



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

TRATAMIENTO DE CONDUCTOS RADICULARES EN
DIENTES PERMANENTES CON ÁPICE INMADURO.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

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

P R E S E N T A:

AÍDA BARRERA OSORIO

TUTOR: C.D. GÉRLING GÓMEZ GALLEGOS

MÉXICO, D.F.

2008



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.

Dedico esta tesina a:

A mis padres porque son el motivo de que yo tenga una formación profesional.

A ti mami por ser un ejemplo de fortaleza, valentía y sencillez. Por escucharme siempre, por darme palabras de aliento en los momentos difíciles y confiar plenamente en mí. Ah! y por el lunch de todos los días.

A ti papá por el apoyo y la confianza que me brindas, por los esfuerzos y sacrificios que has tenido que hacer con la finalidad de darme herramientas para abrirme paso en la vida.

A mis hermanos Ale, Adri y David por quererme y apoyarme. A Eri porque me enseñó que las mejores amigas están siempre contigo, te apoyan, te corrigen y sobre todo, te aman.

A mis abuelitas y mis tíos que estuvieron conmigo a lo largo de mi carrera, apoyándome.

A Car por enseñarme a disfrutar del amor y el apoyo incondicional de una pareja.

A todos mis amigos de la facultad, sin ustedes habría sido muy difícil de lograr todo esto.

Gracias

Al doctor Gérling Gómez Gallegos por ayudarme en la elaboración de ésta tesina.

Al doctor Jaime Vera por su apoyo y por enseñarme, en gran parte, lo hermosa que es la odontología.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por formarme profesionalmente y hacerme sentir orgullosa de ésta formación.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	6
2. EMBRIOLOGÍA.....	9
3. CRONOLOGÍA DE LA ERUPCIÓN.....	11
4. CARACTERÍSTICAS DE DIENTES CON DESARROLLO RADICULAR INCOMPLETO.....	13
5. APICOGÉNESIS.	
5.1. Definición.....	14
5.2. Indicaciones.....	14
5.2.1. Traumatismo.....	18
5.3. Materiales y técnicas.....	27
5.3.1. Pulpotomía.....	27
5.3.2. Hidróxido de calcio.....	28
5.3.3. Pulpotomía con hidróxido de calcio.....	34
5.3.4. Mineral de trióxido agregado MTA.....	41
5.3.5. Pulpotomía con mineral de trióxido agregado MTA.....	44
6. APEXIFICACIÓN.	
6.1. Definición.....	48
6.2. Materiales y técnicas.....	49
6.2.1. Hidróxido de calcio.....	49
6.2.2. Técnica con hidróxido de calcio.....	51
6.2.3. Mineral de trióxido agregado MTA.....	59
6.2.4. Técnica con mineral de trióxido agregado MTA.....	63
7. MECANISMOS DE CICATRIZACIÓN EN LA APEXIFICACIÓN.....	68
8. CONCLUSIONES.....	70
9. BIBLIOGRAFÍA.....	71

INTRODUCCIÓN.

La pulpa es una estructura dental de gran importancia para terminar el desarrollo radicular, junto con la vaina epitelial de Hertwig, éstas están encargadas de la formación radicular fortaleciendo las paredes del conducto para lograr la longitud radicular adecuada.

Las raíces de los dientes permanentes completan su formación 3 o 4 años después de que el diente a erupcionado.

En éste lapso de tiempo los niños y adolescentes son susceptibles a sufrir traumatismos faciales que afectan los órganos dentales, en especial los dientes anteriores del maxilar superior, sobre todo cuando hay factores predisponentes como una protección labial deficiente o un over jet mayor a 3 mm.

Los traumatismos y la caries dental son la principal etiología de daños pulpares significativos.

En éste trabajo se muestran las diferentes guías de tratamiento pulpar para dientes que presentan formación radicular incompleta.

Cuando se presenta una agresión pulpar en dientes con formación radicular incompleta, lo primero que se debe valorar es la vitalidad para dar un buen diagnóstico y plan de tratamiento.

Lo más importante en el tratamiento es conservar la vitalidad pulpar, si aún la hay.

Sí el diente ha sido movido del alveolo y existe riesgo de haber perdido irrigación se debe reposicionar y mantenerlo en observación para saber si ocurre una revascularización.

Cuando la pulpa cameral ha sido dañada el tratamiento de elección es la pulpotomía, es decir, la extirpación de la pulpa cameral y la conservación de la pulpa radicular para inducir el cierre apical.

Si se da un diagnóstico de pulpa necrótica, el tratamiento se va a enfocar a retirar todo el tejido, si aún existe; la limpieza y desinfección del conducto y la aplicación de un medicamento a nivel apical que nos proporcione un tapón en el ápice para una posterior obturación del conducto de forma convencional.

1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

El británico Hunter publicó a finales del siglo XIX un artículo en donde describió una mezcla de maleza de sorgo con excremento de gorrión inglés, hasta formar una pasta firme y plástica, con la que preconizaba un éxito del 98% en los tratamientos de apicogénesis y apicoformación. Actualmente es altamente cuestionable.¹

En el pasado las técnicas para dirigir el tratamiento de dientes no vitales con ápice abierto fueron limitadas a usar pastas como material de relleno.²

Algunos autores han descrito el uso de conos de gutapercha para llevar a cabo la apexificación, pero esto no es recomendable porque la porción apical de la raíz de un diente con ápice inmaduro, es frecuentemente más ancha que la porción coronal, lo cual hace imposible la condensación de la gutapercha. Suficiente ensanchamiento de la porción coronal para llegar al diámetro de la porción apical, significaría debilitar demasiado la raíz e incrementar el riesgo de fractura.

Los limitados éxitos en el tratamiento resultaron de gran interés en cuanto al fenómeno del continuo desarrollo del ápice o una barrera apical estable, estos resultados fueron propuestos por primera vez en 1960.²

Una gran variedad de materiales han sido propuestos para la inducción y formación de una barrera apical.

La introducción del hidróxido de calcio en odontología fue hecha por Hermann en 1920.³

El uso de hidróxido de calcio fue introducido por primera vez por Kaiser en 1964, quien propuso este material mezclado con paramonoclorofenol alcanforado (CMCP) para inducir la formación de una barrera calcificada a

través del ápice. Este procedimiento fue popularizado por Frank quien enfatizó la importancia de reducir la contaminación del canal radicular por medio de la instrumentación, la medicación y reduciendo los espacios dentro del canal con una pasta para sellar reabsorbible (Técnica de Frank). Para reducir la toxicidad del CMCP se recomienda el uso de hidróxido de calcio con agua salina, agua estéril o agua destilada. Heithersay y otros han mezclado el hidróxido de calcio con metilcelulosa para obtener menor solubilidad al contacto con fluidos titulares y una consistencia más firme.²

El mecanismo de acción biológica del hidróxido de calcio en pulpas dentarias fue estudiado por Holland en 1966.³

Lieberman y Trwbridge han demostrado que la barrera apical formada con esta técnica no es compacta, sino porosa.⁴

Ghose L J, Bragdady en 1987, describe la barrera de tejido duro que se forma en el ápice como una capa, puente o porción en crecimiento que puede estar compuesta de cemento, dentina, hueso u osteodentina. Esta osteodentina aparece para ser formada por tejido conectivo en los ápices. Torneck en 1973 reporta que el tejido óseo formado en los canales radiculares muestra un puente calcificado que es identificado histológicamente como cemento. Steiner y VanHassel estudiaron el material como cemento y observaron una serie de secciones que dan la impresión de que la formación del cemento viene de la periferia del ápice original hacia el centro en forma de círculos concéntricos decrecientes.^{2,5}

El mineral de trióxido agregado MTA fue descrito por primera vez por Lee y cols en 1993.

Este material es empleado para el tratamiento de apexificación y apicogénesis el cual ha dado buenos resultados, aunque inicialmente fue realizado para sellar perforaciones radiculares.⁴

2. EMBRIOLOGÍA.

El epitelio de la lámina dentaria prolifera en las zonas locales y forma varios engrosamientos redondos o alargados, los botones o gérmenes dentarios, que se extienden hacia el mesénquima subyacente y representan el comienzo del desarrollo de los dientes deciduos. Los botones dentarios se invaginan en el mesénquima, que penetra en la invaginación y se denomina papila dentaria, de donde desarrollarán la dentina y la pulpa. En la invaginación el botón dentario epitelial adopta gradualmente la forma de casquete denominado órgano del esmalte, en el estadio de casquete. La capa celular externa del órgano de esmalte se denomina epitelio externo del esmalte, mientras que la capa interna se designa epitelio interno del esmalte. Las células epiteliales del interior del interior del órgano de esmalte están separadas por una sustancia intercelular compuesta de glucosaminoglucanos producido por las células epiteliales que se diferencian hasta formar un retículo celular, el retículo estrellado. Las células del epitelio externo del esmalte son cúbicas, mientras que las células del epitelio interno del esmalte se transforman en cilíndricas, dado que se diferencian a ameloblastos. La constante invaginación del órgano del esmalte le confirió forma de campana, estadio de campana. Las células mesenquimáticas de la papila dentarias cercanas al epitelio interno del esmalte se diferencian poco después del desarrollo de los ameloblastos a una capa de células cilíndricas altas, los odontoblastos, que forman una capa densa semejante a un epitelio.

Luego de la formación de la corona dentaria comienza el desarrollo de la raíz. A la altura del futuro cuello se pliegan los epitelios externo e interno del esmalte y forma la vaina radicular epitelial, que da origen a la raíz. La vaina radicular crece y penetra en el mesénquima donde induce el desarrollo de odontoblastos productores de la dentina radicular. A medida que se forma la dentina de la raíz, desaparece la vaina radicular epitelial y da lugar a la formación de una capa de cemento alrededor de la dentina. El cemento es producido por cementoblastos que se diferencian del

mesénquima circundante y se pueden considerar osteoblastos modificados. El mesénquima circundante se ha diferenciado ahora a una estructura semejante a una cápsula que rodea todo el primordio dentario, el saco dentario y, además de los odontoblastos, da origen a la membrana periodóntica.⁶

Después de la formación de la corona de un diente, el interior y el exterior del epitelio del esmalte forma una pared epitelial con doble capa, la vaina radicular del epitelio de Hertwig (HERS). La cual inicia la diferenciación de los odontoblastos. Cuando la primera capa de dentina ha sido colocada, la vaina radicular del epitelio de Hertwig inicia su desintegración y únicamente las células de los restos epiteliales de Malazés persisten en el ligamento periodontal. En algunos casos, la vaina radicular del epitelio de Hertwig progresa en dirección apical completando la formación radicular.^{7,8}

3. CRONOLOGÍA DE LA ERUPCIÓN.

Cuando un diente erupciona tiene formado unos 2/3 de la longitud total que tendrá su raíz, alcanzando su longitud final al año de la erupción. En los primeros meses sus paredes son delgadas y divergentes, son los dientes en *trabuco* y son los de peor pronóstico a la hora de ser tratados. Posteriormente sus paredes se hacen paralelas, tornándose la raíz mas o menos cilíndrica y se va conificando por la aposición de cemento hasta formar la constricción apical entre 2 y 4 años después de la erupción.^{1,2}

Desarrollo cronológico normal de los dientes permanentes

Diente	Iniciación (mes)	Empieza la calcificación	Corona completa (año)	Erupción (año)	Raíz completa (año)
Maxilar					
Incisivo central	5 - 5 ¼ in útero	3 - 4 meses	4 - 5	7 - 8	10
Incisivo lateral	5 - 5 ¼ in útero	1 año	4 - 5	8 - 9	11
Canino	5 ½ - 6 in útero	4-5 meses	6 - 7	11 - 12	13 - 15
Primer premolar	Nacimiento	1 ½ - 1 ¾ años	5 - 6	10 - 11	12 - 13
Segundo premolar	7 ½ - 8	2- 2 ½ años	6 - 7	10 - 12	12 - 14
Primer molar	3 ½ - 4 in útero	Nacimiento	2 ½ - 3	6 - 7	9 - 10
Segundo molar	8 ½ - 9 in	2 ½ - 3 años	7 - 8	12 - 13	14 - 16
Tercer molar	3 ½ - 4	7 - 9 años	12- 16	17 - 25	18 - 25
Mandibular					
Incisivo central	5 - 5 ¼ in útero	3 - 4 meses	4 - 5	6 - 7	9
Incisivo lateral	5 - 5 ¼ in útero	3 - 4 meses	4 - 5	7 - 8	10
Canino	5 ½ - 6 in útero	4 - 5 meses	6 - 7	9 - 11	12 - 14
Primer premolar	Nacimiento	1 1/3 - 2 años	5 - 6	10 - 12	12 - 13

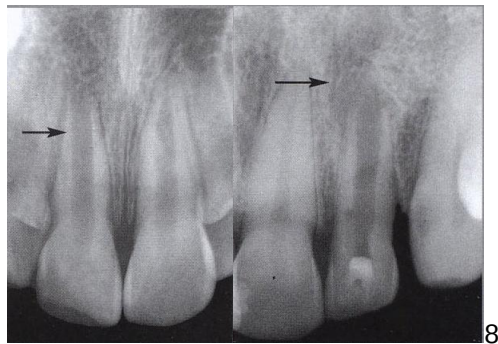
Segundo premolar	7 ½ - 8	2 ¼ - 2 ½ años	6 - 7	11 - 12	13 - 14
Primer molar	3 ½ - 4 in útero	Nacimiento	2 ½ - 3	6 - 7	9 - 10
Segundo molar	8 ½- 9	2 ½ - 3 años	7 - 8	11 - 13	14 - 15
Tercer molar	3 ½ - 4	8 - 10 años	12 - 16	17 - 25	18 - 25

De Gorlin RJ, Pindborg JJ, Cohen MM. Síndromes de cabeza y cuello. Toray. Barcelona 1979.⁹

4. CARACTERÍSTICA DE DIENTES CON DESARROLLO RADICULAR INCOMPLETO.

Los dientes que no han completado su formación radicular, aún después de su erupción, presentan las siguientes características:

- Ápice abierto
- Ausencia de constricción apical
- Paredes finas
- Paredes frágiles
- Paredes, frecuentemente, divergentes.⁴



Las formas de las paredes de un diente con ápice abierto son clasificadas como:

- Paredes convergentes (CAW). Se logra un cierre apical parecido al del diente antagonista que tuvo un desarrollo normal.
- Paredes paralelas apicalmente (PAW). Se logra un cierre apical parecido al del diente antagonista que tuvo un desarrollo normal.
- Paredes en forma de trabuco (DAW). Estos casos requieren más recambios de hidróxido de calcio cuando se elige el uso de este para la apexificación.¹⁰

Después del tratamiento para inducir el cierre apical, este se puede dar como:

- Cierre fisiológico o algo parecido
- Cierre alrededor del ápice
- Formación de un puente de tejido duro.

