



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

USO DEL MTA Y EL HIDRÓXIDO DE CALCIO COMO
INDUCTORES DE LA APICIFORMACIÓN.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

ANA CECILIA BAÑOS PÉREZ

DIRECTOR: C.D. ELIZABETH RAQUEL POWELL CASTAÑEDA
ASESOR: C.D. ANGÉLICA FERNÁNDEZ MERLOS

MÉXICO D. F.

AÑO 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

*A mis padres y a mi hermana por ser las
personas más importantes en mi vida.*

Gracias papas por su confianza y su apoyo.

*Gracias papas por que sé que mi felicidad y preparación
han sido su compromiso, los amo.*

A mis profesores por compartir su experiencia y conocimientos.

A mis pacientes por depositar su confianza en mí.

*A la doctora Powell y a la doctora Angélica por brindarme
su apoyo en la elaboración de esta tesina.*

Contenido

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

Ápice radicular

1.1 Odontogénesis.	8
1.2 Región apical-periapical.	10

CAPÍTULO II

Dientes permanentes jóvenes

2.1 Definición.	15
2.2 Clasificación del desarrollo radicular.	15
a) Clasificación de Patherson.	15
b) Clasificación de Nolla.	16
2.3. Procedimientos diagnósticos en dientes permanentes jóvenes.	17

CAPÍTULO III

Apicoformación

3.1 Antecedentes.	21
3.2 Definición.	23
3.3 Indicaciones.	24

CAPÍTULO IV

Medicamentos utilizados en la apicoformación

4.1 Apicoformación con hidróxido de calcio.	26
a) Propiedades y mecanismo de acción del hidróxido de calcio	26
b) Secuencia de la técnica.	28
c) Visitas de seguimiento.	38
d) Obturación del conducto radicular.	41
e) Características del cierre apical.	42
f) Ventajas y desventajas de la técnica.	45

g) Evolución y pronóstico.	45
4.2 Apicoformación con Mineral Trióxido agregado.	48
a) Propiedades físico- químicas y biológicas.	48
b) Mecanismo acción.	51
c) Indicaciones de la técnica.	52
d) Secuencia de la técnica.	53
e) Características de la barrera o tapón apical.	60
f) Visitas de seguimiento.	61
g) Ventajas y desventajas de la técnica.	62
h) Evolución y pronóstico.	63
 CONCLUSIONES.	 64

INTRODUCCIÓN

El Tratamiento endodóntico de los dientes permanentes sin pulpa y con un ápice abierto, amplio y en forma de trabuco ha constituido desde siempre un reto para los odontólogos. Antes de la introducción de las técnicas del cierre apical, el tratamiento habitual de este problema era quirúrgico. Aunque el tratamiento quirúrgico tenía éxito, la existencia de consideraciones mecánicas y psicológicas implicaba numerosas contraindicaciones. En los dientes sin pulpa Y con un ápice incompletamente formado, las delgadas y frágiles paredes dentinarias dificultan la consecución de un sellado apical. Cuando para conseguir un sellado se extraía parte de la raíz, la relación corona raíz resultante era mala. Puesto que esta era la situación normal en los niños, resultaba atractivo disponer de un tratamiento menos traumático.

Por lo tanto para el tratamiento de los dientes permanentes con necrosis pulpar y con ápice incompletamente formado se realiza el tratamiento de *apicoformación o apexificación* con el objetivo de inducir el cierre del extremo radicular así como favorecer la reparación de los tejidos periapicales. Se han defendido la aplicación de numerosas técnicas así como la colocación de diversos medicamentos en el conducto, como ejemplos de estos medicamentos tenemos a las pastas antibióticas, fosfato tricálcico, gel de colágeno con fosfato de calcio, e hidróxido de calcio. Este último durante años ha sido considerado el material de elección, ya que tiene gran potencial osteogénico, quizás por que ejerza una acción favorable en virtud de su alta alcalinidad. Sin embargo, la terapia de apicoformación o apexificación con hidróxido de calcio tiene desventajas como la impredecibilidad del cierre apical y variabilidad del tiempo, razón por la cual se ha propuesto al

mineral trióxido agregado (MTA) para tal fin. Las propiedades de este material, así como los resultados obtenidos en los tratamientos, hacen del MTA un material idóneo para tratamientos de apicoformación.

CAPÍTULO
I
Ápice radicular

1.1 Odontogénesis

Para comprender el proceso implicado en el tratamiento de dientes permanentes con ápice inmaduro es necesario el conocimiento de la formación normal del diente.

La formación del diente se origina durante la embriogénesis, produciéndose a partir del epitelio oral que cubre los procesos alveolares maxilares y mandibulares. Se inicia como una gemación de la capa celular basal situada encima de cada localización específica donde aparecerán los dientes. La yema epitelial se larga formando una estructura tubular sólida que penetra en el tejido conjuntivo. Dicha estructura epitelial alargada se denomina lámina dental y es la fuente de toda la futura actividad y diferenciación de la dentición durante su desarrollo.

Trowbriges y Kim describen la formación de los gérmenes dentarios como un proceso continuo que es conveniente dividirlo en tres etapas para establecer distinciones claras entre ellas. (17)

■ Etapa de brote

Las células epiteliales de la lámina dental proliferan y producen una proyección en forma de brote en el ectomesénquima adyacente, el cual se condensa y forma *el saco o folículo dentario*. El folículo dental permanece alrededor del diente hasta que este hace erupción, la porción de la corona del folículo se convierte en parte del tejido conjuntivo del borde libre de la encía y la parte de la raíz se convierte en el ligamento periodontal.

■ Etapa de casquete

Los primordios o brotes se agrandan debido a la continua proliferación de las células, permitiendo una invaginación del ectomesénquima que

constituye la *papila dental*, futura pulpa del diente, dando al germen dentario una morfología de casco o caperuza (estadio de casquete), en el que se observa un epitelio periférico externo constituido por células cúbicas que rodean a unas células epiteliales en el interior, que constituyen el epitelio externo del órgano del esmalte.

■ Etapa de campana

Al crecer el germen se hace más profunda la invaginación de la papila dental, condicionando un cambio en su morfología, que adquiere forma de campana, con características morfológicas que corresponden a las de la corona del diente específico en formación. Durante esta etapa se pueden distinguir dos áreas, una en relación con la papila dental, que es el epitelio interno del esmalte y otra en relación con el saco dentario que es el epitelio externo del esmalte.

Formación de la raíz

El desarrollo de la raíz comienza una vez que se ha completado la formación del esmalte. Las células cilíndricas del epitelio interno del esmalte y las células cúbicas del epitelio externo que conforman el asa cervical comienzan a proliferar y forman la *vaina epitelial radicular de Hertwig*, que será la responsable la formación de las raíces.

La vaina epitelial radicular induce la diferenciación de odontoblastos que producen dentina necesaria para constituir la raíz del diente.

Cuando la vaina epitelial de Hertwig ha alcanzado su máxima longitud, se dobla hacia adentro circunferencialmente, constituyendo el diafragma epitelial, estructura que establece la longitud del diente y delimita el foramen apical. En este momento debemos hablar de pulpa dental en lugar de papila dental.

Durante la formación y desarrollo de la vaina epitelial de Hertwig se pueden producir pequeñas interrupciones que originan conductos laterales o accesorios.

En los casos de dientes multirradiculares la vaina epitelial radicular de Hertwig forma unas invaginaciones que dividirán el infundíbulo radicular en 2, 3 o más raíces.

El deterioro de la vaina de Hertwig implica el final del crecimiento radicular, y el engrosamiento de las paredes del conducto tiene lugar exclusivamente por aposición de cemento.

Los restos epiteliales de la vaina radicular de Hertwig permanecen en el ligamento periodontal una vez terminada la formación del diente y se denominan *restos de Malassez*. (1)

1.2 Región apical-periapical

Es considerada como una de las áreas de mayor actividad metabólica en todo el organismo, la región apical-periapical tiene en la endodoncia un papel fundamental en cuanto al aspecto biológico. Esta formada por todos los tejidos que se encuentran alrededor del ápice radicular. (13)

En condiciones de normalidad esta región se compone de las siguientes estructuras:

- **Conducto cementario:** Revestido por cemento en toda su extensión, el conducto ocupa aproximadamente de 0.5 a 3mm del extremo final del conducto radicular; se forma por completo de tres a cinco años después de la erupción del diente. Presenta su mayor diámetro hacia el foramen apical y el menor hacia la unión cemento –dentina- conducto (CDC).

■ **Límite cemento-dentina-conducto (CDC):** El campo de acción del endodoncista tiene como límite final esta zona. De acuerdo con la mayor parte de los autores, cuando la preparación biomecánica y la obturación no sobrepasan este límite, existe la mayor posibilidad de que ocurra la cicatrización apical por neocemento, lo cual es la conclusión de un tratamiento endodóntico.

■ **Cemento:** El cemento se forma por ciclos existiendo fases de formación y de reposo. Podemos distinguir tres tipos;

Cemento acelular o primario; se forma antes de que el diente erupcione, se deposita lentamente y se localiza en los dos tercios coronales de la raíz.

Cemento celular o secundario; se comienza a depositar cuando el diente entra en oclusión, se forma con mayor rapidez y deja englobados a los cementoblastos en su interior, transformándose en cementocitos, este cemento se sigue depositando durante toda la vida.

Cemento fibrilar y afibrilar; depende de la existencia o no de fibras colágenas. El cemento afibrilar se localiza en el cuello del diente, cuando el cemento cubre al esmalte. El cemento tiene las siguientes funciones: anclaje de las fibras cementosas del ligamento periodontal; control del ancho del ligamento periodontal mediante la aposición o reabsorción de cemento, transmisión de las fuerzas oclusales por el impacto masticatorio al ligamento periodontal; reparación de la superficie radicular, cuando se produce fractura o reabsorción, y compensar el desgaste del diente debido a la atricción, produciendo formación de cemento para compensar la pérdida.

■ **Foramen apical** es la abertura final del conducto radicular que se encuentra en el tercio apical; no siempre coincide con el vértice apical de la raíz, pues de acuerdo con Kutler, en 60% de los dientes jóvenes y en 80% de los dientes en adultos el conducto cementario no continúa la misma dirección del conducto dentinario. (13)

■ **Ligamento periodontal**; esta constituido por un tejido conectivo fibroso, localizado en el espacio periodontal, que ancla los dientes, por medio del cemento, al hueso alveolar.

El ligamento periodontal esta constituido por fibras colágenas reticulares, elásticas, oxitalánicas. Presenta células formadoras (fibroblastos, osteoblastos y cementoclastos) células resortivas (osteoclastos y cementoclastos) células defensivas (macrófagos, mastocitos), células o restos epiteliales de Malassez.

