



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

TRATAMIENTO DE 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:

DIANA THALÍA HERNÁNDEZ HERRERA

TUTOR: ESP. CARLOS TINAJERO MORALES

ASESOR: C.D. JUAN IGNACIO CORTÉS RAMÍREZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



ÍNDICE

1. Introducción	4
2. Objetivos	6
3. Desarrollo y formación radicular fisiológica	7
4. Cronología de la dentición	11
5. Factores predisponentes de herida pulpar	13
5.1 Caries	13
5.2 Traumatismos	15
6. Diagnóstico pulpar	17
6.1 Métodos de Diagnóstico Generales	18
6.2 Métodos de Diagnóstico Específicos	18
7. Tratamiento de dientes con pulpa vital (Apicogénesis o Apexogénesis)	22
7.1 Protección pulpar indirecta	24
7.2 Protección pulpar directa	25
7.3 Pulpotomía	27
7.3.1 Pulpotomía parcial	28
7.3.2 Pulpotomía Completa	31
7.3.3 Hidróxido de Calcio	34
7.3.4 Óxido de Zinc y Eugenol (ZOE)	36
7.3.5 Formocresol	37
7.3.6 Glutaraldehído	38
7.3.7 Sulfato Férrico	39



7.3.8 Agregado Trióxido Mineral (MTA)	40
7.3.9 Mezcla de Cemento Enriquecido en Calcio (CEM)	41
8. Tratamiento en dientes con pulpa necrótica (Apicoformación o Apexificación)	43
8.1 Definición	43
8.2 Indicaciones	44
8.3 Técnicas	44
8.3.1 Hidróxido de Calcio	45
8.3.2 Agregado Trióxido Mineral (MTA)	48
9. Revascularización	51
9.1 Indicaciones	51
9.2 Bases biológicas	51
9.3 Mecanismos de regeneración	52
9.4 Desinfección del conducto	52
9.5 Procedimiento clínico de regeneración pulpar	55
10. Conclusiones	57
11. Bibliografía	58



1. INTRODUCCIÓN

A lo largo del desarrollo de la dentición permanente, ésta se puede ver afectada por distintos factores que comprometen su vitalidad.

El término del desarrollo de la raíz y del cierre apical ocurre hasta 3 años después de la erupción del diente. El tratamiento de la herida pulpar durante este periodo proporciona un desafío significativo para el clínico. Dependiendo de la vitalidad de la pulpa afectada, dos tratamientos son posibles; la apexogénesis (apicogénesis), o la apexificación (apicoformación).¹

Los objetivos principales de estos tratamientos es permitir el desarrollo radicular manteniendo, si es posible, la vitalidad de la pulpa, de modo permanente o temporal para que la raíz complete su formación, formándose la constricción apical y aumentando de grosor sus paredes. Si la pulpa está necrosada, se deberá efectuar un tratamiento de conductos radiculares; pero estos no se podrán obturar si no existe una barrera calcificada en el ápice que permita confinar los materiales de obturación en su interior.²

La apexogénesis es un procedimiento terapéutico en pulpa vital realizado para estimular el continuo desarrollo fisiológico y formación final de la raíz. La apexificación es definida como un método para inducir una barrera calcificada en una raíz con ápice abierto o la continuación del desarrollo apical de una raíz incompleta en dientes con pulpa necrótica.¹

Un ápice abierto significa un desarrollo radiculoapical insuficiente como para lograr una conformación cónica en el interior del conducto, debido a la porción abierta de esa zona apical, algunos autores le han denominado: ápice inmaduro, divergente, trastocado, infundibuliforme, de “trabuco” o “arbucaz” (significa que el conducto es más amplio en el ápice que en la zona interna hacia cervical).³



Al hablar de dientes jóvenes se debe considerar, no solo la edad del paciente, sino la edad del diente; la cual depende del estado pulpar y dentinario en el momento de tratarlo. Por tal motivo es importante considerar que, por su juventud y especial morfología, existen variantes en su tratamiento. Por lo tanto es de suma importancia recibir previamente la información suficiente acerca de instrumentos, materiales y técnicas de trabajo.

El primer paso es establecer un diagnóstico clínico y radiográfico correcto, para conocer más acertadamente, dentro de sus limitaciones, el problema pulpar, así como el estado de los tejidos circundantes y la zona periapical.

Es importante también recordar que una pulpa joven, cuenta con una capacidad de reacción, mayor intercambio nutricional y mejor capacidad para eliminar los elementos indeseables. Con éstas características es posible agotar todos los recursos posibles para poder reintegrar el diente a su función con la finalidad de que complete su desarrollo.

Por otro lado, también es significativo tomar en cuenta que durante la fase de diagnóstico esa pulpa posee dentina joven, conductillos dentinarios amplios y que tuvo traumatismo, presencia de toxinas, microorganismos, y en el afán por conservarla, quizá también sufrió la acción de irritantes químicos y la iatrogenia propia del trabajo operatorio que fueron utilizados como medio de curación. Por ello, el clínico tiene que vigilar de manera estrecha la evolución de la pieza o las piezas afectadas, para poder establecer el diagnóstico correcto y llegar al tratamiento indicado.³



2. OBJETIVOS

Con la elaboración de éste trabajo se pretende dar a conocer la importancia de los tratamientos de apicogénesis y apicoformación en el manejo de dientes permanentes con ápice inmaduro.

Proporcionar las bases para establecer un diagnóstico correcto del estado pulpar para brindar el tratamiento adecuado según el caso, evaluando todas las posibilidades.

Conocer las diferentes alternativas de materiales para las técnicas empleadas en la terapéutica de ápice abierto, y poder elegir el más adecuado de acuerdo al caso.

3. DESARROLLO Y FORMACIÓN RADICULAR FISIOLÓGICA

A lo largo del desarrollo de los órganos dentarios aparecen sucesivamente dos clases de dientes: los dientes primarios y los permanentes. Ambos se originan de la misma manera y presentan una estructura histológica similar. Las dos capas germinativas que participan en la formación de los dientes son:

- Epitelio ectodérmico: el cual da origen al esmalte
- Ectomesénquima: que origina el complejo dentinopulpar, cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar.

El desarrollo radicular comienza después de que la formación del esmalte y la dentina ha llegado al nivel de la futura unión cemento-esmalte.

En la formación de la raíz, la vaina epitelial de Hertwig desempeña un papel fundamental como inductora y modeladora de la raíz del diente. La vaina epitelial es una estructura que resulta de la fusión del epitelio interno y externo del órgano del esmalte sin la presencia del retículo estrellado a nivel del asa cervical.⁴

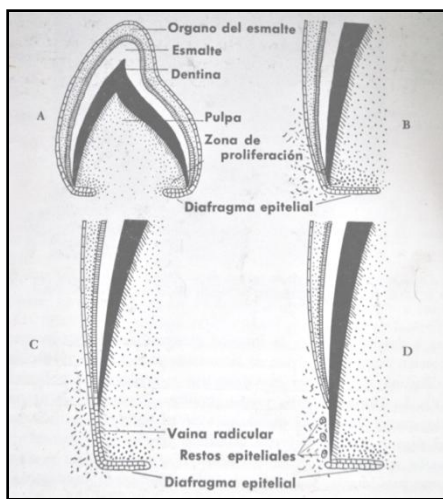


Fig. 3.1 Esquemas que muestran las tres etapas del desarrollo radicular. A, corte a través de un germen dentario. Nótese el diafragma epitelial y la zona de proliferación de la pulpa. B, mayor aumento de la región cervical de A. C, etapa "imaginaria" que muestra el alargamiento de la vaina epitelial de Hertwig, coronal al diafragma. Diferenciación de los odontoblastos en la pulpa alargada. D, en la zona de proliferación se ha formado dentina. La vaina radicular es desintegrada en restos epiteliales y separada de la superficie dentinal por tejido conjuntivo. Diferenciación de los cementoblastos. Tomada de Orban, J. *Histología y embriología bucales*. 6ª Edición. México. Editorial Prensa Médica Mexicana. 1990.

En este lugar que es la zona de transición entre ambos epitelios, las células mantienen un aspecto cuboide, la vaina prolifera en profundidad en relación con el saco dentario por su parte externa y con la papila dentaria internamente. Al proliferar, la vaina induce a la papila para que se diferencien en la superficie del mesénquima papilar, los odontoblastos radiculares. Cuando se deposita la primera capa de dentina radicular, la vaina de Hertwig pierde su continuidad, es decir, que se fragmenta y forma los restos epiteliales de Malassez, que en el adulto persisten cercanos a la superficie radicular dentro del ligamento periodontal. En síntesis, la elaboración de dentina por los odontoblastos es seguida por la regresión de la vaina y la diferenciación de los cementoblastos a partir de las células mesenquimáticas indiferenciadas del ectomesénquima del saco dentario que rodea la vaina. ⁴

En los dientes multirradiculares la vaina emite dos o tres especies de lengüetas epiteliales o diafragmas en el cuello, dirigidas hacia el eje del diente, destinadas a formar, por fusión, el piso de la cámara pulpar, una vez delimitado el piso, proliferan en forma individual en cada una de las raíces. ⁴

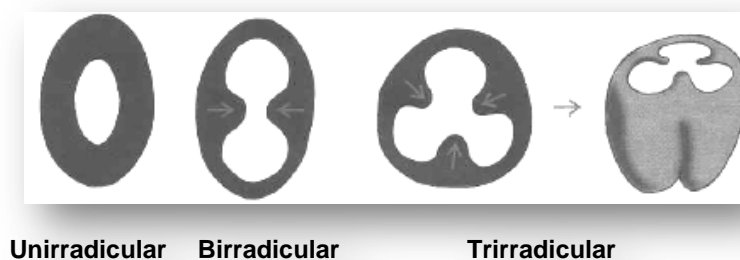


Fig. 3.2 Modelación radicular. Vaina de Hertwig. Tomada de Gómez de Ferraris, ME; Campos Muñoz, A. *Histología y embriología bucodental*. 2ª ed. Ed. Panamericana; 2000.

Al completarse la formación radicular, la vaina epitelial se curva hacia adentro (en cada lado) para formar el diafragma. Esta estructura marca el límite distal de la raíz y envuelve al agujero apical primario. Por el agujero



entran y salen los nervios y vasos sanguíneos de la cámara pulpar. Algunos autores consideran que a partir de este momento la papila se ha transformado en pulpa dental. ⁴

Nolla estableció, mediante radiografías, una serie de estadios (de 0 a 10) en el desarrollo de los dientes. Cuando un diente erupciona, presenta una raíz con un desarrollo de unos $\frac{2}{3}$ de su longitud. Al cabo de un año, se desarrolla hasta alcanzar su longitud total. Harán falta unos tres años para considerar que su ápice este maduro, es decir que se ha formado una constricción apical en la proximidad de la unión de la dentina con el cemento (estadio 10). Al mismo tiempo que se desarrolla en longitud las paredes del diente se van engrosando por aposición de dentina. El periodo transcurrido desde la erupción, hasta la constricción apical se conoce como “periodo del diente permanente joven”. ²

Clasificación de Patterson

En 1958, Patterson publicó una clasificación de los dientes según su desarrollo radicular y apical dividiéndolo en cinco clases:

Clase I. Desarrollo de la raíz, con lumen apical mayor que el diámetro del conducto.

Clase II. Desarrollo casi completo de la raíz, pero con lumen apical mayor que el conducto.

Clase III. Desarrollo completo de la raíz con diámetro apical de igual diámetro que el conducto.

Clase IV: Desarrollo completo de la raíz con diámetro apical más pequeño que el del conducto.

Clase V. Desarrollo completo de la raíz con tamaño microscópico apical.