5. APICOGÉNESIS.

5.1 Definición.

Más que un tratamiento, la apicogénesis significa la creación de un entorno para que la pulpa dental pueda continuar con su formación apical y lateral de la raíz. Por ello, es esencial la preservación de la pulpa dental radicular en presencia de una exposición coronal a caries o traumática. El mantenimiento de la viabilidad de la vaina radicular epitelial de Hertwig es esencial para la formación de la dentina y del cemento, así como la formación apical continua de la raíz. La dentina viable dentro de la raíz asegurará la formación lateral de ésta. Es importante que haya una dentina viable, ya que el diente con paredes delgadas y grandes espacios de conducto tiende a fracturarse, incluso si se puede formar una barrera apical con la intervención.¹¹

La apicogénesis se realiza en dientes con pulpa vital. Es el procedimiento terapéutico que se lleva a cabo para estimular el crecimiento fisiológico y la formación del ápice radicular.²

5.2 Indicaciones.

La fase de desarrollo radicular es un factor decisivo para elegir el tratamiento conservador. En una etapa temprana del desarrollo, el procedimiento de selección deberá ser el que permita la apicogénesis, removiéndose apenas la porción afectada de la pulpa coronaria (pulpotomía), de forma que continúe la formación fisiológica de la dentina a lo largo de las paredes del conducto, además de la complementación del cierre del ápice radicular. Debe hacerse todo el esfuerzo posible por mantener el tejido vital en el interior del conducto radicular. El tratamiento conservador tiene por finalidad eliminar la fuente de infección, obtener

una barrera de tejido mineralizado en lugar de la exposición y permitir la continuidad del desarrollo radicular, con maduración de la dentina con los odontoblastos en actividad.³

Las ventajas de llevar a cabo la apicogénesis son :

- Longitud y forma radicular: son factores trascendentales para su resistencia y fijación en la arcada dentaria. Con el avance de la edad del paciente, posibles problemas periodontales con pérdida ósea podrían poner en peligro la estabilidad de los dientes con raíces cortas.⁸
- Formación apical: la formación correcta del ápice incluye lógicamente el cierre paulatino del foramen hasta llegar a su tamaño normal. En estas circunstancias ante la necesidad futura del tratamiento endodóntico radical (pulpectomía), se tendrá la posibilidad de confeccionar un stop o tope apical adecuado, lo que facilita los procedimientos de preparación y obturación.⁸
- Grosor de las paredes del conducto radicular: con la presencia de pulpa vital estará asegurado el depósito de dentina sobre las paredes del conducto radicular, lo que aumenta en grado considerable la resistencia mecánica del diente tratado.⁸

La inducción de la apicogénesis se obtiene, teniendo cuidados con los órganos dentales para que éstos puedan tener un desarrollo radicular normal, evitando traumatismos, fracturas o caries dental; o realizando tratamiento de pulpotomía en los casos en que la pulpa cameral esté afectada y sea posible mantener vital la pulpa radicular para inducir una completa formación radicular y una constricción apical adecuada.³

La constatación clínica de que la pulpa vital es la mejor obturación del conducto radicular sugiere que su conservación, en su totalidad o en parte, es una alternativa válida y necesaria.⁸

También pueden ser usados otros tratamientos para mantener vital la pulpa radicular y permitir el cierre apical adecuado, estos tratamientos son conservadores como: protección pulpar indirecta, curetaje o raspado pulpar, que se realiza cuando hay una comunicación pulpar por caries o traumatismo con exposición pulpar, se curetea la porción expuesta de la pulpa cameral; y el recubrimiento pulpar directo, que se realiza cuando hay una comunicación pulpar accidental. Estos dos últimos procedimientos no son recomendables en ningún caso, puesto que no han mostrado buenos resultados.^{3,8}

Si estos tratamientos son exitosos, mantiene la vitalidad pulpar y la integridad de la vaina epitelial de Hertwig, lo que posibilita un desarrollo radicular normal desde el punto de vista anatómico e histológico



6 meses después del tratamiento para apicogénesis (8)

5.2.1 Traumatismos

El traumatismo dentario ataca niños en edad escolar y afecta principalmente los incisivos centrales superiores.

Los traumatismos en la región oral ocurren frecuentemente y comprenden el 5% de todos los casos por los cuales las personas requieren tratamiento.¹²

Desafortunadamente los traumatismos en dientes jóvenes son comunes y se presentan en un 30% en niños. La mayoría de estos incidentes ocurren antes de que la formación radicular sea completada y pueden resultar en una inflamación o una necrosis pulpar. La vaina radicular de Hertwing es comúnmente sensible al trauma por su grado de vascularidad y celularidad en la región apical.²

El 18% de todos los traumatismos lo constituyen niños en etapa preescolar.

De los traumatismos que ocurren en la región facial, los que se presentan con mayor frecuencia son los dentales, de los cuales las fracturas coroneales y las luxaciones son los más comunes.¹²

Después de los traumatismos, los daños a la pulpa de dientes jóvenes, generalmente, progresan en una necrosis pulpar.¹³ Esto ocurre con mayor frecuencia en los dientes incisivos del maxilar.¹⁰

Los pacientes que sufren traumatismos en dientes con formación radicular incompleta y con necrosis pulpar, son del sexo masculino en un 73% aproximadamente.¹⁰

Estudios han demostrado que el overjet mayor a 3mm y una protección labial deficiente son factores predisponentes para sufrir traumatismo dental anterior entre niños y adolescentes.³

Cuando un diente sufre un traumatismo y es avulsionado, causa un daño a las células del periodonto, debiéndose conservar en un medio húmedo adecuado por un periodo de tiempo corto para intentar preservar su vitalidad y permitir la favorable recuperación del ligamento periodontal una vez que es reimplantado el diente.¹⁴

En un diente avulsionado, la pulpa pierde su irrigación y aunque la revascularización es una posibilidad, puede causar una infección en el canal, haciendo al diente susceptible a la reabsorción. En dientes jóvenes, este proceso puede ocurrir rápidamente porque los túbulos dentinarios anchos permiten la fácil penetración de los irritantes bacterianos.¹⁴

La pérdida de la vitalidad pulpar es una consecuencia indeseable de la avulsión de un diente. Algunos autores sugieren que un diente con ápice incompleto que es avulsionado, si es reimplantado en un periodo menor a 3 horas puede ser revascularizado.¹⁴

Aunque esto no es posible en un tejido que es altamente susceptible a la contaminación bacteriana. Cuando ocurre una necrosis es necesaria la desinfección del canal radicular y simultáneamente la formación de una barrera apical que permita una adecuada obturación de éste, es decir, un procedimiento de apexificación.¹⁴

Cuando un diente sufre un traumatismo o presenta un proceso carioso avanzado, es necesario valorar su estado pulpar y dar un diagnóstico para elegir el tratamiento adecuado.

Las condiciones a evaluar son:

- Clínicamente: tomar en cuenta signos y síntomas, como: características biofísicas del diente (signos que denotan la cavidad abierta con exposición pulpar; cavidad cerrada); sintomatología presentada (presencia o ausencia de dolor y si hay dolor, saber si es provocado o espontáneo). Conocer la intensidad del dolor, si este se presenta; con que estímulo se presenta, en caso de no ser espontáneo, duración del dolor
- Radiográficamente: se deben hacer varias proyecciones para que estas sirvan como auxiliar en el diagnóstico. Radiografía con un ángulo de 90°, con vista oclusal y con vista lateral de mesial a distal.
- Examen de sensibilidad: este se refiere a las pruebas térmicas (frío y calor) y las pruebas eléctricas que se realizan sobre el o los dientes en cuestión, para determinar las condiciones de la pulpa dental. Inmediatamente después del daño pulpar, los exámenes dan respuesta negativa, pero esto solo puede indicar una falta de respuesta pulpar transitoria. Para alcanzar un diagnóstico definitivo se deben seguir realizando los exámenes periódicamente.¹²

Guía de tratamiento para fracturas dentales y hueso alveolar

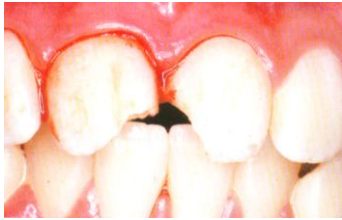
Hallazgos clínicos	Hallazgos radiográficos	Tratamiento
Fractura coronal no complicada: esta fractura involucra esmalte o esmalte y dentina, sin exposición pulpar.  El examen de sensibilidad puede ser negativo inicialmente, indicando un daño pulpar transitorio	La 3 angulaciones radiográficas ayudan a descartar desplazamiento o fractura radicular. Tomar radiografía en el labio o llevar a cabo una exploración es útil para encontrar fragmentos dentarios o material externo incrustado	Es urgente cubrir la exposición dentinaria con un material como el ionómero de vidrio o una restauración permanente usando adhesivo y resina.
Fractura coronal complicada: involucra esmalte, dentina y hay exposición pulpar.  No están indicadas las pruebas de sensibilidad, ya que la vitalidad pulpar puede ser visualizada. Se deben tener citas de control para realizar pruebas de sensibilidad y monitorear el estado pulpar	Se pueden observar fractura o desplazamiento radicular y el estado de desarrollo radicular. También se recomienda la radiografía en el labio.	En dientes jóvenes con desarrollo radicular incompleto. Es ventajoso preservar la vitalidad pulpar realizando una pulpotomía.  Este también es el tratamiento de elección en dientes jóvenes con formación radicular completa. En pacientes adultos, el tratamiento de conductos radiculares puede ser el tratamiento de elección, una pulpotomía podría ser una opción. En dientes con lapsos de tiempo prolongados entre el accidente y el tratamiento o con pulpas necróticas, el tratamiento de conductos radiculares está indicado para preservar el diente.

		  En fractura coronal extensa debe ser tomada una decisión que podría ser la extracción.
Fractura de corona y raíz: involucra esmalte, dentina y estructura radicular, la pulpa puede o no estar expuesta. Puede haber pérdida de fragmentos dentales. El examen de sensibilidad es inusualmente positivo	En las fracturas radiculares, la radiografía angulada es para detectar las líneas de fractura en la raíz. 	Las recomendaciones del tratamiento son las anteriores. Adicionalmente, se estabilizan los fragmentos dentales y se adhieren, esto es una medida temporal.
Fractura radicular: el segmento coronal puede estar móvil o desplazado. El diente es muy sensible a la percusión Las pruebas de sensibilidad pueden dar resultados negativos inicialmente, indicando un daño pulpar transitorio o permanente, es recomendable monitorear el estado de la pulpa. Puede ocurrir un cambio	Las fracturas se pueden dar en un plano horizontal o diagonal. Las fracturas que son en un plano horizontal usualmente son detectadas con una proyección de 90° en el centro del diente. . normalmente son fracturas en el tercio cervical de la raíz. Si el plano de fractura	Reposición, sí el desplazamiento es en el segmento coronal del diente, lo mejor posible. Checar la posición radiográficamente. Estabilizar el diente con una férula flexible por 4 semanas. Si la fractura radicular es en el tercio cervical del diente, es benéfico estabilizar por más de 4 semanas. Se debe monitorear el

de color transitorio en la corona (rojo o gris)	es diagonal, el cual es común en fracturas del tercio apical, una vista oclusal es mejor para indicar la localización de la fractura. 	diente para determinar el estado de la pulpa. Si hay necrosis pulpar es necesario el tratamiento de conductos del segmento coronal del diente a la línea de fractura está indicado para conservar el diente
Fractura del hueso alveolar: involucra el hueso alveolar y puede extenderse a estructuras adyacentes a este. Segmentos móviles y dislocados son comúnmente encontrados.  El examen de sensibilidad puede o no ser positivo.	Las líneas de fractura pueden ser localizadas desde el hueso alveolar hasta el ápice radicular. La radiografía panorámica es de gran ayuda para determinar el curso y la posición de las líneas de fractura 	Reposición de los segmentos desplazados y ferulizar. Estabilizar los segmentos por 4 semanas  

3,12

Guía de tratamiento para luxaciones

Hallazgos clínicos	Hallazgos radiográficos	Tratamiento
Concusión: el diente es muy sensible al tacto o a la percusión. Este no ha sido desplazado, ni ha aumentado su movilidad. Las pruebas de sensibilidad frecuentemente dan resultados positivos	No hay anomalías radiográficas	No es necesario ningún tratamiento. Monitoreo pulpar por 1 año.
Subluxación: los dientes son sensibles al tacto y la percusión y tiene incremento en su movilidad. Estos no han sido desplazados. Se puede notar una encía sangrante en cervical.  Las pruebas de sensibilidad pueden ser negativas inicialmente, indicando un daño pulpar transitorio. Se debe monitorear la respuesta pulpar para hacer un diagnóstico definitivo	Radiográficamente las anomalías son inusuales o no existen 	Una férula flexible para estabilizar el diente, puede ser usada por 2 semanas para el confort del paciente. 
Luxación extrusiva: el diente parece elongado y es excesivamente móvil. Las pruebas de sensibilidad podrían dar resultados negativos. En dientes maduros algunas veces ocurre revascularización pulpar. En dientes con desarrollo radicular incompleto, la revascularización pulpar usualmente ocurre.	Incremento del espacio del ligamento periodontal en apical.	Reposición del diente gentilmente en el alveolo. Estabilizar el diente por 2 semanas usando una férula flexible. Monitorear las condiciones de la pulpa es esencial para diagnosticar resorción radicular. En dientes con desarrollo inmaduro, la revascularización puede ser confirmada radiográficamente, con la evidencia de desarrollo radicular completo, obliteración del conducto y normalmente vuelven a dar respuesta a las

		pruebas de sensibilidad. Si el diente está completamente formado, la falta de respuesta a las pruebas de sensibilidad debe ser tomado como evidencia de necrosis, junto con alteraciones periapicales y/o cambio de color en la corona.
Luxación lateral: los dientes están desplazados, usualmente hacia palatino/lingual o en dirección labial. Estos dientes pueden estar inmóviles y responder a la percusión con sonido metálico (anquilosis). Las pruebas de sensibilidad darán resultados negativos. En dientes con desarrollo radicular incompleto, la revascularización ocurre usualmente. 	El ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal puede verse mejor en proyecciones excéntricas u oclusales. 	Reposición gentil del diente con fórceps, para colocarlo en su lugar original.  Estabilizar los dientes usando férula flexible por 4 semanas.  Monitorear la condición pulpar. Si ocurre necrosis pulpar, está indicado el tratamiento de conductos para prevenir resorción radicular. En dientes con desarrollo radicular incompleto, la revascularización puede ser confirmada radiográficamente con la completa formación radicular y la obliteración de los conductos y posiblemente responda positivo a las pruebas de sensibilidad. En dientes con formación completa, una continua falta de respuesta a las pruebas de sensibilidad pulpar

		indican necrosis pulpar, junto con alteración periapical y algunas veces cambios de color en la corona
Luxación intrusiva: el diente es desplazado axialmente dentro de su hueso alveolar. Si este es inmóvil y a la percusión dan un sonido metálico refiere anquilosis.  Los exámenes de sensibilidad pueden dar resultados negativos. En dientes con desarrollo radicular incompleto podría ocurrir la revascularización	El espacio del ligamento periodontal puede estar ausente en toda la raíz o en algunas partes.	Dientes con formación radicular incompleta: permitir reposicionamiento espontáneo para tomar su lugar. Si no se observa movimiento en 3 semanas se recomienda reposicionamiento ortodóntico rápido. Dientes con formación radicular completa. Los dientes deben ser reposicionados ortodónticamente o quirúrgicamente, lo mejor posible. La pulpa puede estar necrótica y el tratamiento de conductos es recomendado, usando un llenado temporal con hidróxido de calcio para preservar el diente.