El índice de renovación y remodelado de la colágena en el ligamento periodontal es más alto que en cualquier otra parte del cuerpo. El suministro vascular del ligamento periodontal es abundante. La red de capilares esta más desarrollada cerca del hueso alveolar que cerca de la superficie radicular. El drenaje linfático sigue el camino de los vasos sanguíneos. Presenta fibras nerviosas mielínicas y amielínicas. Las terminaciones nerviosas propioceptivas sensibles a la presión (percusión) también son encontradas.

Se destacan, entre las funciones principales del ligamento periodontal, las de soporte, propioceptiva sensorial y nutritiva (intercambio metabólico).

■ **Hueso alveolar:** El hueso alveolar contiene un 71% de materia orgánica, 21% de materia orgánica y un 8% de agua. La materia orgánica esta constituida por cristales de hidroxiapatita, carbonato de calcio y otras sales minerales. La materia orgánica esta constituida por en el 90 % por colágena tipo I y el resto por sustancias no colágenas (glicoproteínas, fosfoproteínas y proteoglicanos). El hueso alveolar esta compuesto por células osteoprogenitoras de las que se originan los osteoblastos, los osteocitos y, de los monolitos, los osteoclatos.

El hueso alveolar esta compuesta por una capa compacta o cortical la cual se observa en el estudio radiológico, como una lámina fina, más radioopaca que el resto del hueso que se conoce como lámina dura. (1)

CAPÍTULO

II

Dientes permanentes jóvenes

2.1 Definición

Los dientes permanentes jóvenes son aquellos que aún no han completado la formación de sus raíces y presentan ápice abierto.

Cuando un diente erupciona presenta una raíz con un desarrollo de unos 2/3 de su longitud. Al cabo de un año se desarrolla hasta alcanzar su longitud total. Harán falta aun unos tres años para considerar que su ápice esta maduro, es decir que se ha formado una constricción apical en la proximidad de la unión de la dentina con el cemento, existiendo pequeñas modificaciones cronológicas en los diferentes grupos dentarios y en cada individuo. Al mismo tiempo que se desarrolla en longitud, las paredes del diente se van engrosando por aposición de dentina. (1)

Un diente con ápice abierto es denominado por algunos autores como; diente con ápice inmaduro , incompleto ,divergente , de trabuco, en el que el conducto es mas amplio en el tercio apical que en la zona interna hacia cervical, científicamente se denomina diente con rizogénesis incompleta. (10)

2.2 Clasificación del desarrollo radicular

a) Clasificación de Patherson

Clasificación de Patherson según el desarrollo radicular y apical.

Clase I. Desarrollo parcial de la raíz con abertura apical mayor que el diámetro del conducto radicular.

Clase II. Desarrollo casi completo de la raíz con abertura apical mayor que el conducto radicular.

Clase III Desarrollo completo de la raíz con abertura apical del mismo diámetro del conducto radicular.

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

Clase V desarrollo radicular completo.

b) Clasificación de Nolla

Clasificación de Nolla según el desarrollo dental y radicular. (14)

Estadios de Nolla;

0. Ausencia de la cripta ; sin calcificación ,no existe imagen radiográfica
1. Presencia de cripta; línea circular radiopaca encerrando una zona radiolúcida.
2. Inicio de la calcificación ; imagen radiográfica dentro de la cripta de forma circular o media luna ,inicio de mineralización de las cúspides (separadas en premolares y molares).
3. Un tercio de la corona formada; continua mineralización de cúspides (fusión cuspídea).
4. Dos tercios de la corona formada; inicio de deposito de dentina.
5. Corona casi completa; se insinúa forma coronal, con mínima constricción a nivel del esbozo del área cervical.
6. Corona completa; corona totalmente calcificada hasta la unión de cemento esmalte , forma de corona definitiva .
7. Un tercio de la raíz completa ;corona completamente formada e inicio de la formación de 1/3 de la raíz , longitud radicular menor que la corona.
8. Dos tercios de la raíz completa ; corona totalmente calcificada y mayor longitud de la raíz , la longitud es igual o mayor que la corona paredes divergentes y ápice amplio.

9. Raíz casi completa y ápice abierto ; corona calcificada y raíz casi desarrollada totalmente, longitud radicular mayor que la corona paredes del conducto paralelas y ápice parcialmente abierto .
10. Ápice cerrado corona y raíz completamente desarrolladas; ápice cerrado (constricción definitiva). (10)

2.3 Procedimientos diagnósticos en dientes permanentes jóvenes

Durante el período en el que los dientes se encuentran con ápice inmaduro, es decir con rizogénesis incompleta y siendo estos dientes de niños y adolescentes, no están exentos de sufrir algún tipo de agresión, como caries, exposición pulpar en procedimientos operatorios, traumatismos, etc. Estos eventos llevan a la necesidad de realizar un tratamiento endodóntico. Por lo tanto se debe realizar un diagnóstico exacto, es decir se debe obtener información a partir de una historia clínica cuidadosa así como exámenes clínicos y radiográficos.

■ **Hallazgos radiográficos:** al examen radiográfico, un diente incompletamente formado debe evidenciar el nivel de desarrollo apical que se caracteriza por presentar el espacio del conducto radicular muy amplio y las paredes radiculares delgadas. Generalmente hay un área radiolúcida que rodea al ápice abierto de un diente inmaduro en desarrollo con una pulpa sana. En ocasiones es difícil diferenciarla de una zona radiolúcida patológica debido a una necrosis pulpar. Por lo que se debe hacer la comparación con el periápice del diente contralateral. (16)

El examen radiográfico proporciona una imagen bidimensional por lo que en algunos casos podrá dar la idea de una formación radicular completa, lo cual no siempre es verdad.

Esto se produce por que en la radiografía la formación radicular se identifica en primer término y con facilidad en sentido del menor diámetro (mesiodistal). En el sentido del mayor diámetro (vestibulolingual), la formación necesita más tiempo y no es visible en la radiografía. (15)

■ **Prueba pulpar eléctrica:** la prueba eléctrica en los dientes con ápices abiertos no es confiable debido a que los plexos nerviosos que están en la región subdentinoblástica no están bien desarrollados. Se debe considerar la etapa de erupción de la pieza dentaria ya que las respuestas de los dientes difieren en las distintas fases.

■ **Pruebas térmicas:** la prueba térmica se utiliza en gran medida en dientes con ápices abiertos, pero pueden ser complicadas por la falta de un desarrollo neural ya que la capa parietal de nervios (plexo de Raschkow) no está desarrollada por completo y la pulpa aun poco inervada, no responderá a los estímulos de forma habitual. (14)

En los dientes con ápices inmaduros puede no existir respuesta ante las pruebas de vitalidad pulpar ya que las fibras sensitivas A-delta responsables de la conducción del dolor maduran entre los 4 a 5 años después que el diente entra en erupción; por eso la falta de respuesta pulpar en un principio, no es un indicador de la muerte de la misma. (16)

■ **Síntomas;** son muy útiles para alcanzar un diagnóstico final en los dientes con ápices abiertos, al igual que en casos con ápices maduros.

Los síntomas mas útiles para formar un diagnóstico se relacionan con el dolor, se debe prestar especial atención sobre las características del dolor (si es sordo o agudo, localizado o difuso, fugaz o persistente) si esta presente, si lo hubo, así como el factor desencadenante.

■ **Examen visual;** Una exploración extraoral e intraoral cuidadosa puede ser importante para detectar la presencia de alteraciones pulpares en un diente. Se debe examinar en cada diente los tejidos de soporte y los tejidos blandos, debido a que existen diversos signos tales como: enrojecimiento, tumefacción del vestíbulo, fístulas, fracturas dentales, restauraciones defectuosas, caries, pigmentación de la corona; los cuales pueden ser indicadores de patologías pulpares y periapicales.

■ La palpación, la valoración de la movilidad dentaria, y de la sensibilidad a la percusión son medios diagnósticos útiles para el diagnóstico de patologías periapicales. (19)

CAPÍTULO
III
Apicoformación

3.2 Antecedentes

La mayoría de los casos de foramen abierto o divergente son tratados sistemáticamente por la apicoformación, mediante la inducción con pastas alcalinas.

Corresponde a *Marmasse* (Paris 1961) la primera publicación mencionando el empleo de pastas resorbibles (Calxyl, pasta de Walkhoff, entre otras), con objeto de conseguir la apicoformación. En su texto, el citado profesor francés dice:<<A pesar de la infección pulpar, a pesar de una infección apical, la invaginación periodontal dentro del conducto puede ayudar secundariamente a la formación de neocemento. Se produce el alargamiento de la raíz y continúa seguidamente la formación apical a pesar de la ausencia de la pulpa. >>

Moodnik (Nueva Cork, 1963) dijo que el ápice es capaz de desarrollarse y repararse, necesitando tan sólo que sean removidos los irritantes para que el tejido de granulación pueda iniciar la labor de reparación, lo que sugiere el empleo de enzimas para inducir la calcificación del conducto.

Ball (Edimburgo, 1964) trató en un niño de seis años y nueve meses un incisivo central superior con pulpa necrótica, el cual lavó, ensanchó y curó varias veces, sellando temporalmente con una pasta antibiótica, con la intención de hacer cirugía; pero, al observar que el ápice se iba cerrando, esperó cinco meses más y cuando comprobó su completa formación, obturó convencionalmente.

Kaiser (Columbus, Ohio, 1964) presentó casos de apicoformación de dientes

con pulpa necrótica empleando una mezcla de hidróxido de calcio y paraclorofenol alcanforado.

Maisto y Capurro (Buenos aires 1964) publicaron el mismo año análogos resultados, habiendo utilizado una mezcla de yodoformo, hidróxido de calcio y agua con metilcelulosa.

Frank (Los Angeles 1965 a 1968) ha comunicado su técnica de apicoformación usando la mezcla de hidróxido de calcio –paraclorofenol alcanforado. (28)

Steiner y cols. (Estados Unidos 1968) publicaron algunos trabajos revalorizando las técnicas de Kaiser y Frank y recomendaron el uso de la mezcla hidróxido de calcio –paraclorofenol alcanforado como el tratamiento de elección en ápices inmaduros.

Lasala (1968) modificó la técnica de Maisto-Capurro en su último paso, en el cual una vez sobreobturado el diente con la pasta de Maisto-Capurro , se elimina la pasta contenida en el conducto hasta 1.5 a 2mm del ápice; se lava y se reobtura con la técnica convencional de cemento no resorbible y condensación lateral de conos de gutapercha , con el objeto de condensar mejor la pasta resorbible y de que, cuando esta se resorba y se produzca la apicoformación, quede el diente obturado convencionalmente. (11)

Holland y cols (Aracatuba, Sao Paulo, 1971) investigaron en perros la acción del hidróxido de calcio solo o asociado al yodoformo, no hallaron diferencia alguna y estimaron que la radioopacidad es la propiedad más importante del yodoformo.

