



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES
UNIDAD LEÓN**

**TRATAMIENTO PULPAR EN LA DENTICIÓN
PERMANENTE JOVEN**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN ODONTOLOGÍA**

P R E S E N T A:

FLOR ANGÉLICA XOCONOXTLE DÍAZ

TUTORA: MTRA. PAOLA CAMPOS IBARRA

TUTOR: ESP. ALEJANDRO CAMACHO

HERNÁNDEZ

ASESOR: MTRO. FERNANDO TENORIO ROCHA

LEÓN, GUANAJUATO

2019





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

INTRODUCCIÓN.....	4
MARCO TEÓRICO.....	5
ODONTOGÉNESIS.....	5
Morfogénesis.....	5
ENFERMEDADES PULPO-PERIAPICALES.....	9
TRATAMIENTO CON ÁPICES ABIERTOS	15
Apicogénesis.....	15
Apexificación	17
Procedimiento endodóncico regenerativo	19
BIOCERÁMICOS.....	22
PROTOCOLOS DE DESINFECCIÓN.....	29
SERIE DE CASOS.....	30
Caso 1	30
Caso 2.....	35
Caso 3.....	39
DISCUSIÓN.....	43
CONCLUSIÓN	44
BIBLIOGRAFÍA.....	45

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1a. Fotografía clínica del diente 36 que muestra fractura coronaria y absceso periapical.	31
Imagen 1b. Absceso periapical asociado al diente 36.	31
Imagen 2. Radiografía inicial.	31
Imagen 3. Conductometría.....	32

Imagen 4. Medicación intraconducto de hidróxido de calcio.....	32
Imagen 5. Alargamiento de corona del diente 36.....	33
Imagen 6. Aplicación de MTA.....	33
Imagen 7. Radiografía final.....	33
Imagen 8. Cita control 3 meses.	34
Imagen 9. Cita control 6 meses.	34
Imagen 10. Cita control 12 meses.	34
Imagen 11. Radiografía inicial.....	35
Imagen 12. Acceso a cámara pulpar con calculo pulpar en diente 36.	36
Imagen 13. Acceso a cámara pulpar sin calculo pulpar en diente 36.....	36
Imagen 14. Calculo pulpar extraído.....	37
Imagen 15. Cámara pulpar posterior a la limpieza y conformación de los conductos.	37
Imagen 16. Conductimetría.	37
Imagen 17. Radiografía final.....	38
Imagen 18a. Radiografía a los 3 meses.	38
Imagen 18b. Radiografía a los 6 meses.	38
Imagen 19a. Radiografía de cita control a los 12 meses	39
Imagen 19b. Fotografía de cita control a los 12 meses.....	39
Imagen 20. Radiografía inicial.....	40
Imagen 21. Conductimetría.	41
Imagen 22. Cronometría.....	41
Imagen 23. Radiografía final.....	41
Imagen 24. Radiografía control de 3 meses.	41
Imagen 25a. Radiografía control de 12 meses.....	42
Imagen 25b. Fotografía control de 12 meses.	42

INTRODUCCIÓN

Los procedimientos endodóncicos en dientes permanentes inmaduros proporcionan diversos retos debido a que no han completado su desarrollo radicular dejando paredes radiculares delgadas y frágiles y ápices abiertos; estas desventajas afectan la proporción corona raíz y comprometen el tratamiento y su restauración.¹⁻³ Mantener la vitalidad pulpar es la principal meta para lograr la constricción apical y completar la formación dental, por lo que se debe seleccionar cuidadosamente el plan de tratamiento con base a nuestro diagnóstico pulpo-periapical, el grado de desarrollo radicular y si es protésicamente restaurable.^{4,5} Es de suma importancia considerar el material y tratamiento que se seleccionara con base al caso a tratar; algunos de los posibles tratamientos son: recubrimientos pulpares indirectos en caries profunda, recubrimiento pulpar directo, pulpotomía, apicogénesis, apicoformación, regeneración pulpar y el uso de factores de crecimiento. En cuanto al tipo de material a seleccionar hay diversas opciones tales como el hidróxido de calcio, MTA, Neo MTA, Neo MTA Plus Biodentin, Bioroot, entre otros. El saber seleccionar el material y tratamiento adecuado brindara más porcentaje de éxito a cada caso.^{1,3}

La apexificación, cierre apical o también conocida como la apicoformación es un método en el cual tiene como objetivo inducir una barrera calcificada en los conductos con ápices abiertos o continuar con el desarrollo apical incompleto de una raíz de un diente con pulpa necrótica que ha perdido la capacidad de desarrollo radicular. El desarrollo apical incompleto se puede ver afectado por diversas causas, tales como traumatismos, caries, iatrogenias y malformaciones del desarrollo; estas situaciones nos pueden llevar a causar necrosis pulpar y por ende un retraso notorio en la formación radicular y cierre apical.^{4,6}