3,12

5.3 Materiales y técnica.

5.3.1 Pulpotomía

La pulpotomía se ha convertido en el procedimiento de elección para el tratamiento de dientes permanentes jóvenes con exposición pulpar cariosa o traumática.¹⁵

Se define como la extirpación quirúrgica de toda la corona pulpar, dejando intacto el tejido vital en los conductos. Luego se coloca un medicamento o curación adecuado sobre el tejido remanente para tratar de fomentar la cicatrización y la retención de ese tejido vital. Los puentes de dentina pueden cubrir la pulpa amputada.¹⁵

El principal objeto de la técnica de la pulpotomía es retirar el tejido pulpar inflamado e infectado en el sitio de la exposición, y permitir la cicatrización de la pulpa vital en los conductos radiculares.¹⁵

La selección de revestimiento biológico que se va a poner sobre el remanente pulpar y su influencia en el proceso de reparación es de gran discusión. Varios materiales han sido probados como protectores pulpares, entre los más estudiados actualmente se encuentran: el hidróxido de calcio, el mineral de trióxido agregado, el óxido de zinc y eugenol, el ionómero de vidrio, los sistemas adhesivos dentinarios, etc.³

5.3.2 Hidróxido de calcio

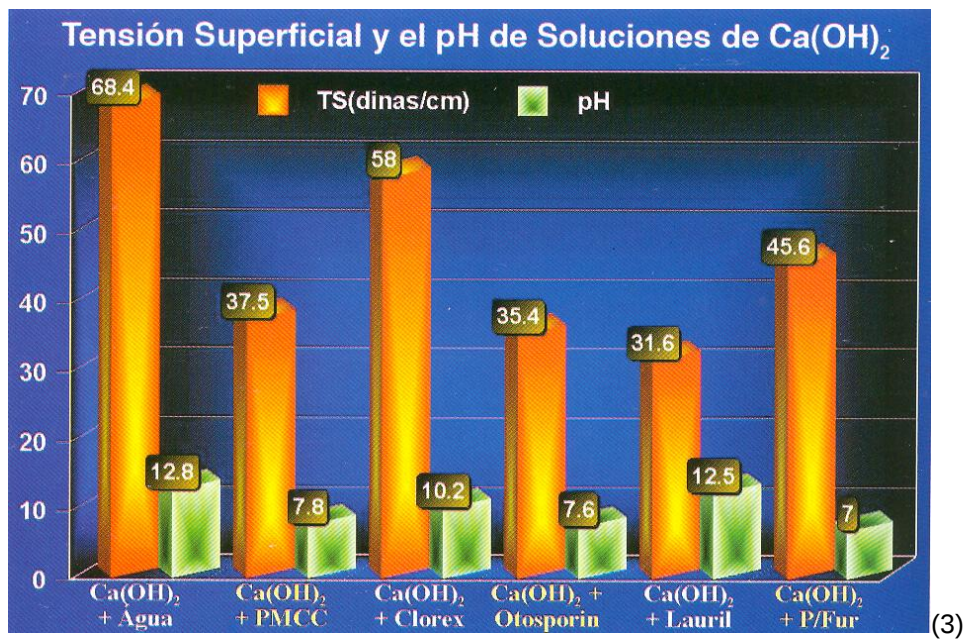
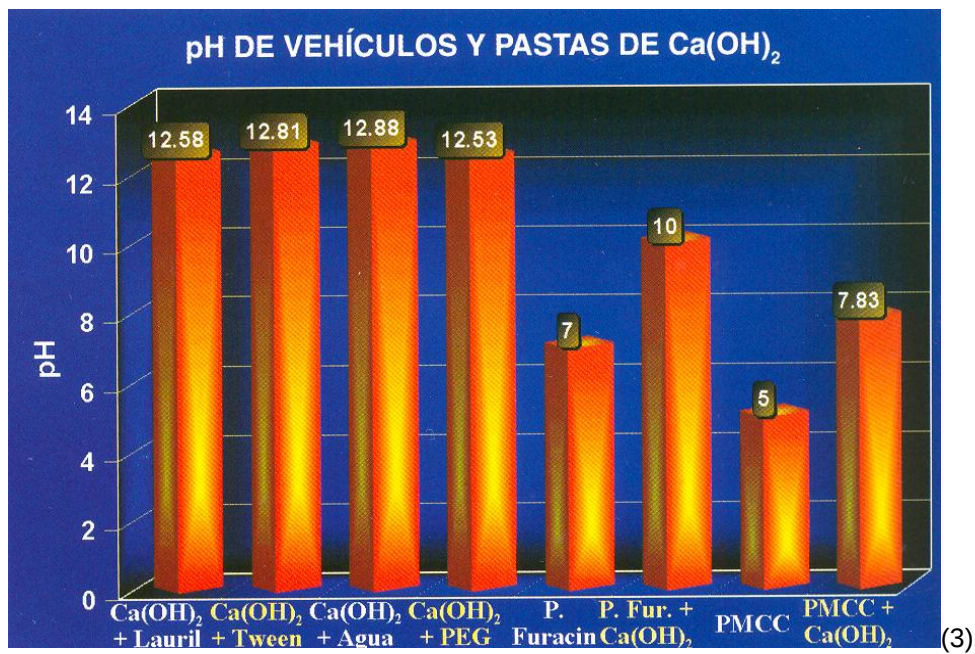
Hace 40 años, Holland estudió y posteriormente publicó el mecanismo de acción biológica del hidróxido de calcio en el tejido conjuntivo.

Se cree que el hidróxido de calcio ha destacado entre los fármacos endodónticos debido a sus importantes propiedades, entre ellas: inhibición de enzimas bacterianas a partir de la acción a nivel de su membrana citoplasmática, la cual conduce al efecto antimicrobiano y la activación enzimática del tejido, que motiva al efecto mineralizador, observada a partir de su acción sobre la fosfatasa alcalina.³

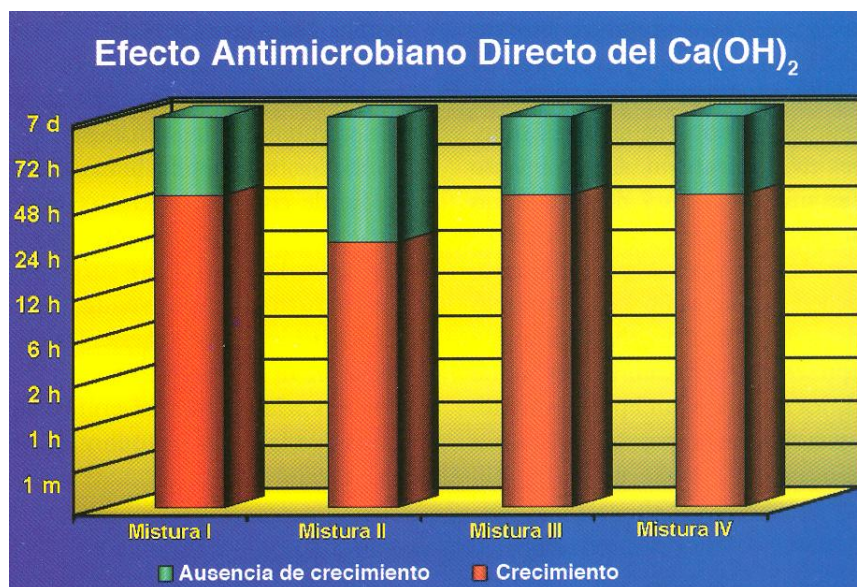
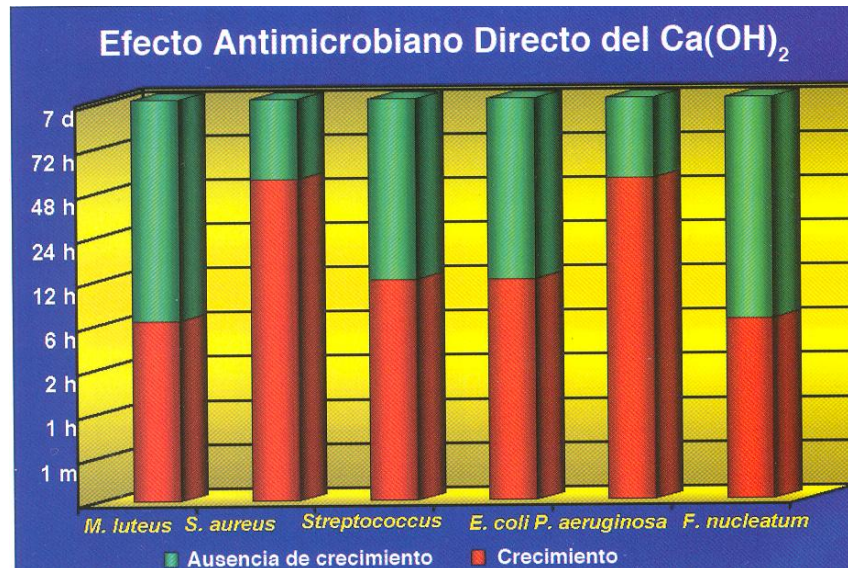
El hidróxido de calcio se constituye una base fuerte (pH 12.6), poco soluble en agua.³

Se concluye que la aplicación de hidróxido de calcio en el conducto radicular podría influenciar en las áreas de reabsorción, imposibilitando la actividad osteoclástica y estimulando el proceso de reparación. La presencia de iones calcio es necesaria para la actividad del sistema complemento en la reacción inmunológica, y la abundancia de los iones de calcio activa la ATPasa calcio dependiente, la cual está asociada a la formación de tejido duro.³

La tensión superficial del hidróxido de calcio fue comparada usando varios vehículos como glicerina, salina isotónica y solución anestésica. Los resultados expresan que la menor tensión superficial fue observada con la solución anestésica utilizada como vehículo.³



Actividad enzimática irreversible para determinar in vitro el efecto antimicrobiano directo del hidróxido de calcio sobre diferentes microorganismos (*M. luteus*; *S. aureus*; *P. aeruginosa*; *F. nucleatum*; *E. coli* y *Streptococcus sp*) y en cultivos mixtos.³



(3)

Otra forma de acción antimicrobiana del hidróxido de calcio es el efecto de este sobre el lipopolisacarido bacteriano, se demostró que los iones de hidroxilo pueden hidrolizar el LPS presente en la pared celular de las bacterias, degradando el lípido A y neutralizando su efecto residual después de la lisis celular.³

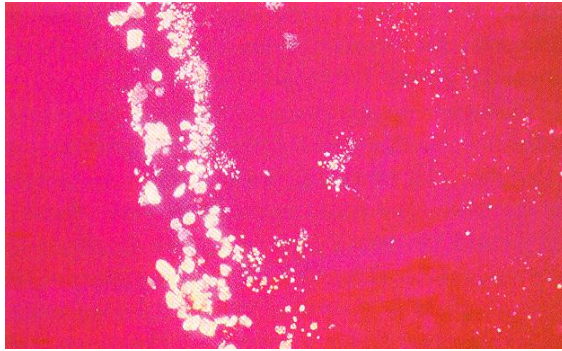
Esta propiedad del hidróxido de calcio de hidrolizar el LPS es fundamental como agente antimicrobiano.³

El pH del hidróxido de calcio debe mantenerse lo más alto posible, por lo que es importante utilizar un vehículo que posibilite esta característica, este debe ser hidrosoluble (como el agua destilada o la solución fisiológica).³

En el momento en que el hidróxido de calcio entra en contacto directo con el tejido, ocurre una disociación en iones de calcio e iones de hidroxilo. Esos iones de hidroxilo, a su vez, producen una desnaturalización proteica, dado su elevado pH. La profundidad de esa actuación varía según el tipo de hidróxido de calcio y también del vehículo utilizado. Junto con los iones hidroxilo penetran los iones de calcio, que en el límite entre el tejido desnaturalizado y el tejido vivo, se precipitan en forma de carbonato de calcio (reacción de los iones de calcio con el dióxido de carbono del tejido), responsables por la acción del carbonato de calcio, birrefringente a la luz polarizada. Esas granulaciones de carbonato y calcio, bajo la forma de calcita, pueden ser detectadas dos horas después del contacto del hidróxido de calcio con el tejido.³



Granulaciones de calcita 2 horas después de una pulpotomía con hidróxido de calcio. (3)



Granulaciones de calcita 48 horas después de una pulpotomía con hidróxido de calcio. (3)

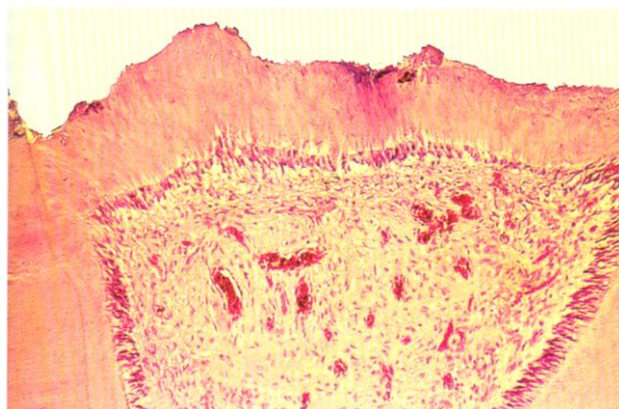
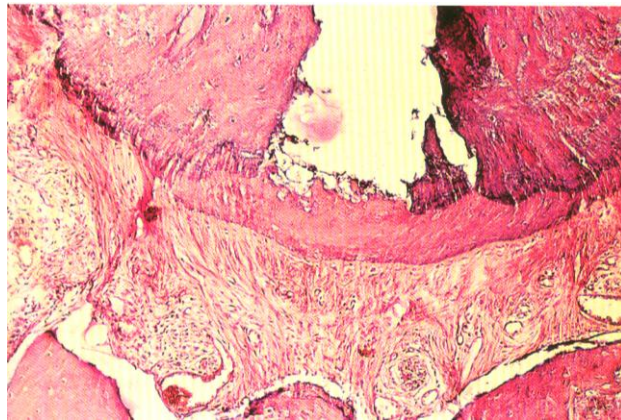
Se observan también complejos calcio-proteínas bajo esas granulaciones de sales de calcio, amorfas, caracterizando un área de calcificación distrófica. En ese local está presente el material aprisionado, o sea, las células, los vasos y las fibras. De esta manera se puede caracterizar cinco zonas como resultado del contacto del hidróxido de calcio con el tejido pulpar:

- 1) zona de necrosis de coagulación (correspondiente al área de desnaturalización proteica de l tejido pulpar);
- 2) zona granulosa superficial (constituida por granulaciones groseras de carbonato de calcio);
- 3) zona granulosa profunda (exhibe finas granulaciones de sales de calcio y representa un área de calcificación distrófica). En intervalos de 2 a 48 horas, las granulaciones de carbonato de calcio aumentan en número y tamaño. En la zona granulosa profunda, las sales de calcio siguen siendo depositadas. Es posible que con la desnaturalización proteica de la zona de necrosis ocurra la liberación de radicales activos que atraigan de forma electrostática sales de calcio para su proximidad, contribuyendo de esa manera para la precipitación de sales de calcio en la zona granulosa profunda. Dos días después de la aplicación del hidróxido de calcio en la zona granulosa profunda e inmediaciones, las fibras del tejido pulpar se disponen paralelamente a lo largo del eje del diente. Debajo de la zona granulosa profunda surgen numerosas células jóvenes en proliferación,

siendo visibles las células en mitosis. A los 7 días, las fibras paralelas a lo largo del eje del diente aparecen torcidas, recordando las fibras de Van Koff. Algunos odontoblastos jóvenes pueden ser visualizados, dispuestos de modo irregular. A los 30 días la reparación está completa, estando presente la dentina, la predentina y la capa odontoblástica organizada. El puente de tejido duro formado presenta tres capas: granulaciones de carbonato de calcio, área de calcificación distrófica y dentina;

4) zona de proliferación celular;

5) zona de pulpa normal.



Barrera de tejido mineralizado después de la pulpotomía con hidróxido de calcio.³

Se considera que la fosfatasa alcalina, siendo una enzima hidrolítica, actúa mediante la liberación de fosfato inorgánico de los ésteres de fosfato. Se cree en su relación con el proceso de remineralización.³

El pH excelente para la actuación de la fosfatasa alcalina varía según el tipo y la concentración de sustrato con la temperatura y con la fuente de enzima, siendo que los límites están alrededor de un pH 8.6 a 10.3.³

Esta enzima puede separar los ésteres fosfóricos liberando los iones fosfatos que quedan libres, los cuales reaccionan con los iones de calcio (provenientes de la circulación) para formar un precipitado en la matriz orgánica, el fosfato de calcio, que es la unidad molecular de la hidroxiapatita.³

El hidróxido de calcio activa la fosfatasa alcalina a partir de su elevado pH, lo que puede iniciar o favorecer la mineralización. Además de esa enzima, hay otras dos, (la adenosina trifosfatasa y la pirofosfatasa) calcio dependientes que favorecen el mecanismo de la reparación del tejido. El hidróxido de calcio también puede activarlas.³

5.3.3 Pulpotomía con hidróxido de calcio.

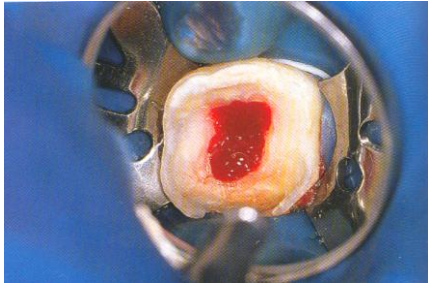
1) Radiografía inicial.



(8)

- 2) Anestesia, aislamiento absoluto y antisepsia del campo operatorio.
- 3) Abertura coronaria, con completa retirada del techo de la cámara pulpar.

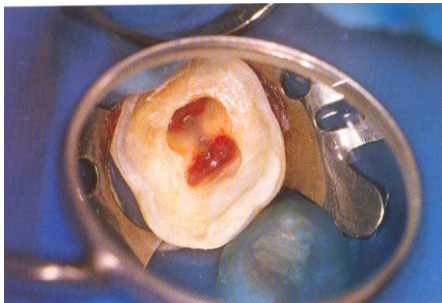
Con cuidado y usando fresas esféricas eliminar la dentina que cubre la porción coronaria de la pulpa. Procurando no dilacerar el tejido pulpar con la fresa. Cuanto menor sea el traumatismo provocado a la pulpa, mejor será la posibilidad de evaluar sus condiciones clínicas.



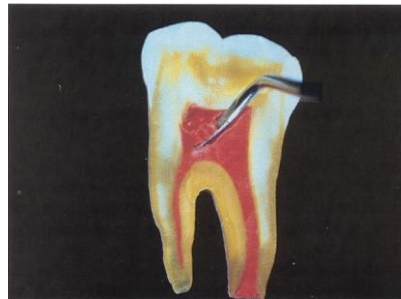
(3)

Una pulpa despedazada no permite la evaluación de su consistencia.⁸

4) Retirada de la pulpa coronaria con curetas muy afiladas y largas.³



(3)



(8)

5) Abundante irrigación-aspiración de la cámara pulpar con solución fisiológica.

6) Compresión pulpar por 5 minutos con una torunda de algodón estéril.³

7) Irrigación-aspiración con solución fisiológica, secando con mecha de algodón esterilizado y examen de la superficie del remanente pulpar, que deberá presentar las siguientes características.

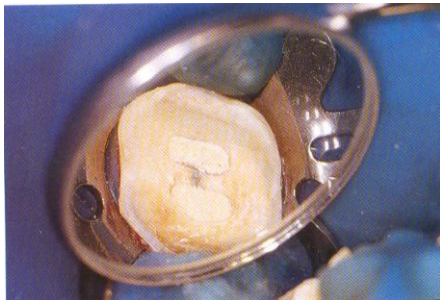
Aspectos clínicos fundamentales para la indicación de la pulpotomía

SIGNOS	FACTORES FAVORABLES	FACTORES DESFAVORABLES
Sangrado	- Normal: después del corte del tejido pulpar - Sangre: color rojo/vivo	- Ausente - Muy oscuro - Muy claro (amarillo)
Remanente pulpar	- Pulpa consistente/cuerpo (resistencia a la acción de la cureta)	- Pulpa sin consistencia que degrada fácilmente - Aspecto cremoso/licuefacción
Corona dentaria	- Casi integra o con paredes espesas y resistentes	- Grande destrucción coronaria necesitando colocación de retenedor intraconducto

(3)

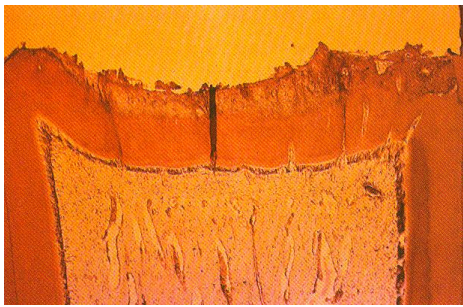
8) Aplicación de corticoesteriode-antibiótico (otosporin), manteniendo una mecha de algodón esterilizado embebido en este medicamento.^{3,8}

9) Sellado doble con una capa de gutapercha y cemento.³

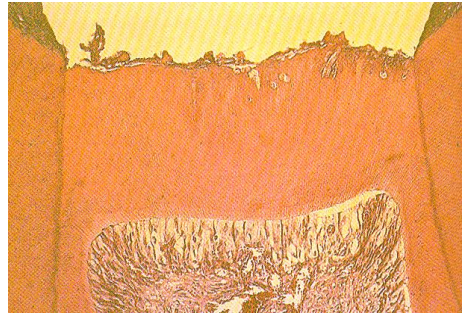


(3)

Otros autores recomiendan dejar el algodón con antiinflamatorio y sobre éste una lámina de gutapercha y restaurar el diente de forma provisional. Esta restauración es fundamental para el éxito del tratamiento, ya que de producirse una filtración, la contaminación determinaría el fracaso. La lámina de gutapercha aplicada sobre el antiinflamatorio impedirá que fragmentos del material utilizado en la restauración provisional pueda caer sobre el remanente pulpar. El material usado para restaurar el diente de manera provisional debe tener una óptima capacidad de sellar.



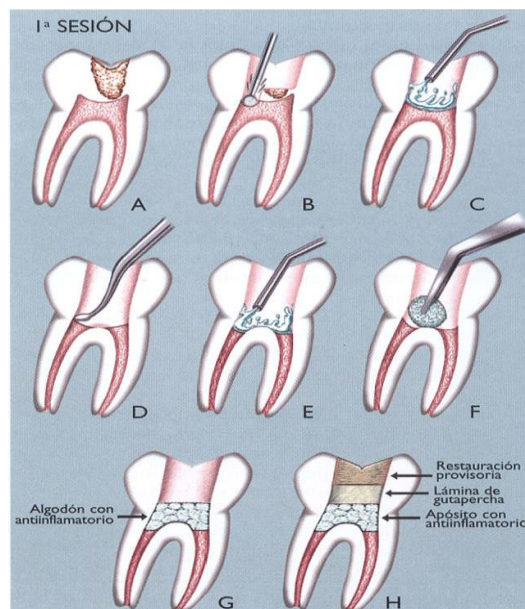
Pulpotomía con colocación de hidrocorticoide (3)



Pulpotomía con CaOH con colocación de hidrocorticoide por 10 minutos (3)

- 10) El paciente o sus responsables deben recibir información sobre el tratamiento que se realiza, sobre la remota posibilidad de dolor y, sobre todo, acerca de la necesidad de proteger la restauración provisional evitando la masticación de alimentos muy duros
- 11) Pasados de 2 o 3 días, se remueve el sellado, se irriga mucho con solución fisiológica, retirándose cualquier coágulo presente.⁸

Algunos autores refieren que se puede citar al paciente a los 7 días.³



Secuencia de pasos para realizar una polpotomía en la 1ª sesión (8)

- 12) En la segunda sesión se anestesia, se coloca aislamiento absoluto, remoción de la restauración provisoria, retiro de la lámina de gutapercha y de la bolita de algodón.

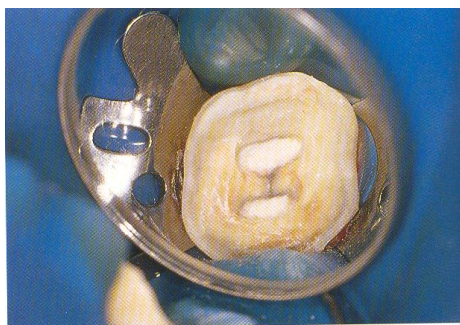
- 13) Al inicio de la 2ª sesión debe presentarse especial atención a la integridad de la restauración provisional. Toda fractura, fisura o rotura del material sellador posibilita la contaminación y reduce en gran forma el porcentaje de éxito, por ello la posibilidad de concluir el tratamiento deberá reevaluarse.¹⁹
- 14) Después de la remoción del algodón irrigar copiosamente la cámara pulpar con suero fisiológico.^{3,8}

Si el caso fue seleccionado adecuadamente y la técnica bien ejecutada, la porción visible de pulpa radicular tendrá un aspecto normal y estarán aptos para recibir el material de recubrimiento.⁸

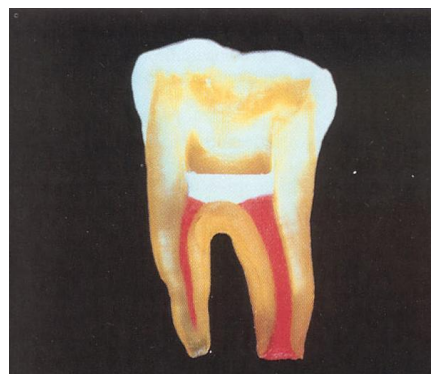


(3)

- 15) Se coloca con suave presión sobre el remanente pulpar, la pasta de hidróxido de calcio con solución fisiológica, en fina capa, adaptada por mecha de algodón, se retira el exceso de pasta de las paredes de la cavidad y se coloca sobre esta capa una fina capa de cemento de hidróxido de calcio (Dycal) como revestimiento, con la finalidad de protegerlo.³



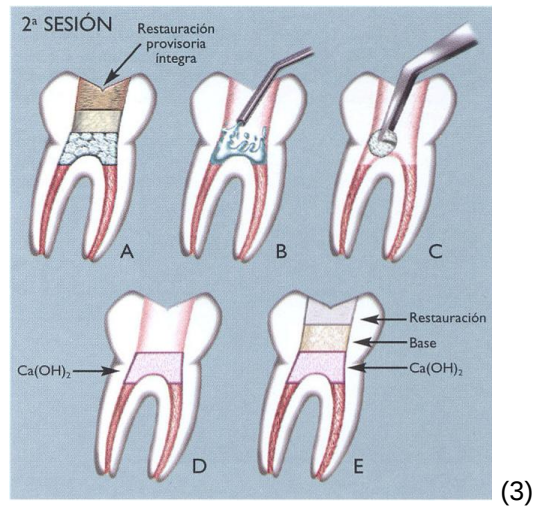
(3)



(8)

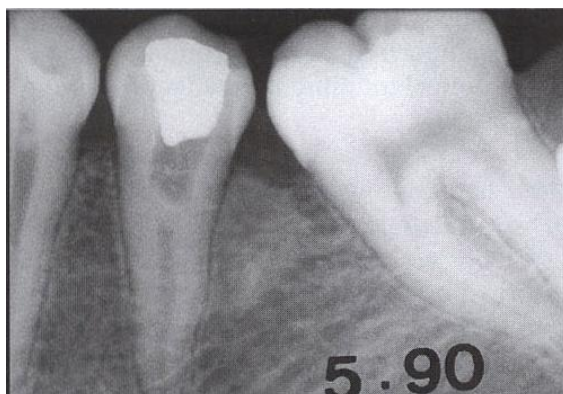
La literatura médica muestra que el hidróxido de calcio es el fármaco que proporciona mayores índices de reparación, por estimular y crear las condiciones biológicas favorables para el tejido pulpar.⁸

- 16) Se coloca ionómero de vidrio como base protectora para la restauración o se realiza directamente el sellado coronario, verificándose la oclusión.