Dilesky (1971) observó que el paraclorofenol era muy cáustico para los tejidos periapicales, por lo que recomendó mezclar el hidróxido de calcio con agua destilada. (8)

3.1 Definición

De acuerdo a la asociación americana de Endodoncia la **apicoformación** es un método que induce la formación de una barrera calcificada en un diente con ápice abierto o la continuación del desarrollo apical de una raíz incompletamente formada en dientes con pulpa necrótica. (16)

Canalda (1) la define como el tratamiento que efectuamos en un diente con rizogénesis incompleta y necrosis pulpar con la finalidad de inducir o permitir la formación de una barrera calcificada que oblitere el orificio apical o que permita el desarrollo radicular completo. En ocasiones se puede producir el cierre apical, con aumento de la longitud radicular previa y estrechamiento de la luz del conducto. Sin embargo lo más habitual es que se produzca la formación de una barrera calcificada en el orificio apical quedando la longitud radicular similar a la existente en el momento de iniciar el tratamiento y sin modificaciones en las dimensiones de la luz del conducto.

Leonardo (12) la define como la técnica que tiene por objetivo el cierre apical inducido por el depósito posterior de tejido duro mineralizado determinando o no el aumento de la longitud radicular y estrechando o no la luz del conducto radicular.

Por su parte *Ponce (15)* la define como la técnica cuyo fin es la inducción del cierre apical mediante la aposición de un tejido calcificado de nueva

formación compuesto por hueso, cemento o una mezcla de ambos, que permite la creación de una matriz contra la cual se pueda condensar la gutapercha.

Soares y Goldberg (18) señalan que en los dientes con desarrollo radicular incompleto y con un diagnóstico de necrosis pulpar es muy importante la limpieza adecuada del conducto radicular y el relleno tridimensional del espacio existente con materiales que proporcionen las condiciones o induzcan el cierre de la apertura apical con un tejido mineralizado que permita, en el futuro el tratamiento endodóntico definitivo.

3.3 Indicaciones

Breillat y Laurichesse distinguen dos situaciones clínicas en las que aplicar un tratamiento de apicoformación: dientes en los que el estadio de evolución esta en concordancia con la edad del paciente y dientes en los que el estadio de evolución es anterior a la edad del paciente.

Desde el punto de vista clínico, el tratamiento es similar, con independencia de la correlación entre el desarrollo radicular y la edad del paciente. Lo determinante es el hecho de tener que tratar un diente con necrosis pulpar y el ápice no formado. (1)

Pitt Ford (19) señala que la apicoformación o inducción al cierre apical se encuentra indicada en dientes permanentes con pulpa necrótica. *Walton y Torabinejad* señalan los siguientes criterios: el tratamiento de apicoformación se llevara acabo en dientes con posibilidades de restaurar, dientes sin fracturas horizontales o verticales dientes sin evidencia radiográfica de anquilosis. (4)

CAPÍTULO

IV

Medicamentos utilizados en la apicoformación

4.1. Apicoformación con hidróxido de calcio

a) Propiedades y mecanismo de acción del hidróxido de calcio

■ El hidróxido de calcio se constituye una base fuerte con un pH alcalino que oscila entre 12.5 y 12.8, lo cual le confiere propiedades bactericidas. El hidróxido de calcio es un polvo granular, fino, blanquecino, inodoro que se obtiene a partir de la calcinación (calentamiento) del carbonato de calcio hasta su transformación en óxido de calcio (cal viva). Con la hidratación del óxido de calcio se llega al hidróxido de calcio.

■ Su densidad es de 2.1, puede disolverse ligeramente en el agua y es insoluble en alcohol, con la particularidad de que al aumentar la temperatura disminuye su solubilidad.

■ Las propiedades del hidróxido de calcio derivan de su disociación iónica en iones de calcio e iones hidroxilo, siendo que la acción de esos iones sobre los tejidos y las bacterias explica sus propiedades biológicas y antimicrobianas. (6)

■ El efecto antibacteriano del hidróxido de calcio es debido al aumento del pH provocado al liberarse iones hidroxilo, que inhibe el crecimiento bacteriano. Hay autores que opinan que el efecto antibacteriano del hidróxido de calcio podría deberse a que éste absorbe el dióxido de carbono, necesario para el desarrollo de muchas especies bacterianas. Se ha comprobado que el hidróxido de calcio hidroliza la fracción lipídica de los lipopolisacáridos, presentes en la pared celular de muchas bacterias anaerobias, favoreciendo la destrucción bacteriana. (17)

- El hidróxido de calcio fue descrito por primera vez en 1838 para su uso odontológico por *Nygren*. Casi un siglo más tarde, en 1930, *Herman* lo usó como protector pulpar.

Ocho años después, *Teuscher y Zander* comprobaron que induce la formación de un puente de dentina secundaria. En 1964 *Kaiser* lo mezcló con paraclorofenol alcanforado y lo utilizó como inductor del cierre apical. En 1966 *Frank* lo popularizó al ser el componente clave de la técnica que presentó respaldada por el éxito de diversos casos clínicos. El propio *Frank* dice que el valor del hidróxido de calcio reside no solo en sus propiedades sino también en lo fácil que es de obtenerse, de ser preparado, de reabsorberse y de ser eliminado. (15)

- Al ser introducido el hidróxido de calcio en odontología como un preparado comercial, se complementó con algunas sustancias con la intención de mejorar sus propiedades. Sin embargo se prefiere su uso puro, ya que se piensa que los componentes de sus preparados comerciales pueden retardar el proceso de reaparición que se persigue con su aplicación.

Existen dos tipos de preparados comerciales, fraguables de hidróxido de calcio: los hidrofilitos, es decir aquellos que se solubilizan en un medio acuoso liberando hidróxido de calcio, y los hidrofóbicos (tipo parafina) que no permiten la difusión de agua en su estructura y por lo tanto no liberan hidróxido de calcio. (17)

- El mecanismo de acción del hidróxido de calcio continúa siendo desconocido, si bien parece que su pH altamente alcalino favorece la formación de complejos de fosfato de calcio que estimula la calcificación y neutraliza los ácidos producidos por los osteoclastos.

Esta alcalinidad parece ser responsable de su efecto neutralizante en reacciones inflamatorias, favoreciendo así la cicatrización ósea y la capacidad inductora de la formación de tejido duro.

El hidróxido de calcio además de su capacidad osteogénica, estimula el paso de células mesenquimales indiferenciadas a cementoblastos; que son los responsables de la cementogénesis y activa las fosfatasas alcalinas y las ATPasas, esenciales en la formación de tejido duro. (15)

b) Secuencia de la Técnica

La técnica de apicoformación fue propuesta en 1964 por *Maisto-Capurro* y por *Kasier*, siendo difundida por *Frank*. Aunque existen pequeñas diferencias entre los autores la técnica de apicoformación se puede considerar bien establecida, con el consenso de la mayoría de ellos. (1)

Secuencia:

■ **Radiografía preoperatoria;** para verificar el grado de desarrollo radicular y el estado periapical del diente. (fig.1)



Fig 1. Ciencia endodóntica, Estrela, 2005.

El examen radiográfico debe ser muy cuidadoso. No es raro confundir la imagen del saco dentario, que es una estructura embrionaria que origina los tejidos periodontales y que circunda al ápice de los dientes en formación, con una lesión periapical. (18)

■ La **anestesia** del diente esta indicada cuando existe tejido pulpar vital en la zona media o apical del conducto, sin embargo Soares et al. Señala que si se diagnostica necrosis pulpar, la anestesia tendría por finalidad reducir la sensibilidad y las molestias provocadas por la grapa durante el aislamiento.

■ **Aislamiento** del campo operatorio con el dique de goma. (Fig. 2).



Fig. 2 Ciencia endodóntica, Estrela, 2005.

■ **Apertura y acceso pulpar**; se hace de modo habitual, (a veces es preciso ampliarla un poco) especialmente en los dientes anteriores, para adaptar los instrumentos necesarios para la limpieza de los conductos radiculares. (Fig. 3).

■ **Apertura y acceso pulpar;** se hace de modo habitual, (a veces es preciso ampliarla un poco) especialmente en los dientes anteriores, para adaptar los instrumentos necesarios para la limpieza de los conductos radiculares. (Fig. 3).

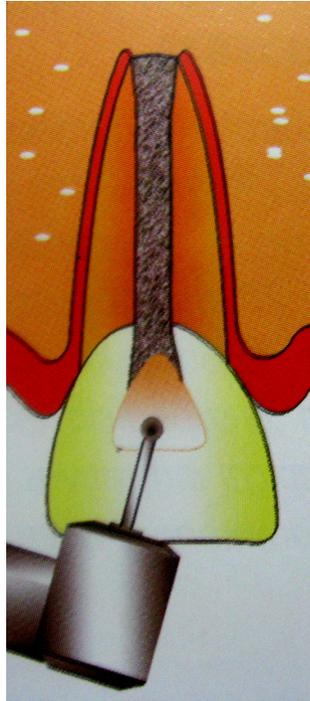


Fig. 3 Ciencia endodóntica, Estrela, 2005.

■ **Determinación de la longitud de trabajo;** Cuando la pulpa se presenta necrosada, junto con la irrigación (con hipoclorito de sodio de baja concentración), se debe retirar el contenido necrótico, introduciendo progresivamente limas tipo Kerr de 2ª o 3ª serie de calibre adecuado al amplio diámetro del conducto hasta alcanzar la longitud de trabajo provisional.(Fig. 4).

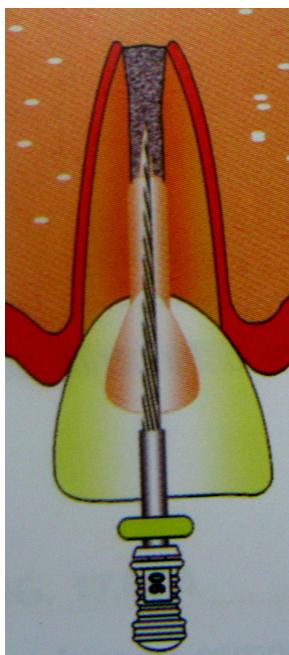


Fig 4. Ciencia endodóntica, Estrela, 2005

Posteriormente se determina con la técnica radiográfica la longitud de trabajo, eligiendo como referencia el extremo más corto de la de la pared radicular, situándola a 1-2 mm. menos para no lesionar el tejido periapical, base de la reparación. (1)

Si el paciente presenta sensibilidad en este límite (1-2mm) antes del ápice radiográfico), o si hubiera hemorragia se debe disminuir la longitud hasta la eliminación de ese síntoma o evitando lesionar el área periapical. En estos dientes los localizadores apicales no proporcionan con exactitud la real longitud de trabajo, principalmente cuando la apertura apical es superior a 0,5mm. (12)

■ **Instrumentación del conducto;** se realiza con limas K o H de calibre elevado (Fig. 5). Se efectúa un limado circunferencial, ampliando la zona más

estrecha del conducto al nivel cervical, removiendo los restos presentes en el conducto, alisando sus paredes pero sin querer ampliarlas ya que se podrían debilitarse aun más. (1)



Fig. 5 Ciencia endodóntica, Estrela, 2005

Soares y Goldberg (15) sugieren que en la preparación del conducto radicular de estos dientes es necesario emplear limas de la 3ª serie, se debe efectuar un limado circunferencial hasta la longitud determinada sin ejercer una acción intensa sobre las paredes dentinarias.