A continuación, se presentarán casos clínicos donde se utilizaron diferentes técnicas, tratamientos y materiales para tratar primeros molares permanentes inmaduros con diferentes diagnósticos pulpoperiapicales; el manejo de estos dientes fue correspondiente a su diagnóstico. Durante el tratamiento y citas de control se observaron excelentes resultados y éxito del tratamiento

MARCO TEÓRICO

ODONTOGÉNESIS

La odontogénesis es el proceso de formación dental, el cual se desarrolla desde los brotes epiteliales que inicia en el sector anterior de los maxilares y continúa hacia el sector posterior. Durante esta formación participan dos capas germinativas: el epitelio ectodérmico, que forma la estructura del esmalte; y el ectomesenquima, que origina la dentina, la pulpa dental, cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar. El desarrollo dental tiene dos clases de dientes: los dientes primarios y los dientes permanentes o definitivos; ambos tienen el mismo origen y una estructura histológica similar. Para poder guiar y controlar el proceso de la odontogénesis es necesario un inductor desencadenante que ejerza su acción inductora sobre el epitelio bucal para que revista al estomodeo o la cavidad bucal primitiva; este papel es realizado por el ectomesénquima o mesénquima cefálico. Este proceso se ve caracterizado por la fase de la morfogénesis.^{7,8}

Morfogénesis

La morfogénesis o morfodiferenciación consiste en la formación y desarrollo de los patrones coronarios y radiculares, estos cambios químicos, morfológicos y funcionales inician durante la sexta semana de gestación y continúan a lo largo de la vida del diente. Este proceso inicia con la diferenciación de la lámina vestibular y la lámina dentaria, cuando las células basales proliferan a lo largo del borde libre de lo que algún día serán los maxilares, esto gracias a la inducción del ectomesénquima y a él epitelio ectodérmico. La lamina vestibular forma una hendidura que será el surco vestibular; y de la lámina dentaria proliferan 10 crecimientos epiteliales en cada maxilar lo que corresponderá a los 20 dientes deciduos y durante el quinto mes de vida uterina también formara los 32 gérmenes de la dentición permanente que se desarrollan en 4 estadios: brote macizo (o yema), casquete, campana y de folículo dentinario, terminal o maduro.⁸

-Estadio de brote o yema dentaria

Es el periodo de iniciación y proliferación donde los brotes serán los futuros órganos del esmalte que darán lugar al esmalte, el único tejido de naturaleza ectodérmica del diente. En la periferia de los brotes podemos encontrar células cilíndricas, mientras que en el interior son poligonales con espacios intercelulares estrechos; de las células que se localizan más superficial del brote se pueden detectar algunos signos de apoptosis.⁷

-Estadio de casquete

En este estadio se forman las tres estructuras embrionarias fundamentales que constituyen el germen dentario los cuales son: el órgano del esmalte, la papila dentaria y el saco dentario primitivo o folículo dental; estas estructuras son temporales puesto que más tarde tienen una involución que se ve vinculado con la morfogénesis coronaria. Este estadio inicia con formación del órgano del esmalte originado del ectodermo, donde histológicamente podemos distinguir 3 estructuras: epitelio dental externo, epitelio dental interno o pre-ameloblástico y retículo estrellado. En el epitelio interno del órgano del esmalte se desarrolla el nudo primario del esmalte (un acumulo de células) que parte de una prolongación celular llamada cuerda del esmalte y tiene una terminación en forma de muesca en el epitelio externo.⁷

Gracias a las caras laterales o bordes del ya formado órgano del esmalte se forma una concavidad en la zona más profunda, la cual encierra una pequeña porción del ectomesenquima que lo rodea, esto será la papila dentaria que nos dará origen al complejo dentinopulpar. Hay una división de membrana basal entre esta papila y el epitelio interno del órgano del esmalte, que dará lugar a la futura conexión amelodentinaria.^{7,8}

Fuera del órgano del esmalte, se encuentra el tejido mesenquimático que se encarga de rodear casi por completo al casquete, posteriormente se condensa y se hace más fibrilar, formando así el saco dentario primitivo o folículo dental.⁷

-Estadio de campana

Durante este estadio, que sucede entre las catorce y dieciocho semanas de gestación, son más evidentes los procesos de morfo e histodiferenciación y se pueden observar cambios estructurales e histoquímicos en el órgano del esmalte, papila dentaria y saco dentario. ^{7,8}

En el órgano del esmalte se forma una nueva capa que se denomina estrato intermedio situada entre el retículo estrellado y epitelio dental interno, además, hay una acentuación de este último lo que le da el aspecto de campana. Por ende, en esta estructura del germen dentario durante este estadio será caracterizado por la presencia de cuatro capas: epitelio dental externo, retículo estrellado, estrato intermedio y epitelio dental interno. ⁸

El saco dentinario forma dos capas una interna celulo-vascular y una externa o superficial con abundantes fibras colágenas; estas fibras junto con las precolagenas (colágena tipo I y II) empiezan a envolver al germen. De la capa de células mesenquimáticas indiferenciadas formaran los componentes del periodonto de inserción (cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar).⁷