(3)

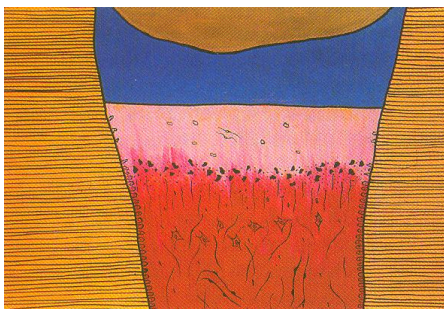
- 17) Las evaluaciones clínicas y radiográficas deben hacerse a los 7, 30, 60 y 90 días y posteriormente cada año hasta observar el cierre apical y posteriormente realizar el tratamiento endodóntico convencional.^{3,8} En estos exámenes es importante evaluar: la vitalidad pulpar, la presencia de tejido duro, la ausencia de reabsorción interna y la normalidad de los tejidos periapicales. La sumatoria de estas observaciones será la garantía del éxito del tratamiento.⁸



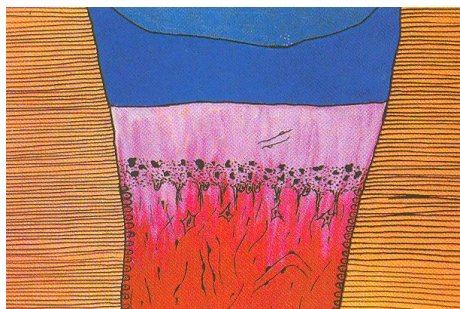
(8) Control radiográfico de 6 años

18) Cuando se observa un cierre apical completo se procede a realizar el tratamiento de conductos de forma convencional y se obtura el conducto con gutapercha.

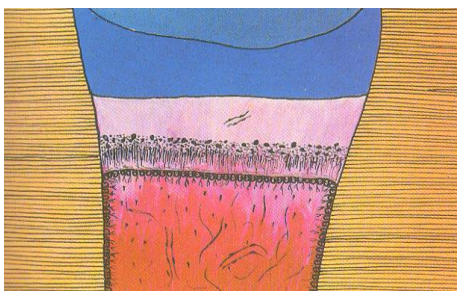
Cuando existe la imposibilidad de una segunda cita, se realiza la pulpotomía en sesión única. En este caso, se deja el corticoesteroide-antibiótico por 5 minutos sobre el remanente pulpar y se coloca la pasta de hidróxido de calcio y se mantienen todos los cuidados antes mencionados. No obstante, se alcanza un mayor índice de éxito cuando la pulpotomía se realiza en dos sesiones.³



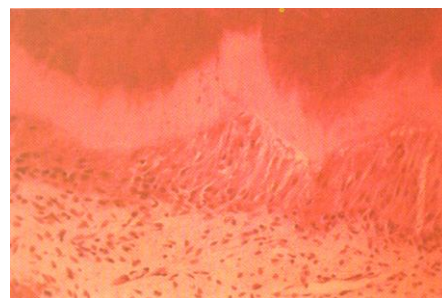
Esquema de pulpotomía con CaOH a las 48 horas (3)



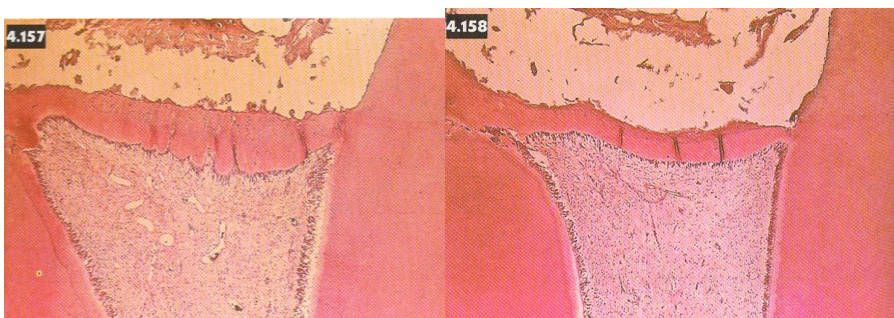
Esquema de pulpotomía con CaOH a los 7 días (3)



Esquema de pulpotomía con CaOH a los 30 días



Microfotografía de pulpotomía con CaOH a los 30 días



Pulpotomía con CaOH después de 30 días. Ausencia de inflamación y puente de tejido duro, completamente formado (8)

5.3.4 Mineral de trióxido agregado MTA.

El mineral de trióxido agregado es un polvo fino, inicialmente de color gris y actualmente de color blanco, formado por partículas hidrofílicas que fraguan en presencia de humedad. La hidratación del polvo genera un gel coloidal que tarda algo menos de 4 horas en solidificarse.⁴

Está compuesto de silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminio férrico tricálcico, óxido tricálcico y óxido de silicato, se le incorpora óxido de bismuto que le da una radiopacidad ligeramente superior a la de la dentina y sulfato de calcio dihidratado, que en un ambiente húmedo éste endurece en aproximadamente 4 horas. Aunque sus principales compuestos son iones de calcio y fósforo.^{14,4,3}

El MTA es un polvo agregado, contiene óxido de minerales, no presenta citotoxicidad y tiene una buena acción biológica y estimula la reparación porque permite la adhesión celular, el crecimiento y proliferación sobre su superficie.¹³

Después de su endurecimiento se constituye de óxido de calcio en forma de cristales discretos y de fosfato de calcio, con una estructura amorfa, con apariencia granular. La composición promedio de los prismas es: el 87% de calcio, el 2-74% de sílice y el resto de oxígeno.¹³

Componentes fundamentales del MTA

75 %	Silicato tricálcico: 3CaO-SiO_2
	Aluminato tricálcico: $3\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$
	Silicato dicálcico: 2CaO-SiO_2
	Aluminato férrico tetracálcico: $4\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$
20 %	Oxido de Bismuto: Bi_2O_3
4,4 %	Sulfato de calcio dihidratado: $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$
0,6 %	Sílica cristalina
	Residuos insolubles
	Oxido de calcio
	Sulfato de potasio y sodio

(16)

La medida de radio- opacidad del MTA es de 7.17 mm equivalente al espesor de aluminio. Entre las características ideales para un material de obturación, encontramos que debe ser más radio- opaco que sus estructuras limitantes cuando se coloca en una cavidad. En cuanto a la radio- opacidad de materiales de obturación retrógrada, se encontró que la amalgama es el material más radio- opaco (10mm equivalentes al espesor del aluminio). La radio- opacidad de otros materiales es la siguiente: gutapercha 6.14mm, IRM 5.30mm, Super-EBA 5.16mm, MTA 7,17mm y la dentina 0.70mm. Por lo que el MTA es más radio- opaco que la gutapercha convencional y la dentina siendo fácilmente distinguible sobre las radiografías.¹⁶

El depósito continuo de cemento nuevo sobre la superficie del MTA ha sido descrito previamente. En la formación del puente dentinario después del recubrimiento directo en la cámara pulpar, la pulpotomía y en el tratamiento de perforaciones. El depósito de cemento debido al MTA puede ser por varios factores como su capacidad de relleno, su biocompatibilidad y el pH alcalino.

El óxido de calcio en el MTA reacciona con agua o tejidos tisulares, formando hidróxido de calcio que puede estimular el depósito de tejido duro. Esta aseveración es soportada por la presencia de granulaciones birrefringentes en luz polarizada, cuando se usa MTA, las cuales son similares a los cristales cálcicos observados con el uso de hidróxido de calcio.¹⁷

Entre las indicaciones clínicas del MTA se encuentran no sólo las apicoformaciones sino también los recubrimientos pulpaes, las pulpotomías, las perforaciones radiculares y de furca, las reabsorciones internas, algunas fístulas radiculares y en cirugía periapical. Otros autores añaden a estas indicaciones la fractura radicular vertical aunque de

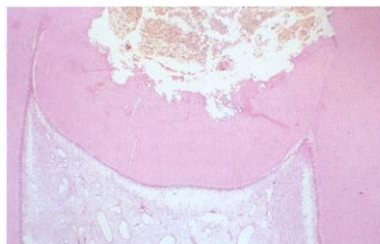
acuerdo con la experiencia en estos casos no se obtienen buenos resultados.⁴

Un estudio para comparar la capacidad del MTA y el hidróxido de calcio, como materiales de recubrimiento pulpar directo; el MTA demostró inducir una respuesta más favorable sobre el tejido pulpar remanente. Histomorfométricamente se evidencia menos inflamación en el grupo con MTA con respecto al grupo con hidróxido de calcio. Además, se observó un puente dentinario continuo con algunas irregularidades en las pulpas con MTA, se evidencian túbulos dentinarios en dicho puente. En tanto que se reportó la presencia de túneles y/o defectos en los puentes de las pulpas cubiertas con hidróxido de calcio.¹⁸

Otro estudio que constata al MTA como material de recubrimiento pulpar directo, realizado por Abedi y col. (1996), evidenció la formación de un puente calcificado significativamente mayor y menor inflamación en el grupo con MTA, en comparación con el el hidróxido de calcio. Basado en estos resultados, el MTA, se presenta como un material que puede ser utilizado como un agente de recubrimiento pulpar directo.¹⁸

Cuando el MTA es usado sobre pulpas radiculares se observó después de un tiempo un puente de tejido duro completo y pulpa exenta de inflamación.⁴

Se ha analizado la respuesta pulpar ante el MTA en comparación con el hidróxido de calcio en pulpotomías y se observó que la formación de una barrera de tejido duro en el 91.66% y 96.43% de los dientes tratados con hidróxido de calcio y MTA, respectivamente.³



Microfotografía del puente de dentina resultante de una pulpotomía con MTA (8)

5.3.5 Pulpotomía con mineral de trióxido agregado MTA.

Torabinejad y Chivian (1999), indican el procedimiento clínico en los casos de tratamiento con MTA en pulpas vitales:

- 1) Radiografía inicial
- 2) Anestesia y aislamiento con dique de goma
- 3) Eliminar caries con fresa redonda e irrigación constante, en caso de ser necesario.
- 4) Se remueve la pulpa coronaria con una fresa larga de diamante e irrigación constante,¹⁸ o con curetas largas y afiladas.⁸
- 5) Se lava abundantemente la cavidad con solución fisiológica.
- 6) Se hace presión suave y constante sobre la cavidad, con una bolita de algodón estéril.⁸
- 7) Mezclar el polvo de MTA con agua estéril en proporción 3:1 y se coloca la mezcla en la cavidad de acceso con un portamalgamas grande.¹⁸



(18)

- 8) Rellenar con la mezcla los sitios de exposición con una torunda de algodón húmeda.¹⁸ La presión sobre la pulpa radicular debe ser muy suave.⁸
- 9) Colocar una torunda de algodón húmeda sobre el MTA y sellar la cavidad con un material temporal.¹⁸
- 10) Colocar una gasa húmeda entre el diente tratado y el antagonista, e indicarle al paciente que evite masticar por ese lado de 3 a 4 horas.¹⁸

- 11) Como el MTA tiene una fuerza compresiva baja y no puede ser usado como material de obturación permanente, se cita al paciente 1 semana después y se remueve el material de obturación temporal.¹⁸
- 12) Se coloca la restauración definitiva sobre el MTA.¹⁸
- 13) Hacer un seguimiento de la vitalidad pulpar, clínica y radiográficamente de 3 a 6 meses según sea necesario.¹⁸
- 14) El tratamiento de conductos podrá o no realizarse, dependiendo del criterio del clínico y siguiendo las pautas de un tratamiento de conductos de un diente con pulpa vital.¹⁸

Caso clínico de apicogénesis con MTA



Preoperatorio 8/7/06



Colocación de MTA. 9/15/06



Formación de puente calcificado.
1/19/07



Cierre de la pared lateral del
conducto radicular 7/23/07

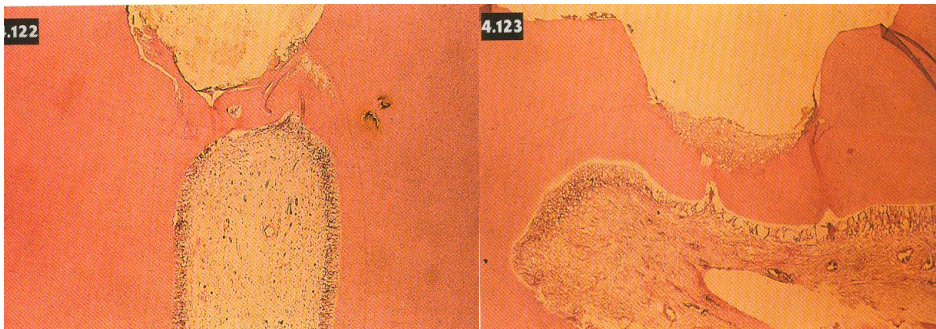


Revisión 19 meses después. 3/3/08

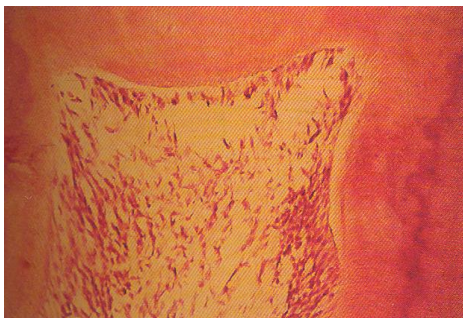
Fuente: CD Jaime Vera Cuspinera



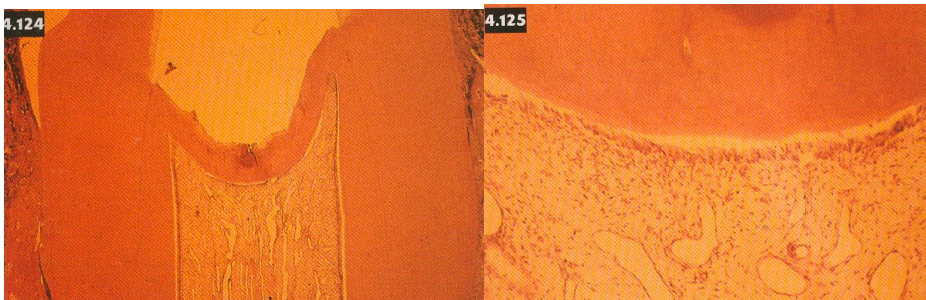
Puente dentinario en una pulpotomía realizada con MTA, 60 días después (3)



Microfotografía de pulpotmía con MTA , 60 días después (3)



Pulpotomía con MTA, 60 días después (3)



Microfotografía de pulpotomía con CaOH, 60 días después. (3)

6. APEXIFICACIÓN.

6.1 Definición.

Es la inducción del cierre apical en dientes con pulpa necrótica. Esta inducción es promovida por la estimulación de la formación de tejido mineralizado (osteocemento) para el cierre apical, con o sin el crecimiento radicular. Este tratamiento tiene como objetivos: permitir el cierre apical y promover el crecimiento radicular, siempre que la vaina epitelial de Hertwig no haya sido dañada irreversiblemente.¹⁰

Los factores más importantes para conseguir una apexificación son:

- Limpieza y preparación de los conductos radiculares (sobre todo para eliminar el tejido pulpar necrótico)
- Colocación de un medicamento o pasta en el conducto hasta el ápice
- Sellado de la cavidad de acceso del diente, para prevenir la filtración de bacterias y sustrato.^{19,5}

Sintomatología que se puede observar antes del tratamiento de apexificación:

- Sin sintomatología
- Dolor provocado
- Dolor espontáneo
- Fístula
- Absceso
- Movilidad
- Imagen apical que se observa radiográficamente
- Ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal.¹⁰

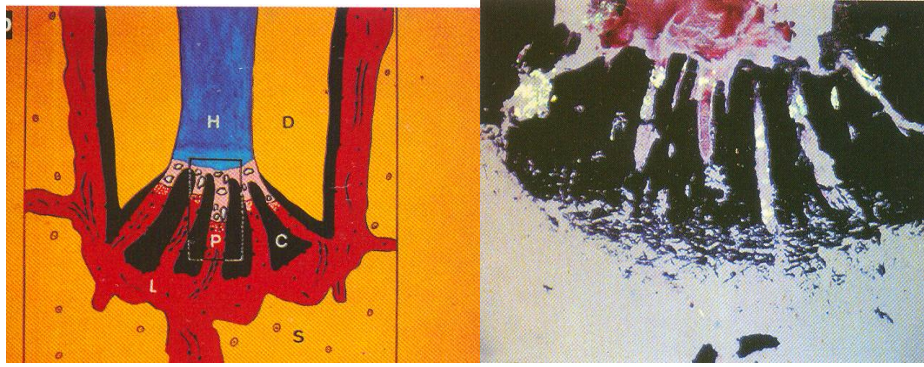
6.2 Materiales y técnica.

