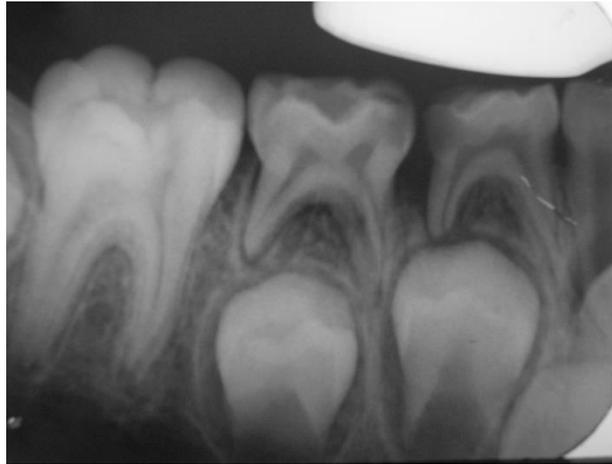


IMAGEN 12. Radiografía donde se observa un primer molar primario cercano a exfoliación.

Fuente: <http://www.clinicadresfombella.com>.

2.4. Procedimiento de la técnica convencional.

- Administración de anestesia local del diente
- Se hace el aislamiento del campo operatorio con dique de hule del diente por tratar
- Se hace la eliminación del esmalte dentina cariada, si existe. Con este procedimiento se impide la contaminación bacteriana pulpar y se obtiene una correcta observación de la zona expuesta.
- Se elimina por completo el techo de la cámara pulpar, con fresa de carburo n° 330, con alta velocidad y refrigeración.
- Se extirpa la pulpa cameral con un excavador agudo y filoso o con fresa de carburo redonda grande estériles (n° 4 ó 6) a baja velocidad, con cuidado de no lesionar el piso de la cámara pulpar.
- Irrigación con suero fisiológico.
- Controlar la hemorragia por presión con torundas de algodón estériles.



PULPOTOMÍA CON HIDRÓXIDO DE CALCIO.



- Fijación de la pulpa radicular con un algodón estéril ligeramente humedecido en formocresol, presionando ligeramente durante 3-5 minutos sobre la entrada de los conductos radiculares.
- Se retira el algodón y se debe de observar sobre los muñones pulpares color pardo oscuro o negruzco, sin hemorragia. Cuando persiste hemorragia excesiva unida a un color púrpura del tejido es indicativo de que la inflamación se ha extendido a la pulpa radicular, y, por tanto el tratamiento indicado será pulpectomía o extracción del diente.
- Limpieza de la cámara pulpar con algodón estéril.
- Se debe de obturar el fondo de la cavidad con una mezcla de óxido de zinc y eugenol, la cual se condensa suavemente sobre el piso de la cámara con torundas de algodón.
- Obturación definitiva del diente.^{11,13,19} (Imagen 13)

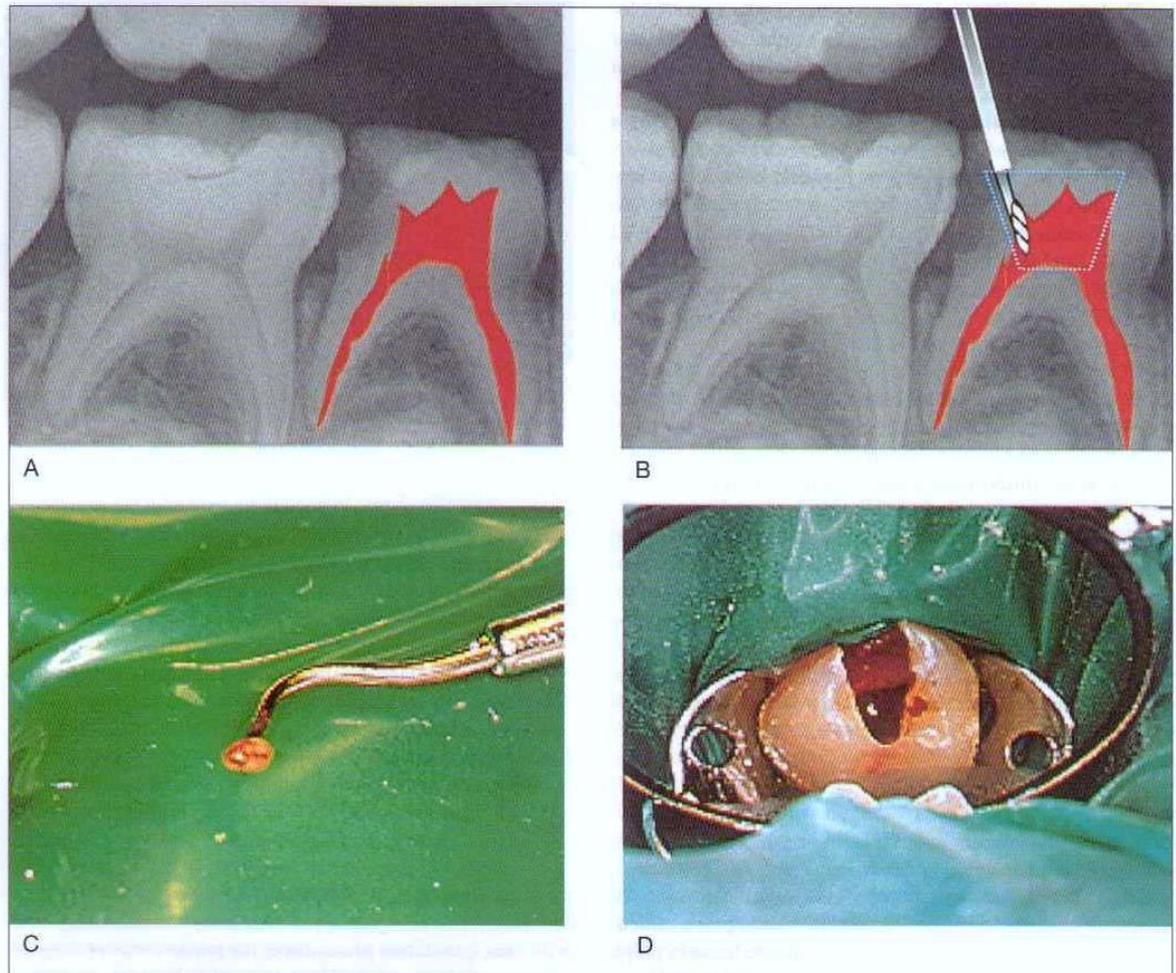


IMAGEN 13 A-D. Técnica de pulpotomía con formocresol. A) Caries profunda con afectación pulpar. B) Eliminación de caries y acceso a la cámara pulpar. C) Amputación de la pulpa cameral. D) Hemorragia tras la amputación pulpar.

Fuente: Boj J.R., Catalá M., García-Ballesta C., Mendoza A. Odontopediatría Barcelona Editorial Elsevier Masson 2004.