En los dientes con lesión periapical crónica se recomienda realizar la limpieza de la porción apical del conducto, es decir, curvar algunos milímetros la extremidad de un lima tipo K calibre 25, empleándola de tal forma que describa un movimiento circular en sentido horario y en dirección de su eje mayor, fraccionándola posteriormente.

En estos dientes que presentan una abertura apical divergente, la acción de las limas durante la instrumentación debe ser realizada por movimientos de alargamiento apoyándose en la paredes, con un movimiento de $\frac{1}{4}$ de vuelta seguido de tracción en dirección ocluso incisal, pudiendo emplear limas de la tercera serie (90-140), no con el objetivo de debilitar las raíces, por el contrario para eliminar la mayor cantidad de microorganismos adheridos a las paredes de los conductos radiculares. Se recomienda también un movimiento de vaivén con el mango del instrumento forzado en dirección opuesta a la superficie a ser instrumentada, especialmente para las superficies vestíbulo lingual. (10)

■ Se debe realizar la **neutralización progresiva del contenido séptico tóxico** del conducto radicular, en virtud de que son dientes con necrosis pulpar con o sin lesión periapical crónica, para evitar la impactación de restos necróticos en los tejidos periapicales en desarrollo, la solución irrigante recomendada es el hipoclorito de sodio.(10)

Estrela (6) señala que el conducto debe irrigarse copiosamente con solución de hipoclorito de sodio de baja concentración (del 0,5% al 1%). La solución no deberá sobrepasar el tercio medio del conducto, por que las paredes divergentes de la región apical exponen el tejido perirradicular al contacto directo, y esta solución puede dañarlo. Se debe tener el máximo cuidado con la profundidad de penetración de la cánula de irrigación y con la presión en el émbolo de la jeringa durante la irrigación para controlar el contacto de la solución irrigadora con los tejidos periapicales. (Fig.6)



Fig. 6 Ciencia endodóntica, Estrela, 2005

- **Secado del conducto** con puntas de papel absorbente cuidando la longitud de trabajo establecida. (Fig. 7)



Fig. 7 Ciencia endodóntica, Estrela, 2005.

- **Colocación del medicamento intraconducto**; el hidróxido de calcio puro puede ser combinado con alguno de los siguientes vehículos: agua destilada,

suero fisiológico, paramonoclorofenol alcanforado, líquido anestésico, glicerina, clorhexidina, etc. (16)

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.

Fava y Saunders (15) clasifican las pastas de hidróxido de calcio según el tipo de excipiente en tres grupos. En el primero incluyen las sustancias acuosas como el agua destilada, el suero salino, el anestésico local sin vasoconstrictor, la solución acuosa de metilcelulosa, etc. En el segundo son de tipo viscoso como la mezcla de glicerina o propenilglicol, y en el tercero los compuestos oleaginosos del tipo aceite de oliva o incluso el propio paramonoclorofenol alcanforado (CMCP).

Diferentes Pastas a base de hidróxido de calcio fueron utilizadas por *Leonardo y Silva* en dientes de perros para estudiar el proceso de apicoformación. El hidróxido de calcio fue asociado a tres diferentes tipos de vehículos; acuoso, viscoso y oleoso; y se encontraron varias barreras mineralizadas, así como la presencia o no de proceso inflamatorio periapical. Los resultados obtenidos en este trabajo mostraron que tanto el hidróxido de calcio asociado al agua destilada como al polietilenglicol 400, indujeron la formación de tejido mineralizado, aun cuando las barreras formadas con el uso del polietilenglicol se presentasen más gruesas y compactas, tal vez por la menor solubilidad de la pasta en relación al hidróxido de calcio con agua destilada.

El hidróxido de calcio asociado al aceite de oliva en el 50% de los casos no

indujo el proceso de apicoformación y en el 25% la apicoformación fue parcial. Este hecho demuestra que no todas las asociaciones con el Ion Ca inducen el proceso de apicoformación. (12)

Estrela et al. (6) recomiendan la utilización de agua destilada o propilenoglicol; la medicación deberá mantener estrecho contacto con los tejidos periapicales, con la finalidad de promover una acción directa sobre ellos. La preparación de la mezcla se deberá hacer sobre una loseta de vidrio estéril, hasta tener una consistencia firme, que permita una condensación vertical adecuada, con mínimo deslizamiento hacia la corona del diente. (Fig.8)

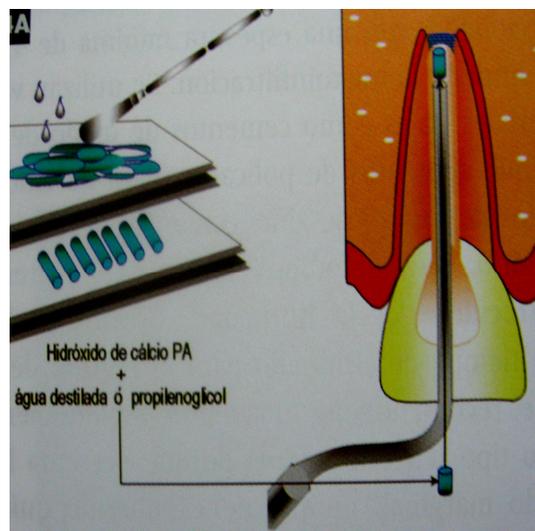


Fig. 8 Ciencia endodóntica, Estrela, 2005

Las técnicas recomendadas para el relleno del conducto con hidróxido de calcio son variadas y queda a criterio del profesional optar por aquella, a la cual se adapte mejor, y que le permita llenar densamente toda la extensión del conducto. Pueden utilizarse limas, léntulos, jeringas especiales.

Estrela et al. (6) recomiendan el uso de dos condensadores tipo *Schilder*, cuyo diámetro se determina de acuerdo con el conducto, para conducir el material directamente hacia el ápice y condensarlo de modo que llene el conducto en toda su extensión hasta el límite cervical. Los condensadores deben seleccionarse previamente de acuerdo con el diámetro de las diferentes porciones del conducto que se llenarán, siendo que el primero deberá prácticamente ocupar la luz del conducto a una distancia aproximada de 2 a 3 mm de la longitud de trabajo. Es preciso realizar una condensación vertical firme, sin forzar el condensador contra las paredes del conducto, para evitar la fractura de las paredes radicales que son frágiles. De la misma forma hay que controlar la presión de la condensación para evitar que el material sobrepase el límite apical.

En los dientes que presentan exudado purulento *Estrela y cols.* recomiendan no condensar el hidróxido de calcio en las primeras sesiones hasta que haya control del drenaje.

Se recomienda hacer una toma radiográfica antes del sellado provisional, para certificarse de que el relleno del conducto es adecuado en toda su extensión desde la región apical hasta la región cervical.

La imagen del correcto relleno es similar a la de una obliteración del conducto, por que el hidróxido de calcio presenta densidad radiográfica análoga a la de la dentina.

■ **Sellado provisional;** la cámara pulpar se limpia con excavadores de dentina y torundas de algodón, para remover completamente los excedentes de hidróxido de calcio, por que si se dejase interferiría en la adaptación del material de sellado provisional. En seguida la cámara se llena con una

torunda de algodón esterilizada y el sellado provisional se realizará con el material seleccionado, con un espesor mínimo de 4 mm para impedir la microfiltración. Se utilizan varios materiales tales como cementos de óxido de zinc y eugenol, cementos de policatboxilato de Zinc, cementos de fosfato de Zinc, cementos de ionomero de vidrio, resinas fotopolimerizables.

Considerando el largo tiempo determinado para el regreso del paciente, Estrela recomienda el uso de ionomero de vidrio tipo II (restaurador) por que presenta buen sellado marginal, tiene adhesión química con la dentina, baja solubilidad, además libera flúor hacia las estructuras circundantes. Los ionomeros fotoactivos son los más recomendados. (Fig. 9)

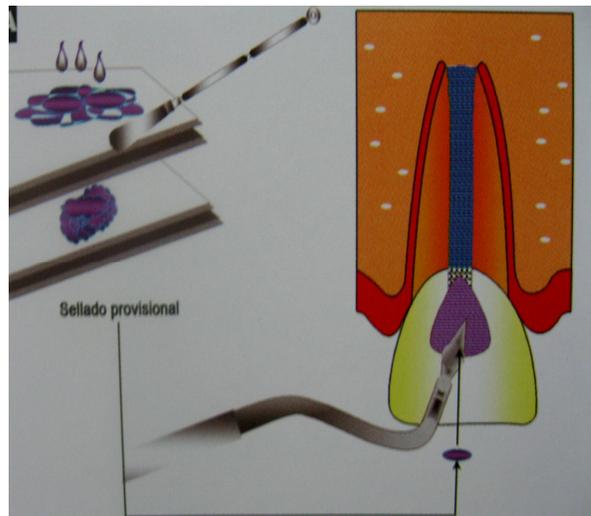


Fig. 9 Ciencia endodóntica, Estrela, 2005.

Pitt Ford afirma que para el éxito del cierre apical es crítico un sellado temporal eficaz entre citas, si este se pierde, las bacterias tienen acceso al conducto y recurre la inflamación apical y fracasa el procedimiento de apicoformación. (16)

c) Visitas de seguimiento.

■ El control clínico y radiográfico se realizará en intervalos de 30 días para verificar:

- La presencia de hidróxido de calcio en el interior del conducto
- La integridad del sellado provisional
- La condición de los tejidos en la región periapical

El cambio de medicación puede realizarse entre 45 y 90 días, o siempre que la radiografía demuestre ausencia de hidróxido de calcio principalmente en la región apical o también si se observase presencia de fístula y /o tumefacción.
(6)

Chawla (14) sugiere que es suficiente colocar la pasta de hidróxido de calcio sólo una vez y esperar por la evidencia radiográfica de la formación de una barrera de tejido mineralizado. Mientras que *Chosak et al* (12) encontraron que después de la obturación inicial con hidróxido de calcio no era necesario hacer un recambio de la pasta mensualmente o después de los tres meses. Por lo que sugiere que una sola aplicación de hidróxido de calcio es necesaria para iniciar la reparación.