6.2.1 Hidróxido de calcio.

El hidróxido de calcio tiene un pH alcalino, entre 12.74 y 12.77, lo que confiere una acción bactericida; posee una gran capacidad osteogénica, pues estimula el paso de células mesenquimatosas indiferenciadas a cementoblastos, que son las responsables de la cementogénesis; además activa las ATPasas y las fosfatasas alcalinas por lo que induce la formación de tejido duro; neutraliza la toxicidad de los tejidos necróticos, además de que neutraliza los ácidos producidos por los osteoclastos. Esta alcalinidad parece ser también la responsable de su efecto neutralizante en reacciones inflamatorias, favoreciendo así la cicatrización ósea y la capacidad inductora de la formación de tejido duro. Sin embargo se han utilizado otros productos igualmente alcalinos (hidróxido de bario, hidróxido de amonio, etc) y no se han logrado resultados satisfactorios con ninguno de ellos.^{4,1}

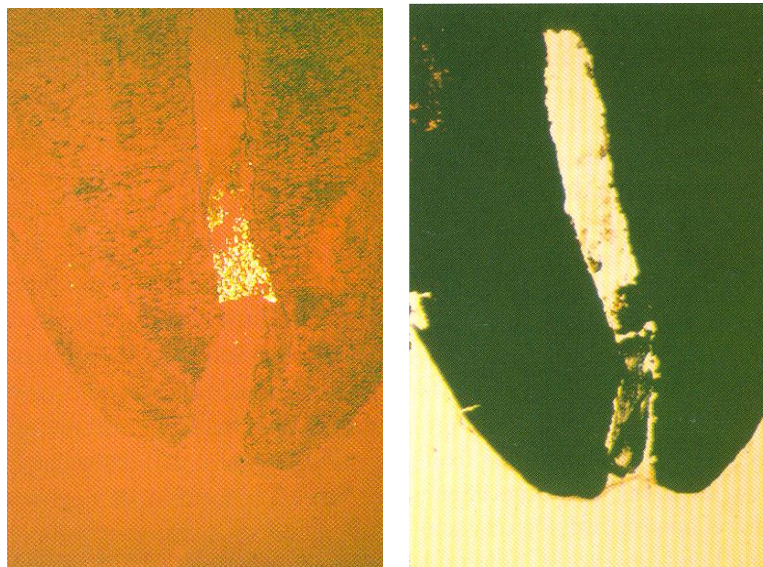
También se evaluó la disminución del proceso inflamatorio periapical durante la aplicación de hidróxido de calcio en periodos de 7, 30, 45 y 60 días y se concluyó que se puede pensar en el aumento de los periodos de cambio de las pastas de hidróxido de calcio por intervalos de 60 días para obtener mejores resultados.³

Varios trabajos evidenciaron la participación activa de los iones de calcio del hidróxido de calcio en mineralizaciones (barrera de dentina) osteocementarias (sellado biológico apical) en los conductos radiculares y en otras áreas envueltas en mineralizaciones.³



Granulaciones de calcita en ápice de diente de perro vistas con luz polarizada (3)

Los iones de calcio del hidróxido de calcio pueden reducir la permeabilidad de nuevos capilares en tejido de granulación de dientes despulpados, disminuyendo la cantidad de líquido intercelular. También aclara que una alta concentración de iones calcio puede activar la aceleración de la pirofosfatasa, miembro del grupo de enzimas fosfatasas, que también constituyen función importante en el proceso de mineralización.³



Tapón apical en tratamiento de apexificación realizado con hidróxido de calcio. (3)

Estudios del efecto de hidróxido de calcio en la permeabilidad dentinaria evidenciaron que ocurre aumento de la concentración de iones de calcio provenientes del hidróxido de calcio, en el interior de los conductos radiculares y este bloqueo físico causa la reducción de la permeabilidad dentinaria.³

Kleiner y Barr proponen que la formación del tapón apical con hidróxido de calcio se da entre 5 y 15.9 meses.¹

En promedio se requieren de 3 a 4 sesiones de tratamiento, lo cual tomaría un tiempo de 12.9 meses.¹⁰

En una revisión de 10 estudios, Sheehy and Roberts en 1997, reporta que el uso de hidróxido de calcio para la formación de una barrera apical fue exitoso en un 74 – 100% de los casos cuando es usando de forma correcta.²

En lo que se refiere al pH, existe pocas especies que en pH menor que 2 o mayor a 10 pueden crecer. La mayoría de las bacterias patógenas crecen mejor en un medio neutro. De esta forma, según el pH ideal al crecimiento, estas bacterias pueden clasificarse en tres categorías: acidófilas, neutrófilas y alcalófilas.³

6.2.2. Técnica con hidróxido de calcio.

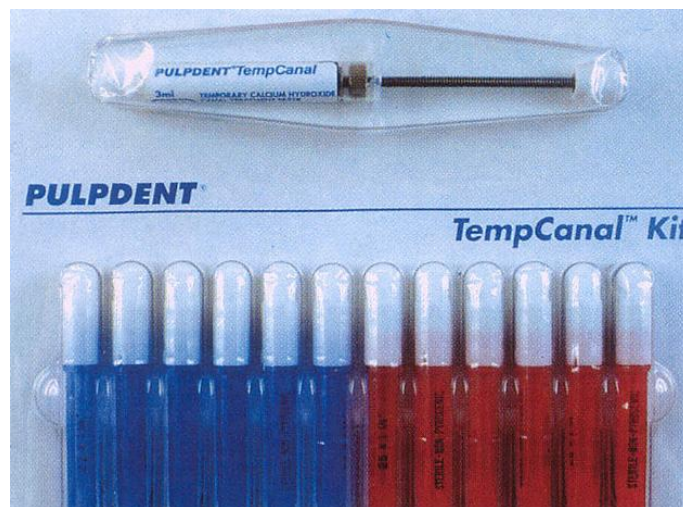
- 1) Se debe tomar una radiografía preoperatoria para verificar el estadio de desarrollo radicular y el estado del periápice.³
- 2) La técnica se realiza sin necesidad de anestésiar (el tejido neurovascular está necrótico). Algunos autores aplican anestésico antes de iniciar el tratamiento.¹⁰

- 3) Aislar el diente que se va a tratar y realizar una apertura amplia. El tamaño y la forma de la cámara pulpar dictan la apertura del acceso. El diente inmaduro posee una cámara pulpar grande. En consecuencia dicho orificio debe ser mayor para eliminar todo el tejido necrótico. También es necesario quitar las capas dentinarias linguales a fin de obtener un acceso en línea reta.^{1,5}
- 4) Si hay remanente pulpar en la corona se retira con una fresa de bola de tungsteno de baja velocidad y con la ayuda de limas.
- 5) Eliminar toda la masa de la pulpa necrótica o una porción grande de la misma entrelazando y rotando dos tiranervios grandes.⁵
- 6) Estimar la longitud de trabajo de 2 a 3 mm menos que la distancia hasta el ápice radiográfico, para proteger lo más posible el tejido periapical.¹
- 7) Para determinar la longitud de trabajo (conductomería) se utilizan limas K 25-30.¹⁰
- 8) Para remover salientes de dentina en las inmediaciones de la entrada del conducto y facilitar la acción de los instrumentos endodónticos en todas las paredes del conducto, se utilizan, si fuera necesario, fresas Gates Glidden de tamaño compatible con las dimensiones originales del conducto. Se debe evitar la remoción innecesaria de dentina.⁸
- 9) La limpieza del conducto sigue una técnica biomecánica en la que se utilizan limas Hedström 70 y 80 usadas subsecuentemente 1mm antes del ápice radiográfico (o limas K 60 y 70) con extremo cuidado pues las paredes radicales son muy finas y frágiles, es decir, con movimientos suaves y gentiles.^{7,17} Hay otras opiniones que sugieren la limpieza con limas K sin el previo uso de las limas Hedström para evitar perforar las frágiles y delgadas paredes de dentina apical con las estrías filosas.⁵
- 10) La conformación y limpieza del conducto con limas GT files.²⁰
- 11) La limpieza se realiza coadyuvados de una copiosa irrigación de hipoclorito de sodio.¹ La limpieza se consigue básicamente

irrigando con hipoclorito de sodio calentado a 37° durante un tiempo no inferior a 30 minutos, teniendo cuidado de no proyectarlo al espacio periapical, por su gran efecto irritante.⁴ Hipoclorito de sodio al 5%^{10,7,21}, al 5.25%¹⁹, clorhexidina¹¹, con hipoclorito de sodio al 5.25 % y EDTA al 17%²², hipoclorito de sodio al 1%^{17,13}, hipoclorito de sodio al 2.5%²⁰.

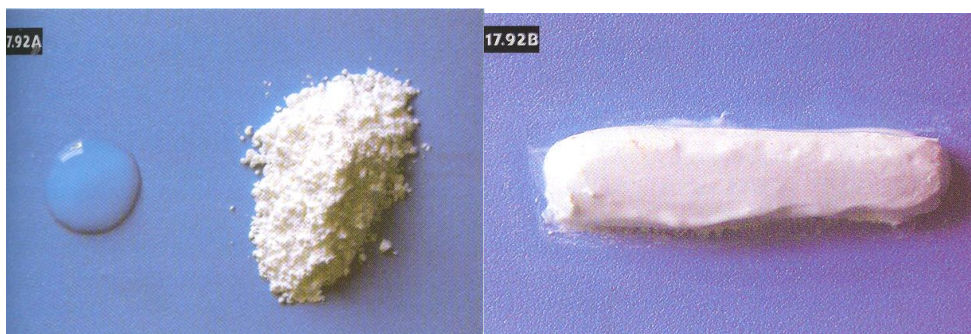
Durante la irrigación no se debe profundizar en exceso la aguja. Hay que tener en cuenta que el diente es más corto de lo normal y tiene el foramen amplio. Para no correr el riesgo se calibra la aguja con topes de goma 2 o 3 mm antes de la longitud de trabajo radiográfica.⁸

- 12) Se seca el conducto cuidadosamente con algodón o puntas de papel estéril.¹
- 13) Se introduce pasta de hidróxido de calcio químicamente puro en el conducto hasta llegar al ápice y se absorbe el excedente de líquido del conducto radicular con una punta de papel.^{1,4} Para llenar el conducto con una pasta de hidróxido de calcio se puede escoger una pasta industrializada (Pulpdent TempCanal, Calen, etc.) o prepararla en el momento del uso.⁸



(8)

Al realizar la mezcla, se debe poner sobre una loseta de vidrio esterilizada un poco de hidróxido de calcio puro y algunas gotas de propilenglicol. Se mezclan con una espátula los componentes, llevando en forma paulatina el polvo al líquido, hasta obtener una mezcla homogénea, cremosa y fluida. El hidróxido de calcio también puede ser vehiculizado con agua destilada, suero fisiológico, paramonoclorofenol alcanforado, líquido anestésico, glicerina, clorhexidina, etc. Con el propósito de aumentar su radiopacidad se puede agregar iodoformo, estroncio u óxido de zinc.⁸



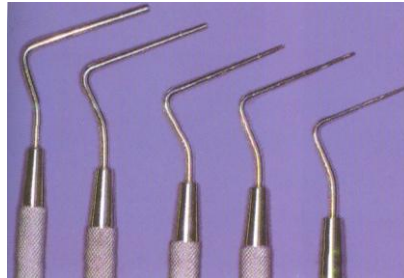
Mezcla de hidróxido de calcio y agua destilada (3)

Los autores sugieren la pasta de hidróxido de calcio y propilenglicol, por ser de fácil manipulación y colocación.⁸

Entre la diversas técnicas utilizadas para llevar la pasta de hidróxido de calcio y propilenglicol al conducto, el uso de una jeringa da excelentes resultados.⁸

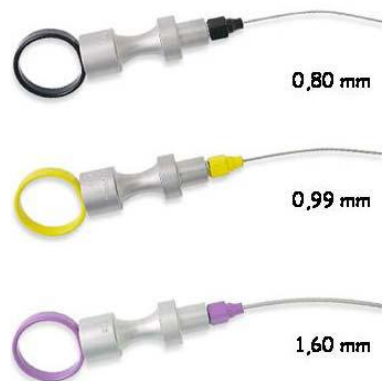
Se utiliza una jeringa desechable de 3 mL, con aguja de 25 x 8. Se lubrica la jeringa y el émbolo con 2 gotas de propilenglicol, con la espátula se lleva la pasta a la jeringa. Se calibra la aguja con topes de goma, según la longitud de trabajo, reduciendo 1-2 mm. Se introduce la aguja en el conducto y se presiona el émbolo con suavidad. Retirar lentamente la aguja del interior del conducto a medida que éste se llena. Al percibir la pasta en la cámara pulpar se retira la aguja. Para asegurar un buen sellado es conveniente compactar la pasta en dirección apical, usando

compactadores digitales o condensadores de Schilder. No ejercer presión excesiva por la debilidad de las paredes dentinarias.⁸



Condensadores de Schilder utilizados para colocar la pasta de hidróxido de calcio en el interior del conducto (3)

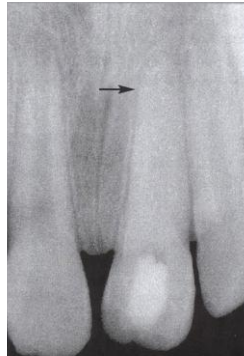
La pasta se puede introducir con la técnica de pistola Messing; es muy eficaz y se emplea para empacar el hidróxido de calcio seco.