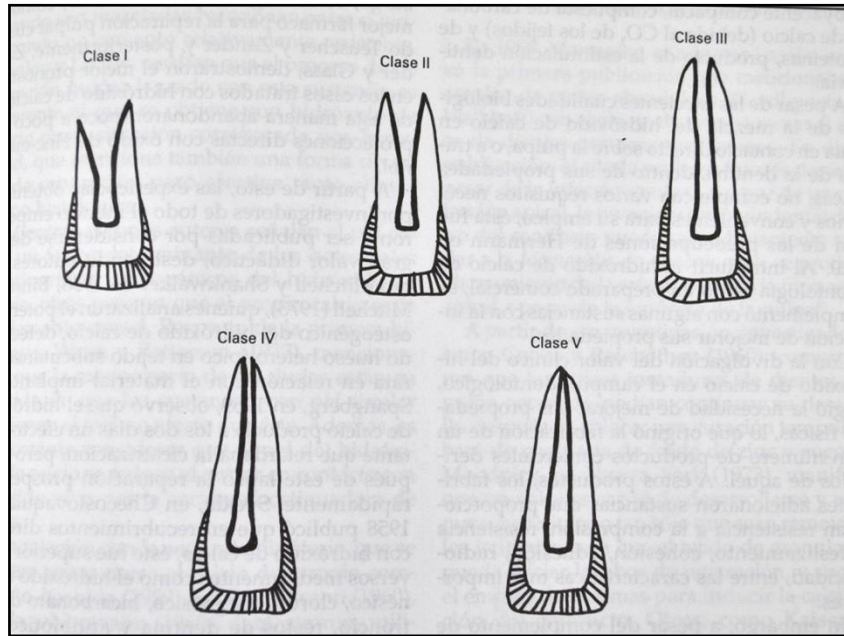


Fig. 3.3 Clasificación de Patterson de los dientes según su desarrollo radicular y apical.
Tomada de Mondragón, J. D. *Endodoncia*. México. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana.
1995.



4. CRONOLOGÍA DE LA DENTICIÓN

La erupción dentaria comprende una serie de fenómenos mediante los cuales el diente en formación dentro del maxilar y aún incompleto migra hasta ponerse en contacto con el medio bucal, ocupando su lugar en la arcada dentaria.

La erupción no es sólo la aparición del diente en la luz de la cavidad bucal, sino que dicho proceso involucra una serie de movimientos complejos, cambios histológicos y formación de nuevas estructuras.⁴

Es muy importante conocer el periodo de inicio de la mineralización de los dientes así como el término de dicho proceso, ya que este dato señala la formación definitiva del ápice radicular. En los dientes temporales el proceso finaliza alrededor de los seis meses posteriores a la erupción, mientras que en los permanentes ocurre entre los dos y tres años posteriores a ésta.⁴

Cronología de la Dentición Permanente

Diente Superior	Primera evidencia de calcificación	Corona completa (años)	Erupción (años)	Raíz Completa (años)
Incisivo Central	3 4 meses	4 - 5	7 - 8	10
Incisivo Lateral	10 - 12 meses	4 - 5	8 - 9	11
Canino	4 - 5 meses	6 - 7	11- 12	13 - 15
Primer Premolar	1 ¹ / ₂ - 1 ³ / ₄ años	5 - 6	10 - 11	12 - 13
Segundo Premolar	2 - 2 ¹ / ₂ años	6 - 7	10 - 12	12 - 14
Primer Molar	Al nacer	2 ¹ / ₂ - 3	6 - 7	9 - 10
Segundo Molar	2 ¹ / ₂ - 3 años	7 - 8	12 - 13	14 - 16
Tercer Molar	7 - 9 años	12 - 16	17 - 21	18 -25



Diente Inferior	Primera evidencia de calcificación	Corona completa (años)	Erupción (años)	Raíz Completa (años)
Incisivo Central	3 - 4 meses	4 - 5	6 - 7	10
Incisivo Lateral	3 - 4 meses	4 - 5	7 - 8	11
Canino	4 - 5 meses	6 - 7	9 - 10	13 - 15
Primer Premolar	1 ³ / ₄ - 2 años	5 - 6	10 - 12	12 - 13
Segundo Premolar	2 ¹ / ₄ - 2 ¹ / ₂ años	6 - 7	11 - 12	12 - 14
Primer Molar	Al nacer	2 ¹ / ₂ - 3	6 - 7	9 - 10
Segundo Molar	2 ¹ / ₂ - 3 años	7 - 8	11 - 13	14 - 16
Tercer Molar	8 - 10 años	12 - 16	17 - 21	18 - 25

Clínicamente es muy importante recordarlo, sobre todo, cuando por caídas o golpes se fractura la porción coronaria (especialmente en los dientes anteriores) comprometiéndose la vitalidad del elemento. En este caso, el tratamiento endodóncico se pospone hasta el cierre apical correspondiente.⁴

5. FACTORES PREDISPONENTES DE HERIDA PULPAR

La pulpa de un diente inmaduro puede afectarse por un traumatismo o por caries, precisando tratamiento endodóncico. En este caso nuestro primer objetivo es permitir el desarrollo radicular manteniendo, si es posible, la vitalidad de la pulpa, de modo permanente o temporal, para que la raíz complete su formación, formándose la constricción apical y aumentando de grosor sus paredes. ²

5.1 Caries

La caries es una destrucción localizada, progresiva, de la estructura del diente. Si se descuida, constituye la causa más común de enfermedad pulpar. El desarrollo de la caries, exige la presencia de bacterias específicas en la superficie del diente. Los productos del metabolismo bacteriano, específicamente los ácidos orgánicos y las enzimas proteolíticas, causan la destrucción del esmalte, y la dentina. Los metabolitos bacterianos también son capaces de provocar una respuesta inflamatoria. Finalmente, la invasión extensa de la dentina conlleva la infección bacteriana de la pulpa. ⁵

La caries se debe a la interacción de tres factores principales:

- Huésped (saliva y dientes).
- Microflora.
- Substrato (alimentos y dieta).

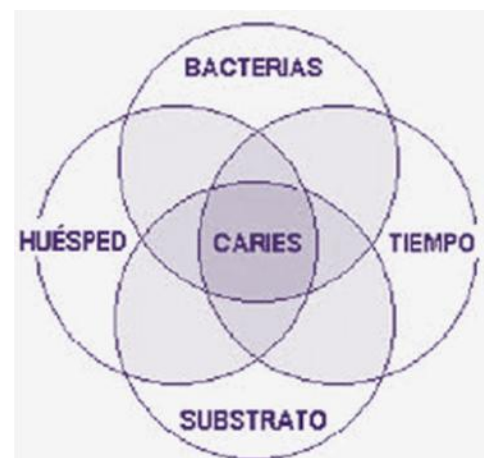


Fig. 5.1 Factores predisponentes de caries. Tomada de <http://www.monografias.com/.../Image170.gif>

La difusión hacia el interior de sustancias tóxicas desde las lesiones cariosas ocurre principalmente a través de los túbulos dentinarios. Existe cierta controversia sobre el momento en que la caries provoca por primera vez una respuesta inflamatoria en la pulpa subyacente. En general se acepta que cuando la caries ha invadido la dentina ya se están produciendo algunos cambios en la pulpa. El diagnóstico de la inflamación pulpar debajo de una caries, es difícil. Muchos factores intervienen de algún modo en la determinación de la naturaleza del proceso de la caries, por lo que se debe de considerar la individualidad de cada caries. Es posible que la respuesta de la pulpa dependa mucho de que la caries progrese rápida o lentamente, o de que permanezca por completo inactiva.

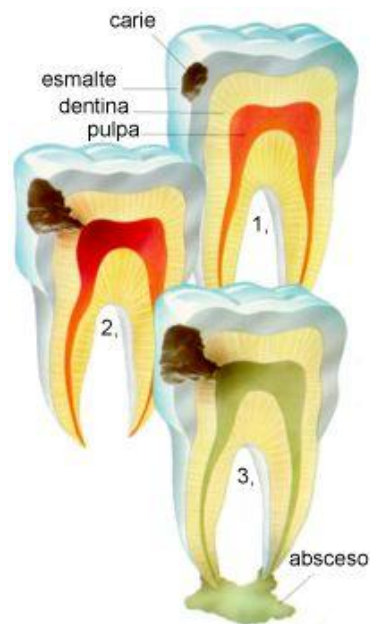


Fig 5.2 La Caries. Tomada de <http://cms7.blogia.com/.../caries.jpg>



5.2 Traumatismos

Las lesiones traumáticas de la cavidad oral pueden afectar tanto a los tejidos blandos como a los tejidos duros, y pueden dar lugar a dolor, pérdida de los dientes y desfiguración de la cara. ⁶

Cuando el diente comienza a erupcionar, hacia los 6 años, la raíz está incompletamente formada, así como el desarrollo apical, que suelen concluir su formación hacia los 12 años. Después de la erupción la raíz continúa su desarrollo por un periodo de un año y medio a dos años y medio. Por tanto, un traumatismo bucal o dentario en estos pacientes, puede interrumpir, alterar o detener el desarrollo radicular. ⁶

La etiología de las lesiones dentales es variable, se pueden producir al correr, jugar, golpes al hacer deporte, por accidentes de bicicleta o patines. Los dientes que se afectan con mayor frecuencia son los incisivos centrales maxilares.

La clasificación más aceptada de las lesiones dentales, es la de la OMS, pero esta fue modificada por Andreassen

- Andreassen
- Fracturas del esmalte
 - Fracturas de la corona sin afectación pulpar
 - Fracturas de la corona con afectación pulpar
 - Fracturas radiculares
 - Fracturas coronorradiculares
 - Luxaciones
 - Avulsión
 - Fracturas del hueso alveolar

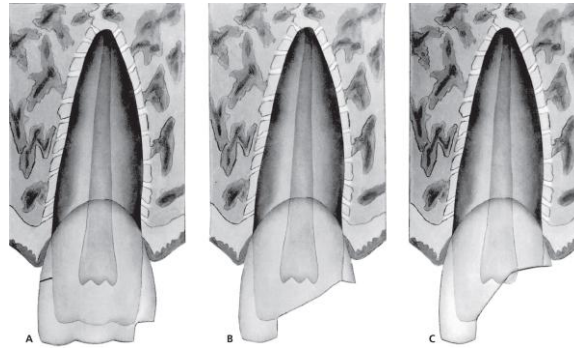


Fig. 5.3 Dibujos esquemáticos ilustrando diferentes tipos de fracturas coronales. A. Infracción coronal y fractura coronal no complicada sin compromiso de la dentina. B. Fractura coronal no complicada con compromiso de la dentina. C. Fractura coronal complicada. Tomada de <http://www.iguana2007.com/amolca-jul-cliente/pdf/and1-pagina280.pdf>

Lamentablemente las heridas traumáticas en dientes permanentes jóvenes no son raras y se dice afectan al 30 % de niños. La mayoría de estos incidentes ocurren antes de que la formación radicular se ha completado y puede causar inflamación pulpar o necrosis. ¹

Según Bakland, la pulpa dental de los niños es mayor que la de los adultos por lo que tiene un mejor aporte sanguíneo y un mejor potencial de reparación. Por otro lado las raíces inmaduras de estos dientes con pulpas lesionadas pueden detener su crecimiento dejando paredes delgadas y frágiles, propensas a fracturas.



6. DIAGNÓSTICO PULPAR

Antes de comenzar el tratamiento de un diente permanente joven se debe realizar un minucioso examen clínico y radiográfico. Resulta necesario informarse sobre los signos y síntomas que estén relacionados con la afección pulpar. Un buen tratamiento se basa en un correcto diagnóstico para poder reconocer la patología que presenta el paciente y situarla dentro del cuadro de enfermedades de la pulpa. Éstas pueden ser más difíciles de pronosticar en los dientes con ápices abiertos, ya sea por la dificultad del niño en manifestar lo que siente o por la correlación de los síntomas.⁷

La evaluación clínica del estado pulpar requiere una historia cuidadosa de síntomas subjetivos, un examen clínico y radiográfico cuidadoso y realizar las pruebas diagnósticas. Se debe obtener una exacta historia del dolor, considerando la duración y el carácter de éste.

La necesidad de ejecución de procedimientos distintos para los dientes con pulpa viva y con pulpa mortificada exige un diagnóstico preciso de su estado.⁸

En dientes con pulpa vital el objetivo es mantener la vitalidad pulpar, así como la preservación de la vaina de Hertwig para que continúe el proceso fisiológico de formación radicular y cierre apical (Apicogénesis)

En dientes con pulpa necrótica, el objetivo es eliminar todo tejido pulpar y crear las condiciones para estimular el cierre del foramen por depósito de tejido duro. (Apicoformación).



Según Basrani, los medios de diagnóstico se clasifican en generales y especiales.

6.1 Métodos de Diagnóstico Generales

- **Interrogatorio o anamnesis:** está constituido por los datos que aporta el paciente sobre episodios anteriores de dolor, traumatismo o tratamientos previos recibidos.⁷

En esta se encuentran también los antecedentes de caries, con pulpa expuesta en la mayoría de los casos. Se deben valorar el tiempo transcurrido desde la lesión y el impacto de ésta.