Cvek (4) refiere que el hidróxido de calcio debería cambiarse después de los 3-4 meses debido a que en este tiempo el hidróxido empieza a perder sus propiedades antimicrobianas y su capacidad para formar una barrera apical.

Soares y Golberg (15) sugieren que es importante un control clínico y radiográfico al primer mes y luego cada 3 meses en el cual se debe evaluar, la homogeneidad de la obturación con la pasta de hidróxido de calcio y la condición de los tejidos ápico-periapicales.

■ Si durante la fase de tratamiento aparecen signos o síntomas de enfermedad o reinfección hay que volver a limpiar el conducto radicular y repetir la colocación de la pasta de hidróxido de calcio. El hidróxido de calcio se remueve con limas tipo K número 40 e irrigación con suero fisiológico. Primeramente la lima se introduce en el centro de la pasta de hidróxido de calcio y enseguida las paredes se raspan con movimientos suaves de limado, utilizándose si fuese necesario limas de mayor calibre, dependiendo del diámetro del conducto. En seguida se seca el conducto con puntas de papel absorbente y se introduce nueva pasta de hidróxido de calcio en el conducto. (6)

■ El tiempo de tratamiento varía de acuerdo con el caso y los cambios de medicación se realizan hasta obtener la formación de la barrera de tejido mineralizado.

Cvek (14) reportó que la presencia de infección al inicio del tratamiento incrementa el tiempo requerido para la formación de la barrera apical.

Fernández et al. (16) señalan que la formación de tejido calcificado que oblitere la apertura apical se produce, en general, en un período entre 9 y 18 meses. En muchas ocasiones, se aprecia en la radiografía la formación de una barrera calcificada apical. Hay que tener en cuenta que el cierre más tardío es el vestíbulo palatino y en la radiografía solo se observa el diente en sentido mesiodistal, por esto se recomienda después de observar el cierre en la radiografía esperar entre 1 y 2 meses más para asegurar la formación de una barrera completa.

Sheehy et al. (14) reportaron que la media de tiempo para la formación de la barrera apical era de 5 a 20 meses. *Finucane y Kinirons* (5) reportaron que

en un estudio de 44 incisivos no vitales sometidos a apicoformación con hidróxido de calcio, el tiempo requerido para la formación de la barrera apical era de 13 a 67 semanas.

■ Al ser evidente el cierre apical, se procede a aislar el diente y a eliminar la pasta del interior del conducto con irrigación abundante. Luego se procede a comprobar de forma táctil la presencia de la barrera calcificada con una lima de grosor máximo número veinte. (16)

Sin embargo otros autores para mayor seguridad sugieren realizar este procedimiento con una punta de papel invertida, de esta manera podremos detectar táctilmente si existe una barrera que limite la entrada de la punta de papel, igualmente podemos visualizar si existe sangrado o exudado en la zona apical que marcaría la punta de papel y nos indicaría que no hay un cierre apical que nos permita realizar la obturación del conducto. (7)

d) Obturación del conducto radicular.

Se debe realizar después de comprobar clínica y radiográficamente la presencia de la barrera de tejido mineralizado. Para eso después de remover completamente la pasta de hidróxido de calcio, se lleva un instrumento de pequeño calibre al interior del conducto con una medida 1 o 2 mm menos que la longitud de trabajo, para que toque la porción mineralizada apical. El mayor diámetro apical y las irregularidades de las paredes del conducto impiden, muchas veces, hasta la adaptación del cono principal. Estrela et al. (31) recomiendan la técnica de modelado del cono por medio de la plastificación de su punta. Utilizando una espátula calentada. Después de plastificado el cono se inserta en el conducto humedecido con suero fisiológico, se fuerza en dirección apical y se espera unos segundos

para que se enfríe completamente. Una toma radiográfica tiene que corroborar la adaptación del cono en toda la extensión de la barrera mineralizada apical.

Con relación a la técnica de obturación Estrela aconseja la condensación vertical de la gutapercha termoplastificada de *Schilder* o la condensación lateral. Las dos primeras resultan más adecuadas para conductos muy amplios y divergentes que presentan paredes dentinarias frágiles.

Sin embargo para todas ellas se recomienda total control de la presión ejercida en la condensación de la gutapercha para evitar la ruptura de la barrera y /o fractura radicular. La fuerza del espaciador en la técnica de condensación lateral puede llevar a la fractura de la raíz. Cuando la barrera ofrece seguridad principalmente con relación a su espesura y resistencia, es mejor realizar técnicas de inyección de gutapercha termoplastificada como Obtura II (Obtura corporation). (6)

En cualquier técnica de obturación que se utilice, debemos estar siempre atentos a la fragilidad radicular con los dientes con ápice inmaduro, y tener todos los cuidados necesarios para preservar el elemento dental.

e) Características del cierre apical

Canalda (1) afirma que morfológicamente se pueden distinguir dos tipos de reparación tras una apicoformación:

1. **Ápice anatómico;** se observa la formación de un ápice con las mismas características que el diente contralateral, con alargamiento de la longitud radicular inicial. Esto es factible conseguir cuando existe concordancia entre el desarrollo radicular y la edad del paciente, siempre que no se haya

producido una infección del periápice y no se haya destruido los restos de la pulpa y la vaina epitelial de Hertwig. Para que se forme un ápice como el citado, se requiere que las células pulpares presentes en la zona final del conducto (odontoblastos, neodontoblastos) mediante interacción con la vaina de Hertwig, formen dentina sobre la que se ira depositando cemento.

2. Barrera apical; se observa el desarrollo de un tejido calcificado, de mayor o menor grosor, obliterando la zona apical del conducto radicular, manteniéndose la longitud radicular inicial. Ésta se produce al desaparecer la infección del interior del conducto. Por debajo de la zona de necrosis hística producida por el hidróxido de calcio, se produce la proliferación de fibroblastos que segregan colágeno. A su mineralización contribuyen los cristales de carbonato cálcico, que precipitan en la zona lesionada al liberarse los iones de calcio. Posteriormente, los iones de calcio y fosfatos plasmáticos son la fuente para la calcificación de la matriz colágena segregada. Con el tiempo en la periferia del orificio apical proliferan los cementoblastos y osteoblastos que segregan matriz cementoide y osteoide que luego se calcificará.

Sin embargo, *Soares y Golberg* (18) señalan que el cierre apical puede producirse de cuatro diferentes maneras:

1. Con tejido similar al hueso: el tejido óseo neoforado 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.

2. 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 que se completa el cierre.

3. Con tejido formado en el interior del conducto: estos casos corresponden generalmente a forámenes muy amplios, en los que existe la posibilidad de que el tejido del ligamento periodontal se invagine hacia el interior del conducto radicular y genere el depósito calcificaciones que formarán la barrera.

4. Con formación de un ápice radicular de crecimiento irregular: en ciertas condiciones, hay un depósito irregular de tejido mineralizado sobre la zona apical de la raíz que simula un crecimiento radicular.

Lasala (11) refiere que en ocasiones no hay evidencia radiográfica de un cierre apical. Sin embargo al introducir un instrumento dentro del conducto se detiene al encontrar un impedimento cuando llega al ápice, lo cual sugiere que se ha desarrollado un delgado puente calcificado. En otras ocasiones se formara un puente calcificado, exactamente coronando el ápice, visible radiográficamente.

Fabra (7) señala que aun cuando exista el tope consolidado como una estructura detectable radiográficamente o de visu, este no es liso, si no que presentan unos poros que pueden ser permeables. Por lo tanto puede permitir el paso del sellador y también en ocasiones el paso de una punta de gutapercha accesoria empleada en la obturación del conducto.

Lasala (11) afirma que es indiscutible que la reparación de los tejidos se produce cuando los tejidos periapicales "perciben" que ha desaparecido la infección, que no existen microorganismos, sustancias extrañas o tóxicas, ni

proteínas degradadas. Es posible que a pesar del éxito conseguido con el hidróxido de calcio, lo básico e imprescindible sea eliminar del conducto aquello que hostiga y perturba, para que así esos grandes colaboradores del odontólogo denominados vaina de Hertwig, cemento, hueso o tejido conjuntivo poco diferenciado, puedan reparar específicamente la lesión y desarrollar la apicoformación.

f) Ventajas y desventajas de la técnica.

Dentro de las ventajas encontramos que el hidróxido de calcio tiene un efecto antimicrobiano que unido a su gran alcalinidad proporciona el medio ideal para producir el desarrollo de una barrera de tejido mineralizado. (17)

A pesar de los éxitos conseguidos con el hidróxido de calcio, la técnica de apicoformación con este material presenta varias desventajas, como son:

Las múltiples citas necesarias en un largo período de tiempo, la falta colaboración del paciente, el resultado impredecible de formación de una barrera apical, gastos, y sobre todo, susceptibilidad a microfiltraciones coronarias y a fracturas de estos dientes debilitados.

Sin duda lo más descorazonador es que estos dientes son susceptibles a fracturas, ya que las frágiles paredes del conducto radicular pueden quedar tan débiles que no puedan soportar las fuerzas normales de la masticación. (16)

g) Evolución y pronóstico.

■ *Pitt Ford* (16) afirma que los casos con éxito se caracterizan por lo siguiente: ausencia de signos o síntomas de lesión apical y presencia de una barrera

calcificada a través del ápice, según aparece radiográficamente, o con mayor frecuencia con el sondeo táctil cuidadoso mediante una lima.

■ *Soares y Goldberg (18)* señalan que en el tratamiento de los dientes con ápices incompletamente formados y diagnóstico de necrosis pulpar, el control de la infección es un paso fundamental para la obtención del cierre y al mismo tiempo, la reparación de la lesión periapical. Hay factores como la amplitud del conducto, su morfología y el grado de desarrollo apical que son

importantes en la evaluación del pronóstico del tratamiento. Si las medidas terapéuticas fueron satisfactorias es muy probable el éxito del tratamiento.

■ *Martín (16)* señala que el hecho de que se consiga el cierre apical y el posterior tratamiento de conductos no siempre es sinónimo de éxito completo, ya que estos dientes son mucho más frágiles y cualquier nuevo traumatismo puede ocasionar un daño irreparable. A largo plazo este procedimiento puede fracasar al fallar el tratamiento restaurador, por lo que se realizarán evaluaciones periódicas cada tres meses. Es por ello que algunos autores recomiendan técnicas de refuerzo intracoronario radicular con resinas adhesivas de última generación con la finalidad de aumentar criterios de resistencias en la reconstrucción de estos dientes.