Finalmente hay una formación del esbozo o brote del diente permanente, la cual sucede en la lámina dentaria, donde prolifera en su borde más profundo y se desarrolla en un extremo libre situado por detrás con respecto al órgano del esmalte.⁸

-Estadio terminal o de folículo dentario (apositional)

Esta etapa inicia con el crecimiento aposicional del esmalte y la dentina gracias al depósito de capas de una matriz extracelular de manera regular y rítmica. Los odontoblastos y los ameloblastos son los correspondientes en crear matriz orgánica para la dentina y para el esmalte (respectivamente). Posteriormente continua con la fase de mineralización, que inicia entre el quinto y sexto mes de gestación, donde primero se depositan unas láminas de dentina y luego se forma una de esmalte; el

proceso inicia de las cúspides o borde incisal y continua paulatinamente hacia el bucle cervical, si son multicuspidados cada uno inicia su desarrollo de forma independiente y después se unen entre sí, dando así la anatomía de surcos en la superficie oclusal de los dientes. Por otra parte, la membrana basal o conexión amelodentinaria puede presentar características lisas u ondulaciones festoneadas; este entremezclamiento de cristales de esmalte y dentina podría explicar la interfase amelodentinaria.^{7,8}

Una vez comenzado el patrón coronario, inicia el proceso de la histogénesis mediante la dentinogénesis y amelogénesis. Cuando se ha formado el órgano del esmalte, este se atrofia y forma el epitelio dentario reducido: cuando el diente erupciona este epitelio se une a la mucosa bucal y forma el epitelio de unión, el cual se une a la encía para formar un espacio surco gingival.⁷

Desarrollo y formación de la raíz

La vaina epitelial de Hertwig es la encargada de inducir y desarrollar la raíz de los dientes, esta estructura es el resultado de la fusión del epitelio interno y externo del órgano del esmalte a nivel del asa cervical o borde genético. Esta vaina se hace más profunda en relación al saco dentinario por su parte externa y con la papila dentaria internamente, al hacer esta proliferación la papila dentinaria es inducida por la vaina para que los odontoblastos radiculares se diferencien en la superficie de la mesénquima papilar. Además, el epitelio de la vaina induce la formación de dentina por dentro y cemento radicular por fuera. El fin de la vaina epitelial de Hertwig es cuando se deposita la primera capa de dentina radicular ya que provoca una interferencia entre la vaina y la papila, causando así una falta de aporte nutritivo que le daban las células de la papila dentinaria por lo que pierde su continuidad y se fragmenta formando así los restos de Malassez donde se mantienen cerca de la superficie radicular dentro del ligamento periodontal; Estos restos de Malassez no tienen ninguna función en la odontogénesis pero son necesarios para el origen del revestimiento epitelial de los quistes radiculares.^{7,8}

Cuando el diente es multiradicular la vaina epitelial de Hertwig crea dos o tres lenguetas epiteliales o diafragmas en el cuello con dirección al eje del diente para formar en un futuro el piso de la cámara pulpar; posterior a la formación de esta estructura proliferan individualmente en cada una de las raíces del diente, finalmente al completarse el desarrollo radicular la vaina epitelial se curva hacia adentro de cada raíz para formar el diafragma, marcando así el límite distal de la raíz y rodea el foramen apical. Hasta este punto se puede considerar pulpa dental a la papila.⁸

ENFERMEDADES PULPO-PERIAPICALES

Para establecer diagnósticos uniformes la asociación Americana de Endodoncia (AAE) publica en el año del 2009 una nueva terminología para el diagnóstico clínico y así mismo estandarizar los términos de las enfermedades pulpares y periapicales que se utilizan durante el tratamiento; estos términos se clasifican de la siguiente manera:³

PULPAR	CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS	CARACTERÍSTICAS RADIOGRÁFICAS
PULPA NORMAL	<ul style="list-style-type: none"> • Clínicamente está libre de síntomas y responde positivamente dentro de parámetros normales a las pruebas de sensibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sin alteración periapical.
PULPITIS REVERSIBLE	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos en donde la pulpa vital inflamada retornara a la normalidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • No presenta cambios.

	<ul style="list-style-type: none"> • No existen antecedentes de dolor espontáneo. • Dolor transitorio de leve a moderado provocado por estímulos: frío, calor, dulce. • Pruebas de sensibilidad positivas, térmicas y eléctricas. • Obturaciones fracturadas o desadaptadas o caries. 	
<p>PULPITIS IRREVERSIBLE SINTOMÁTICA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos indicando que la pulpa vital inflamada es incapaz de repararse. • Dolor a los cambios térmicos. • Dolor referido, espontaneo de moderado a severo • Dolor que disminuye con el frío y aumenta con calor • Pruebas de sensibilidad positivas térmicas y eléctricas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posible engrosamiento del espacio del ligamento Periodontal. • Zona radiolúcida de la corona compatible con caries. • Imagen radiopaca compatible con restauraciones profundas.