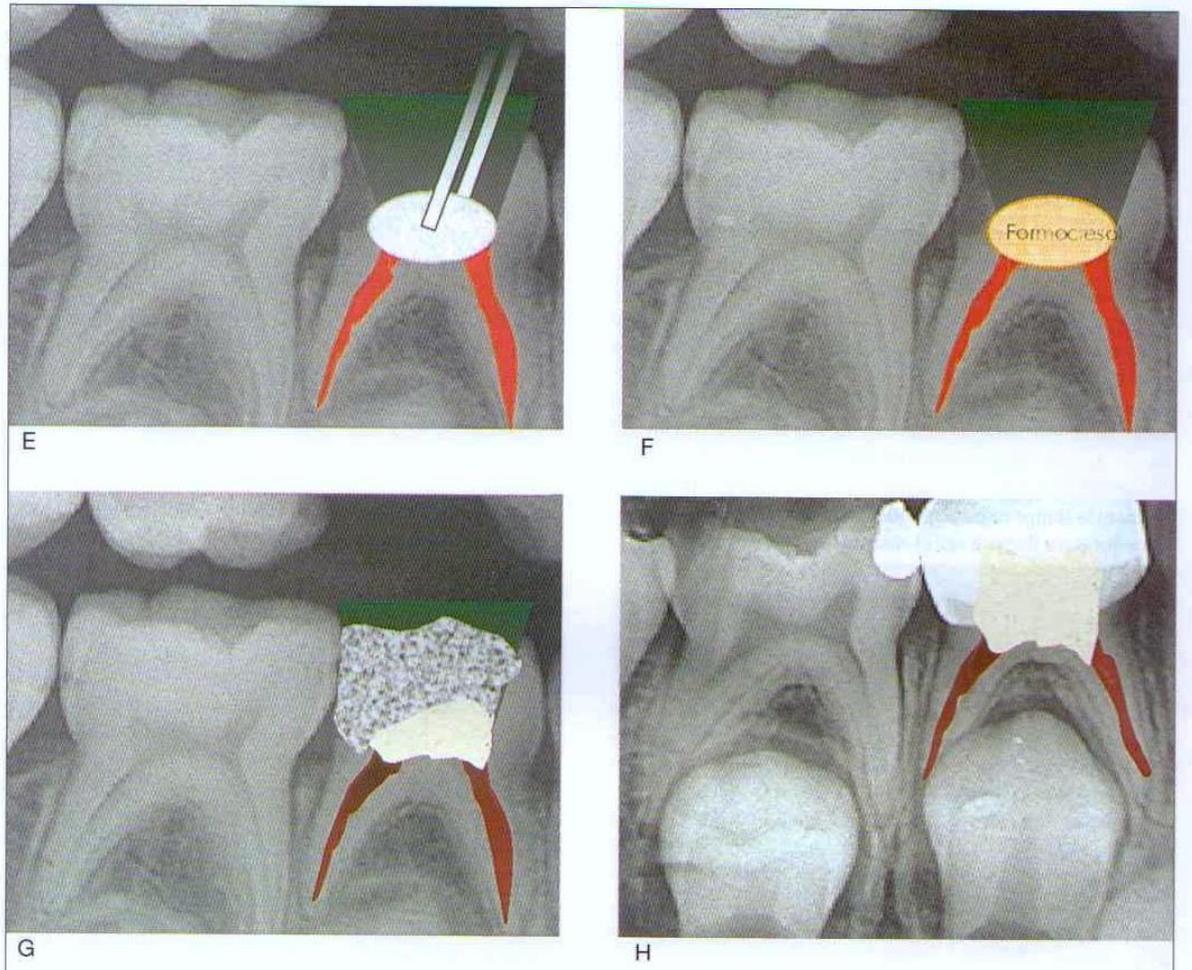


IMAGEN 13 E-H: E) Control de la hemorragia con torundas de algodón. F) Fijación de los muñones radiculares con formocresol. G) Colocación de una base de óxido de zinc y eugenol. H) Restauración final con corona de acero-cromo.

Fuente: Boj J.R., Catalá M., Garcia-Ballesta C., Mendoza A. Odontopediatría Barcelona Editorial Elsevier Masson 2004.



2.5. Biomateriales utilizados en pulpotomía.

En 1904 John P. Buckley desarrollo el formocresol para su empleo en la terapéutica pulpar y a partir de 1923 Charles A. Sweet lo utilizo para efectuar pulpotomías en dientes temporales, desde entonces su empleo se ha generalizado hasta el punto de ser en la actualidad la técnica más utilizada en todo el mundo, sin embargo, todos los posibles problemas de toxicidad del formocresol otros biomateriales se han venido investigando en los últimos años como alternativas a las pulpotomías con formocresol en dientes de la primera dentición. Idealmente el material a utilizar debe ser bactericida, inocuo al tejido pulpar, y a estructuras adyacentes, debe promover la curación de la pulpa radicular y no interferir con el procesos de exfoliación.^{11, 20, 21}

2.5.1. Formocresol.

Se ha venido utilizando desde 1904 y fue hasta que Buckley introdujo a fórmula más utilizada a base de formocresol fue introducida por Buckley y consiste en 19% de formaldehido, 35% de cresol, 25% de glicerina y 21% de agua, de estos los componentes activos son el formaldehido y el cresol, la glicerina se utiliza como emulsión y para prevenir la polimerización del formaldehido. (Imagen 14)²²

El formaldehido es un metabolito frecuente y un componente necesario para la síntesis de ciertos componentes bioquímicos esenciales en el hombre y no se considera tóxico a niveles bajos de exposición. Es un fijador tisular clásico y previene la autólisis de los tejidos por su unión a las proteínas. En los tejidos la reacción más frecuente es con los grupos

aminos de las proteínas, las reacciones entre formaldehído y proteínas son reversibles y los productos de la reacción inestables.^{1,22}

El cresol es un caustico y disuelve las membranas celulares, tiene la característica de ser un fuerte desinfectante, a pesar de no poseer atributos regenerativos y a la fuerte controversia de su toxicidad, ha conseguido éxitos satisfactorios alcanzando gran popularidad en su uso.^{1, 11, 19,22}



IMAGEN 14. Formocresol de Buckley

Fuente: <http://www.iztacala.unam.mx>.

2.5.2. Glutaraldehído.

El glutaraldehído o aldehído glutarico se introdujo en pulpotomía en pulpotomías en dientes temporales en 1973 este compuesto se emplea por su capacidad para fijar los tejidos así como por su poder antiséptico. Hay dos tipos de glutaraldehído: 1) el alcalino o tamponado, que es más potente y que una vez activado tiene una duración de vida de 15 - 30 días, y 2) el ácido que tiene una vida inicialmente ilimitada. En la práctica se emplea al 2% puesto a que es más manejable y menos irritante.^{11, 14,19}

Es mejor fijador que el formocresol; su alto peso molecular y sus dos aldehídos activos limitan su penetración, es mejor en su estado tamponado, de lo contrario alcanzaría valores muy ácidos que disminuyen la habilidad de unión de las proteínas. Aumentando la concentración y el tiempo de aplicación, mejoramos la fijación, y si aumentamos la concentración, ampliaremos la penetración. ^{11,14}

Se ha concluido en estudios que aplicar glutaraldehído al 6.25% durante 5 minutos podría ser recomendado como sustituto de formocresol, ya que en esta concentración y este tiempo era bactericida y no afectaba la morfología celular y estructura de los tejidos (imagen 15). ^{11,14,19,20}



IMAGEN 15. Glutaraldehído empleado como alternativa al formocresol en pulpotomías

Fuente: <http://dentalcummers.blogspot.com>.

Se piensa que es una sustancia que se aproxima más al ideal y que biológicamente es más estable por su menor difusión una reacción química más estable y mejores niveles de respiración celular. Histológicamente muestra una presencia de inflamación limitada a la parte coronal, con tejido vital apicalmente, no observándose absorciones internas, transcurrido un año



se observa reparación, tejido de colágeno denso ocupando la zona fijada, con tejido vital en los ápices.^{14,19,20}

El fracaso radiológico destacan investigadores se debe al estado pulpar previo con inflamación no limitada a la parte coronal, por otra parte se plantea que el glutaraldehído en su uso es que posee unas características de pureza, preparación, estabilidad y almacenaje muy específico para que la solución no pierda su efectividad. A todo lo anterior hay que sumarle que no existe un preparado comercial, teniendo que conseguirse mediante fórmula magistral.^{11, 19,20}

2.5.3. Sulfato férrico.

El sulfato férrico es un hemostático que fue utilizado por primera vez por Landau y Johnson para controlar la hemorragia pulpar antes de colocar el hidróxido de calcio en dientes de monos. Estudios clínicos recientes informan de resultados prometedores con el uso del sulfato férrico cuando se utiliza en pulpotomías de dientes de la dentición primaria. A corto plazo el éxito clínico es comparable al del formocresol, e incluso en algunos estudios el índice de éxito y radiográfico es superior.^{11, 14,23}

Se ha utilizado al 15.5% (Astringedent) (Imagen 16) y actualmente al 20% (Viscostat) (Imagen 17). Este compuesto de hierro se utiliza por su acción fuertemente hemostática y su efecto bactericida moderado, pero no tiene acción fijadora de tejidos o mimificante¹³, al controlar la hemorragia pulpar con el sulfato férrico, se pueden prevenir los problemas debidos a la formación del coagulo (interfiere en la curación pulpar) y de este modo disminuimos las posibilidades de inflamación y reabsorción interna.^{14, 19,20}



IMAGEN 16. Astringedent

Fuente: <http://www.ultradent.com>.