■ Los estudios de *Cvek* han mostrado que a pesar de conseguir el tratamiento con éxito, hay aproximadamente entre un 28% a un 77% de estos dientes que pueden fracturarse durante o después del tratamiento, dando la impresión a muchos clínicos que este tratamiento tiene un pobre pronóstico sin embargo el autor afirma que el pronóstico de estos dientes necróticos e inmaduros dependerá en gran manera del estado de desarrollo en el momento de la necrosis pulpar.

Cvek (3) clasificó el desarrollo radicular en cuatro estadios, por estimación radiográfica de la anchura del foramen apical y del largo de la raíz. Los resultados muestran que a los cuatro años de terminar el tratamiento hay fracturas cervicales en:

Un 77% en estadio 1 (conducto ancho, apertura apical divergente y largo de la raíz menor que la mitad del largo final).

Un 53% en estadio 2 (conducto ancho, apertura apical divergente y largo de la raíz la mitad del largo final).

Un 43% en estadio 3 (conducto ancho, apertura apical divergente, largo de la raíz dos tercios del largo final)

Un 28 % en estadio 4 (foramen apical abierto, raíz casi completamente formada).

Ante estos hallazgos, el autor concluía diciendo que la aparición de fracturas cervicales en más de la mitad de los dientes con formación radicular inmadura tratados endodónticamente, podría ser debida a la acción del hidróxido de calcio.

De todos es sabido que el hidróxido de calcio es una medicación muy efectiva en el tratamiento de complicaciones pulpares y periodontales después de un traumatismo, gracias a su capacidad de esterilizar los tejidos y de cicatrizar el tejido duro.

Sin embargo se ha visto que este material posee un efecto proteolítico muy fuerte; por tanto, la posible razón de la alta incidencia de fracturas cervicales radicales en dientes que han sido tratados con una técnica de apicoformación con hidróxido de calcio (además de presentar unas paredes

radiculares finas propias de los diente en desarrollo) podría deberse al efecto adverso del hidróxido de calcio sobre la dentina, que la hace progresivamente más frágil, mucho más cuanto más tiempo están en contacto dentina e hidróxido de calcio. Este efecto proteolítico al igual que disuelve los restos pulpaes en una semana, también afecta la dentina de alrededor, haciéndola con el tiempo (unos meses) más frágil. (3)

4.2 Apicoformación con mineral trióxido agregado

a) Propiedades físico-químicas y biológicas del MTA.

El Mineral Trióxido Agregado surgió en el inicio de los años 90, como un material experimental que el Prof. Mahmoud Torabinejad desarrolló. Se elaboró en la Universidad de Loma linda- California, Estados Unidos, con la finalidad de sellar la comunicación entre el interior y el exterior del diente. De acuerdo con Lee et al, inicialmente se recomendaba como material de retroobtusión y en casos de perforaciones radiculares.

Sin embargo el MTA se indica en otras condiciones clínicas: en perforaciones resultantes de reabsorciones internas y externas, en el tratamiento conservador de la pulpa (pulpotomías, y recubrimiento pulpar) y como material estimulador de la apicoformación. Otras indicaciones incluyen su utilización como cemento endodóntico en el tratamiento de dientes deciduos y permanentes. En realidad lo que permite ese universo de indicaciones es el hecho de que el MTA puede utilizarse en ambiente húmedo y principalmente por su biocompatibilidad. (6)

■ El ProRoot MTA es un polvo grisáceo cuyos componentes principales son el silicato tricálcico, aluminato tricálcico, óxido tricálcico, óxido de silicato,

además de otros óxidos minerales, los cuales son responsables de la propiedades físicas y químicas del agregado.(3)

- *Torabinejad et al. (6)* Señalan que las principales moléculas presentes en el MTA son los iones de calcio y fósforo. Según estos autores como esos iones son los principales componentes de los tejidos dentales, le proporcionan al MTA excelente biocompatibilidad cuando esta en contacto con células y tejidos.

- La hidratación del polvo da lugar a un gel coloidal que solidifica en una estructura dura y resistente que fragua en menos de 4 horas y que tiene una fuerza de compresión igual a la de la amalgama. Las características del MTA dependen del tamaño de las partículas, la relación polvo-agua (3 a 1), la temperatura ambiente, y de la presencia de humedad.

- Se ha demostrado que el MTA es resistente a la disolución o a la descomposición por parte de los fluidos tisulares, incluso después de 21 días inmersos en agua. De acuerdo con el fabricante del ProRoot MTA la solubilidad del material en agua esta comprendida entre el 0.1% y el 1.0%, y se le considera ligeramente soluble.

- *Lee et al. (1993)* publicaron el primer trabajo científico utilizando MTA, demostraron que el MTA presentada menor índice de infiltración marginal, siendo estadísticamente superior a la amalgama de plata e IRM.

- *Torabinejad y col. (1993)* evaluaron la capacidad de adaptación marginal del MTA, el Super EBA y la amalgama. Los resultados muestran que excepto para las muestras obturadas con MTA, la mayoría de las raíces seccionadas longitudinalmente muestran la presencia de brechas y vacíos entre el material de obturación y las paredes de la cavidad. Por el contrario, con el

MTA se observa la mayor adaptación y menor cantidad de brechas; presentando también el MTA un significativo menor grado de microfiltración.

- *Torabinejad y cols.* (1995) realizaron una investigación de las propiedades fisicoquímicas del MTA. Señalan que; el valor de el pH obtenido por el MTA después de mezclado es de 10,2 y a las 3 horas, se estabiliza en 12,5.

Estrela ⁽⁶⁾ señala que el potencial antimicrobiano se evidencia por el elevado pH alcalino y por la concentración de iones hidroxilo. No obstante la actividad antimicrobiana del MTA es inferior a la del hidróxido de calcio, probablemente en razón de la disminución de la difusión iónica de los productos hidratados con el transcurso del tiempo.

- *Torabinejad y cols.* (1995) demostraron que el MTA tanto fresco como fraguado es significativamente menos tóxico que el Super EBA y el IRM en todas sus fases, conclusión que se desprende cuando se analiza utilizando métodos de extendido en agar y la liberación de cromo radioactivo. ⁽⁹⁾

- *Shah y cols.* (1995) evidencian que el MTA es más radiopaco que la gutapercha convencional y que la dentina, distinguiéndose fácilmente en las radiografías. ⁽⁵⁾

- *Tittle y cols.* (1996) estudiaron la respuesta de los tejidos periradiculares; efectos sobre la pulpa del perro; la influencia sobre el cierre apical, y se describe el primer caso de apicoformación.

- En 1997 se estudia su potencial osteogénico; la filtración ante bacterias anaerobias; la formación de un puente dentinario en recubrimientos; tiempo de fraguado y retención; citotoxicidad sobre el ligamento periodontal; y es

descrito por Shabahang y Torabinejad su aplicación y resultados en la apicoformación. (9)

- *Sluyk y cols.* (1998), investigaron in vitro, las propiedades y características de retención del MTA, cuando es utilizado como material de reparación de perforaciones en la furca de los molares humanos extraídos. El tiempo de trabajo es de 4 minutos, ya que el material comienza a deshidratarse.

Al colocar el MTA en la perforación, éste absorbe la humedad de la zona, manteniendo una consistencia pastosa. Esto mejora la fluidez, las características de humectación del material y su mejor adaptación a las paredes dentinarias.

- *Nakata y cols.* (1998). Utilizan un modelo de filtración bacteriana anaerobia, para evaluar la calidad del sellado del MTA y la amalgama cuando son utilizados en la obturación de las perforaciones. En este estudio se demuestra que los dientes reparados con MTA permiten una menor microfiltración bacteriana del *Fusobacterium nucleatum* en comparación a los dientes donde se reparan las perforaciones con amalgama, siendo la diferencia estadísticamente significativa.

Hong et al. Examinaron el efecto antimicrobiano del MTA sobre *Lactobacillus* sp, *Streptococcus mitis*, *Streptococcus mutans* y *Streptococcus salivarius* y un menor efecto sobre el *Streptococcus Faecalis*. (6)

- En 1998 La Food and Drug Administración aprobó el uso del MTA como material para la terapia endodóntica. (5)

- *Green y cols.* (1999) muestran la similitud en propiedades entre el cemento Pórtland y el MTA, compuestos por los mismos ingredientes, y que ambos

tienen unos efectos similares sobre las células pulpares y que favorecen el depósito de una dentina de reparación después de una lesión pulpar. (3)

b) Mecanismo de acción del MTA.

Al comparar la respuesta tisular del MTA con la que se obtiene cuando se emplea el hidróxido de calcio, se comprueba alguna similitud entre los dos materiales. Ambos parecen estimular la neoformación de tejido mineralizado.

Torabinejad et al, observaron que todo el MTA se dividía en dos fases específicas, constituidas por el óxido de calcio y fosfato de calcio. Por ser el óxido de calcio uno de los componentes del MTA estaría teóricamente explicada la similitud de acción del MTA con la del hidróxido de calcio.

Holland et al. demostró en un estudio en tejido subcutáneo de ratones, la similitud de resultados entre el hidróxido de calcio y el MTA. Ambos materiales determinan la formación de granulaciones de calcita y un puente de tejido duro subyacente. Por lo tanto el mecanismo de acción del MTA sería el mismo del hidróxido de calcio. El óxido de calcio del polvo del MTA, al realizarse la preparación de la pasta con agua, se convertiría en hidróxido de calcio. Este a su vez en contacto con los fluidos tisulares se disociaría en iones de calcio e hidroxilo.

Los iones de calcio al reaccionar, con el gas carbónico de los tejidos, darían origen a las granulaciones de calcita. Junto a esas granulaciones habría acumulación de fibronectina, que permitiría la adhesión y la diferenciación celular, como consecuencia se tiene la formación de un puente de tejido mineralizado. (6)

c) Indicaciones de la técnica.

Morse et al. (14) definen la técnica de apicoformación en una cita como la condensación no quirúrgica de un material biocompatible en la porción apical del conducto radicular. La razón fundamental es establecer un tapón apical que posibilitara la obturación radicular inmediatamente.

Torabinejad y Chivan, (6) recomiendan hacer el tapón apical para inducir la formación de una barrera de tejido duro, previniendo así la extrusión de material de obturación en los casos de obturación de dientes con rizogénesis incompleta y necrosis pulpar.

Juárez Broon et al. (10) señalan que debe considerarse esta técnica en los dientes con ápice incompleto en los siguientes casos; clase II, III, IV de *Patterson* y estadio 7, 8,9, de Nolla.

d) Secuencia de la técnica.