	<ul style="list-style-type: none"> • El dolor permanece después de retirado el estímulo • Dolor a la percusión. • Puede presentar caries. 	
PULPITIS IRREVERSIBLE ASINTOMÁTICA	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos indicando que la pulpa vital inflamada es incapaz de repararse • No hay síntomas clínicos La inflamación es producida por caries, trauma. • Exposición pulpar por caries, fractura coronal complicada sin tratamiento. • Pruebas de sensibilidad (+) con respuesta anormal prolongada, en ocasiones retardadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sin alteración periapical. Posible engrosamiento del espacio del ligamento periodontal. • Zona radiolúcida en la corona compatible asociada a caries, restauraciones profundas o trauma.
NECROSIS PULPAR	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico clínico que indica muerte pulpar. • Usualmente no responde las pruebas sensibilidad (-) puede dar falsos (+) en dientes multiradiculares donde no hay necrosis 	<ul style="list-style-type: none"> •Ligero ensanchamiento del espacio del espacio del ligamento Periodontal. • Radiolúcidez de la corona compatible con caries.

	<p>total de todos los conductos, por fibras nerviosas remanentes en apical y estimulación de fibras del periodonto a la prueba eléctrica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de color coronal que puede ser de matiz pardo, verdoso o gris. • Presenta pérdida de la translucidez y la opacidad se extiende a la corona. • Puede presentar movilidad y dolor a la percusión • Puede encontrarse el conducto abierto a la cavidad oral. 	<ul style="list-style-type: none"> • Radiopacidad compatible con restauraciones profundas.
PREVIAMENTE TRATADO	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico clínico indicando que el diente ha sido endodóncicamente tratado. 	<ul style="list-style-type: none"> • No existen cambios en los tejidos de soporte circundante. • Conducto radicular obturado en calidad y longitud en diferentes materiales.
PREVIAMENTE INICIADO	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico clínico que indica que el diente ha sido previamente iniciado 	<ul style="list-style-type: none"> • No existen cambios en los tejidos de soporte.

	como una pulpectomía o pulpotomía.	
--	------------------------------------	--

PERIAPICAL	CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS	CARACTERÍSTICAS RADIOGRÁFICAS
TEJIDOS APICALES SANOS	<ul style="list-style-type: none"> • Periodonto perirradicular sano. • Negativo a palpación y percusión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Espacio del ligamento periodontal uniforme. • Lamina dura intacta.
PERIODONTITIS APICAL SINTOMÁTICA	<ul style="list-style-type: none"> • Dolor espontáneo o severo • Dolor localizado persistente y continuo. • Dolor tan severo que puede interrumpir actividades cotidianas. • Dolor a la percusión y palpación. • Sensación de presión en la zona apical del diente 	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede o no observar cambios en los tejidos de soporte circundante • Puede observarse ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal. • Puede o no estar asociada a radiolucidez apical.
PERIODONTITIS APICAL ASINTOMÁTICA	<ul style="list-style-type: none"> • Generalmente asintomática o asociada a molestia leve. • Tejidos circundantes dentro de parámetros normales. • Respuesta positiva a percusión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Zona radiolúcida apical de origen pulpar.

	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilidad a la palpación, si existe compromiso de la tabla ósea vestibular. • Pruebas de sensibilidad y eléctricas negativas. 	
<p>ABSCESO APICAL AGUDO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso infeccioso por una necrosis pulpar. • De comienzo rápido. • Dolor espontaneo, Dolor a la presión, percusión y palpación. • Exudado purulento. • Inflamación intra o extraoral. • Dolor localizado y persistente. • Dolor constante y/o pulsátil. • Dolor a la presión (sensación de diente extruido) • Dolor localizado o difuso de tejidos blandos intraorales. • Movilidad aumentada. • Dolor a la percusión. • Malestar general. 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede o no revelar cambios en el tejido circundante periapical. • Puede observarse ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal o una zona de reabsorción ósea apical, asociada a una periodontitis apical asintomática.
<p>ABSCESO APICAL CRÓNICO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso infeccioso por una necrosis pulpar 	<ul style="list-style-type: none"> • Zona radiolúcida apical. • Se debe realizar una

	caracterizado por un comienzo gradual. <ul style="list-style-type: none"> • Ligera sensibilidad. • Presencia de fistula. • Asintomática. • Pruebas de sensibilidad negativas 	fistulografía con cono de gutapercha.
OSTEITIS CONDENSANTE	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso inflamatorio crónico de baja intensidad. • Puede o no responder a pruebas de sensibilidad. • Puede o no ser sensible a palpación y/ o percusión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de una zona radiopaca apical difusa concéntrica alrededor del tercio apical radicular. • Se observa presencia del espacio del ligamento periodontal.