IMAGEN 17. Viscostat

Fuente: <http://www.dentaltix.com>.



2.5.4. Agregado de trióxido mineral (MTA).

Es un polvo que consta de partículas finas hidrofílicas que fraguan en presencia de humedad. La hidratación del polvo genera un gel coloidal que forma una estructura dura está formado por:

- Silicato tricálcico.
- Silicato dicálcico.
- Aluminato férrico tetracálcico.
- Sulfato de calcio dihidratado.
- Oxido tricálcico.
- Oxido de silicato.
- Una cantidad de óxidos minerales, responsables de las propiedades físicas y químicas de este agregado.
- Oxido de bismuto solo para dar propiedad de radioopacidad.²⁴

Fue autorizado por la Food and Drug Administration (Departamento del Ministerio de Sanidad de los Estados Unidos) en 1998 y comenzó a utilizarse en pulpotomías de dientes de la dentición primaria en 2001 (Imagen 18).²⁵



IMAGEN 18. MTA de la casa comercial Ángelus

Fuente: <http://dentimarc.com>.

No es tóxico, el pH que se obtiene al mezclarlo es de 10.3 y a las tres horas se estabiliza alcanzando un pH básico de 12.5 lo que le permite ser un fuerte bactericida, al mezclarse con agua forma hidróxido de calcio que al entrar en contacto con los fluidos tisulares forman iones calcio e hidroxilo, estos iones con el gas carbónico de los tejidos origina granulaciones cálcicas y fibronectina que permite la adhesión y diferenciación celular y formando un puente de tejido duro.^{24, 25}

El pero del MTA es que necesita un largo tiempo de fraguado siendo casi de 3 a 4 días para su fraguado, tiene un alto costo, hay pocos estudios de uso en el área de odontopediatría además de que se ha observado clínicamente decoloración en las estructuras dentales y radiográficamente, obliteraciones de los conductos radiculares.^{24,25}



2.5.5. Colágena.

Se pensó en el colágeno pues es un material biológico que podría favorecer la curación de la herida pulpar. Fuks y cols. Llevaron a cabo un estudio en monos utilizando una solución de colágeno enriquecido obtenido a partir a partir de la piel de los propios animales.²⁶

Dos meses después del tratamiento los animales fueron sacrificados y los resultados histológicos indicaron que el 80% de los dientes tratados tenían pulpa vital. Pero la utilización de colágeno artificial dio resultados inaceptables; necrosis total en un 76% de los dientes e inflamación severa en un 24% lo que descartaba su utilización como fármaco alternativo en las pulpotomías.^{14, 26}

2.5.6. Tetrandrine.

Es un alcaloide con un amplio espectro de propiedades antiinflamatorias, Seow y Cols. En estudios hechos en perros, han estudiado la respuesta pulpar tras la aplicación de tetrandrine, los resultados mostraron que tras 3 días, de los dientes tratados con tetrandrine solo un 25% mostraban inflamación moderada confinada en el tercio coronal y el resto inflamación leve o nula, a las seis semanas el 69% de los dientes presentaban poca inflamación o ninguna y se localizaba en el tercio coronal, estos resultados subrayan su valor potencial como medicamento alternativo.¹⁴



2.5.7. Hueso liofilizado.

El hueso liofilizado es otro material biocompatible con el que se han obtenido resultados muy positivos en dientes de monos, a las doce semanas se observó la formación de una barrera calcificada y el tercio apical se mantuvo vital, pero se requieren trabajos con una muestra mayor y un seguimiento más largo. La formación de puentes de dentina fue observada en el 100% de las muestras y también fue registrada la ausencia o presencia leve de células inflamatorias.¹⁹

2.5.8. Proteínas osteogénicas.

Las proteínas osteogénicas (BMP), también utilizadas en tratamientos de periodoncia, estimulan no solo la formación de cartílago y hueso en implantes intra y extra esqueléticos in vivo, sino también la dentinogénesis y por tanto, la formación de puentes dentinarios en dientes. Las propiedades de las BMP parecen derivar de su papel regulador en la diferenciación celular y se ha observado la presencia de receptores específicos para estas proteínas en la pulpa dental.^{19, 27}

El mecanismo de acción de las BMP comienza con una respuesta inmune celular seguida de una reabsorción de las BMP y una proliferación de células mesenquimales acompañada de una invasión vascular.¹²

En un estudio sobre su aplicación en los tratamientos de pulpotomía fue demostrado que a las cuatro semanas de su aplicación se podían observar osteoblastos y odontoblastos formando una matriz en algunas zonas de la pulpa tratadas y que cuatro semanas más tarde, los odontoblastos forman dentina tubular próxima a la osteodentina, demostrando la posibilidad de que las BMP estimulen la mitosis de las



PULPOTOMÍA CON HIDRÓXIDO DE CALCIO.



células mesenquimales e induzcan la diferenciación de osteodentocitos. Son necesarios más estudios y a largo plazo de estos materiales que permitan establecer conclusiones al respecto de su indicación.^{12, 27}



3. HIDRÓXIDO DE CALCIO

Es un polvo blanco producido por la mezcla de óxido de calcio ("cal") con agua. Fue descrito por primera vez en odontología en 1838 por Nygren, no fue hasta un siglo después en 1920, B. W. Hermann que describió su uso como protector pulpar.²⁸

Es uno de los materiales de elección en odontología, y específicamente en endodoncia, lo han utilizado de manera rutinaria durante los últimos 40 años, por su función de estimular, proteger y proveer de iones calcio a la pulpa.^{28, 29}

3.1. Características físicas y químicas.

Cuando el carbonato de calcio se calienta elimina dióxido de carbono y forma OCa (cal), al agregarle agua forma $\text{Ca}(\text{OH})_2$ por reacción exotérmica, como absorbe dióxido de carbono del aire se transforma en carbonato de calcio, por lo que se debe procurar usar el producto recién preparado y almacenar en un recipiente ámbar y herméticamente la calcinación del carbonato cálcico se explica en la siguiente fórmula (Imagen 19).³⁰

Obtención de hidróxido de calcio

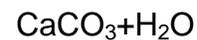
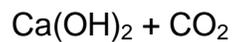
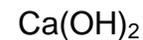
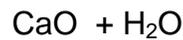
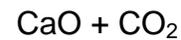


IMAGEN 19. Obtención de la obtención del Hidróxido de Calcio

Fuente: Estrela C. Ciencia Endodóntica. Editorial Artes Médicas Latinoamérica. Sao Paulo 2005

En soluciones saturadas, se produce su disociación con liberaciones de iones hidroxilo (OH⁻) e iones Ca₂ con un pH de 12.5 a 13, su disociación iónica explica su acción sobre los tejidos, posee valiosas cualidades desde el punto de vista biológico, antimicrobiano y mineralizador. Por su elevado pH lo que lo convierte en un medicamento antiséptico para la limpieza de la cámara pulpar. El hidróxido de calcio es un electrolito fuerte, ya que ioniza completamente y de manera irreversible, está no depende el pH, lo que si depende del pH es la disolución del hidróxido de calcio, ya que es más soluble a medida que baja el pH.⁷



3.1.1. Efectos del ión Ca_2 .

- Acción higroscópica: disminuye el extravasamiento de líquido de los capilares, y por tanto, la cantidad de líquido intercelular, controla la formación de exudado, por eso en los procesos inflamatorios disminuye el dolor.
- Elevan el umbral para la iniciación del impulso nervioso: se ha reportado que la aplicación del cloruro de calcio sobre la dentina recién cortada es capaz de eliminar el impulso y la actividad nerviosa.
- Estimulan el sistema inmunitario y activan el sistema de complemento.
- Acción mutagénica: se ha verificado que los dientes restaurados con CaOH presentan mayor número de divisiones celulares, lo que demuestra su capacidad en la división celular.³¹