- **Estado actual:** consiste en escuchar lo que relata el paciente. Las manifestaciones actuales del dolor deben evaluarse, ya que éste, como síntoma subjetivo representa el signo de mayor valor interpretativo en Endodoncia. También se deben valorar los síntomas padecidos, su frecuencia, intensidad, duración y evolución.⁷

Para poder realizar un tratamiento de apicogénesis, la pulpa debe estar vital, por lo que el dolor puede ser: agudo-espontáneo, generalizado-localizado, pulsátil-continuo, incrementado por el calor, aliviado por el frío, al realizar percusión vertical.

Por el contrario al realizar una apicoformación hay ausencia de dolor, ya que la pulpa se encuentra necrótica.

6.2 Métodos de Diagnóstico Específicos

- **Exploración e inspección:** luego de realizar un reconocimiento visual externo del paciente que descarte alteraciones generales, especialmente en casos de traumatismo, se efectuará el examen bucal con el instrumental de inspección clínica, en campo seco. Se examinará cada diente, las estructuras de soporte y los tejidos

blandos. Después se efectuará la exploración y la inspección del diente enfermo, considerando: la cavidad de caries, el estado del piso de la misma, su profundidad y extensión, la presencia de fisuras o fracturas y su extensión, la presencia de obturaciones, hipoplasias u otro tipo de alteraciones. También se evaluarán los cambios de color de la pieza dentaria, que evidencien hemorragia pulpa, necrosis pulpar o descalcificación adamantina por caries. ⁷

- **Percusión:** aporta pruebas referentes a la presencia de inflamación alrededor del ligamento periodontal. En enfermedades pulpares severas la percusión suele dar un resultado positivo debido al compromiso de los tejidos periapicales. ⁷

La sensibilidad a la percusión puede indicar un diente doloroso en el que la inflamación pulpa ha progresado hasta afectar al ligamento periodontal, una reacción irreversible (periodontitis apical aguda).



Fig. 6.1 Percusión vertical. Tomada de <http://www.intramed.net>

Es importante comparar la movilidad de un diente sospechoso con la del diente contralateral. Si se observa una diferencia significativa, se puede sospechar de una inflamación pulpar. ⁵

- **Radiografías:** la interpretación radiográfica puede resultar difícil en el caso de una raíz inmadura en desarrollo (Fig. 6.2) Por lo general, un área radiolúcida rodea el ápice de una raíz inmadura con una pulpa sana. Puede ser difícil el diferenciar entre este hallazgo y una radiolucidez patológica como resultado de una pulpa necrótica. Una lesión radiolúcida tiende a no tener corticales y un borde difuso. La comparación con el periápice del diente contralateral puede ser de mucha ayuda. Una radiografía representa un plano bidimensional de una situación tridimensional. Por lo tanto, en una radiografía rutinaria sólo es visto el aspecto mesiodistal.⁹

La radiografía constituye uno de los medios que aporta la mayor cantidad de datos para el diagnóstico, pronóstico, tratamiento y los controles a distancia de los dientes permanentes jóvenes. Permite observar la edad dentaria y el grado de desarrollo radicular, el tamaño y la forma de la cámara y del conducto, la existencia de calcificaciones, reabsorciones o complicaciones periapicales por la enfermedad pulpar, el estado de los tejidos de soporte, la relación con los reparos anatómicos, la presencia de fracturas coronarias, radiculares o ambas, el grado de desplazamiento del diente, en casos de lesión por luxación. La correcta interpretación radiográfica y la edad del diente, junto con la realización de otras pruebas, contribuirán al diagnóstico.⁷

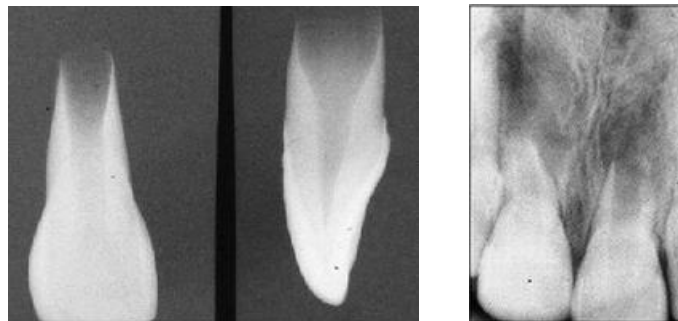


Fig. 6.2 Incisivos centrales con desarrollo radicular incompleto. Tomada de <http://www.gacetadental.com/noticia/3137/>

- **Pruebas pulpares:** se emplean para estimar la fisiopatología de la pulpa, evaluando el grado de respuesta dolorosa ante la aplicación de diferentes estímulos.⁷
- **Pruebas térmicas:** la respuesta pulpar a los estímulos térmicos frío y calor (Fig. 6.3) aporta datos sobre sensibilidad de la misma. Habitualmente se emplea agua fría, chorro de aire a presión, cloruro de etilo, barra de hielo, compuesto de modelar o gutapercha. En los dientes con ápices inmaduros puede no existir una respuesta, debido a que las fibras A delta, responsables del dolor, maduran entre 4 a 5 años después de que el diente entra en erupción. El dióxido de carbono, debido a su baja temperatura, otorga una respuesta segura, aun en este tipo de dientes.⁷ El método más utilizado para llevar a cabo la prueba de frío consiste en la aplicación de un refrigerante mediante un pulverizador; su temperatura es de $-26.2\text{ }^{\circ}\text{C}$.⁵ La temperatura que alcanza la gutapercha hasta conseguir su ablandamiento es de alrededor de 65 grados centígrados, temperatura suficiente para provocar respuesta en el tejido pulpar.



Fig. 6.3 Pruebas térmicas. Tomada de <http://www.intramed.net>

- **Pruebas eléctricas:** este método consiste en estimular las terminaciones nerviosas pulpares por medio de una corriente eléctrica, de baja intensidad. En esta prueba se debe considerar la etapa de erupción de los dientes ya que la repuesta difiere en las distintas etapas. El umbral de excitación se normaliza conforme se completa la erupción.



7. TRATAMIENTO DE DIENTES CON PULPA VITAL (APICOGÉNESIS O APEXOGÉNESIS)

Se entiende por ápice abierto a un desarrollo radiculoapical insuficiente como para lograr una conformación cónica del interior del conducto.³ Esto quiere decir que el ápice se ensancha hacia el ápice en vez de hacerlo hacia cervical.

El tejido pulpar de los dientes con ápice inmaduro (Fig. 7.1) presenta pocas fibras y muchas células, por lo que poseen mucha capacidad de defensa y respuesta a los tratamientos biológicos y de estímulo pulpar. Se caracteriza por:

- Gran potencial de diferenciación celular, lo que permite mayor capacidad de reaccionar frente a agentes externos.
- Gran vascularización, lo que le da gran aporte nutricional.
- Intensa actividad calcificadora, para seguir produciendo dentina secundaria junto a la ya existente.¹⁰

Si al realizar las pruebas pulpares el diagnóstico pulpar es pulpitis reversible, el tratamiento apropiado es la terapia de pulpa vital, o apexogénesis, independientemente del grado de desarrollo de la raíz. Dependiendo de la extensión del daño pulpar, se indicará un recubrimiento pulpar o pulpotomía parcial o convencional.

La apexogénesis es definida como una terapia de pulpa vital, es un procedimiento realizado para estimular el desarrollo fisiológico continuo y la formación del final de la raíz. El objetivo es mantener la vitalidad de la pulpa radicular. Por lo tanto la pulpa debe ser vital y con capacidad de reparación, que es a menudo el caso de un diente inmaduro con una pequeña exposición coronal después del trauma. Una pequeña exposición puede ser tratada con recubrimiento pulpar.⁹

Con exposiciones pulpares más extensas se hace un intento para quitar el tejido inflamado, dejando el resto de la pulpa intacta. Se ha demostrado que, hasta 168 horas después del incidente traumático, la inflamación esta limitada a los 2 mm más superficiales de la pulpa. El tratamiento en estos casos es una pulpotomía superficial (pulpotomía de Cvek) en donde sólo se quitan de 2 a 4 mm superficiales de pulpa. Cuando hay una exposición más grande, la pulpa debe ser amputada a nivel de la constricción cervical (pulpotomía convencional). Con ambas técnicas de pulpotomía, la pulpa restante entonces puede ser cubierta con hidróxido de calcio o preferentemente MTA.

La apicogénesis proporciona innumerables ventajas, entre las cuales destacan:

- Longitud y forma radicular: la longitud y la forma normal del diente son factores trascendentales para su resistencia y fijación en la arcada dentaria.
- Formación apical: la formación correcta del ápice incluye lógicamente el cierre paulatino del foramen. Ante la necesidad futura de un tratamiento endodóncico racional (pulpectomía), tendremos la posibilidad de confeccionar un stop o tope apical adecuado.
- Grosor de las paredes de conducto radicular, lo que aumenta en grado considerable la resistencia mecánica del diente tratado.⁸

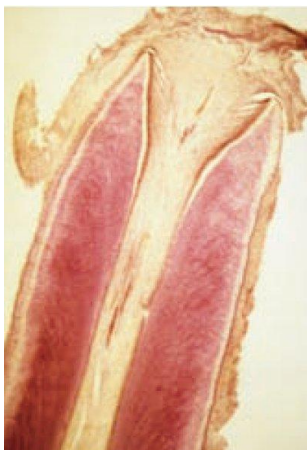


Fig. 7.1. Ápice inmaduro. Tomada de <http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/imagenes/infantil/apexogenesis1-2.jpg>

7.1 Protección pulpar indirecta

El tratamiento pulpar indirecto (Fig. 7.2) se recomienda para los dientes con caries profundas próximas a la pulpa pero sin signos de degeneración pulpar. En este procedimiento la capa más profunda de la dentina careada remanente se cubre con un material biocompatible para prevenir la exposición pulpar y cualquier trauma adicional sobre el diente. Esto ocasiona la deposición de dentina terciaria, que aumenta la distancia entre la dentina afectada y la pulpa, y de dentina peritubular (esclerosada), con disminución de la permeabilidad de la dentina. El objetivo final de la terapéutica pulpar indirecta es detener el avance de la caries favoreciendo una esclerosis de la dentina y estimulando la promoción de una dentina reaccionaria con remineralización de la dentina lesionada por caries y preservando la vitalidad de la pulpa dental. La terapia pulpar indirecta se basa en la teoría de que entre la capa interna infectada de la dentina y la pulpa existe una zona de dentina afectada y desmineralizada. Al eliminar la dentina con infección, la dentina afectada puede remineralizarse y los odontoblastos forman una dentina de reparación, con lo que se evita la necesidad de exponer la pulpa.⁵

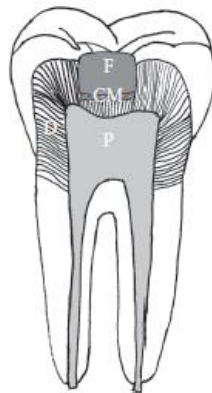


Fig. 7.2 Recubrimiento pulpar indirecto. Tomada de <http://www.hindawi.com/journals/ijd/2010/856087.html>



Antes de iniciar el tratamiento debe hacerse un diagnóstico meticuloso del estado de la pulpa dental. Cualquier diente con posible inflamación extensa o signos de enfermedad periapical no es candidato a la terapia pulpar indirecta.⁵

➤ **Técnica**

1. Anestésiar el diente y aislarlo con dique de hule.
2. Eliminar con cuidado todas las lesiones de caries presentes en la unión de la dentina con el esmalte; utilizando fresas redondas (No. 6 u 8) se ha visto que estas ofrecen mejores resultados que las cucharillas.
3. Pueden utilizarse detectores de caries, para poder eliminar toda la dentina tincionada.
4. Aplicar sobre el resto de la dentina con caries, que se ha dejado sobre la pulpa, una obturación de ZOE o hidróxido de calcio. El ionómero de vidrio crea condiciones que favorecen la remineralización, por lo que se recomienda como base para el recubrimiento pulpar indirecto.
5. Se sella el diente con ZOE de fraguado duro o amalgama.