AAE Consensus Conference Recommended Diagnostic Terminology. Journal of Endodontics. Vol 35, # 12. 2009, pág. 1634.⁹

TRATAMIENTO CON ÁPICES ABIERTOS

Apicogénesis

El mantener la vitalidad pulpar es de suma importancia en los dientes permanentes inmaduros que no han terminado su desarrollo continuo de la raíz, debido a que en la pulpa podemos encontrar odontoblastos, que están especializados para formar tejido dentinario, además la pulpa dental en pacientes jóvenes es más celular, tiene un rico suministro de sangre y contiene una estructura capaz de recuperarse de las lesiones¹⁰⁻¹² Sin la pulpa vital, la estructura dental es susceptible a infecciones y se detiene la formación radicular.⁴ La apicogénesis es el tratamiento utilizado para dientes traumatizados o cariados con pulpa vital y ápices abiertos, este tratamiento tiene como objetivo preservar el tejido vital sano restante para permitir el desarrollo

fisiológico continuo y la formación completa del extremo de la raíz, a lo que también llamamos apexogénesis.^{11,12}

La terapia está basada en la amputación de la pulpa dañada y obturando la entrada de la pulpa restante con biomateriales de recubrimiento adecuados. A diferencia otros tratamientos, la apexogénesis permite que el desarrollo de la raíz siga desarrollándose para lograr un cierre apical, una estructura de la raíz más fuerte y una mayor integridad estructural.^{10,12} Para poder seleccionar el adecuado plan de tratamiento, debe haber una previa valoración de la extensión de la inflamación, para así saber cuánto abarcará el procedimiento, ya sea recubrimiento pulpar indirecto o directo, la pulpotomía superficial o la pulpotomía convencional^{4,12} Se ha visto durante las primeras 24 horas después de la exposición de la pulpa que la inflamación se concentra en las capas más superficiales de la pulpa y posterior a este tiempo se propaga hacia apical¹²

El material adecuado para su uso en estos tratamientos debe ser biocompatible, bactericida, capaz de proporcionar un sello biológico y hermético, inducir la formación de tejidos duros y deben permitir que la pulpa continúe con la formación del ápice.¹² Una de las opciones que mencionaremos en este documento es el hidróxido de calcio ($\text{Ca}[\text{OH}]_2$) que a pesar de haber sido usado por muchos años cuenta con algunas desventajas, principalmente la formación de los puentes de dentina que se produce debajo de la capa de este biomaterial no es predecible y presenta defectos de túnel, los cuales pueden actuar como vías para la filtración bacteriana y provocar cambios inflamatorios en la pulpa. Como otra opción que se usa es el agregado de trióxido mineral (MTA), entre sus ventajas esta la capacidad de inducir la formación de tejido duro en los tejidos pulpares, mantener la integridad de los tejidos pulpares, formar un puente dentinario más grueso, menos inflamación, menos hiperemia y menos necrosis pulpar en comparación con otros materiales. Por otro lado, unas de sus desventajas que tiene un alto tiempo de fraguado, difícil manejo y un alto costo.^{12,13}

Se ha demostrado en investigaciones que la formación de puentes de dentina se puede lograr debajo de un material de recubrimiento pulpar gracias a las

propiedades de los materiales biocerámicos que se usan como recubrimiento, tales como la capacidad de sellado, la alcalinidad y la biocompatibilidad.^{4,12} La importancia de un sellado coronal después de la cobertura de la pulpa es lo necesario por lo que se sugiere continuar con un tratamiento protésico restaurador adecuado al tratamiento y a cada paciente.^{11,12}

Apexificación

El tratamiento de apexificación o apicoformación es un procedimiento endodóncico en el que se induce una barrera calcificada para lograr el cierre apical o el desarrollo radicular continuo de dientes inmaduros permanentes con pulpa necrótica.^{1,2,4} Convencionalmente durante muchos años, el tratamiento inicia con la desinfección de los conductos radiculares de manera convencional, posteriormente se coloca el $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ intraconducto, se realizan recambios por cita para inducir una barrera apical y lograr el cierre, finalmente, se obtura el sistema de los conductos con gutapercha.^{1,2,4,14} La apexificación realizada con $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ nos permite formar una barrera apical y contribuir a un aumento de la longitud de la raíz, al igual que con el uso de otros biocerámicos.¹

El tiempo en el que se induce la formación de la barrera mediante el uso de $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ varía de 3 a 24 meses, dependiendo del grado del desarrollo radicular en el que se detuvo el diente y el número y frecuencia de las sesiones. Se sugiere realizar los recambios de medicación intraconducto del material cada mes, una vez cada 3 meses, una vez cada 6–8 meses, o ninguna vez en absoluto, hasta que se logre formar el cierre apical;^{4,15} la tasa de éxito de la apexificación varía entre el 74 % y el 100 %;¹ este porcentaje de éxito se ve afectado principalmente por el largo plazo de tiempo requerido para completar el tratamiento. Durante este procedimiento puede haber algunas otras desventajas del uso de $\text{Ca}[\text{OH}]_2$, tales como imprevisibilidad de la formación de un sello apical, debilitamiento de la dentina y la estructura de la raíz, variabilidad en el tiempo de tratamiento, puede dar lugar a una morfología defectuosa de la raíz, reducción la resistencia de la radicular, aumento de las probabilidades de fractura, múltiples visitas clínicas durante un período