3.1.2. Efectos del ión OH^- .

- Acción antimicrobiana: un elevado pH influye notablemente en el crecimiento, metabolismo y división celular bacteriana. Existe un gradiente de PH a través de la membrana citoplasmática responsable de producir energía para el transporte de nutrientes y componentes orgánicos hacia el interior de la célula que se ve alterado ante un aumento notable del pH. Como el sitio de acción de los iones hidroxilo es la membrana citoplasmática, el hidróxido de calcio tiene un amplio espectro de acción sobre una gama diversa de microorganismos.
- Efecto mineralizador: activa enzimas como la fosfatasa alcalina, la adenosina trifosfatosa y la pirofosfatasa calcio dependiente que favorecen el mecanismo de reparación apical y el proceso de mineralización.³¹



3.2. Efectos biológicos.

La acción sobre los tejidos, está relacionada con su disociación iónica, generadora de iones hidroxilos (OH⁻), A los productos resultantes de la disociación iónica del hidróxido de calcio, se les han atribuido los efectos biológicos sobre los tejidos vitales y los microorganismos y su efecto a distancia depende de la difusión de dichos iones a través de la dentina.. En tejidos vitales se ha postulado que induce la formación de tejidos duros, y en los tejidos necróticos, que desinfecta por su capacidad antibacteriana.^{31, 32}

El hidróxido de calcio mata las células del organismo, produce una necrosis superficial de los tejidos y además induce la calcificación tanto del tejido pulpar como del periodonto del área de influencia del conducto radicular. La lesión de los tejidos, depende además del pH, de la solubilidad del cáustico, de su efecto deshidratante y de la reacción con los componentes celulares y el grado de penetración en los tejidos. El pH alcalino, produce necrosis por coagulación, desnaturalización de las proteínas, escisión hidrolítica de los lípidos en ácidos orgánicos y alcoholes, trombosis de los capilares, y reacción cicatrizante de los tejidos.^{31, 32}

El hidróxido de calcio altera al tejido pulpar por destrucción de los mucopolisacáridos, lo que sumado al efecto tapón proteínico de los tejidos circundantes, tiende a localizar la lesión en el área de contacto. Esta acción impide que llegue a la profundidad de los tejidos, produciendo una necrosis superficial, formando una escara firme y protectora que impide la penetración del cáustico limitando así, la profundidad de la lesión. Otra propiedad atribuida del hidróxido de calcio es la habilidad para disolver tejidos orgánicos, por lo que también es utilizada con un vehículo acuoso como irrigante durante el tratamiento de conductos junto con el hipoclorito de sodio.^{31,32}



3.3. Propiedades antimicrobianas.

El efecto bactericida del hidróxido de calcio se debe a la concentración de iones hidróxido resultante de la disolución de producto en iones calcio e hidroxilo y proporciona un ambiente altamente alcalino con un valor de pH de aproximadamente de 12,5, la mayoría de los microorganismos en los canales radiculares infectados son incapaces de sobrevivir en el ambiente alcalino.^{32,}

33

3.3.1. Acción del ion OH-

- Oxidación de los ácidos grasos insaturados de la membrana celular (pérdida de un átomo de hidrógeno) generando radicales libres (OH-) con un número impar de electrones y de una elevada reactividad química que reaccionan con cualquier otra molécula de la que sustraen electrones y forman nuevos radicales libres. Los radicales libres pueden reaccionar con el oxígeno, quitándole un electrón y formando un radical ión superóxido. El radical ión superóxido puede remover otro electrón de otro ácido graso o en una reacción catalizada por la enzima peróxido dismutasa formar peróxido de hidrógeno, en la membrana del fagolisosoma. Los radicales libres ion superóxido e hidroxilo, junto con el agua oxigenada o peróxido de hidrógeno (H₂O₂) son productos tóxicos para las células y se las conoce como especies reactivas del oxígeno, como sucede en las reacciones dependientes del oxígeno.
- El pH elevado induce el rompimiento de los enlaces iónicos de la estructura terciaria de las proteínas, con la pérdida del ordenamiento global y la interrelación de las diversas regiones o dominios, con la



consiguiente pérdida de la actividad biológica de muchas enzimas, alterando así el metabolismo celular.

- Daño en las cadenas de ADN por desnaturalización de las mismas, inhibiendo la multiplicación celular.^{32,33}

Uno de los mayores problemas que han encontrado los expertos en endodoncia es que el hidróxido de calcio es muy poco eficaz contra el *Enterococcus faecalis* un microorganismo Gram + y uno de los principales microorganismos relacionado con las infecciones endodónticas, por lo que han sugerido el uso clorhexidina junto con el hidróxido de calcio para contrarrestar la resistencia del *E. faecalis* o dejar solo hidróxido de calcio en un periodo de 24 horas para su completa eliminación de dicho microorganismo. Debemos recordar que la alcalinidad se genera a partir de una solución saturada de la sustancia, razón por la cual debe encontrarse en un medio húmedo, lo que unido a su baja tensión superficial, ha obligado al análisis de numerosos vehículos para mezclar el hidróxido de calcio, destinados a modificar su tensión superficial, y prolongar la liberación iónica.^{32, 33}

3.4. Aplicación en odontología.

Recubrimientos pulpaes: consiste en hacer actuar el medicamento sobre la pulpa todavía cubierta por dentina (indirecto) o sobre pulpas expuestas (directo) (Imagen 20), de esta forma se conserva y estimula la formación de dentina secundaria o en el caso a del recubrimiento directo, la vitalidad pulpar, mientras que permite la reparación del tejido duro.^{17, 31}



IMAGEN 20. Exposición pulpar siendo tratada con un recubrimiento pulpar directo

Fuente: <http://dentalpat.wix.com>.

Tratamientos traumáticos: durante las fracturas radiculares es recomendable la obturación del conducto, después de haber alineado los fragmentos fracturados ya que se ha observado un buen estado periodontal tras haber utilizado el $\text{Ca}(\text{HO})_2$ (Imagen 21). En casos de luxaciones se ha recomendado el tratamiento endodóntico y obturar obturado con $\text{Ca}(\text{HO})_2$ y tras un año se debe de hacer el recambio de material, solo en donde el diente el ápice ya esté formado; y usar la técnica de Frank en dientes con ápices abiertos. En avulsiones, se recomienda eliminar la pulpa y de 7 a 14 días ocurrido el traumatismo, se rellena el conducto con $\text{Ca}(\text{OH})$, haciendo el recambio de material de cada 3 meses durante un periodo de 18 meses para su total restablecimiento.³¹



IMAGEN 21. Fractura Complicada de la corona aplicando hidróxido de calcio como tratamiento

Fuente: <http://www.infomed.es>.

Como medicación intraconducto y solución irrigadora: se justifica por su capacidad antibacteriana, por su acción fuertemente alcalina es producto de su disociación iónica y liberación de iones hidroxilo. En una solución saturada, sumado a que posee una baja tensión superficial hace que tenga un excelente efecto bactericida, Se le denominado lechada de cal a esta saturación de hidróxido de calcio en agua recomendada en biopulpectomías, aunque la disolución de limita el crecimiento bacteriano, no es capaz de prevenir el crecimiento de bacteriano, por lo que se sugiere el uso de diferentes vehículos para su mayor eficacia. (Imagen 22) ^{31, 34}



IMAGEN 22. Aplicación de hidróxido de calcio como medicamento intraconducto

Fuente: <http://master-endodoncia.blogspot.com>.