En el tratamiento pulpar indirecto se eliminan las capas más externas de dentina con caries. Por lo tanto, se suprimen de la lesión la mayoría de las bacterias presentes. Al sellar la lesión, se retira el sustrato en el que actúan las bacterias para producir ácido. Este tratamiento ha demostrado ser una técnica con éxito cuando se seleccionan bien los casos.⁵

7.2 Protección pulpar directa

Consiste en recubrir una exposición en la superficie de la pulpa con un material que favorezca la formación de un tejido calcificado, llamado puente dentinario, que la aisle del exterior.

La protección pulpar directa (Fig 7.3), esta indicada en aquellos dientes con el ápice inmaduro, en los que se ha producido una exposición pulpar de pequeño tamaño por un traumatismo y que acuden en un periodo de tiempo de escasas horas; o bien, en exposiciones mínimas de la pulpa ocasionadas al eliminar el tejido afectado por una caries, siempre que la pulpitis sea reversible.

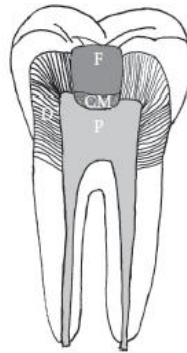


Fig. 7.3 Recubrimiento pulpar directo. Tomada de <http://www.hindawi.com/journals/ijid/2010/856087.html>

➤ **Técnica**

1. Radiografía periapical de diagnóstico
2. Aislamiento del campo operatorio con el dique de goma.
3. Limpieza del diente con un antiséptico no irritante para la pulpa, como la clorhexidina.
4. Recubrimiento de la pulpa expuesta con una pasta de hidróxido de calcio en vehículo acuoso, sin ejercer presión. El exceso de agua se elimina mediante el contacto de pequeñas bolas de algodón en la superficie de la pasta. También se han obtenido buenos resultados aplicando el compuesto de trióxido mineral (MTA).
5. Reconstrucción de la corona mediante materiales que determinen un aislamiento total de la cavidad bucal.



6. Controles a distancia, tanto clínicos para asegurar la vitalidad de la pulpa, como radiográficos, para verificar la formación radicular, el estado del periápice y el mantenimiento de un conducto radicular. Si los controles son positivos, el tratamiento se puede considerar como definitivo cuando han transcurrido dos años.²

El éxito del recubrimiento pulpar depende de la capacidad del hidróxido cálcico para desinfectar la dentina y la pulpa superficial, así como para necrosar la zona de pulpitis superficial. Un factor importante para el éxito de este método es la calidad del sellado hermético antibacteriano proporcionado por la restauración de resina de adhesión al esmalte, el porcentaje publicado de éxitos de este tratamiento es de aproximadamente el 80%.⁵

7.3 Pulpotomía

La pulpotomía consiste en eliminar el tejido pulpar con lesiones inflamatorias o degenerativas (dejando intacto el tejido vital restante) y recubrirlo con un recubrimiento pulpar para favorecer la cicatrización en el lugar donde se ha hecho la amputación. Tradicionalmente, el término pulpotomía ha implicado realizar la extirpación del tejido pulpar hasta la línea cervical. Sin embargo, la profundidad de la extirpación de tejido ha de determinarla el buen criterio del odontólogo (Fig. 7.4) Debe eliminarse todo el tejido aparentemente inflamado para poder colocar así el preparado sobre un tejido pulpar sano y no inflamado. Se obtienen unos resultados mejores si el grado de amputación es poco profundo porque puede visualizarse mejor la zona de tratamiento. En los dientes con múltiples raíces, el procedimiento puede simplificarse extirpando tejido hasta los orificios de los conductos radiculares.⁵

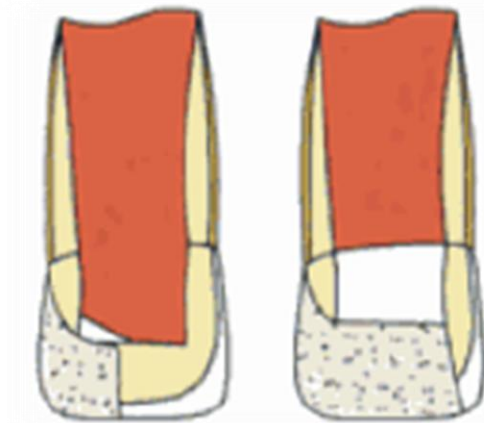


Fig. 7.4 Pulpotomía parcial y pulpotomía completa. Tomada de Canalda C.
Endodoncia: técnicas clínicas y bases científicas. España. Editorial Masson. 2001.

7.3.1 Pulpotomía Parcial

Consiste en la extirpación coronal del tejido pulpar en la pulpa sana. En los traumatismos este nivel se puede determinar con precisión por el conocimiento de la reacción pulpar después de una lesión traumática. Este procedimiento se conoce también como pulpotomía de Cvek.⁵ (Fig. 7.5)

Esta indicada en aquellos dientes con el ápice inmaduro, en los que existe una exposición pulpar de tamaño mediano, o cuando han transcurrido bastantes horas desde que se produjo el traumatismo.² También en casos de hemorragia más o menos profusa, con características de pulpa hiperémica. La pulpa expuesta debe ser consistente, rojiza y no mostrar signos de necrosis superficial.¹⁰

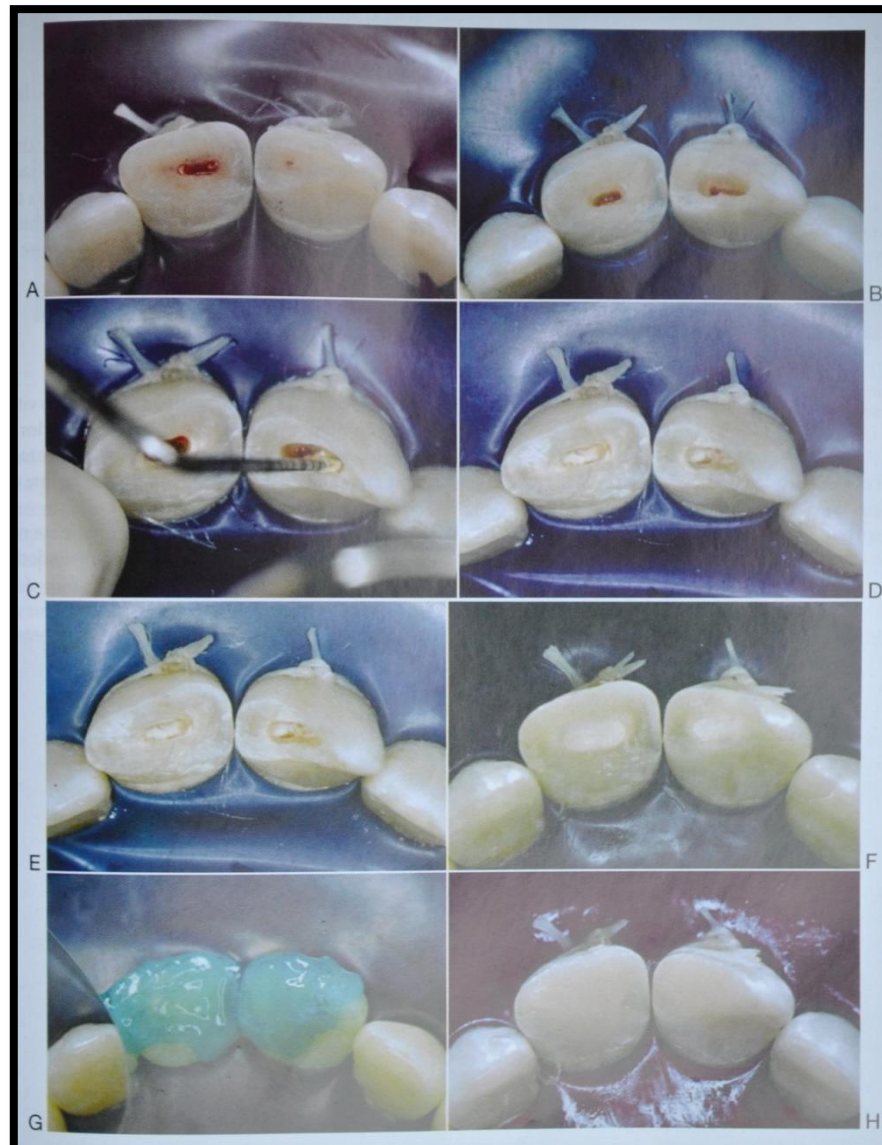
➤ Técnica

1. Radiografía periapical de diagnóstico.
2. Anestesia local del diente afectado.
3. Aislamiento del campo operatorio con el dique de goma
4. Desinfección del diente con un antiséptico, como la clorhexidina.



5. Extirpación de la capa superficial de la pulpa expuesta y de la dentina adyacente, hasta una profundidad máxima de 2 mm, mediante una fresa de diamante estéril, efectuando cortes pequeños y breves, y refrigerando con suero fisiológico
6. Esperar unos minutos hasta que la hemorragia se detenga de modo espontáneo, lavando suavemente con suero fisiológico para evitar la formación de un coágulo que podría dificultar la reparación hística, al impedir la acción directa del material sobre el tejido.
7. Recubrimiento de la herida con una pasta de hidróxido de calcio en vehículo acuoso, eliminando el exceso de agua mediante bolas de algodón o puntas gruesas de papel absorbente sin ejercer presión.
8. Reconstrucción del diente con materiales que permitan un total aislamiento de la cavidad bucal.
9. Controles a distancia, clínicos y radiográficos, para asegurar el mantenimiento de la salud del tejido pulpar y comprobar la formación radicular. Al cabo de un mes, se puede visualizar la formación de un tejido calcificado o puente dentinario, subyacente al tejido extirpado.

Este método ofrece muchas ventajas respecto al recubrimiento pulpar. Así, la pulpa inflamada superficial se elimina al preparar la cavidad pulpar. La aplicación de hidróxido de calcio desinfecta la dentina y la pulpa, con lo que se elimina la posibilidad de que se inflame la pulpa. La ventaja más significativa es que el material con el que se llevará a cabo el sellado hermético antibacteriano tendrá más espacio de maniobra, con lo que la pulpa podrá cicatrizar en condiciones óptimas bajo un tejido duro.⁵



1. Fig. 7.5 Pulpotomía parcial de Cvek. A, el diente fracturado está limpio, desinfectado y aislado con dique de goma. B, las cavidades se preparan con alta velocidad y fresas redondas de diamante, que incluyen de 1 a 2mm de tejido pulpar superficial. C, se coloca hidróxido cálcico con un atacador. D, solamente sobre el tejido de la pulpa. E, se elimina el hidróxido cálcico de las paredes de las cavidades. F, las cavidades se rellenan con cemento de ionómero de vidrio. G, se graba la dentina expuesta, y H, se cubre la dentina con composite. Tomada de Cohen S., Burns R. *Vías de la pulpa*. 9ª edición. Madrid. Editorial Elsevier; 2008

7.3.2 Pulpotomía Completa

Consiste en extirpar la pulpa de la corona hasta llegar a los orificios radiculares, este grado de amputación pulpar se elige de modo arbitrario según la conveniencia de anatómica (Fig. 7.6). Por lo tanto, puesto que la pulpa inflamada se extiende más allá de los orificios del conducto radicular y penetra hasta los conductos, se producen más errores en el tratamiento de una pulpa inflamada que en el de una no inflamada.⁵

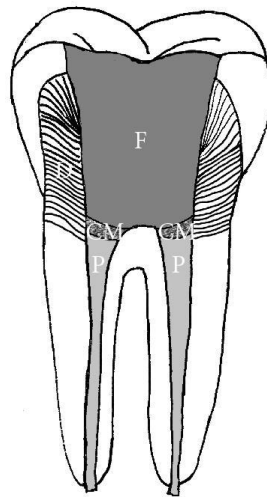


Fig. 7.6 Pulpotomía completa. Tomada de <http://www.hindawi.com/journals/ijid/2010/856087.html>

Está indicada en casos donde la inflamación pulpar afecta a grados más profundos de la pulpa coronal. También en pacientes con exposición secundaria por caries o con exposición postraumática, después de 72 horas. Este tratamiento conlleva más beneficios que desventajas en los dientes inmaduros.