prolongado de tiempo, dificultad en el seguimiento de los pacientes, posible fractura en la región cervical del diente, formación de anomalías en tejido calcificado formado dentro del conducto radicular y cambios en las propiedades físicas de la dentina.^{1,2,4,14,15} Las concentraciones de $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ dentro del sistema de conductos radiculares impiden el acceso a las células madre, dando como consecuencia: paredes delgadas y porosas, ápices incompletos y dificultades en el sellado apical.¹⁶ Radiográficamente se puede apreciar una formación aparentemente completa de tejido mineralizado, aunque en realidad puede haber una formación incompleta del ápice, y la inflamación periradicular puede persistir alrededor de los ápices de muchos dientes debido a la presencia de tejido necrótico en las irregularidades en apical.⁴

Es crucial el adecuado sellado para prevenir la fuga de bacterias, debido a que los dientes inmaduros permanentes necróticos pueden estar presentes con una periodontitis apical y afectar gravemente al pronóstico y éxito de nuestro tratamiento.² Debido a estos factores, se buscó alternativas al uso de $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ en la apexificación, por tal motivo fue en 1993 que se recomendó otro material para inducir la formación de la barrera apical conocido como MTA.^{2,4,15} El uso de este material nos da resultados favorables al tratamiento en comparación con $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ debido a que produce una barrera apical artificial que permite la compactación del material de obturación, proporciona un adecuado sellado apical, es biocompatible, es capaz de fomentar la diferenciación odontoblástica, tiene buena radiopacidad, tiene baja solubilidad, es bioactivo, es de pH alto (así disminuye la actividad antimicrobiana), se expande después de su aplicación, la formación de la barrera apical es más predecible, además se le atribuye el mérito de no necesitar mucho tiempo ni múltiples visitas debido a que con 1 o 2 citas es más que suficiente y gracias a esto se convirtió en el material elegido para inducir la formación de la barrera apical ya que tiene una alta tasa de éxito.^{2,4,14-16}

Aunque el MTA tenga ventajas, se ha demostrado que no tiene las propiedades adecuadas para apoyar la porción radicular, debido a que con su aplicación no fortalece, no mejora la resistencia y no fomenta el engrosamiento, por lo que pueden permanecer delgadas y frágiles.^{4,14,15}

En un estudio descrito por Jeeruphan en el 2012, realiza una comparativa de la tasa de éxito clínico y radiográfico de tratamientos de apicoformación entre el uso de $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ y MTA, en el cual obtuvo resultados de 77.27 % y 68.42 % de éxito respectivamente.¹⁵ Estos dos materiales se han comparado clínica y radiográficamente en su uso para inducir la apexificación y en dientes permanentes necróticos inmaduros, los cuales tienen un bajo índice de fracaso en dientes tratados con $\text{Ca}[\text{OH}]_2$, mientras los dientes tratados con MTA han mostrado un alto éxito clínico y sin ninguna patología clínica o radiográfica.²

Procedimiento endodóncico regenerativo

La pulpa dental es un tejido conectivo indiferenciado, para lograr la formación completa de la raíz dental, es necesario que la pulpa este vital ya que la función de los odontoblastos es producir dentina y así fomentar el cierre apical.^{4,16} Cuando el diente se encuentra en un estado necrótico se requiere procedimientos y materiales que permitan la regeneración de la pulpa.^{1,4,17} Los procedimientos endodóncicos regenerativos tienen como objetivo restaurar o regenerar los tejidos pulpaes para reanudar sus funciones sensoriales, de inmunocompetencia, de desarrollo de las raíces y de formación. El concepto de procedimientos de endodoncia regenerativa se introdujo a principios de la década de 1960 en un estudio realizado por Nygaard-Østby, sin embargo, el interés actual del tema se ha dado desde algunos informes de casos a principios de la década del 2000.^{16,17}

Han surgido diversas controversias en cuanto a los términos que se asignarán para describir estos procedimientos debido a sus características, pasos y conceptos que abarca, algunos de los términos sugeridos son la revascularización, revitalización, maturogénesis y finalmente procedimiento endodóncico regenerativo el cual ha sido el más apegado a los conceptos de ingeniería de tejidos que se usan, describe mejor el propósito principal de tales procedimientos y abarca los términos de la revascularización, la revitalización y la maturogénesis. Kumar en el 2014 menciona tasas de éxito en los dientes, cuando se realizan procedimientos endodóncicos

regenerativos (100 %) en comparación con la apexificación del MTA (95 %) o la apexificación con $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ (77 %).¹⁶