El procedimiento clínico recomendado por Torabinejad y Chivan en la utilización del MTA en dientes permanentes con necrosis pulpar y ápices incompletamente formados es el siguiente:

- Radiografía preoperatoria; para verificar el grado de desarrollo radicular y el estado periapical del diente.
- Una vez hecho el diagnóstico de necrosis pulpar y ápice abierto, se anestesia la zona y se aísla el diente con el dique de goma.
- A continuación se realiza la cavidad de acceso.
- Se debe retirar el contenido necrótico (irrigar abundantemente la cámara y

el conducto radicular con hipoclorito de sodio de baja concentración) introduciendo progresivamente limas tipo K de 2ª o 3ª serie de calibre adecuado al amplio diámetro del conducto hasta alcanzar la longitud de trabajo provisional. Posteriormente se determina con la técnica radiográfica la longitud de trabajo. (6)

- Se comienza a preparar y conformar el conducto con limas manuales, hasta el longitud de trabajo establecida (se irriga abundantemente el conducto radicular con hipoclorito de sodio). Esta preparación deberá hacerse de forma conservadora, nunca agresiva ni violenta, para preservar la mayor cantidad posible de estructura dentinaria de la raíz.

- Se seca el conducto radicular con puntas de papel del 100 al 140, de manera suave, cuidando la longitud de trabajo.

- Una vez seco y sin secreciones, se coloca en el interior del conducto una mezcla de hidróxido de calcio (para que actúe como medicamento intraconducto), ya sea preparando el polvo con agua destilada e introducido con léntulos manuales.

- A continuación se coloca una bolita de algodón y se sella la cavidad con varios milímetros de una obturación temporal (Cavit, oxifosfato de zinc o composite).

El hidróxido de calcio deberá estar en el interior del conducto entre un mínimo de 2 semanas a un máximo de 4 semanas.

- A la visita siguiente, se irriga el conducto con hipoclorito de sodio, varias veces, intentando eliminar el hidróxido de calcio, ayudándonos mediante un limado circunferencial con limas manuales medidas a la longitud de trabajo.

- Se seca el conducto con puntas de papel, a continuación se prepara la mezcla de MTA. De acuerdo con Torabinejad y Chivan el MTA (Fig.10) debe prepararse inmediatamente antes de su utilización. El producto viene en embalajes herméticamente sellados que después de su uso deben ser muy bien cerradas para evitar el contacto con la humedad del ambiente.



Fig. 10 Ciencia endodóntica, Estrela, 2005.

El polvo se mezcla con agua destilada en una proporción 3:1 sobre una placa de vidrio o papel durante 30 segundos, con una espátula de plástico o metal hasta que adquiera una consistencia pastosa. De tal forma que la mezcla sea homogénea y manejable. La consistencia del material puede controlarse eliminando el exceso de humedad con una gasa seca. (6)

Stow y cols. sugieren reemplazar el agua destilada por gluconato de clorhexidina al 12 % para aumentar la actividad antimicrobiana del ProRoot MTA.

- El transporte del material de la loseta a la cámara pulpar puede hacerse

mediante un porta-amalgama de punta fina. Cristóbal (3) recomienda el uso del Messin Gun como el portador de elección para llevar e introducir el MTA en el conducto. (Fig. 11)

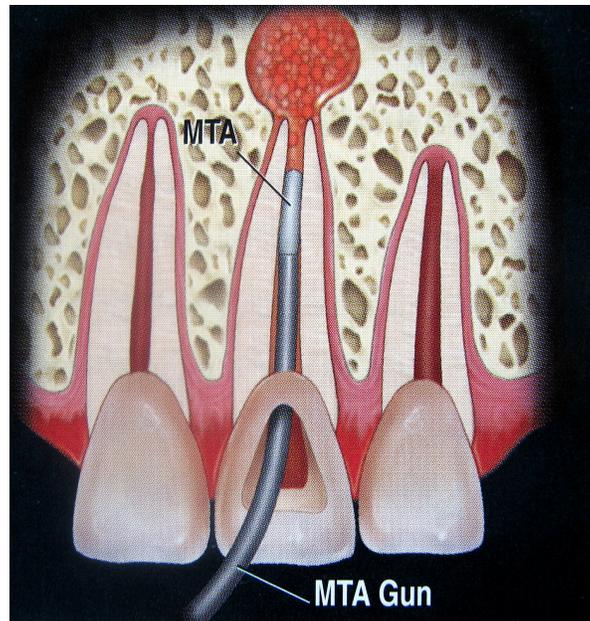


Fig. 11 Pract Proced. Aesthet Dent 2001; 13(6)

El MTA se condensa en el conducto con la ayuda de puntas de papel o condensadores, correctamente medidos con toques de goma a 4-5 milímetros del largo de trabajo para evitar la extrusión del material. Se van condensando pequeñas porciones del MTA en el conducto de una forma suave y firme, depositándolo en su parte apical hasta conseguir entre 4 - 5 mm de tapón apical. (6)

Witherspoon sugiere que los condensadores sean vibrados ultrasónicamente para provocar compactación y flujo del MTA hacia el ápice. (Fig. 12)

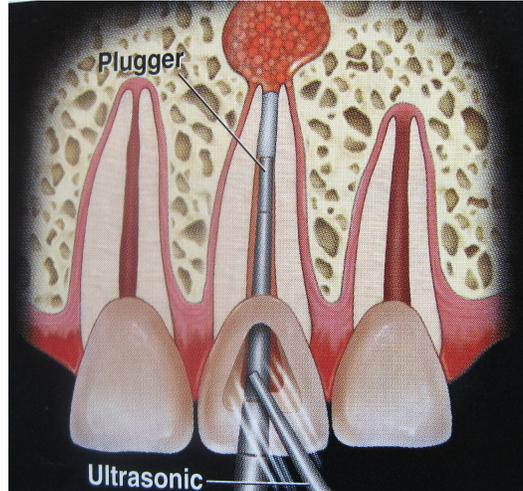


Fig. 12 Pract Proced. Aesthet Dent 2001; 13(6)

Desde el punto de vista clínico, es difícil colocar el MTA sin provocar sobreobturación. *Leonardo* afirma que cuando el MTA se extravasa en la región apical no es reabsorbido por los macrófagos, ocasionando respuesta inflamatoria; sin embargo *Bramante et al.* afirman que contrariamente, si existe extravasamiento se reabsorberá con el paso del tiempo; dicha aseveración es a partir de un caso clínico. (6)

Cristóbal et al. (3) aconsejan que antes de poner el MTA crear un tope con un material reabsorbible de fosfato tricálcico o hidroxiapatita.

Miñana Gómez sugiere la colocación de una matriz de colágena (trozos de colágena reabsorbible) para evitar la sobreobturación del material. (6)

Sin embargo existen alternativas más viables y al alcance de los profesionales. *Juárez Broon et al.* (10) señalan que antes de la colocación del MTA en la porción apical, debe colocarse una barrera artificial, la cual puede ser de hidróxido de calcio.

Estrela (6) señala que para llevar el hidróxido de calcio a la región apical se puede hacer en forma de pasta. Se mezcla el polvo de hidróxido de calcio con suero fisiológico o propilenoglicol y agregándole pequeña proporción de yodoformo que le dará mejor radiopacidad. Con la ayuda de un léntulo se introduce esa pasta en el interior del conducto radicular, en la región apical y posteriormente se remueve el exceso con limas y conos de papel. En seguida se coloca el MTA, formando un tampón apical, siguiendo el procedimiento antes descrito.

El objetivo de colocar el hidróxido de calcio antes del MTA es principalmente para que no exista sobreobturación y una vez que sea reabsorbido el hidróxido de calcio, los tejidos periapicales se encontraran en contacto directo con el MTA, sin extravasamiento al os tejidos periapicales creando las condiciones ideales para estimular la neoformación de tejido mineralizado. (10)

■ Después de la colocación del MTA se debe comprobar su adaptación mediante radiografías periapicales. En caso de que su adaptación no sea la correcta, el MTA puede lavarse con solución salina y limas, repitiéndose de nuevo el proceso. (Fig. 13)

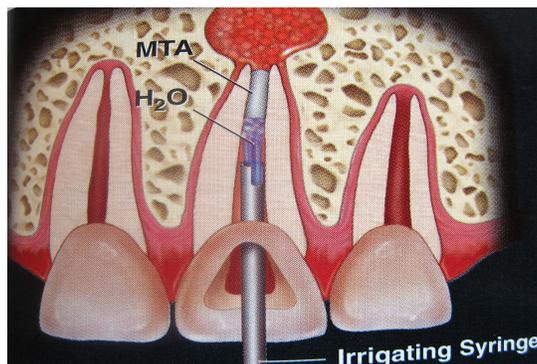


Fig 131Pract Proced. Aesthet Dent 2001; 13(6)

■ Una vez conseguido el objetivo de obtener un tapón apical de 4-5 mm,(Fig.14), para favorecer el fraguado del MTA, que es un material hidrófilo, se coloca una bolita de algodón humedecida en el interior de conducto-cámara pulpar y se sella con un material de obturación temporal (Cavit, oxifosfato de zinc o composite).

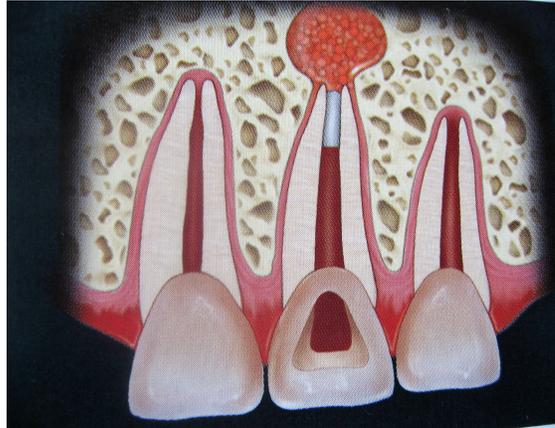


Fig.14 Pract Proced. Aesthet Dent 2001; 13(6)

El fraguado del MTA se puede conseguir a partir de las 4 horas. Cuando el MTA ha fraguado, a las 4-6 horas, el tratamiento puede terminarse. Se elimina la bolita de algodón y se confirma, de forma no agresiva, el fraguado y dureza del MTA. A continuación se puede obturar el conducto con cemento sellador y gutapercha termoplástica o mediante la técnica de obturación preferida. Esta técnica recibe el nombre de apicoformación en una cita.

En esa misma cita se restaura el diente con un material compuesto. La obturación ideal sería la realizada mediante un grabado interno del conducto y un material compuesto desde el tercio medio del conducto (en largo) hasta

la cavidad de acceso coronario, para así conseguir fortalecer el diente y hacerlo más resistente a la fractura.(3) (Fig 15).