4. PULPOTOMÍA CON HIDRÓXIDO DE CALCIO

La pulpotomía con hidróxido de calcio es, después de la técnica con formocresol, una más antigua. Los primeros conceptos fueron basados en el recubrimiento pulpar directo, Orban en 1929, condujo para esa época nuevas teorías, con técnicas histológicas especiales, demostrando que las células mesenquimatosas podían ser reconocidas y diferenciadas en tejidos conectivos laxos que rodean a la raíz de un diente y que también podían diferenciarse en tejido pulpar. No fue hasta 1930 que Hermann recubre con éxito pulpas vivas, descubrió que para el tratamiento se podía utilizar el hidróxido de calcio, que para una pulpa vital amputada se reparaba al cubrirla con calxyl, un hidróxido de calcio preparado y debajo de esta zona se formaba una nueva capa de odontoblastos.^{14, 20,35}

Se le considera el material más aceptable, desde el punto de vista biológico, ya que mantenía la vitalidad pulpar y favorecía la formación de un puente de dentina. Para 1938 Teuscher y Zander, fueron quienes introdujeron este fundamento y lo consideraron técnica vital, Sus estudios demostraron que el tejido pulpar más cercano al hidróxido de calcio se necrosaba a causa del pH alto del material, esta necrosis se acompañaba de cambios inflamatorios agudos en el tejido subyacente y después de cuatro semanas se desarrollaba una capa de odontoblastos lo que forma el puente de dentina, lo que apoyaba las conclusiones previas de Orban sobre el potencial de curación de los tejidos pulpares vivos.^{36,37}

Hoy en día se la ha adjudicado la presencia de reabsorciones internas así como inflamación crónica que tiende a aumentar a medida que pasa el tiempo, Se descarta que apenas haya datos sobre obliteración interna o metamorfosis cálcica ni sobre alteraciones sobre el diente permanente

porque no se dan con esta técnica. Es una técnica que debido a la capacidad reparadora de la pulpa, se le ha considerado más práctica en la dentición permanente, siendo el tratamiento de elección en dientes permanentes jóvenes con ápice incompleto.^{22, 37,38}

4.1. Indicaciones.

La pulpotomía con hidróxido de calcio es una terapéutica pulpar que debe considerarse y planearse con un buen diagnóstico. En aquellas situaciones en donde la pulpa ha sufrido una agresión y la respuesta inflamatoria está limitada a la parte más próxima a la lesión, que al interrogatorio el dolor sea provocado y no espontáneo. (Imagen 23)^{11, 19,37}

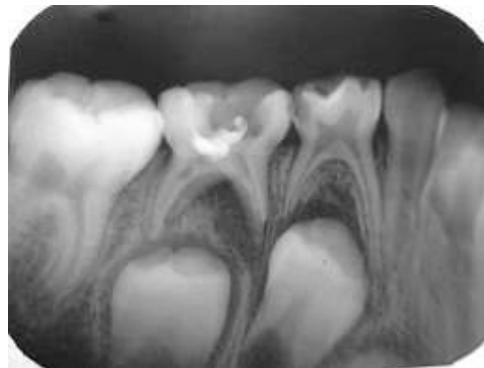


IMAGEN 23. Lesión profunda sin zonas radiolúcidas

Fuente: <http://www.blognews.midentista-mrc.com>.

Preferentemente en casos donde haya ausencia de reacciones preinflamatoria, ya que se ha demostrado que el estado pulpar con el que se encuentre el diente, es determinante para el éxito de la técnica, radiográficamente deberá haber ausencia de inflamación perirradicular así



como a nivel del periápice, en tejidos blandos deberá haber ausencia de abscesos o fistulas.^{39,40}

Estudios describen que es recomendable hacer la técnica de pulpotomía con hidróxido de calcio una vez hecha una microexposición mecánica, al remover caries profunda, esto debido a que el recubrimiento pulpar directo no es una técnica de primera elección en dientes de la primera dentición, ya que es más predecible optar por la pulpotomía.^{14, 17,41}

En este caso el diente que vaya a ser tratado la técnica de hidróxido de calcio deberá permanecer mínimo dos años en boca antes de su exfoliación, esto es, que el diente mantenga más de dos tercios de su raíz, deberá ser un diente que pueda ser tratado con aislamiento absoluto, algunos autores recomiendan evitar el uso de técnicas de anestesia secundarias, en el caso de la técnica intrapulpar, esto por la contaminación a nuestro campo operatorio.^{17, 42}

También es una alternativa para los dientes permanentes jóvenes, un ejemplo de ello es para aquellos dientes que presentan un escaso desarrollo pero con tejido pulpar sano o en el peor de los casos, una exposición pulpar a causa de una fractura de la corona, o este mismo traumatismo ha ocasionado una fractura radicular del diente (Imagen 24).⁴³

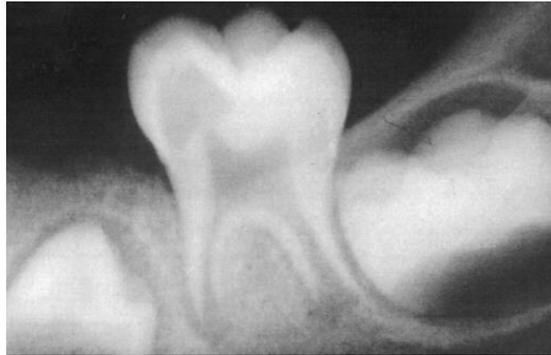


IMAGEN 24. Diente permanente joven con raíz inmadura

Fuente: <http://personal.us.es>.

4.2. Técnica de pulpotomía con hidróxido de calcio para dientes de la primera dentición.

El procedimiento de la pulpotomía con hidróxido de calcio son similares a los pasos de la pulpotomía con formocresol, anestesia local del diente a tratar, aislamiento absoluto, eliminación de caries así como eliminación del techo de la cámara pulpar, eliminación de la porción cameral de la pulpa, los pasos que a continuación se describen son lo que difieren con el uso de formocresol.

- Tras haber amputado la porción cameral de la pulpa, se controla la hemorragia de los muñones de las entradas de los conductos con torundas de algodón estériles durante unos 5-10 minutos.
- Se limpian los restos pulpares de la cámara y se observa que apenas que sangren los muñones de los conductos radiculares, en este momento se prepara una pasta de hidróxido de calcio. Se mezcla hidróxido de calcio de proanálisis con agua estéril o suero salino estéril. hasta obtener una consistencia cremosa.



- La pasta se lleva al suelo de la cámara pulpar para cubrir los muñones de los conductos radiculares, compactando cuidadosamente con torundas de algodón estériles y evitando que entre el muñón y la pasta de hidróxido de calcio se forme un coagulo de sangre.
- Los restos se eliminan de las paredes y se rellena el resto de la cámara pulpar.^{1,8,17}

4.3. Reacción hidróxido de calcio-pulpa.

Teusher y Zander en 1938, revelaron en estudios histológicos que el tejido pulpar más cercano al hidróxido de calcio era el primero en ser necrosado por el alto pH de 11 a 12 del compuesto esta necrosis se acompañaba de cambios inflamatorios de los tejidos adyacentes. Después de cuatro semanas se formaba una nueva capa odontoblástica y posteriormente un puente dentinario, investigaciones posteriores revelaron tres zonas histológicas definidas bajo el hidróxido de calcio después de cuatro a nueve días. 1) Necrosis por coagulación, 2) áreas de tinción basófila intensa con osteodentina variada y 3) tejido pulpar relativamente normal, con un tanto hiperémico, bajo una capa odontoblástica (Imagen 25).^{1, 10, 17, 28,44}