Una de las principales ventajas de la revascularización es el aumento porcentual en la longitud de las raíces afectadas, también el espesor de la pared del conducto se ve incrementada y la resolución de todos los signos y síntomas, no obstante la realidad clínica ha demostrado que los resultados son impredecibles; a pesar de esto se afirma que si no se logra un desarrollo radicular continuo, el tratamiento debe llamarse exitoso si el diente se mantiene en función y se resuelve los signos y síntomas.¹⁴⁻¹⁶ Chen en el 2012 menciona 5 posibles resultados radiográficos después de los tratamientos de regeneración, los cuales son: primero, un incremento del espesor de las paredes del conducto y un desarrollo continuo de la raíz; segundo, no presentar una continuación notoria del desarrollo de la raíz y un cierre apical de forma achatada; tercero, un desarrollo radicular continuo sin un cierre del foramen apical; cuarto, una calcificación u obliteración severa del sistema de conductos; y finalmente, una formación de una barrera de tejido duro formada en el conducto entre la restauración coronal y el ápice de la raíz.¹⁸

La regeneración pulpar se realiza siguiendo los procedimientos que utilizan conceptos básicos de ingeniería de tejidos. Estos conceptos incluyen el suministro de células madre, un andamio y moléculas o señales para guiar la diferenciación hacia el tipo de célula deseado. Para poder realizar este procedimiento es necesario realizar la desinfección de los conductos (para poder obtener un entorno libre de bacterias para la diferenciación de células madre), realizar un acondicionamiento de la superficie de la dentina para la unión de células madre y finalmente la liberación del crecimiento de la matriz de la dentina. Es importante destacar que la desinfección del conducto se realiza con una instrumentación mínima, junto con el uso de una solución de irrigación de hipoclorito de sodio en una baja concentración, una pasta antibiótica triple o una pasta de $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ y finalmente se usa EDTA durante el riego final para acondicionar la dentina para la unión de células madre y permitir una mayor liberación de factores de crecimiento; el tratamiento abarca de 2 a 3 visitas.^{14,16}

Posteriormente ya al tener un sistema de conductos desinfectado, se inducirá un sangrado de los tejidos periapicales en apical mediante el uso de limas, para así introducir las células madres al sistema de conductos y formar un coágulo de sangre dentro del diente, el cual será usado como andamio y apoyo para la migración y diferenciación de las células madre, que además nos dará factores de crecimiento que ayudaran a esta diferenciación de células. El origen de las células madre sigue estando en discusión en la literatura científica, pero se considera su origen puede ser de la papila apical, el ligamento periodontal, la vaina epitelial de Hertwig o las células mesenquimales de la médula ósea periapical circundante.^{14,16,17} El uso de otros materiales en estos tratamientos para inducir la regeneración de la pulpa, por ejemplo: el plasma rico en plaquetas, las microesferas de gelatina y las suspensiones de colágeno que también han reportado tener éxito clínico.¹⁶ Los tejidos duros formados en el conducto de los dientes inmaduros vascularizados son un tejido mineralizado heterogéneo que se parece al cemento o al hueso, mientras que los tejidos blandos tienen características más similares al ligamento periodontal que a la pulpa.¹⁴

Finalmente se necesita de un sello hermético que permite el mantenimiento de un entorno ideal para la diferenciación de células madre.^{14,16} El MTA, uno de los materiales recomendados para lograr el sellado necesario, facilita la diferenciación y migración de las células madre, pero además se han utilizado otros materiales y han obtenido éxito en entornos clínicos adecuados, algunos de esos materiales son el $\text{Ca}[\text{OH}]_2$, la matriz enriquecida con calcio, el cemento de ionómero de vidrio, la gutapercha, la amalgama, la resina compuesta y el Cavit.¹⁶

Jeeruphan en un estudio del 2012 hace comparativa de un estudio que muestra resultados de radiográficos del aumento porcentual en el ancho de la raíz y la longitud para la revascularización en el cual obtuvo un porcentaje de 28.2 % y 14.9 %, respectivamente y en comparación con la apexificación de MTA que obtuvo un muy desagradable 0 % y 6.0 %, respectivamente, lo que muestra el efecto de este nuevo de tratamiento y que tiene resultados muy favorables en comparación con tratamientos más tradicionales.¹⁵

BIOCERÁMICOS

MTA

El MTA es un cemento bioactivo que está compuesto, principalmente, de calcio y silicato, que tiene la habilidad de inducir la formación de tejido duro, nuevo cemento y ligamento periodontal en una superficie que tenga contacto con fluidos y tejidos bucales y además forma un ambiente ideal para sanar.^{2,19-21} Es un material dental que se han introducido en el mercado como cemento endodóncico bioactivo y se utiliza ampliamente en la odontología y principalmente en endodoncia debido a que protege andamios durante procedimientos endodóncicos, en los cuales se menciona que tiene una tasa de éxito del 94.6 % y una tasa de supervivencia del 97,1 %.²² El cemento fue desarrollado y reportado por Torabinejad en la década de 1990 y fue aprobado por la Administración de Alimentos y Medicamentos para sus usos en los Estados Unidos en 1997.²³