Fig. 15 Pract Proced. Aesthet Dent 2001; 13(6)

Cristóbal et al. (3) recomiendan la técnica de apicoformación en dos citas ya que permite colocar un algodón humedecido sobre el MTA, el cual da humedad adicional a la dada por los tejidos periapicales. Esto permite que el MTA alcance sus propiedades más óptimas.

Torabinejad y Chivian recomiendan que el algodón humedecido debe permanecer durante tres o cuatro días protegidos por sellado coronario; posterior mente se procede a la obturación definitiva del conducto radicular.

e) Características de la barrera o tapón apical.

A diferencia de las técnicas convencionales de apicoformacion, el uso del MTA, busca crear una barrera rígida contra la que se pueda compactar el material de obturación sin tener que esperar la formación de la barrera de osteocemento y a su vez induce la formación de dicha barrera después de finalizado el tratamiento.(16)

La barrera apical que se consigue con el MTA tiene una buena capacidad de sellado y favorece la formación de un tejido apical duro de gran consistencia. Es decir en directa aposición con el MTA hay formación de hueso y cemento y un tejido periapical mínimamente inflamado. Por lo que el MTA estimula la reparación ya que permite la adhesión, crecimiento y proliferación celular en su superficie. (9)

El mecanismo de formación de cemento sobre el MTA, como material de obturación apical, no está claro. Basado en los resultados de estudios del material en retro obturaciones y en reparación de perforaciones; al parecer el MTA es probablemente capaz de la activación de los cementoblastos al producir la matriz de la formación del cemento. Posiblemente, por su capacidad de sellado, su alto pH, o a la liberación de sustancias que activan los cementoblastos para formar una matriz para la cementogénesis. (16)

Felippe et al. (9) realizaron un estudio en conductos necróticos con lesión periapical en dientes de perros, dicha población de estudio se dividió en dos grupos, en el grupo 1 aplicaron MTA y en el grupo 2 aplicaron una pasta de hidróxido de calcio y propilenoglicol y una semana después aplicaron como tampón apical el MTA. Los resultados obtenidos fueron los siguientes; en los conductos radiculares de ambos grupos se obtuvo la formación de una barrera de tejido mineralizado y reparación de los tejidos periapicales.

f) Visitas de seguimiento

Juárez Broon (10) señala que un aspecto importante en los dientes sometidos a un tratamiento de apexificación es el período de cierre, en virtud de los controles clínicos y radiográficos que deben realizarse, inclusive en los dientes tratados en una sesión con MTA, debido a que la neoformación de

tejido mineralizado se da en aproximadamente tres-ocho meses en dientes sin lesión periapical crónica y de ocho- catorce meses en dientes con lesión periapical crónica.

g) Ventajas y desventajas.

Ventajas:

- La apicoformación con MTA puede potencialmente eliminar el largo proceso de la apicoformación clásica con hidróxido de calcio.
- Con esta técnica no es necesario obturar con gutapercha después de la apicoformación, ya que se puede colocar un material compuesto directamente contra la barrera apical de forma más rápida, y acelerar así el proceso de restauración del diente; reduciéndose el número de fracturas.
- El MTA permite la formación de una barrera apical con buena capacidad de sellado, y además en directa aposición con el MTA hay formación de hueso y cemento un tejido periapical mínimamente inflamado.
- La apicoformación en una sola cita puede reducir el tiempo de tratamiento entre la primera cita y la restauración final.

Desventajas:

- Dificultad para preparar, manejar e introducir el MTA en el conducto radicular.
- Posibilidad de sobre-obturación del MTA.
- El MTA puede provocar decoloración del diente, debido a su composición química. Por eso se recomienda que sea utilizado en el espacio del conducto radicular o en la cámara pulpar debajo de la línea gingival. (20)

h) Evolución y pronóstico.

El éxito de un diente con ápice abierto se fundamenta en tres aspectos: clínico, radiográfico e histológicos.

Omar et al. realizaron un estudio en 30 dientes permanentes de 15 niños con un rango de edad de 6 a 12 años. Los 30 dientes (24 incisivos centrales superiores y 6 incisivos laterales superiores) presentaban necrosis pulpar consecuencia de caries o traumatismos. En dicho estudio compararon los éxitos clínicos y radiográficos que obtuvieron al tratar 15 dientes con hidróxido de calcio y 15 dientes con MTA durante un período de 12 meses, llevando a cabo una evaluación cada 3 meses. Los éxitos clínicos y radiográficos para el grupo del hidróxido de calcio y el MTA fueron del 87 % y 100% respectivamente. En este estudio los dientes permanentes jóvenes tratados con MTA no mostraron cambios clínicos y radiográficos adversos después de los 12 meses. Clínicamente el tratamiento se consideró exitoso debido a la ausencia de signos y síntomas de enfermedad periapical y radiográficamente no hubo presencia de lesión periapical y resorción radicular externa, se observó el espacio del ligamento periodontal normal así como la formación de un tejido mineralizado en el área apical. (5)

Cristóbal (3) señala que numerosos han sido los trabajos sobre el MTA en apicoformación, y entre estos se encuentran los realizados en la Universidad de San Antonio, en Texas, en los que se obtiene un tapón de MTA de al menos de 4 mm, no se emplea gutapercha en la obturación, y si un grabado interno del conducto y posteriormente la colocación de un composite. Gracias a esta técnica se reduce el tiempo de tratamiento y mejora el pronóstico a largo plazo.

CONCLUSIONES

- En los dientes sometidos a tratamiento de apicoformación las células del periapice deben ser estimuladas por un activador biológico, como el hidróxido de calcio y el MTA, con el objetivo de favorecer la reparación. Dichos materiales poseen capacidad osteogénica y cementogénica, ya que ejercen una acción favorable en virtud de su pH alcalino.
- El efecto antibacteriano de dichos materiales así como la limpieza adecuada de los conductos radiculares son factores importantes que favorecen la inducción del cierre apical.
- Otro aspecto importante en los dientes sometidos a apicoformación es el periodo de cierre apical, en virtud de los controles clínicos y radiográficos que deben realizarse, inclusive en los dientes tratados en una sesión con MTA.
- El MTA ha mostrado prevenir microfiltración y ser biocompatible.
- La apicoformación con MTA puede potencialmente eliminar el largo proceso de la apicoformación clásica con hidróxido de calcio.
- La técnica de apicoformación con MTA permite acelerar el proceso de restauración del diente, reduciéndose el número de fracturas.
- El tapón apical con MTA es la mejor alternativa para la apicoformación.
- El pronóstico de los dientes sometidos a tratamiento de apicoformación no sólo dependerá del material seleccionado, también dependerá de factores como el estadio de desarrollo radicular así las condiciones de la pulpa y los tejidos periapicales.

Bibliografía

1. Canalda C. Brau E. Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas. 1ª ed. Barcelona, España: Editorial Masson ,2001. Pp.4-13, 245-252
2. Cohen S. Burns R. Vías de la pulpa. 8ª ed. Madrid España: Editorial Mosby 2002. Pp.406-410, 835-841
3. Cristóbal B. Miñana M. Peix M. Miñana R. Apexificación con Hidróxido de calcio vs. tapón apical de MTA. Gaceta dental; Industria y profesiones. No. 159, 2005.Pág. 58-57 <http://www.gacetadental.com/articulos>
4. Dominguez A. Muñoz L. Aznar T. Study of calcium hydroxide apexification in 26 young permanent incisors. Dent. Traumatol. 2005; 21:141-145.
5. El Meligy O. Avery D. Comparison of Apexification with Mineral Trioxide Aggregate and Calcium Hydroxide. Pediatric Dentistry, 2006; 28(3):248-252
6. Estrela C. Ciencia Endodóntica.1ª ed. Sao Paulo. Brasil: Editorial Artes Médicas Latinoamericana, 2005. Pp. 743-782, 889-904
7. Fabra H, Rodríguez J. Apicoformación; otra forma de entender el problema (1ª parte). Ideas y trabajos odontoestomatológicos 2001; 2 (1):7-14
<http://www.nexusedicones.com/pdf>
8. Farias F. Falático G. Inducción del cierre apical (apexificación) en perros jóvenes con y sin uso de medicamentos apicoinductores.
[http:// Servicio.cid.uc.edu.ve/odontología/revista/V5n2/V-2-2pdf](http://Servicio.cid.uc.edu.ve/odontología/revista/V5n2/V-2-2pdf)

9. Feippe W.T. Felipe M.C.S. Rocha M.J. C. The effect of mineral trioxide aggregate on the apexification and periapical healing of teeth with incomplete root formation. *International Endodontic Journal*, 2006; 39:2-9.
10. Juárez N. Benítez J.G. Apicogénesis, apicoformación y maturogénesis; conceptos y técnica. *Medicina oral*, Vol. VIII, 2006 No. 3, Pág.129-138.
11. Lasala A. *Endodoncia*. 4ª ed. Barcelona España: Editorial Salvat, 1992. Pp. 537-549
12. Leonardo M. *Endodoncia Tratamiento de los conductos radiculares*. 2ª ed. Buenos Aires Argentina: Editorial Panamericana, 1992. Pp. 552-549
13. Mondragón J.D. *Endodoncia*. 6ª ed. México: Editorial Interamericana Mc Graw Hill, 1995. Pp. 7-13
14. Rafter M. Apexification; a review. *Dent. Traumatol.* 2005; 21:1-8
15. Rodríguez A. *Endodoncia Consideraciones Actuales*. 1ª ed. Colombia; Editorial Amolca.2003. Pp. 223-239.
16. Rojas E. Terapias endodónticas empleadas en dientes permanentes incompletamente formados realizadas en el postgrado de endodoncia de la Universidad Central de Venezuela en el período enero 2002- abril 2005.

http://www.carlosboveda.com/odontologosfolder/odontoinvitado_46
17. Simonette B. Verde S. Aplicaciones clínicas del hidróxido de calcio en la terapia endodóntica.

[http://www.dynabizvenezuela.com/imagenes/dynabiz/ID3887/siteinfo/Aplicaciones clínicas del hidróxido de calcio.pdf](http://www.dynabizvenezuela.com/imagenes/dynabiz/ID3887/siteinfo/Aplicaciones_clinicas_del_hidroxido_de_calcio.pdf)

18. Soares J. Goldberg F. Endodoncia Técnica y fundamentos. 1^a ed. Buenos Aires Argentina: Editorial Panamericana, 2002.Pp. 211-220

19. Walton R, Torabinejad M. Endodoncia. Principios y práctica clínica.1^a ed. México: Editorial Interamericana, 1990. Pp. 398-401

20. Witherspoon D. E. Ham K. One visit Apexification; Technique for inducing root-end barrier formation in apical closures. Pract Proced. Aesthet Dent 2001; 13 (6):455-460