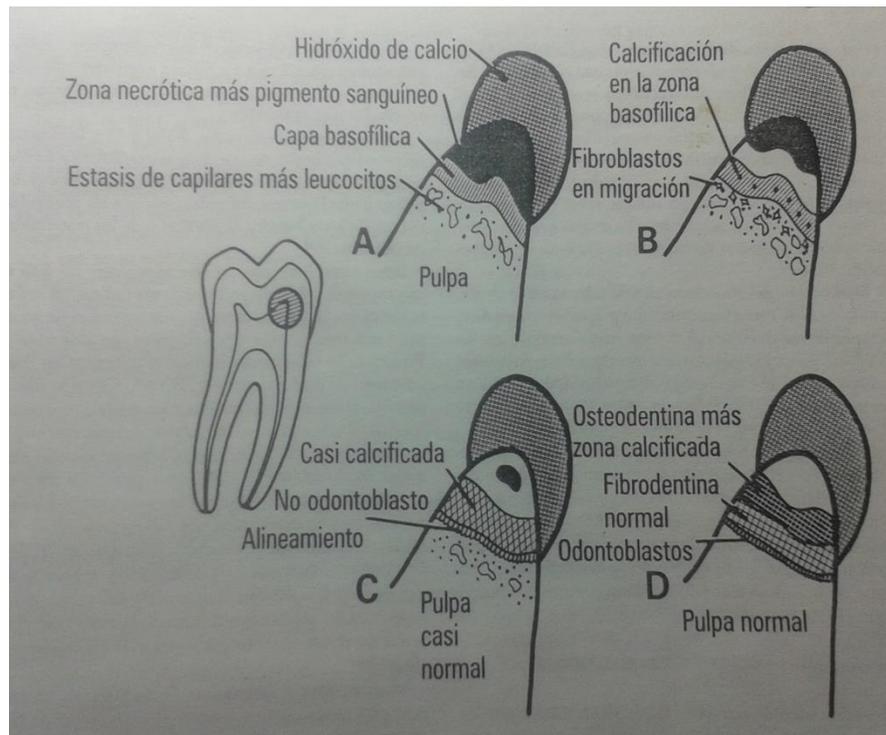


IMAGEN 25. Cambios celulares tras la aplicación de hidróxido de calcio en la pulpa

Fuente: 1. Ingle J., Endodoncia, 4a ed. México, editorial McGraw-Hill interamericana 1996.
p.881

El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ actúa directamente sobre el tejido pulpar promoviendo necrosis superficial como consecuencia de su elevado pH. Esta capa cauterizada, en cierta extensión, actúa de forma semejante a la membrana basal existente entre los ameloblastos y los odontoblastos primarios en diferenciación, en el momento de la formación del esmalte y la dentina. Al producir la necrosis superficial de la pulpa, el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ se transforma en gránulos de carbonato de calcio, los cuales actúan como núcleos de calcificación distrófica, inmediatamente debajo de la zona de demarcación, a partir de la cual las células odontoblastoides se diferencian para formar el



punte de dentina. A nivel molecular, la necrosis por coagulación sirve como superficie de soporte para la fibronectina, tenacina y factores de crecimiento que regulan la diferenciación y la adhesión de las células odontoblastoides. La aparición de una barrera mineralizada es apreciada 21 días después del tratamiento, con algunos túbulos dentinarios y con una interface con el tejido subyacente bastante semejante al de una pulpa intacta. Adicionalmente, las fibras colágenas interodontoblásticas inducen y soportan la formación estructural inicial de la barrera dentinaria.^{1, 10, 17, 28, 44,45}

4.4. Recomendaciones para obturación final.

Una vez que se colocó el material hidróxido de calcio o a base de hidróxido de calcio, el material subsecuente es de suma importancia dado a que el hidróxido de calcio presenta baja resistencia y sumándole que debemos colocar solo una pequeña porción en la entrada de los muñones, además que ayude a preservar el puente dentinario que se desea obtener y así alcanzar el éxito de esta técnica, se han optado por diferentes opciones para la restauración final.^{11, 13}

Es recomendado el uso de ionómero de vidrio, por su capacidad de liberar fluoruros en zonas donde hubo algún rastro de caries. En estudios previos tanto in vivo como in vitro, en cultivo de tejidos de animales como en humanos se ha reportado una respuesta favorable en dientes permanentes. Por otro lado, el uso de ionómero de vidrio durante un periodo de 6 meses permitirá ir evaluando el éxito clínico o radiográfico para así colocar nuestra restauración final (Imagen 26).^{23, 36, 37,46}



IMAGEN 26. Ketac Molar de 3M ESPE

Fuente: <http://solutions.3m.com.ve>.

Otros más han describen que la base de ionómero de vidrio solo rellene la cámara pulpar y seguida de esta, colocar un IRM que no es más que un óxido de zinc reforzado para que al final se coloque una corona de acero cromo y así la pulpotomía esté libre de filtraciones.^{8,11}

4.5. Comparación con la técnica de formocresol.

El hecho de que las pulpotomías con formocresol como principal biomaterial hayan tenido mucho éxito clínico, no quiere decir que sea el medicamento de elección. Han surgido preguntas basadas en reportes de la contaminación sistémica con formaldehído después de realizar pulpotomías causando efectos en el esmalte de dientes de la segunda dentición y además su potencial mutágeno y carcinogénico en animales.⁴⁷

El formaldehído fue identificado como un material mutágeno desde 1946. Estudios clínicos en donde se utilizaba el formaldehído mostraron que producían leucoplacia y lesiones de tipo cancerígeno. Otros estudios



muestran que el formaldehído puede afectar el potencial de reproducción, ya que altera el ácido nucleico en testículos.^{22, 47}

El contacto a largo plazo con el formaldehído es suficiente para transformar un epitelio sano a uno canceroso o precanceroso. Los mecanismos de esta inducción son desconocidos. Pero es importante considerar que se necesita de una exposición a largo plazo para desencadenar estos cambios. Por eso, es difícil que el formaldehído tenga una distribución sistémica cancerosa después de una pulpotomía.²²

Por otra parte en técnicas con hidróxido de calcio puede crear dos tipos de problemas que deben considerarse: la alcalinidad del hidróxido de calcio produce inflamación pulpar y metaplasia subsiguiente que se presenta como resorción interna, por un lado podría ser que ya existía una inflamación previa que produzca una pulpitis irreversible además en los días subsiguientes a la intervención por lo que entre más sea la inflamación, mayor será el grado de resorción interna, y que posteriormente causen una necrosis como etapa final y que conlleve a una pulpectomía.⁴⁸

Además, el hecho de comprobar la existencia de un puente de dentina no es razón para asegurar un pronóstico favorable, en algunos casos, no siempre garantiza el éxito clínico, pues incluso después del extenuante esfuerzo de formar un puente de dentina y puede que este se fracture. Por otra parte, la respuesta total para diferenciar nuevas células y formar tejidos duros partiendo de las células mesenquimatosas indiferenciadas, en ocasiones inesperada y no como se desea, y en vez de diferenciarse en odontoblastos terminen por diferenciarse en odontoblastos.⁴²

Waterhouse et. al. en un estudio reportaron una diferencia significativa entre ambas técnicas, y que la presentación del hidróxido de calcio en su forma pura es la más recomendable para este procedimiento



pero hace falta más estudios, la aparición del puente de dentina solo es visible utilizando el hidróxido de calcio.⁴⁹

Se han logrado resultado con conclusiones que contradicen el éxito de ambas técnicas, demuestran que existe un 50% con hidróxido de calcio y un 97% de éxito con formocresol, mientras otros autores consideran que no existe diferencias relevantes entre las dos técnicas, pero ambas requieren estudios y evaluaciones. Uno de los mayores problemas encontrados en los diferentes estudios comparativos es el poco seguimiento hacia esta técnica y los resultados a corto plazo, además de las condiciones que marcan para realizar esta técnica es en presencia de una inflamación pre-operatoria lo que conlleva al bajo rango de éxito en la técnica con hidróxido de calcio.^{14, 20,50}

4.6. Cementos a base de hidróxido de calcio usados para pulpotomías.

4.6.1. Hidróxido de calcio puro.

Es el polvo de hidróxido de calcio puro se utiliza mezclándolo con agua estéril, agua destilada estéril y agua bidestilada estéril, la mezcla tendrá que poseer una consistencia cremosa o de crema y deberá de llevarse a los muñones pulpaes con el uso de un porta-amalgama para evitar la compresión con torunda de algodón, se ha demostrado que es esta presentación alcanza un pH para permitir una disociación iónica y que así estimule el tejido pulpar (Imagen 27).^{28,29}



Imagen 27: Hidróxido de calcio puro mezclado con suero estéril

Fuente: <http://www.gacetadental.com>.

4.6.2. Calxyl.

Es una de las pastas más antiguas introducida por Herman en 1920 y fue uno de los primeros apósitos en inducir una barrera calcificada y en preservar la vitalidad pulpar, actualmente de la compañía OCO-Präparate, actualmente la casa distribuidora posee diferentes presentaciones. CALXYL® solo es la presentación que se emplea, una pasta que esta adicionada con: sulfato de bario (etiqueta roja) y también hay otra presentación sin aditivo (etiqueta azul). Posee un pH de 12.6 y sigue estando indicado para recubrimientos pulpares, tratamientos de endodoncia y pulpotomías (Imagen 28).²⁸



IMAGEN 28. Calxyl de la casa comercial OCO-Präparate

Fuente: <http://www.eurodentalsas.com>.