La finalidad de este tratamiento es permitir un cierto grado de salud al tejido pulpar, el suficiente para que se pueda terminar el desarrollo de la raíz. La



observación radiográfica de un puente o zona calcificada bajo la zona extirpada es la consecuencia del tratamiento.²

Los objetivos de la pulpotomía para lograr la apicogénesis son los siguientes:

- Sostener un epitelio de Hertwig viable en la envoltura radicular y de esta forma permitir el desarrollo continuo de la longitud radicular para una relación más favorable con la raíz.
- Mantener la vitalidad pulpar que permita a los odontoblastos remanentes yacer en el fondo de la dentina, producir una raíz más gruesa y disminuir la posibilidad de fractura radicular.
- Promover el cierre final de la raíz y de esta forma crear un constricción apical natural para la obturación con gutapercha.
- Crear un puente dentinario en el lugar de la pulpotomía.¹¹

➤ Técnica

1. Radiografía periapical de diagnóstico.
2. Anestesia del diente a tratar.
3. Aislamiento del campo operatorio con el dique de goma
4. Desinfección del diente con un antiséptico.
5. Preparación de una cavidad de acceso cameral. La pulpa debe presentar un aspecto consistente, con un color rosado-rojizo y una hemorragia leve de sangre roja. Si apenas sangra, hay que pensar que está, en mayor o menor grado, en proceso de necrosis pulpar.
6. Extirpación de la pulpa cameral con instrumental estéril: excavadores afilados, fresas de carburo de tungsteno o de diamante con refrigeración mediante suero fisiológico.
7. Lavado de la herida con suero fisiológico y esperar unos minutos hasta que cese la hemorragia. En general, el lavado es suficiente para evitar la formación de un coágulo.

8. Se recubre la herida con una pasta acuosa de hidróxido de calcio. Se absorbe el exceso de agua mediante una bola de algodón. Se colocarán varias capas, para asegurar un cuidado y total recubrimiento de la herida con él material, pero sin ejercer presión sobre ella. Recientemente se ha utilizado MTA.
9. Se coloca una capa de material de restauración como IRM con el propósito de evitar la filtración de agentes contaminantes alrededor de la restauración final.
10. Radiografía periapical para comprobar el nivel de colocación del hidróxido de calcio.
11. Controles a distancia, clínicos y radiográficos, al mes y luego cada tres meses.²



Fig. 7.7. Secuencia de pulpotomía. Tomada de <http://www.pediatribucal.com/pulpotomia.htm>

En algunas ocasiones la pulpa que se encuentra debajo del tejido dentinario se inflama de forma crónica dando origen a reabsorciones internas que pueden llegar a comunicar el conducto con el periodonto y/o calcificaciones completas del conducto; por lo que se recomienda realizar el tratamiento definitivo una vez que se completo el cierre apical.

7.3.3 Hidróxido de Calcio

Como agentes de recubrimiento pulpar se ha utilizado numerosos materiales y fármacos. Aunque para recubrir la pulpa se han empleado diversos materiales, medicamentos, antisépticos, antiinflamatorios, antibióticos y enzimas, el más usado y habitualmente aceptado como agente de elección es el hidróxido de calcio.⁵

Su aplicación es eficaz en todos los procedimientos empleados, desde la protección pulpar indirecta hasta la necrosis pulpar con infección y lesión periapical.⁷

El hidróxido de calcio (Fig. 7.8), es un polvo blanquecino, inodoro de baja solubilidad en agua e insoluble en alcohol. Las principales propiedades del hidróxido de calcio provienen de su disociación iónica en Ca^{++} y OH^- que tiene lugar tanto en tejido vivo como en tejido necrótico infectado de bacterias. Posee un gran efecto antimicrobiano, que unido a su gran alcalinidad proporciona un medio ideal para inducir el desarrollo de una barrera de tejido duro mineralizado. Además posee una gran capacidad ostogénica, pues estimula el paso de células mesenquimales indiferenciadas a cementoblastos, que son responsables de la cementogénesis.⁶



Fig. 7.8 Hidróxido de calcio. Tomada de

http://www.elegirsoluciones.com.co/store/catalog/index.php?manufacturers_id=15



Cuando se aplica directamente hidróxido cálcico en el tejido pulpar, aparecen una necrosis del tejido pulpar adyacente y una inflamación del tejido contiguo. Asimismo se forma un puente de dentina en la unión del tejido necrótico con el tejido pulpar vital inflamado.⁵

Su actividad beneficiosa sobre la dentina, la pulpa, las paredes del conducto y el periodonto radica en que su acción bactericida está limitada a la zona e contacto con las bacterias o con el tejido infectado, dado que la vida bacteriana es incompatible con su elevado pH de 12.8.⁷

La reparación con tejido duro de una herida pulpar, es un proceso multifactorial que afecta una gran variedad de células, moléculas extracelulares e interacciones fisicoquímicas. La secuencia de recuperación después del tratamiento de una herida en una pulpa sana en donde se aplico hidróxido de calcio o cementos que lo contengan con una técnica operatoria puede resumirse de la siguiente manera:

- Un día después del recubrimiento habrá una capa superficial de necrosis tisular e infiltrados de células inflamatorias. En respuesta al cemento de hidróxido de calcio, el cual proporciona un pH más bajo, Fitzgerald no observó necrosis, sino signos de sangrado y sólo un ligero infiltrado de leucocitos.
- Durante los primeros días subsecuentes se disolvieron los coágulos sanguíneos y el tejido se encuentra en un proceso de reorganización.
- La reacción inflamatoria disminuye de manera gradual y una matriz rica en colágeno se forma en estrecha relación con la zona necrótica o directamente junto al material de recubrimiento.
- Durante la siguiente semana comienza la mineralización del tejido amorfo.

El primer tejido mineralizado es de naturaleza irregular y contiene muchas inclusiones celulares. Posteriormente, se forma un tejido más parecido a la dentina, con túbulos. Una característica común es que también el tejido duro de formación más regular contiene inclusiones celulares y defectos en túnel, permitiendo que sea permeable a los elementos nocivos en la cavidad oral. Un termino frecuente utilizado para la reparación con tejido duro es “puente dentinario”. Sin embargo, esta designación es incorrecta porque a menudo el tejido se torna altamente permeable a las bacterias y a sus elementos. De hecho, a menudo es menos capaz que la dentina primaria de proteger a la pulpa de dichos elementos. Por tanto, siempre habrá un riesgo de infección pulpar por un posible colapso en el sellado de la superficie.¹²

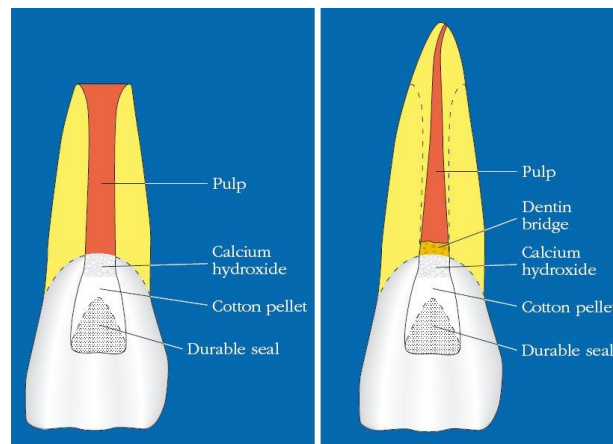


Fig.7.9 Técnica de apicogénesis. Tomada de <http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/imagenes/infantil/apexogenesis2-2.jpg>

7.3.4 Óxido de Zinc y Eugenol (ZOE)

Los autores que recomiendan las pulpotomías con óxido de zinc y Eugenol (Fig.7.10), hacen énfasis en el empleo de dique de goma y de una rigurosa antisepsia, su fórmula es óxido de zinc 80%, eugenol 99%, polimetilmetacrilato 20%, y ácido acético 1%.

Recientes estudios han demostrado que por debajo de la aplicación de ZOE se observa una reacción fibrosa muy fuerte infiltrado inflamatorio sobre la zona de cicatriz, debajo de esta zona se observa tejido vital con cierta desorganización probablemente por la agresión pulpar. El éxito es menor en comparación con otros medicamentos, la cámara pulpar es remplazada por un revestimiento como el óxido de zinc y eugenol (ZOE) hay quienes recomiendan poner una gotita de formocresol en la mezcla, hidróxido de calcio puro o IRM, dichos medicamentos ofrecen ventajas como material sellante para posteriormente colocar una restauración final.¹³



Fig.7.10 Óxido de zinc y Eugenol. Tomada de <http://www.eufar.com/index.cfm?doc=displaypageprod&l=2&pid=84>

7.3.5 Formocresol

Se coloca una torunda de algodón humedecida de formocresol (Fig. 7.11), se deja por 5 minutos para fijar la pulpa radicular y se retira dicha torunda. El formocresol es introducido por Buckley en 1904 y desde entonces la pulpotomía con formocresol presenta propiedades como: un desinfectante, antiséptico y momificante pulpar, con un gran potencial de penetración, agente citotóxico, es un medicamento cáustico, suprime el metabolismo celular, pierde poca actividad ante la materia orgánica y actúa a un bajo potencial de curación. Histológicamente el tejido pulpar expuesto con formocresol pasa por tres zonas que son: zona de fijación, necrosis por

coagulación y zona de tejido vital. La fórmula usada actualmente como una dilución de la fórmula original es la siguiente: 19% de formaldehído, que actúa como momificante fijador y germicida, 35% de cresol que actúa como antiséptico, 15% de glicerina que actúa como emulsificante para evitar la polimerización del formaldehído y agua. En 1991 Sharon y cols. Establecieron que la dilución de formocresol de 0.75% es suficiente para matar a 9 especies de cepas asociadas a la caries, en la dilución utilizada actualmente es de 1:5 obteniendo así todas sus propiedades cuando se coloca por 5 minutos.¹³



Fig.7.11 Formocresol. Tomada de <http://www.patagoniadental.com/producto/2024/4>

7.3.6 Glutaraldehído

Muchos estudios han demostrado que mediante la aplicación de una solución acuosa de glutaraldehído al 2-4% (Fig. 7.12) se consigue una rápida fijación de la superficie del tejido pulpar subyacente, aunque de profundidad limitada. Al emplear glutaraldehído se observa un porcentaje elevado del tejido pulpar subyacente permanece vital y libre de inflamación. Por debajo de la zona de aplicación existe una estrecha zona de tejido eosinófilo fijado y comprimido que apicalmente se mezcla con el tejido pulpar vital de aspecto normal. Con el tiempo, la zona fijada con glutaraldehído se sustituye por un

tejido colágeno denso gracias a la acción de macrófagos; por lo tanto, en estos casos el conducto radicular conserva su vitalidad.⁵

Se coloca una torunda impregnada con el medicamento al 2% sobre los conductos durante 5 minutos y se retira. El glutaraldehído es introducido por Gravenmade en 1975, tratando de buscar medicamentos que reemplacen al formocresol ya que con este se obtienen resultados negativos en tejidos locales y una distribución sistémica, el glutaraldehído fue sugerido en un principio en el tratamiento de pulpas necróticas y después introducido a la pulpotomía, para los fines de terapia pulpar se indica una solución buffer al 2% que es capaz de destruir microorganismos, bacterias, hongos y virus.¹³



Fig. 7.12 Tomada de <http://www.holandinacolombia.com/glutadina-grupo.html>

7.3.7 Sulfato Férrico

El sulfato férrico se ha empleado como agente hemostático en la toma de impresiones para corona y puentes. En cuanto a su mecanismo de acción hemostática parece ser que produce aglutinación de proteínas sanguíneas por la reacción de la sangre con los iones férricos y sulfatos con el pH ácido de la solución. Las proteínas aglutinadas forman tapones que ocluyen los orificios capilares. El empleo del sulfato férrico se recomendó con objeto de



prevenir los problemas derivados de la formación de coágulos después de eliminar la pulpa coronal y, al mismo y tiempo, minimizar las posibilidades de inflamación y reabsorción interna, que es un factor importante en el fracaso de las pulpotomías con $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

En cuanto a la técnica los dientes se tratan bajo anestesia local y aislamiento con dique de goma empleando el procedimiento convencional del formocresol. Una vez completada la pulpotomía y controlada la hemorragia con torundas de algodón, se aplica la solución de sulfato férrico al 15.5 % sobre los muñones pulpares durante 10 a 15 segundos y se restaura el diente con coronas.⁵