Jeringas messing

También se puede usar el léntulo espiral, aunque puede ser peligroso por la extrusión de pasta fuera del ápice. Puede suceder lo mismo con el condensador Mc Spaden. También se utiliza para la apicoformación las técnicas para la barrera apical artificial, que utilizan un tapón de células dentinarias, polvo seco de Ca(OH)_2 , o fosfato tricálcico.^{5,1}

- 14) Se toma una radiografía de control para la comprobación de la longitud y del espesor aproximados que se han alcanzado, si estos no son satisfactorios se puede seguir colocando hidróxido de calcio en el conducto hasta lograr la longitud y el espesor óptimos.



Colocación correcta del hidróxido de calcio en el interior del conducto. (8)

- 15) A continuación se coloca cavit de unos 4 mm y encima un cemento provisional de tipo fosfato de zinc para cubrir mecánicamente el cavit. Algunos autores manejan un sellado de resina en dientes anteriores o amalgama en dientes posteriores.^{5,1}
- 16) Para facilitar las sesiones siguientes se coloca una torunda de algodón y se coloca IRM o ionómero de vidrio y finalmente el diente debe ser restaurado con un material de obturación permanente para evitar filtraciones.
- 17) Si es necesario hacer recambio de hidróxido de calcio, este debe ser removido con soluciones de hidróxido de calcio al 5% y EDTA al 17% (OGNA).²¹
- 18) Se deben hacer controles radiográficos cada 6 ó 12 meses y serán siempre comparados con las radiografías previas.⁷ Algunos autores recomiendan hacer las revisiones periódicas al mes la primera y después cada tres meses.^{4,10} Una vez que se observa radiográficamente la formación de tejido calcificado que oblitera el extremo apical, se debe esperar entre 1 y 2 meses para obturar el conducto con gutapercha, ya que el cierre apical en sentido vestibulo lingual es más tardío que en sentido mesiodistalmente.^{4,10}

No existen consenso relativo al tiempo de renovación del hidróxido de calcio del interior del conducto aunque tal vez está relacionado con el tipo de vehículo utilizado, ya que algunos autores sugieren cambiarlo al mes, otros a los 3 meses, a los 6, a los 12 o cuando se reabsorba del tercio apical. Otros no lo renuevan a menos que existan signos y/o síntomas, tales como dolor, absceso, trayecto fistuloso o no se compruebe radiográficamente la formación del puente osteocementario.¹

Cvek, dice que el hidróxido de calcio debe ser cambiado cada 3 o 4 meses porque después de este tiempo el hidróxido de calcio aparentemente pierde su propiedad antibacterial y su capacidad de formar una barrera apical.¹⁰

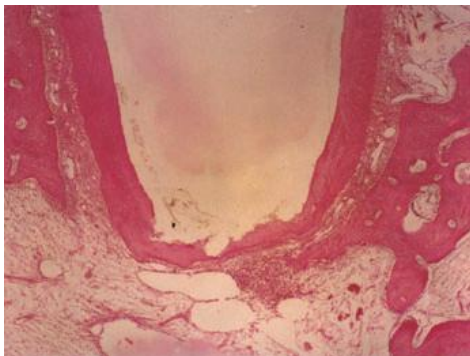
El hidróxido de calcio que se deja en el diente se debe cambiar cada 3 – 6 meses en un intento de aumentar la respuesta tisular.¹¹

Los dientes con ápices abiertos que han tenido pulpas necróticas durante un largo periodo con o sin fístulas, deben ser tratados inicialmente para erradicar bacterias, que pueden asentarse en los túbulos de la dentina y sus toxinas incrustarse tanto en la dentina como en el cemento. Puede ser complicado retirar estas entidades, por lo que puede estar indicada una aplicación más prolongada de hidróxido de calcio mezclado con clorhexidina, junto con el uso de mezcla de tetraciclina, ácido y detergente. Finalmente, puede hacerse necesaria una intervención quirúrgica, incluso tras el llenado de la porción apical del conducto con MTA.¹¹

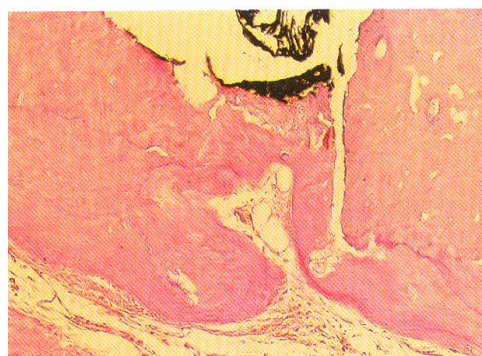
El grado de solubilidad del hidróxido de calcio en los fluidos de los tejidos periapicales y la velocidad de reabsorción del mismo por los macrófagos existentes en dichos tejidos vienen dados por el tipo de vehículo utilizado en la pasta.¹

Fava y Saunders clasifican las pastas de hidróxido de calcio según el tipo de excipiente en tres grupos: 1) Incluyen las sustancias acuosas como el agua destilada, el suero salino, el anestésico local sin vasoconstrictor, la solución acuosa de metilcelulosa, etc; 2) sustancias de tipo viscoso, como la mezcla con glicerina o propilenglicol, y 3) los compuestos oleaginosos del tipo el aceite de oliva, los ácidos grasos como el linoleico o incluso el mismo paramonoclorofenol alcanforado (CMCP).

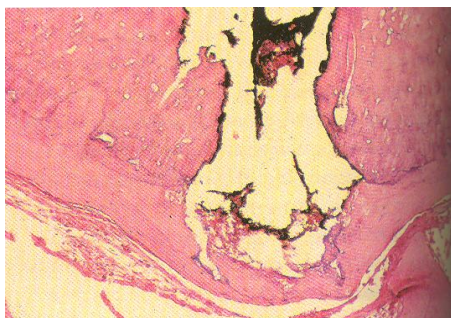
Algunos añaden a la composición de la pasta sulfato de bario en relación de 8:1 o 10:1 para obtener mayor opacidad radiográfica.¹



Apexificación con hidróxido de calcio. (13)



Cierre del conducto principal 7 días después de colocar el CaOH (3)

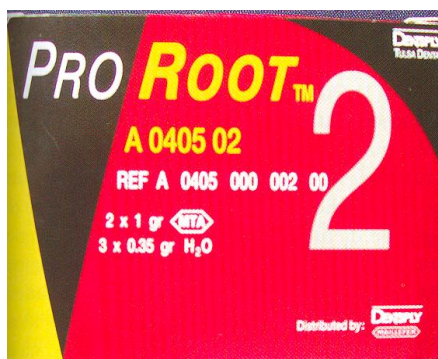


Completo cierre del conducto principal 14 días después de colocar CaOH (3)

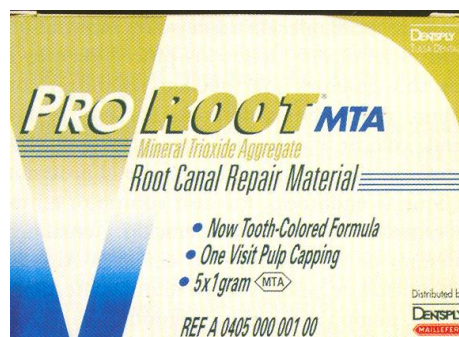
6.2.3. Mineral de trióxido agregado MTA

Uno de los objetivos de rellenar el canal radicular completamente, es prevenir una reinfección. En dientes con desarrollo radicular incompleto como consecuencia de una necrosis pulpar por trauma o caries, causa la ausencia de la constricción apical de forma natural, lo que hace más difícil el control de los materiales de relleno.²¹

El tratamiento de apexificación con hidróxido de calcio se complica por el largo tiempo que se debe tener al paciente controlado, por esta razón, una visita de apexificación ha sido sugerida por Morse et al. 1990. El mineral de trióxido agregado (MTA) ha sido propuesto como un material para el uso de la apexificación en una visita, como un material biocompatible, y con acción bacteriostática, con una habilidad favorable para la reparación radicular y perforaciones de la cámara pulpar o como un material de relleno apical. El MTA ofrece una barrera al final del canal radicular en dientes con necrosis pulpar y ápices abiertos, este permite la condensación vertical o el uso de gutapercha termoplástica dentro del canal radicular.²¹



MTA gris (3)



MTA blanco (3)



(3)



(18)

El mineral de trióxido agregado MTA ha sido sugerido para la apexificación porque este provee un adecuado sellado en el canal radicular y aparentemente ofrece un sustrato biológicamente activo que estimula las células de producción del periodonto.¹⁴

Fue desarrollado con la especificación de rellenar comunicaciones entre el diente y la superficie externa.¹⁷

Algunos estudios revelaron que el uso de MTA causa menos inflamación periapical, presencia de una cápsula fibrosa y formación de nuevo cemento en contacto con la superficie del material en muchos casos.¹⁷

La habilidad del MTA para reducir la inflamación periapical es probablemente debido a su naturaleza hidrofílica y la expansión en contacto con un ambiente húmedo, lo cual previene significativamente la filtración microbiana y de endotoxinas.¹⁷

Entre las ventajas del uso del MTA están que se reduce el número de citas y el número de radiografías, en comparación con la apexificación mediante hidróxido de calcio. Por otra parte se sabe que el tapón apical creado es más resistente que el que se forma con el hidróxido de calcio,

lo que facilita la obturación de conductos con gutapercha y cemento sellador.⁴

El tapón apical no es poroso, lo asegura un cierre completo al colocar el cemento sellador sobre el MTA.⁴

No tiene hidróxido de calcio, pero contiene óxido de calcio. Se cree que este puede reaccionar con los fluidos tisulares y dar lugar al hidróxido de calcio, por lo que el MTA tendría igual mecanismo de acción que éste, con la diferencia de que además el MTA endurece y crea un sellado definitivo.⁴

Las ventajas del MTA son múltiples:

- 1) Reducción del tiempo de tratamiento.
- 2) Posibilidad de restaurar el diente con mínimos contratiempos de este modo se previenen las fracturas radiculares.
- 3) Evita los cambios en las propiedades mecánicas de la dentina por el prolongado uso de hidróxido de calcio.⁷

Las características del MTA dependen del tamaño de sus partículas, de la proporción polvo-agua que incorporemos, de la temperatura, de la existencia de aire atrapado y de su manipulación. Entre sus características, las que más interesan para utilizarlo en apexificaciones son las siguientes:

- Tiempo de fraguado entre 3 y 4 horas. Una vez fraguado, se cree que es una barrera física firme.
- pH muy alcalino aproximadamente de 12.5, de ahí su efecto antibacteriano.
- Es un material biocompatible, no mutagénico y no citotóxico
- Tiene escasa solubilidad en agua

- Presenta un excelente sellado, probablemente debido a su naturaleza hidrofílica y a la ligera expansión que sufre cuando fragua en medio húmedo.³ La capacidad de sellado del MTA es superior a la de la amalgama y del super EBA.⁴
- Tiene una buena adaptación marginal.
- Favorece la formación de cemento y de hueso y puede facilitar la regeneración del ligamento periodontal.
- Fragua en presencia de humedad. Esta característica es muy importante en dientes con pulpa necrótica y lesión inflamatoria periapical, porque uno de los problemas con los que nos encontramos en estos casos es la presencia de exudado en el ápice.⁴

La preparación del MTA se sugiere que sea polvo con agua estéril en proporción de 3:1 sobre una loseta de vidrio. Se debe espatular de 3 a 4 minutos hasta conseguir una consistencia que sea manejable. No se debe interrumpir el espatulado hasta el momento de colocarlo en el diente y se debe ir añadiendo agua si observamos que la mezcla se seca demasiado y pierde integridad.⁴

El MTA ha demostrado ser inductor de tejido duro. El MTA puede colocarse utilizando diferentes técnicas.

Las porciones de material se mezclan cuidadosamente para obtener una consistencia maleable, y después se mide su longitud para determinar la cantidad que hay que colocar en el conducto. A continuación, se coloca el MTA y se compacta con condensadores medidos. Este procedimiento parece ser el mejor. Tras la colocación, el clínico dispone de dos porciones: a) colocación de un ionómero de vidrio en el extremo superior de MTA, seguido de composite adhesivo o poste adhesivo, y b) colocación de materiales adhesivos directamente sobre el MTA tras haber dejado que fraguara durante un mínimo de 2 a 4 horas. En estos casos, la adhesión a las paredes del conducto es la elección correcta para prevenir

fracturas. El uso de pernos metálicos está contraindicado. El uso de materiales de obturación de resina adhesiva más reciente puede ser una elección, ya que estos materiales aumentan la fuerza de la raíz. No se dispone, sin embargo, de buenos resultados clínicos a este respecto.¹¹

El inconveniente fundamental del MTA es su difícil manejo. Se aplica utilizando un transportador o porta-amalgamas pequeño y se condensa con una punta de gutapercha de calibre elevado.⁴

6.2.4. Técnica con mineral de trióxido agregado MTA.

- 1) Tomar una radiografía preoperatoria.⁷



- 2) Anestesia.⁴
- 3) Restauración del diente, si es necesario.⁷
- 4) Aislar el diente con dique dental
- 5) Retirar toda la caries, si es necesario y hacer el acceso.^{4,11}
- 6) Determinar la longitud de trabajo radiográficamente con limas K-file.⁷



- 7) Limpiar, conformar y desinfectar el sistema de conductos radiculares en un punto en el que la porción apical de la raíz empiece a divergir.

La limpieza y conformación del conducto se hace con limas K y se irriga con hipoclorito al 5% y se seca con puntas de papel.⁴

- 8) Desinfectar la zona con clorhexidina.⁴
- 9) Colocar hidróxido de calcio si la pulpa se ha necrosado durante un periodo de tiempo prolongado y existe una gran lesión¹¹. Se coloca de 7 a 14 días con la finalidad de desinfectar el espacio pulpar, aunque esto no parece ser necesario, dado que el MTA por tener un pH alcalino, es bactericida.⁴
- 10) Retirar el hidróxido de calcio en 7-10 días y colocar MTA.¹¹

El uso de hidróxido de calcio como medicación intraconducto, antes de la colocación del tapón apical con MTA es controversial.