4.6.3. Pulpdent.

Es una pasta de hidróxido de calcio en una suspensión de metilcelulosa, es de la casa comercial PULPDENT™ Corporation, posee un pH de 12, tiene buenas propiedades bactericidas y bacteriostáticas promueve una curación periapical favorable, es el tratamiento de elección para los casos complicados en donde incluyan infecciones, reabsorciones radiculares, lesiones traumáticas y otros casos en los que está indicada la terapia de hidróxido de calcio. Cuando se usa para la terapia pulpar, Pulpdent Paste® estimula la formación de puentes de dentina consistente. El nuevo puente de dentina es visible clínicamente después de aproximadamente 2-3 meses, Viene en una presentación de una jeringa con puntas intercambiables la cual permite la aplicación directa sobre las entradas de los conductos (Imagen 29).⁵¹



IMAGEN 29. Pulpdent Paste de la casa comercial Pulpdent

Fuente: <http://www.dentcaustralia.com>.

4.6.4. Calvital.

De Neo Dental Chemical Products Co. Es una pasta propuesta por Sekine está compuesto por un líquido a base de propelinglicol en un 50% agua destilada en 49.5% y T-cain en 0.5% y un polvo a base de hidróxido de calcio en un 78.5%, yodoformo 20%, guanonflacina 0.1% y sulfatiazol en 1.4%, la pasta es usada para recubrimientos pulpaes, pulpotomías en primera dentición así también para la segunda dentición, como para irrigar conductos en tratamientos de pulpectomía de dientes vitales y como cemento para el sellado de puntas de gutaperchas.⁵¹

4.6.5. Biodentine.

Es un producto de la casa comercial Septodont, es un sustituto de dentina bioactivo a base de silicato tricálcico, posee propiedades mecánicas similares a la dentina sana, por lo que puede remplazarla tanto a nivel coronario como a nivel radicular. se compone de silicato tricálcico altamente puro, silicato dicálcico, óxido de calcio y carbonato, un óxido de circonio (aditivo

radiopaco); un agente líquido de cloruro de calcio para reducir el tiempo de fraguado; y un polímero soluble en agua para proporcionar capacidad de fluidez (Imagen 30).⁵²



IMAGEN 30. Biodentine de la casa comercial Septodont

Fuente: <http://www.septodont.co.uk>.

En los pocos estudios in vitro disponibles hasta ahora, Biodentine presenta compatibilidad con las células de la pulpa dental y estimula la formación de dentina de reparación. También induce la diferenciación de las células de la pulpa cultivadas en células de odontoblastos, de manera similar al MTA y el hidróxido de calcio. Viene en una presentación de cápsulas y sus respectivas unidosis de líquido; la mezcla se hace en base a las instrucciones de los fabricantes y se lleva a los muñones pulpares con un porta amalgama estéril. El tiempo de fraguado es aproximado de 12 minutos, después de este tiempo se podrá colocar una base de ionómero de vidrio.^{53,}
54

El silicato de calcio tiene la capacidad de interactuar con el agua que conduce a la configuración y el endurecimiento del cemento. Esta es una



PULPOTOMÍA CON HIDRÓXIDO DE CALCIO.



hidratación del silicato tricálcico que produce un gel hidratado de silicato de calcio (gel CSH) e hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Este proceso de disolución se produce en la superficie de cada grano de silicato de calcio. El gel de silicato de calcio hidratado y el exceso de hidróxido de calcio tienden a precipitar en la superficie de las partículas y en los poros del polvo, debido a la saturación del medio. Este proceso de precipitación se refuerza en sistemas con bajo contenido de agua.^{52, 53}

Los granos de silicato tricálcico sin reaccionar están rodeados por capas de silicato de calcio de gel hidratado, que son relativamente impermeables al agua, de tal modo retrasando los efectos de reacciones adicionales. La formación de gel C-S-H se debe a la hidratación permanente del silicato tricálcico, que llena gradualmente en los espacios entre los granos de silicato tricálcico. El proceso de endurecimiento resulta de la formación de cristales que se depositan en una solución sobresaturada.^{52, 53}



CONCLUSIONES

- Es de suma importancia que el Cirujano Dentista sepa hacer un buen diagnóstico para poder realizar la técnica de pulpotomía con hidróxido de calcio.
- el Cirujano Dentista debe de conocer los procesos celulares por los cuales se crea el puente de dentina una vez aplicado una vez el hidróxido de calcio.
- El Cirujano Dentista debe tener en cuenta que cuando puede usar el hidróxido de calcio y cuando puede usar el formocresol para que con esto pueda alternar y no generalizar el uso del formocresol para todos los dientes que vayan a recibir terapéutica pulpar.
- El cirujano dentista tiene que hacer hincapié a los padres del paciente pediátrico lo importante que debe ser el seguimiento del tratamiento incluso si el diente ya ha sido restaurado.
- El cirujano dentista debe saber que no solo se puede hacer pulpotomía con hidróxido de calcio o con formocresol, sino que además existen otros materiales e incluso se pueden usar combinados para mejorar los resultados.



BIBLIOGRAFÍA

1. **Ingle J.**, bakland I. Endodoncia, 4a ed. México, editorial mcgraw-hill interamericana 1996 pp. 336-363, 877-905
2. **Gómez de Ferraris Ma.E.**, campos muñoz a., histología , embriología e ingeniería tisular, 3a ed. México editorial medica panamericana 2009 capitulo 10 231-254
3. **Canalda C.**, brau e., endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas, Barcelona, editorial masson 2001 capitulo 2 4-28
4. **Weine F.**, terapéutica en endodoncia, 2a ed. Barcelona editorial salvat 1991 capitulo 3 79-160
5. **Leonardo M.R.**, Endodoncia. Tratamientos de conductos radiculares principios técnicos y biológicos vol. 1 sao paulo, 2005 editorial. Artes medicas Latinoamérica capítulo 11 365-398
6. **Walton R.E.**, toribinejad m. Endodoncia. Principios y práctica clínica 2a ed. México, editorial mcgraw-hill interamericana 1991 capitulo 2 pp.7-30, 379-396
7. **Estrela C.** Ciencia endodóntica. Editorial artes médicas Latinoamérica. Sao paulo 2005 capitulo 19 pp. 457-527,941-990
8. **Barbería E.**, Odontopediatria. 2ª ed. Barcelona editorial masson; 2001. Capitulo14 255-270
9. **Castillo Mercado R.** Estomatología pediátrica Madrid editorial medica ripano 2011 capitulo 8 173-200
10. **Sogbe de Agell R.** Conceptos básicos en odontología pediátrica. Caracas editorial disinlimed 1995 capitulo 10 319-359
11. **Boj J.R.**, Catalá m., García-ballesta c., Mendoza a. Odontopediatria Barcelona editorial elseiver masson 2004
12. **Pinkham J.R.**, odontología pediátrica. 3a ed. México, editorial mcgraw-hill interamericana, 2001 capitulo 22 368-383