7.3.8 Agregado trióxido Mineral (MTA)

En 1995, Torabinajed et al describieron las propiedades físicas y químicas del agregado de trióxido mineral (MTA), un nuevo material de relleno para el extremo radicular. Se trata de un polvo compuesto de silicato tricálcico, óxido de bismuto, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, aluminoferrita tetracálcica y sulfato cálcico deshidratado que fragua por hidratación transformándose en un gel coloidal con un pH de 12.5 semejante al del $\text{Ca}(\text{OH})_2$. El tiempo de fraguado es de 3 a 4 horas, y su resistencia a la compresión de fraguado es de 70 Mpa, comparable a la del IRM. Se ha demostrado que el MTA estimula la liberación de citocinas de las células óseas, lo que suscita activamente la formación de tejido duro. También se ha comprobado que tiene propiedades antimicrobianas semejantes a las del ZOE, y no presenta efectos citotóxicos. Se ha propuesto el MTA como medicamento para las pulpotomías, y los recubrimientos pulpares con pulpitis reversible, apicoformación y reparación de perforaciones radiculares (fig. 7.12). Este material es biocompatible, permite una buena regeneración y proliferación del cemento cuando se utiliza como material de relleno del extremo radicular, y tiene una capacidad de sellado superior a la de la amalgama y el ZOE.⁵

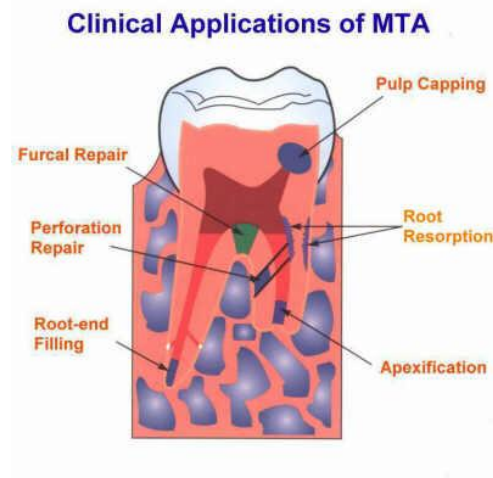


Fig. 7.12 Aplicaciones clínicas del MTA. Tomada de http://www.endodovgan.com/Endoinfo_SET.htm

7.3.9 Mezcla de Cemento Enriquecido en Calcio (CEM)

La mezcla de calcio enriquecido (CEM) es un nuevo cemento endodóncico con usos clínicos similares al MTA, pero con composición química diferente. El cemento CEM, tiene un efecto antibacteriano comparable al del hidróxido de calcio y superior al del MTA, y una capacidad de sellado similar a la del MTA. Además, Asgary y Ehsani demostraron en un estudio de casos que el cemento CEM tiene un éxito clínico favorable en recubrimientos pulpaes de molares permanentes con pulpitis irreversible.

Los estudios han mostrado que la formación de un puente debajo del material de recubrimiento podría deberse a las propiedades de los materiales e recubrimiento tales como capacidad de sellado, alcalinidad, y biocompatibilidad. Así como el MTA, la capacidad de sellado del cemento CEM es superior cuando se utiliza como material de relleno retrógrado. También ha sido documentado que el cemento CEM es un material altamente alcalino y con biocompatibilidad similares a las del MTA.

El cemento CEM consiste en diferentes compuestos de calcio; óxido de calcio, fosfato de calcio, carbonato de calcio, silicato de calcio, sulfato de calcio, hidróxido de calcio y cloruro de calcio. La composición del cemento CEM es similar a la de la dentina. Este material puede ser manejado y colocado en un entorno acuoso. También tiene buenas características de

manejo y forma un sello eficaz cuando es usado como material de relleno radicular.

Además, se ha demostrado que el cemento CEM proporciona una fuente endógena de calcio y de iones fosfato que aceleran la formación de cristales de hidroxiapatita. La hidroxiapatita es el componente principal de dentina; por lo tanto esta semejanza del cemento CEM y la dentina podría ayudar al tejido pulpar a producir un puente dentinal adyacente al cemento CEM.

La importancia de sellado coronal después del recubrimiento pulpar ha sido bien documentada, y se sugiere el grabado ácido y la colocación de una resina compuesta como material para cubrir el material de recubrimiento, de igual forma esto proporciona una estética razonable en particular en dientes anteriores.¹⁷

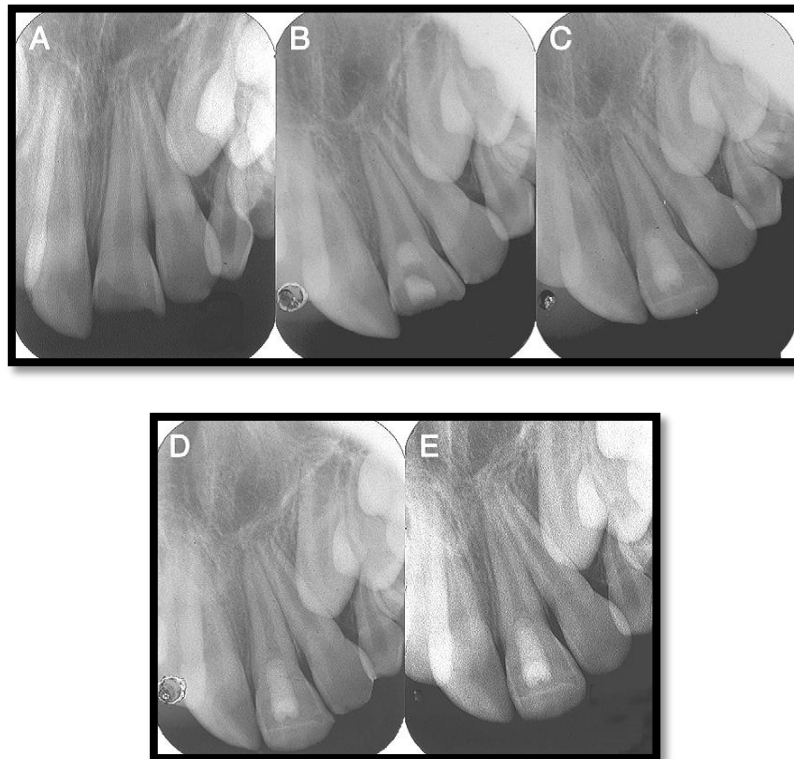


Fig 7.13 (A) Radiografía preoperatoria; (B) después del recubrimiento pulpar con cemento CEM; (C) después de restaurar el diente con el segmento separado; (D) revisión 6 meses después; (E) revisión 12 meses después. Tomada de Nosrat A, Asgary S. *Apexogenesis treatment with a new endodontic cement: a case report*. J Endod. 2010 May; 36(5):912-4



8. TRATAMIENTO EN DIENTES CON PULPA NECRÓTICA (APICOFORMACIÓN O APEXIFICACIÓN)

Como efecto de un trauma dental, un diente permanente joven puede perder la vitalidad pulpar, detener su crecimiento radicular y causar una formación incompleta del diente. La pulpa necrótica actúa como un irritante de los tejidos periapicales. El foramen apical permanece abierto de forma tubular. La estimulación del desarrollo radicular puede cerrar el ápice y proporcionar la obturación conveniente del canal radicular.

Existen dos perspectivas del fenómeno biológico de apexificación. La primera sugiere que no es necesario introducir cualquier tipo de activador químico en el canal para estimular la producción de cemento y la memoria genética del diente. La eliminación de residuos y bacterias debería ser el estímulo suficiente para hacer reaccionar las células responsables de completar la formación radicular.

La segunda hipótesis promueve la idea de que la apexificación es el proceso natural, pero debe ser estimulada por un activador biológico, comúnmente hidróxido de calcio.¹⁴

8.1 Definición

La apexificación es la inducción de una barrera calcificada (o la creación de una barrera artificial) a través de un ápice abierto. Implica el retiro de la pulpa necrótica seguida del desbridamiento del canal y la colocación de un medicamento antimicrobiano. En el pasado, se ha puesto mucho énfasis sobre el tipo y las propiedades del medicamento y muchos materiales se han propuesto para inducir una barrera apical. Sin embargo se ha demostrado que los factores críticos en la formación de la barrera apical son un cuidadoso desbridamiento del sistema de conductos de la raíz y el establecimiento de un sellado coronal completo.⁹

8.2 Indicaciones

Este tratamiento está indicado en dientes con ápices abiertos y paredes dentinarias delgadas en los que mediante la instrumentación clásica no es posible crear un tope apical que facilite una obturación efectiva del conducto radicular. (Fig. 8.1)

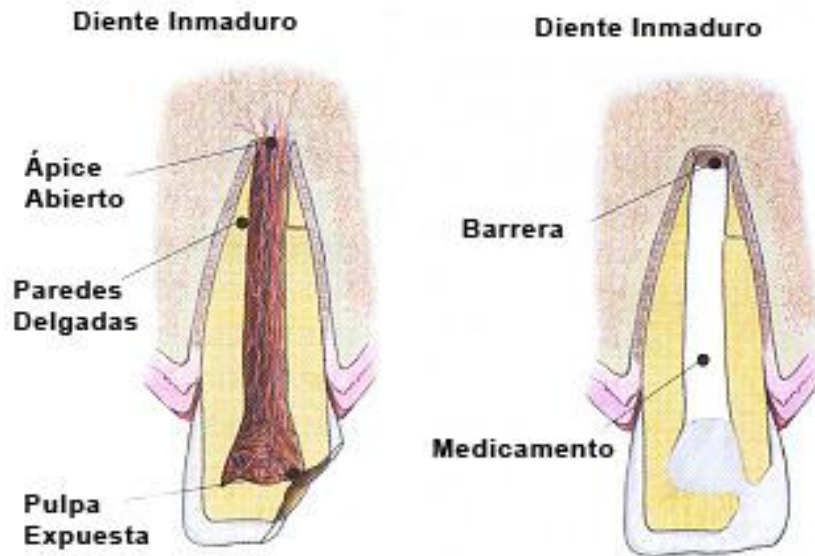


Fig 8.1 Diente inmaduro con ápice abierto y apexificación del mismo. Tomada de http://endodonciaxalapa.com/guia_de_interes_Traumatismo_y_Lesiones_Dentales.html

8.3 Técnicas

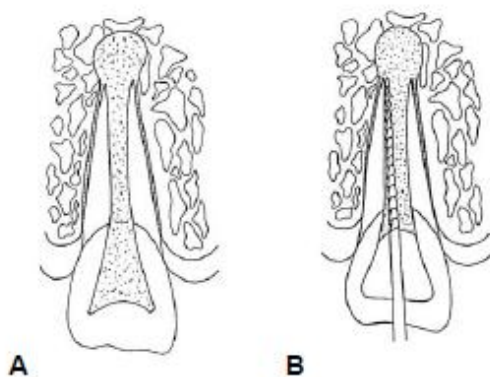
Varias técnicas inducen el proceso de apexificación. Nygaard-Ostby observó que después de la laceración intencional de los tejidos apicales para producir un coágulo de sangre se deposita un tejido parecido al cemento. Para alcanzar el cierre apical, Bouchon utilizó la pasta de Walkoff. Kaiser, en 1956 y 1964, realizó la apexificación con pasta de hidróxido de calcio. Frank y Heithersay lograron resultados acertados cuando introdujeron hidróxido de calcio en varias formas en conductos de dientes inmaduros.¹⁴

8.3.1 Hidróxido de Calcio

El hidróxido de calcio, disponible en varias formas, es el material más utilizado. El polvo seco puede condensarse en el interior del conducto se puede mezclar con agua, con medicamentos intracanaliculares o con metilcelulosa.¹⁵

➤ Técnica

1. Anestesiarse y aislar con dique de hule.
2. El acceso debe tener tal tamaño que permita el acceso a todas partes del conducto radicular.
3. Los restos necróticos y los remanentes pulpares se pueden retirar con una sonda barbada y mediante irrigación con hipoclorito de sodio.
4. Se calcula la longitud del trabajo de manera que el proceso de limpieza pueda mantenerse dentro del conducto radicular.
5. Es difícil el desbridamiento, en virtud de la convergencia invertida del conducto radicular. Además, las paredes de éste son delgadas y pueden dañarse con el limado enérgico. La limpieza del conducto se lleva a cabo mediante irrigación meticulosa y lavado con hipoclorito de sodio junto con “cepillado” suave de las paredes del conducto con limas (#35 a 50). (Fig. 8.2)



2. Fig. 8.2 A, diente inmaduro con enfermedad pulpar y perirradicular. B, para la instrumentación de un conducto divergente se debe aplicar presión suave colocando la lima contra las paredes de la raíz, así como irrigación minuciosa frecuente. Tomada de Ingle J, Bakland L. *Endodontics*. 5ª edición. Editorial BC Decker. Canada. 2002

6. Se seca el conducto con puntas de papel grandes.
7. Se puede poner el hidróxido de calcio de diferentes maneras. La propuesta por Ingle es utilizar la jeringa de Pulpdent (Fig. 8.3), mezcla de hidróxido de calcio con metilcelulosa, lista para su inyección. Se mide la aguja hasta que llegue a 2 o 3 mm del ápice, y luego se marca con un tope de caucho. Se coloca la aguja dentro del conducto hasta la profundidad determinada y se deposita la pasta poco espesa. La obturación de la totalidad del conducto se logra haciendo salir la pasta a medida que se extrae la aguja hasta que el conducto esté lleno hasta el nivel cervical. Se utiliza entonces una torunda de algodón para comprimir un poco la pasta, y se deja la torunda en el orificio coronal del conducto. (Fig. 8.4)
8. La cámara y la cavidad de acceso se llenan con ZOE. Es muy importante lograr un sello firme y apretado, para evitar la recontaminación del conducto.
9. En el proceso de colocar el hidróxido de calcio en el conducto, parte de él puede extruirse hacia la región perirradicular. Esto constituye un problema menor, ya que el material parece ser absorbido con facilidad.