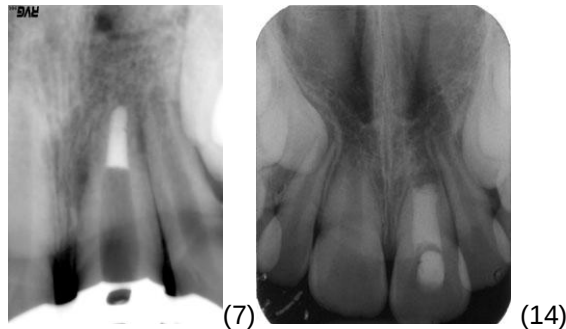
Los remanentes de hidróxido de calcio sobre las paredes del conducto no tienen un efecto significativo sobre la porosidad del MTA o su resistencia, por el contrario.

Otros autores sugieren que los remanentes del hidróxido de calcio sobre las paredes del conducto pueden reaccionar para formar carbonato de calcio, que interfiere con el sellado del MTA, por lo que sugiere limpiar el hidróxido de calcio con hipoclorito de sodio al 5% y EDTA 17%.

Datos recientes sugieren que la combinación de MTA con hidróxido de calcio en el procedimiento de apexificación, es muy favorable ya que influye en la regeneración del periodonto.²¹

- 11) Si la pulpa no tiene largo tiempo necrosada, se puede considerar un procedimiento de apexificación en una sesión utilizando MTA.

12) El MTA debe ser colocado en la porción apical de los canales con un espesor de 3 a 5 mm, como recomienda el fabricante, usando empaques digitales de acuerdo con el diámetro apical.²¹



La compactación del MTA al final del conducto radicular puede ser manual, mediante condensadores. En dientes con ápices abiertos la dentina irregular de la pared y los ápices divergentes hace que la adaptación del MTA sea difícil. Se ha sugerido el uso de la compactación por ultrasonido. Mejor aún el uso del microscopio, puede permitir el mayor control de la colocación del MTA al final del conducto radicular.²¹

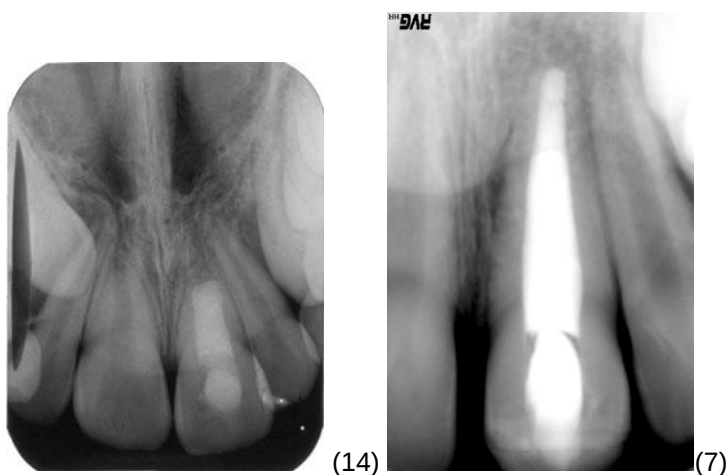
Se transporta al conducto con la ayuda de un portamalgamas y se condensa suavemente utilizando puntas de gutapercha o condensadores, hasta crear unos 3 o 4 mm de barrera apical.³

Algunos autores recomiendan colocar una matriz para evitar la extrusión del MTA a los tejidos periapicales.⁴

El MTA se puede colocar dentro de los canales con un léntulo-espinal introducido 3 mm antes del ápice radiográfico y condensarlo en la porción apical, gentilmente, con puntas de papel.¹³

Para ello se pueden utilizar materiales biocompatibles como colágeno absorbible, hidroxiapatita, polvo de hidróxido de calcio, etc. Algunos creen que con esto se elimina la acción benéfica del MTA sobre el periápice, por ello se cree que es mejor colocarlo cuidadosamente para evitar empaques grandes cantidades hacia el periápice.⁴

- 13) Se coloca una esponja o torunda de algodón, estéril, humedecida con agua estéril sobre el orificio del canal radicular y el acceso es sellado temporalmente.^{21,13} La bolita de algodón humedecida se coloca por un plazo de 24 a 48 horas que es el tiempo en el que se produce la mayor captación de agua por parte del MTA.⁴
- 14) La correcta colocación del MTA se verifica radiográficamente
- 15) Según algunos autores, la obturación se puede realizar a las 3 o 4 horas de haber preparado el MTA puesto que éste es el tiempo que tarda en endurecer. Sin embargo, lo ideal es dejar transcurrir entre 24 y 48 horas, que es el tiempo durante el que este material capta más cantidad de agua.⁴
- 16) El conducto radicular se obtura con gutapercha termoplastificada con compactación vertical.⁷



- 17) Restaurar el diente, si procede, preferentemente con un composite adhesivo.¹¹

La restauración coronal puede ser con IRM y amalgama.¹³

- 18) Observar el diente en cuanto a signos o síntomas adversos y a la formación de un puente apical de tipo osteoide u osteocemento, y a la curación de cualquier lesión perirradicular.¹¹

En chequeos clínicos y radiográficos de 12 meses después de la colocación del tapón apical con MTA, se han observado la desaparición

de síntomas y signos y la solución parcial de la lesión periapical que se observa radiográficamente.

A los 24 meses se observa que los dientes están saludables clínica y radiográficamente y el espacio del ligamento periodontal se observa normal.²¹

El tapón apical creado con MTA puede ser interpretado como una barrera artificial para la condensación subsecuente del material de relleno en el conducto, para prevenir la reinfección del sistema de conductos. Algunos autores han postulado que la posible filtración del MTA puede ser influenciada por la cantidad de MTA en el tapón apical. Un reciente estudio reportó que el uso ortógrado del MTA provee un sellado adecuado en contra de la infiltración bacteriana, sin tener influencia significativa la cantidad del tapón apical. En diferentes estudios se manejan porciones de MTA como tapón apical de 3 a 5 mm. En dientes con canales radiculares cortos las porciones del tapón apical se reducen a 3 mm para permitir el subsecuente llenado de la mayor porción superficial del canal con resinas.²¹

Varios estudios mostraron de forma clara entre MTA e hidróxido de calcio. Aunque el primero presente una excelente capacidad de estimular la formación de tejido mineralizado, se trona oportuno aclarar que la capacidad antimicrobiana del hidróxido de calcio es superior a la del MTA.³

7. MECANISMOS DE CICATRIZACIÓN EN LA APEXIFICACIÓN.

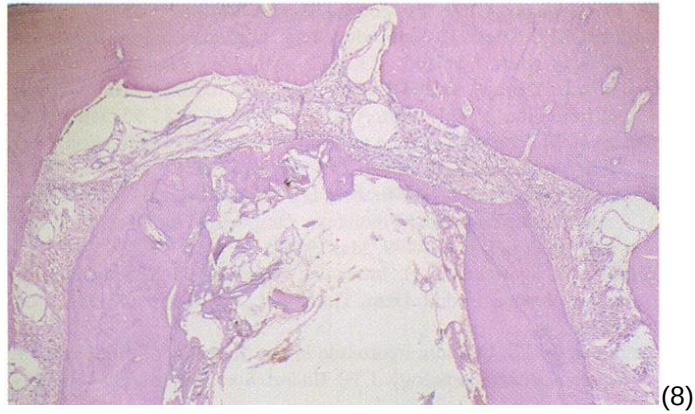
Un estudio con microscopio electrónico y análisis histológico demuestra que fuera de la superficie del ápice se encuentra una topografía irregular, con indentaciones y convexidades, lo cual demuestra que este denso compuesto acelular parecido al cemento, es más parecido a una mezcla de tejido conectivo fibrocolagenoso denso e irregular que contiene mineral extraño con fragmentos irregulares altamente mineralizados y calcificados.²

El tejido duro que finalmente se forma no es dentina, debido a que los odontoblastos rara vez, o nunca, sobreviven a la necrosis pulpar. Los estudios han demostrado que el material es un tipo de osteocemento nudoso. A menudo es poroso, y su formación, grosor y localización frecuentemente son de naturaleza irregular.¹¹

El tejido mineralizado formado en los ápices radiculares está formado por osteocemento, osteodentina o hueso o por una combinación de los tres.⁴ Este tejido puede ser duro, irregular y/o poroso, y se forma al final de la raíz o en el 1/3 del ápice de la misma.¹

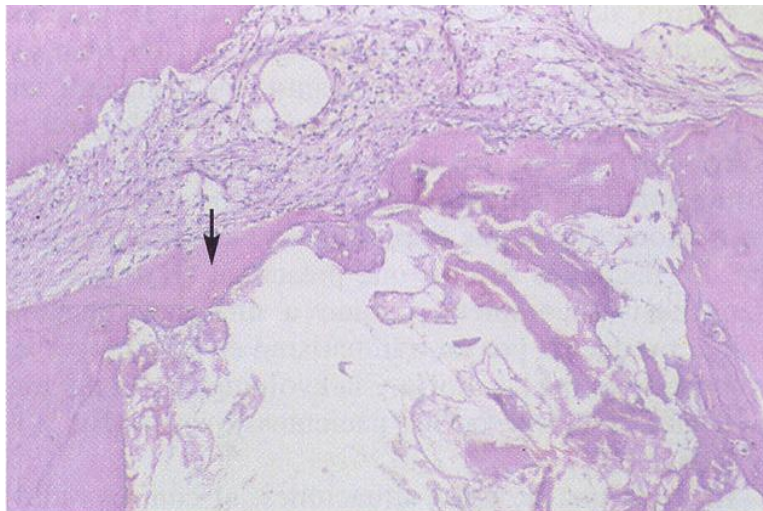
El cierre apical con tejido mineralizado puede producirse de diferentes maneras:

- Con tejido similar al hueso: en estas circunstancias el tejido óseo neoformado que repara la complicación periapical forma una especie de barrera física a la altura del foramen, donde puede ajustarse el límite apical de la obturación endodóntica definitiva.⁸



(8)

Con tejido similar al cemento: se produce la formación de un tejido mineralizado que converge desde los bordes de la raíz hacia el centro, hasta completar el cierre.⁸



Microfotografía donde se observa una barrera de tejido mineralizado con aspecto de cemento. (8)

8. CONCLUSIONES.

Conservar la vitalidad pulpar de los órganos dentales durante su desarrollo radicular es de gran importancia para permitir un cierre apical completo.

Cuando se realiza una pulpotomía, como tratamiento, para conservar la vitalidad de la pulpa radicular, se debe elegir con cuidado el medicamento que se va a colocar sobre el remanente pulpar, con la finalidad de que se forme un puente de tejido mineralizado que lo cubra y le permita mantener la vitalidad para continuar con su función, que es la de formar dentina para la completa formación radicular.

Los medicamentos que han mostrado mejor respuesta en contacto con la pulpa radicular son el hidróxido de calcio y el mineral de trióxido agregado MTA.

Gracias al pH elevado de ambos medicamentos, se les confiere un potencial antiséptico e inductor de tejido duro por la estimulación de la fosfatasa alcalina y la ATPasa, enzimas encargadas de la formación de tejido mineralizado.

Lo importante es hacer un buen manejo de cada caso, desde un diagnóstico adecuado, determinar un buen plan de tratamiento y tomar en cuenta que la principal causa de fracaso es dejar contaminado el remanente pulpar o el conducto radicular.

9. BIBLIOGRAFÍA.

1. Rodriguez A. Endodoncia. Consideraciones Actuales. 1ª edición. Venezuela: Editorial AMOLCA, 2003. Pp. 223-239.
2. Rafter M. Apexification: a review. Dent Traumatol 2005; 21: 1-8
3. Estrela. C. Ciencia Endodóntica. 1ª edición. SP Brasil: Editorial Artes Médicas, 2005. Pp. 799-904.
4. Bora E. Bravo M. Apicoformación: MTA versus hidróxido de calcio. Endo. Octubre-diciembre 2003, vol 21.
5. Walton E. Endodoncia, principios y práctica clínica. 1ª edición. México: Editorial Mc Graw Hill, 1991. Pp. 397-411.
6. Genneser F. Histología sobre bases biomoleculares. 3a edición. Buenos Aires, Argentina: Editorial médica panamericana, 2000. Pp. 477-478.
7. Simon S. The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: a prospective study. Int J E. 2000, vol 40. Pp. 186-197.
8. Soares I. Goldberg F. Endodoncia. Técnica y fundamentos. 1ª edición. Buenos Aires, Argentina: Editorial médica panamericana, 2003. Pp. 211-218.
9. Barbería E. Odontopediatría. 2ª edición. Barcelona, España: Editorial MASSON, 2001. Pp 325-328.
10. Dominguez R. Study of calcium hydroxide apexification in 26 young permanent incisors. Dent Traumatol. 2005, vol 21: 141 – 145.
11. Gutmann J. Solución de problemas en endodoncia. Prevención, identificación y tratamiento. 4a edición. Madrid, España: editorial ELSEVIER, 2007. Pp. 57-80
12. Flores MT. Guidelines for the management of traumatic dental injuries. I. Fractures and luxations of permanent teeth. Dent Traumatol 2007; 23: 66-71.

13. Walton F. The effect of mineral trioxide aggregate on the apexification and periapical healing of teeth with incomplete root formation. *Int J E*. 2006; 39: 2-9
14. Villa P, Fernández R. Apexification of a replanted tooth using mineral trioxide aggregate. *Dent Traumatol*. 2005; 21: 306-308.
15. Ingle J. Endodoncia. 4a edición. México: Editorial Mc Graw Hill, 1998. Pp. 880 -905
16. Chaple A. Generalidades del agregado de trióxido mineral (MTA) y su aplicación en odontología: revisión de la literatura. *Home Ediciones*. 2007; Vol 45, no. 3.
17. Bernabé P. Histological evaluation of MTA as a root-end filling material. *Int J E*. 2007; 40, 758-765.
18. Bóveda Z. Aplicación clínica del mineral de trióxido agregado. *Pub Med*. Julio, 2007.
19. Gómez M. Utilización del agregado de trióxido mineral (MTA) como barrera apical en dientes con el ápice abierto. *Endodoncia*. Volumen 18, número 3. Julio-Septiembre 2000.
20. Rocamora M. Teixidó M. Roig. Obturación apical por vía ortógrada con MTA en un diente con ápice abierto. *Endodoncia*. Enero-marzo 2001. Volumen 18, Número 1.
21. Pace R, Prato P, Baccetti & Pagavino. Apical plug technique using mineral trioxide aggregate: results from a case series. *Int J E*. 2007; 40, 478-484.
22. Verástegui J. Ballester P. Tratamiento de apicoformación con Prorrot-MTA. *Endo*; enero-marzo 2003. Volumen 21, Número 1.