13. **Mcdonald R.**, avery d. Odontología pediátrica y del adolescente. 6^a ed. Madrid: editorial mosby/doyma; 1995. Capítulo 19 409-435
14. **Cortés Lillo O.**, BOJ QUESADA, Juan Ramón; CANALDA SAHLI, Carlos. Estado actual de los distintos fármacos utilizados en las pulpotomías en dentición primaria. *Endodoncia*, 1995, vol. 13, num. 4, p. 178-186, 1995.
15. **Pires Correa Ma.S.P.** Odontopediatría en la primera infancia saopaulo grupo editorial gen 2009 capitulo 28 465-490
16. **Lasala A.** Endodoncia 4a ed. México grupo editorial salvat 1992 capitulo 24 561-600
17. **Cohen S.** vías de la pulpa 10a ed. Barcelona editorial elseiver 2011 capitulo 23 808-857
18. **Koch G.**, poulsen s., odontología pediátrica abordaje clínico 2a ed. Caracas editorial amolca 2011 capitulo 12 153-165
19. **Bordoni N**, escobar rojas a., castillo mercado r. Odontología pediátrica la salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual buenos aires editorial panamericana 2010 capitulo 23 483-510
20. **Calatayud J**, casado i, Álvarez c. Análisis de los estudios clínicos sobre la eficacia de las técnicas alternativas al formocresol en las pulpotomías de dientes temporales. *Av. Odontoestomatol* 2006; 22 (4): 229-239.
21. **Yildiz E**, tosun g. Evaluation of formocresol, calcium hydroxide, ferric sulfate, and mta primary molar pulpotomies. *Eur j dent* 2014;8:234-40.
22. **Morales De Armas M.**; cabañas lores, climalda; ramos cardoso, luisa. Uso de formocresol diluido en dientes temporales. *Revista Cubana de Estomatología*, 1998, vol. 35, no 1, p. 5-10.
23. **Sonmez D.**; SARI, Saziye; ÇETINBAŞ, Tuğba. A comparison of four pulpotomy techniques in primary molars: a long-term follow-up. *Journal of endodontics*, 2008, vol. 34, no 8, p. 950-955.



24. **Bellet LJ.**; guinot, francisco; arregui, maría. Aplicaciones clínicas del mta en odontopediatría. *Dentum (barc.)*, 2006, p. 96-102.
25. **Aguado J. Ma.**, et al. Posibilidades terapéuticas del agregado trióxido mineral (mta) en odontopediatría. *Journal of the american dental association*, 2009, vol. 4, no 4, p. 185-193.
26. **Fuks A.B.**, cleaton jones p., michaeli y., birnstein e., pulp response to collagen and glutaraldehyde in pulpotomized primary teeth of baboons *pediatric dentistry: may/june*, "1991 vol. 13, num. 3 p.142-150
27. **Ranly, D. M.** Pulpotomy therapy in primary teeth: new modalities for old rationales. *Pediatric Dentistry*, 1994, vol. 16, p. 403-403.
28. **Zander H. A.** Reaction of the pulp to calcium hydroxide. *Journal of dental research*, 1939, vol. 18, no 4, p. 373-379.
29. **Barceló F.H.**; PALMA, J. M. Materiales dentales. *Conocimientos básicos aplicados. 2a ed. México, DF: Trillas*, 2004. Capitulo 9 p. 78-82
30. **Cristino Islas P.**, hidróxido de calcio como medicación intraconducto en la terapia endodóntica. México, d.f. 2010 consultado el 29 de enero del 2016 disponible en <http://bibliotecas.unam.mx>.
31. **Rodríguez Gutiérrez G.**, más sarabia, maheli, garcía boss, joel, arias herrera, sury r., Álvarez llanes, marina, el hidróxido de calcio: su uso clínico en la endodoncia actual archivo médico de camagüey [en línea] 2005, 9 (sin mes) : [fecha de consulta: 10 de enero de 2016] disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=211117868016>> issn
32. **Fernández Monjes J.**; MARESCA, B. M. Consideraciones sobre el uso del hidróxido de calcio y el ión de calcio en endodoncia. Presentación de un caso clínico. *RAAO*, vol. 47, no 2.



33. **Siqueira, J. F.**; LOPES, H. P. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *International endodontic journal*, 1999, vol. 32, no 5, p. 361-369.
34. **Athanassiadis B.**; ABBOTT, P. V.; WALSH, Laurence J. The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. *Australian Dental Journal*, 2007, vol. 52, no s1, p. S64-S82. consultado el 25 de enero de 2016
35. **Gruythuysen, R.J.M.**; weerheijm, karín I. Pulpotomía con hidróxido de calcio con material de sellaje en cavidades curadas después de 2 años. *Odontología sanmarquina*, 1999, vol. 1, no 4, p. 51-52.
36. **Gómez Vega, J.E.** Reparación de la exposición pulpar directa utilizando hidróxido de calcio químicamente puro. 2012. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec> fecha de consulta 10 de enero del 2016
37. **Heilig J**, et al. Calcium hydroxide pulpotomy for primary teeth: a clinical study. *The journal of the American dental association*, 1984, vol. 108, no 5, p. 775-778.
38. **Waterhouse P.J.**, et al. Primary molar pulp therapy—histological evaluation of failure. *International journal of pediatric dentistry*, 2000, vol. 10, no 4, p. 313-321.
39. **Davidović L.**, et al. The influence of liners on the pulp inflammation. *Srpski arhiv za celokupno lekarstvo*, 2015, vol. 143, no 5-6, p. 261-266.
40. **Pereira J. C.**, et al. Recubrimiento pulpar directo e indirecto: mantenimiento de la vitalidad pulpar. *Acta odontológica venezolana*, 2001, vol. 49, no 1.
41. **Coll J. A.** Indirect pulp capping and primary teeth: is the primary tooth pulpotomy out of date?. *Oral health*, 2009, vol. 99, no 1, p. 27.
42. **María P. P.**, gustavo, Pérez g. Recubrimiento pulpar directo con hidróxido de calcio en molares primarios: casos clínicos. *Revista*



latinoamericana de ortodoncia y odontopediatría, 2005. Disponible en <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2001/art3.asp> consultado el 3 de enero del 2016

43. **Clinical affairs committee – pulp therapy subcommittee**, guideline on pulp therapy for primary and immature permanent teeth, American academy of pediatric dentistry 2014 vol. 37 / no 6 15 / 16 p. 244-252
44. **Schröder U.**, et al. A one-year follow-up of partial pulpotomy and calcium hydroxide capping in primary molars. Dental traumatology, 1987, vol. 3, no 6, p. 304-306.
45. **Fuks A.B.** Vital pulp therapy with new materials for primary teeth: new directions and treatment perspectives. Journal of endodontics, 2008, vol. 34, no 7, p. S18-s24.
46. **Lucas G.**; Elizondo, maría I.; rosa, Guillermo m. Estudio radiográfico de los cambios dentinarios producidos por el hidróxido de calcio y vitremer® en el tratamiento de caries en molares temporarios. Rev. ciencia y técnica, u. Nacional del nordeste comunicaciones científicas y tecnológicas [revista en línea], 2003.
47. **Durán Comparán B. E.**, Eficacia clínica del formocresol en comparación con el hidróxido de calcio en pulpotomías de dientes primarios: reporte preliminar. Revista adm, 2008, vol. 65, no 3.
48. **Quader S. A**; bahar, iqbal; jahan, km rownak. Maturogenesis of a cariously exposed immature permanent tooth using calcium hydroxide for pulpotomy treatment: a case report. Update dental college journal, 2013, vol. 1, no 2, p. 21-24.
49. **Waterhouse P.J.**; nunn, j. H.; whitworth, j. M. Paediatric dentistry: an investigation of the relative efficacy of buckley's formocresol and calcium hydroxide in primary molar vital pulp therapy. British dental journal, 2000, vol. 188, no 1, p. 32-36.



50. **Khan A. A. H. H;** manzoor, manzoor ahmed. Comparative study of efficacy of formocresol and calcium hydroxide pulpotomy in primary molars. *Pakistan oral & dental journal*, 2014, vol. 34, no 1.
51. **Fava, I. R. G.;** saunders, w. P. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *International endodontic journal*, 1999, vol. 32, no 4, p. 257-282.
52. **Cedillo, J.,** et al. Nuevo sustituto bioactivo de la dentina; silicato tricálcico purificado. *Rodyb*, 2013, vol. 2, no 2, p. 1-12.
53. **Margunato S,** et al. In vitro evaluation of proroot mta, biodentine, and mm-mta on human alveolar bone marrow stem cells in terms of biocompatibility and mineralization. *Journal of endodontics*, 2015, vol. 41, no 10, p. 1646-1652.
54. **Nowicka A.,** et al. Response of human dental pulp capped with biodentine and mineral trioxide aggregate. *Journal of endodontics*, 2013, vol. 39, no 6, p. 743-747.