Fig.8.3 Pulpdent ®. Tomada de <http://www.prestigecr.com/productos/hidroxido-calcio.php?hidroxido-calcio=multical#1>

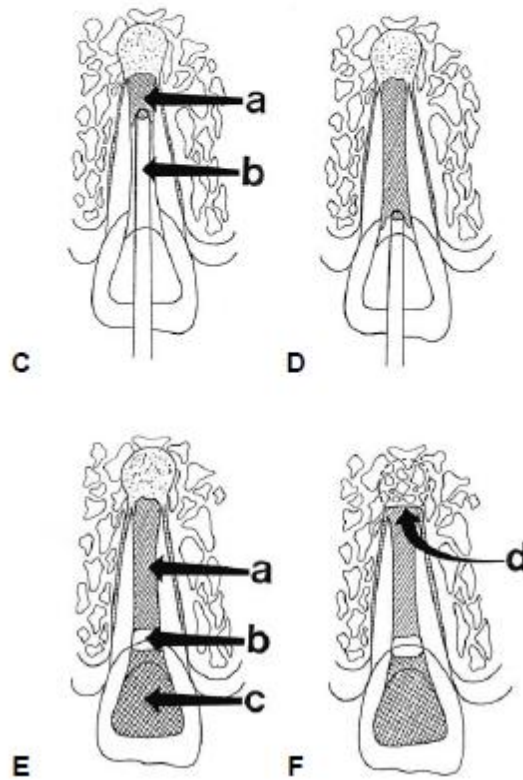


Fig. 8.4 C, se obtura el conducto con pasta de hidróxido de calcio (a) utilizando jeringa y aguja (b) para depositar el material. D, se retira la aguja a mediada que se continúa depositando el material hasta nivel cervical. E, diente sometido a apexificación. Pasta de hidróxido de calcio (a), torunda de algodón (b), cemento de óxido de zinc y eugenol (c). F, el propósito principal es inducir la formación de una barrera de tejido duro (d). Tomada de Ingle J, Bakland L. *Endodontics*. 5ª edición. Editorial BC Decker. Canada. 2002

La primera valoración del tratamiento se efectúa después de tres meses. Las radiografías (Fig. 8.5), pueden revelar depósito de tejido duro, aunque tales pruebas no son del todo fiables. Es necesario probar la calidad de la barrera apical con una lima de tamaño 35. Si ésta penetra con facilidad, también lo hará el material de obturación. Por tanto será necesario continuar la apexificación mediante la nueva aplicación de hidróxido de calcio. Si la radiografía a los tres meses presenta poco o ningún cambio apical, se vuelve a citar al paciente tres meses después, para un nuevo examen. No hay necesidad de cambiar el hidróxido de calcio si parece ocupar en forma adecuada el espacio del conducto radicular, y el sello temporal de la corona parece satisfactorio. La valoración de control se repite cada tres meses hasta que se haya presentado la formación de un puente apical apropiado.¹⁵



Fig. 8.5. Inducción del cierre del extremo radicular con pasta de hidróxido de calcio. *A*, las pulpas de los cuatro incisivos quedaron desvitalizadas por un accidente traumático. Los ápices están muy amplios. *B*, siete meses después de la obturación con pasta de hidróxido de calcio, los ápices radiculares se han cerrado lo suficiente para permitir la obturación del conducto. *C*, los conductos radiculares se obturaron con gutapercha mediante la técnica de condensación lateral. Tomada de Ingle J, Bakland L. *Endodontics*. 5ª edición. Editorial BC Decker. Canadá. 2002

8.3.2 Agregado trióxido Mineral (MTA)

El problema principal en el tratamiento de dientes inmaduros con pulpa necrótica y ápice abierto es obtener un sellado óptimo del sistema de conductos. El objetivo inicial de la terapia es inducir una barrera de tejido en el ápice de diente.

El MTA, ha sido propuesto como un material potencial para crear un tapón apical, al final del sistema de conductos para así prevenir la extrusión de los materiales de relleno.¹⁸

➤ Técnica

1. Después del aislamiento, se prepara el acceso a la cavidad para permitir la eliminación de todo el tejido necrótico.

2. La longitud de trabajo es establecida, ligeramente corta al ápice radiográfico. La instrumentación más allá del ápice no está permitida ya que se puede dañar el tejido que en última instancia formará la barrera.
3. La instrumentación es realizada con un limado circunferencial suave, empezando con una lima relativamente grande e ir aumentando los tamaños. El objetivo es maximizar la limpieza con la irrigación copiosa utilizando hipoclorito de sodio y la remoción mínima de dentina.
4. Secar con puntas de papel grandes.
5. Se introduce el MTA en el conducto, ya sea en polvo o como pasta (mezclado con solución salina) y se empaca con condensadores endodóncicos.

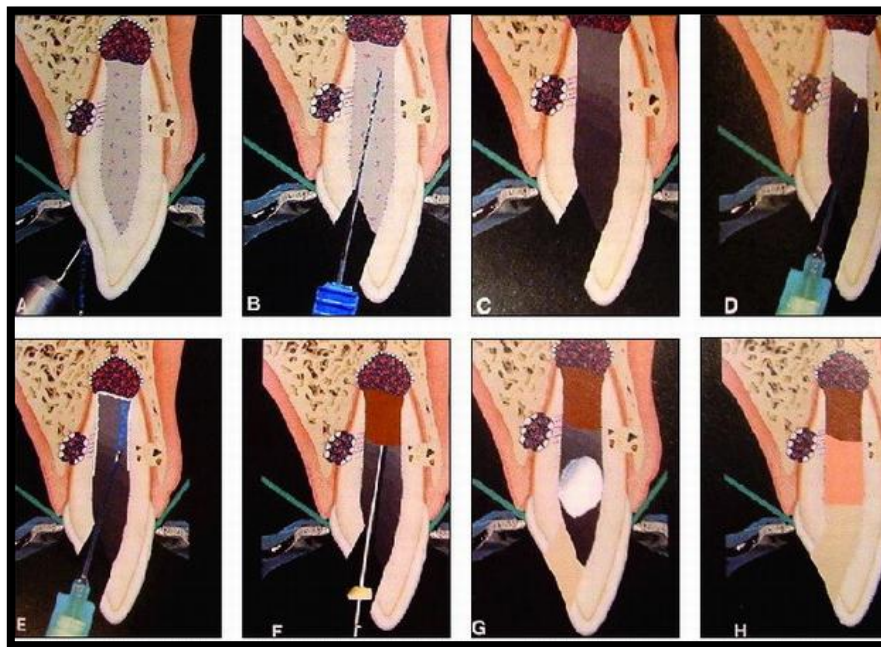


Fig. 8.6 A) Cuidado de acceso. B) Extirpación del tejido pulpar. C) Conformación del conducto hasta la longitud de trabajo. D) Colocación del Hidróxido de calcio. E) Limpieza con hipoclorito de sodio. F) Condensación de MTA. G) Colocación de una bola de algodón humedecida H) Obturación del conducto y restauración del diente. Tomada de

<http://www.gacetadental.com/noticia/3137/>

EL MTA produce una barrera artificial contra la cual se puede condensar un material de obturación. Si se colocará hidróxido de calcio, esto permitiría al tejido formar una barrera biológica. Mientras el hidróxido de calcio ha sido usado extensamente, tiene serias desventajas. Se ha demostrado que debilita la dentina y debe ser sustituido en intervalos de un mes además de que se debe retirar algunos meses después de su colocación. Claramente el MTA es el material de elección.

Después de colocación de la barrera de MTA, se toma una radiografía para confirmar que el espacio del conducto al ápice está suficientemente lleno. Se coloca una bolita de algodón húmeda encima del MTA para asegurar el ajuste, y se sella muy bien con una restauración. El paciente se cita cuando el MTA ha secado (al menos 24 horas) para la obturación y la colocación de la restauración permanente.¹¹

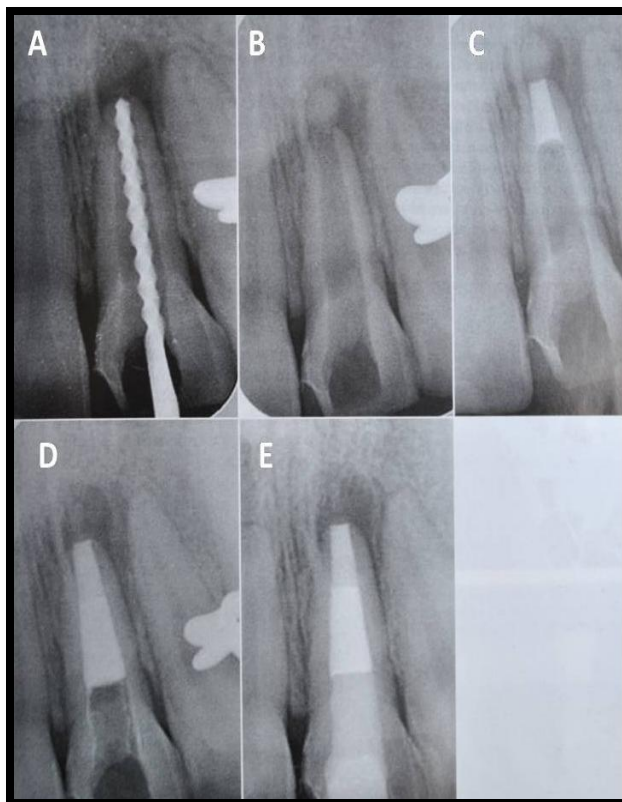


Fig 8-7 Apexificación con MTA. A, se desinfecta el conducto con una ligera instrumentación, irrigación copiosa y una mezcla cremosa de hidróxido de calcio durante 1 mes. B, se fuerza sulfato cálcico a través del ápice para formar una barrera contra la cual se coloca el MTA. C, se introduce un tapón de MTA hacia el ápice. D, el conducto se rellena con Resilon Obturartion System. E, se coloca resina adherida por debajo de la unión amolocementaria para reforzar la raíz. Tomad de Cohen S., Burns R. *Vías de la pulpa*. 9ª edición. Madrid. Editorial Elsevier; 2008



9. REVASCULARIZACIÓN

El término revascularización es introducido por Iwaya SI, Ikawa M, Kubota M. en 2001 para definir la capacidad de formar tejido calcificado y fibras nerviosas por medio de la inducción de un coágulo sanguíneo proveniente del tejido periapical.¹⁸

9.1 Indicaciones

- Dientes avulsionados o con luxaciones
- Dientes traumatizados
- Dientes con anomalías de desarrollo como por ejemplo geminación, concrescencia, dens evaginatus, entre otros
- Dientes incompletamente formados con ápices abiertos
- Comunicación entre el tejido pulpar y tejido perirradicular
- Pulpa parcialmente necrótica e infectada
- Pulpa parcialmente necrótica e infectada

9.2 Bases biológicas

Generalmente la regeneración se realiza en dientes traumatizados, que tienen las siguientes características:

- 1) ápices abiertos
- 2) raíces cortas
- 3) tejido pulpar necrótico pero intacto

Por otra parte se ha observado que la mayoría de estos procedimientos se realizan en pacientes jóvenes entre 8-13 años los cuales presentan una gran capacidad para regeneración o células madres con potencial regenerativo.¹⁹



9.3 Mecanismos de regeneración

Existen 5 mecanismos por los cuales puede ocurrir la regeneración del tejido pulpar:

- 1) Puede estar dada por las células pulpares vitales que permanecen en la región apical y que por influencia de las células de la vaina epitelial de Hertwig puede proliferar y diferenciarse en odontoblastos.
- 2) Por células madre de la pulpa dental que están presentes en dientes permanentes y se diferencian igualmente en odontoblastos.
- 3) Debido a la presencia de células madre en el ligamento periodontal que proliferan de la región apical al conducto radicular y las paredes dentinarias.
- 4) Se atribuye a la presencia de células madre que se encuentran en la papila apical o en el hueso medular, la inducción del sangrado transporta células madre de origen mesenquimatoso del hueso al lumen del conducto.
- 5) Por la presencia en el coágulo sanguíneo de factores de crecimiento que son importantes en la regeneración, estos incluyen el factor de crecimiento derivado de plaquetas, factor de crecimiento del endotelio vascular y el factor de crecimiento tisular; que estimulan la diferenciación y maduración de fibroblastos, odontoblastos, cementoblastos, entre otros.²⁰

9.4 Desinfección del conducto

Para que la revascularización se lleve a cabo, el paso mas importante es la desinfección del conducto, ésta se logra en condiciones normales, es decir, mediante la instrumentación mecánica, irrigación y colocación de una medicación intraconducto.



Es de importancia realizar una profunda y abundante irrigación del sistema de conductos radiculares con soluciones como hipoclorito de sodio, el cual es ampliamente utilizado en endodoncia por sus propiedades bactericidas y también se puede usar el peróxido de hidrógeno debido a sus propiedades desinfectantes y acción efervescente.

Para la medicación intraconducto se han utilizado varios medicamentos como la pasta poliantibiótica, el hidróxido de calcio, soluciones de colágeno y formocresol

La infección del sistema de conductos radiculares es de tipo polimicrobial constituida por bacterias aerobias y anaerobias. Dada la complejidad de la infección del conducto radicular es poco probable que un solo antibiótico pueda resultar eficiente en la esterilización del conducto. Por lo que se ha utilizado combinaciones de antibióticos para contrarrestar la diversidad de la flora bacteriana, así como evitar el crecimiento de bacterias resistentes.

La pasta poliantibiótica triple, está compuesta por metronidazol, ciprofloxacina y miociclina, tiene la capacidad de esterilizar el conducto siempre y cuando se utilicen en combinación y no solas ya que no generan estos resultados.

Igualmente se ha estado utilizando Hidróxido de calcio tanto para la desinfección del conducto como para la inducción de cierre apical. Sin embargo, en casos en donde el diente esta incompletamente formado y requerimos una revascularización no está indicado su utilización dado al alto pH (12.5) lo que produce necrosis del tejido al tener contacto inmediato con éste, destruyéndolo e impidiendo que se forme pulpa nueva.¹⁹

Shah y col, 2008; realizan un estudio piloto en 14 dientes permanentes incompletamente formados e infectados, inicialmente desinfectan los

conductos con abundante irrigación usando hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno, luego colocan una torunda con formocresol como medicación intraconducto y se sellan los accesos con cemento provisional (IRM). A la siguiente cita se crea el coágulo sanguíneo que sirve de matriz para luego colocar ionómero de vidrio sobre el coágulo y observar cada 3 meses por 3 años y medio. Obteniendo resultados satisfactorios en donde 13 de los 14 casos se regeneraron exitosamente, con la consiguiente resolución de los signos y síntomas, el cierre apical, el engrosamiento de paredes de dentina y el aumento de la altura radicular.

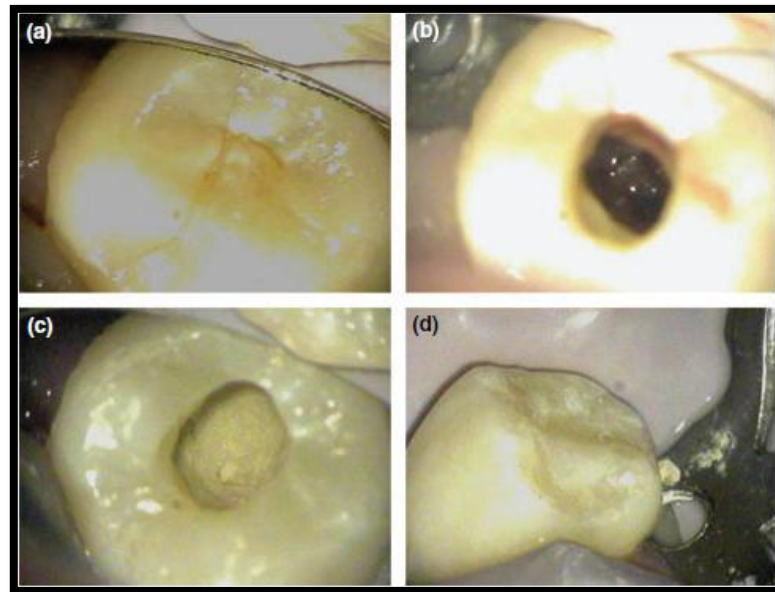


Fig. 9.1 Procedimiento de revascularización de un conducto radicular. (a) Clínicamente, el segundo premolar mandibular derecho presenta caries en distal. (b) Después del control de la hemorragia, se observa el tejido viable en el conducto. (c) Se coloca MTA blanco en el conducto. (d) Restauración final con composite. Tomada de Shin SY, Albert JS, Mortman RE. *One step pulp revascularization treatment of an immature permanent tooth with chronic apical abscess: a case report*. Int Endod J. 2009 Dec;42(12):1118-26.



9.5 Procedimiento clínico de regeneración pulpar

Una vez seleccionado el caso correctamente, de acuerdo al diagnóstico y a las posibilidades de revascularización, se cita al paciente para iniciar el procedimiento, se realiza la historia clínica con toma de radiografías necesarias con varias angulaciones y fistulografía de ser necesario.

➤ Cita 1:

Anestesia de la zona a tratar, aislamiento absoluto con dique de goma, apertura de cámara. Irrigación profusa con hipoclorito de sodio, suavemente midiendo la aguja a 1 - 2 mm del ápice. La cantidad recomendada es de 20ml de 5,25% de hipoclorito de sodio, también puede usarse peróxido de hidrógeno al 3%.

Es posible que una vez realizada la apertura haya un drenaje de exudado purulento o sanguinolento, debemos asegurarnos que para la colocación de la medicación este drenaje se detenga, si es necesario se puede esperar unos minutos e irrigar de nuevo.

Se seca el conducto con puntas de papel estériles y se coloca la pasta poliantibiótica triple con un léntulo o con una espátula en el interior del conducto de 4-5mm se compacta con una torunda humedecida y se coloca una restauración provisional ya sea con ionómero de vidrio o IRM de 4 mm.

La literatura se reporta muy variada en cuanto al tiempo de espera para la segunda cita, algunos mencionan que en 1 ó 2 semanas ya puede volver a citarse, otros la dejan por 3 semanas a 1 mes, todo depende de la sintomatología y la apariencia clínica en cuanto a la desaparición de la fístula.

➤ Cita 2

Reapertura de la cámara pulpar, irrigación profusa con 10 ml de hipoclorito de sodio al 5,25%, con una lima o un explorador endodóncico



se induce la formación del coágulo llevándolo hacia apical, una vez que observamos el sangrado hasta 3mm del límite amelocementario (LAC) se detiene, se espera 15 min y con una torunda humedecida se compacta el coágulo para luego colocar MTA o Ionómero de Vidrio en los 3mm asegurándonos que estén en LAC. Si colocamos IV se usa como base y luego una restauración directa con resina compuesta. Si es MTA se realiza una tercera cita

➤ **Cita 3**

Se reabre el diente cercioramos que haya gelificado el MTA y se restaura con resina compuesta.

A partir de este momento se realizan controles radiográficos para evaluar los resultados, estos se realizan cada 3 meses durante 3 años o hasta observar hallazgos radiográficos objetivos y contundentes. Si a los 3 meses no se denota cambios radiográficos se recomienda realizar el tratamiento convencional de apicoformación.¹⁹



10. CONCLUSIONES

La importancia de mantener la vitalidad pulpar es trascendental en el tratamiento de dientes permanentes jóvenes, para poder lograr un desarrollo radicular completo y mantener la funcionalidad del diente.

El conocer y valorar los métodos de diagnóstico disponibles es muy relevante, para poder elegir el tratamiento adecuado según el caso. De esta forma siempre que sea posible, el tratamiento de elección para conservar una pulpa vital será la apicogénesis. Actualmente se realizan más estudios en los cuales, tomando en cuenta la capacidad de reacción y el aporte nutricional que presenta una pulpa joven, se realiza la revascularización del tejido pulpar para continuar con el cierre apical y se espera un día este tratamiento pueda sustituir a los demás. Por otro lado si estos dos tratamientos anteriores no son factibles de realizar debido a las condiciones pulpares, el tratamiento de elección será la apicoformación, tomando en cuenta las desventajas de este tratamiento y las complicaciones que puede tener.

En cuanto a los materiales utilizados en estos tratamientos, el hidróxido de calcio es el más empleado en las técnicas de apexificación y apicogénesis debido al gran éxito de casos. La búsqueda de un material, con características más similares a la de la dentina, continúa, tal es el caso de cemento CEM, que proporciona una fuente endógena de calcio y de iones fosfato que aceleran la formación de cristales de hidroxiapatita. El uso del MTA se sigue extendiendo ya que gracias a las propiedades de este material y a su diversidad de usos, las técnicas de apexificación en una visita proveen una opción de tratamiento en los casos de apicoformación más cómoda para el paciente y con buenos resultados.



11. BIBLIOGRAFÍA

1. Rafter M. *Apexification: a review*. Dent Traumatol 2005; 21: 1–8.
2. Canalda C. *Endodoncia: técnicas clínicas y bases científicas*. España. Editorial Masson. 2001.
3. Mondragón J.D. *Endodoncia*. México. Editorial Interamericana Mc Graw-Hill. 1995.
4. Gómez de Ferraris ME, Campos Muñoz A. *Histología y embriología bucodental*. 2ª ed. Ed. Panamericana; 2000.
5. Cohen S., Burns R. *Vías de la pulpa*. 9ª edición. Madrid. Editorial Elsevier; 2008
6. Rodríguez A. *Endodoncia. Consideraciones actuales*. Colombia. Editorial AMOLCA. 2003
7. Basrani E. et. al. *Endodoncia Integrada*. Colombia. Editorial Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica. 1999.
8. Soares J. Goldberg F. *Endodoncia Técnica y Fundamentos*. 3ª Edición. Madrid. Editorial Panamericana. 2003.
9. Torabinejad M, Walton R,. *Endodontics, Principles and practice*. 4ª edición. Editorial Saunders Elsevier. 2002.
10. <http://odn.unne.ar/nenes/permanentes.pdf>
11. http://www.uvmnet.edu/investigacion/episteme/numero8y9-06/colaboracion/a_recubre.asp



12. Bergenholtz G. et. al. Endodoncia Diagnóstico y tratamiento de la pulpa dental. Editorial Manual Moderno. México.2007
13. www.sld.cu/galerias/doc/sitios/pdguanabo/especialidad.doc
14. Whittle M. *Apexification of an infected untreated immature Tooth*. JOE 2000; Vol.26, No. 4: 245-247.
15. Ingle J, Bakland L. *Endodoncia*. 4ª edición. Editorial Interamericana Mc Graw-Hill. México 1996
16. Erdem AP, Sepet E. *Mineral trioxide aggregate for obturation of maxillary central incisors with necrotic pulp and open apices*. Dent Traumatol. 2008 Oct; 24(5):e38-41.
17. Nosrat A, Asgary S. *Apexogenesis treatment with a new endodontic cement: a case report*. J Endod. 2010 May;36(5):912-4.
18. http://www.academiamexicanadeendodoncia.com.mx/eventos/resumen_revascularizacion.pdf
19. <http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitado.htm>
20. Shah N, Logani A, Bhaskar U, Aggarwal V. *Efficacy of revascularization to induce Apexification/Apexogenesis in Infected, Nonvital, Immature teeth: a pilot clinical study* J Endod. 2008 Aug;34(8):919-25;