EL MTA fue inicialmente introducido para su uso en el recubrimiento de la pulpa, los casos de pulpotomía y tratamiento de perforaciones accidentales del conducto radicular, posteriormente se convirtió en el material de elección para la terapia de apexificación gracias a su excelente capacidad de sellado y biocompatibilidad.^{2,22,23} Gracias a sus propiedades fisicoquímicas a este material le dan la capacidad de que sea biológicamente aceptable para cerrar conductos radiculares con ápices abiertos.² El MTA es usado generalmente en estos tratamientos de ápices inmaduros como tapón apical para estimular la mineralización dentro del conducto radicular apical, para evitar microfiltración de toxinas y bacterias hacia el tejido perirradicular y para ayudar a desinfectar el conducto radicular, es crucial para sellar, prevenir y tener éxito en este tipo de tratamientos.^{2,6}

Las ventajas del MTA son que tiene propiedades fisicoquímicas favorables para los tratamientos dentales, biocompatibilidad, tiene un alto pH que crea un ambiente antibacteriano, libera iones de calcio que activan la unión y proliferación de las células, modula la producción de citoquina, crea apatita carbonatada en la superficie de este material lo que nos da un sellado biológico y fomenta la diferenciación y

migración de tejido duro y producción de células.^{2,19-21} Con estas características clínicas favorecedoras e ideales el MTA tiene un alto porcentaje de éxito clínico lo que lo hace un material de reparación muy recomendado con varios usos endodóncicos. Algunos de sus usos clínicos, con resultados prometedores, el tratamiento de perforaciones, fracturas horizontales radiculares, comunicaciones radiculares, barreras apicales en dientes inmaduros con ápices abiertos, resorciones internas y externas, pulpotomías, recubrimientos pulpaes directos e indirectos, apicectomías, entre otros.^{19-21,24,25}

EL MTA tiene una excelente eficacia en el contexto clínico y puede considerarse una alternativa interesante en tratamientos endodóncicos. Esto es debido a que estudios han mostraron una formación completa del puente dentina y una ausencia de respuesta inflamatoria, logrando formar dentina tubular debajo de la osteodentina.^{21,23,26} Además, Cohen menciona que otra ventaja del MTA es que ha demostrado cambios significativos en la disminución de fracturas radiculares verticales después de restauración.³

Los cementos endodóncicos bioactivos, así como el MTA, tienen distintas composiciones químicas, pero capacidades similares, tales como: la liberación de iones de calcio, biocompatibilidad, la producción de $\text{Ca}[\text{OH}]_2$, la creación de una capa entre el cemento y la pared de dentina y la formación de cristales de apatita sobre el material en un entorno de líquido tisular sintético.²³ Las propiedades de biocompatibilidad del MTA garantizan que el material se adapta a los tejidos periapicales y no afectan el proceso de curación periapical. Cabe mencionar que el porcentaje de éxito de los dientes tratados con MTA se ve sumamente favorecido gracias a la propiedad recientemente descrita de MTA para estimular la deposición de minerales en la interfaz dentina-material y en el interior de los túbulos dentinarios, lo que nos ayudara a tener un pronóstico más favorable e importante, y las tasas de éxito se mantendrán consistentemente altas, incluso después de períodos de seguimiento de varios años gracias a las investigaciones que se realizaron.⁵

La MTA tiene algunos inconvenientes como el tiempo de fraguado prolongado, el alto costo, el potencial de decoloración, presencia de elementos tóxicos en el

material que lo compone, dificultades de manejo, falta de un solvente y dificultades para la remoción de este material después del fraguado.¹⁹ Por lo que se han introducido en el mercado varios cementos endodóncicos bioactivos que cumplan las características clínicas necesarias para ser utilizados en tratamientos endodóncicos. Como otras opciones al MTA se encuentran otros cementos endodóncicos bioactivos tales como: BioAggregate, Biodentine, BioRoot RCS, cemento de mezcla enriquecida con calcio, Endo-CPM, Endocem, EndoSequence, EndoBinder, EndoSeal MTA, iRoot, MicroMega MTA, MTA Bio, MTA Fillapex, MTA Plus, Neo MTA Plus, Ortho MTA, Quick-Set, Retro MTA, Tech Biosealer y TheraCal LC, los cuales tienen en su composición calcio y silicato en su mayoría, lo cual los hace un material biocompatible y bioactivo favoreciéndolos en su éxito en diversas aplicaciones clínicas obteniendo un sellado clínico deseado contra filtración bacteriana.^{5,21,23}

La barrera apical con MTA como uso para tratamientos de dientes inmaduros con ápices abiertos se muestra como una técnica exitosa, estable, prometedora y efectiva para el tratamiento a largo y corto plazo de este tipo de tratamientos con pulpas necróticas con desarrollo incompleto de la raíz y lesiones periapicales, en comparación con el uso de $\text{Ca}[\text{OH}]_2$.^{5,20,23,27} En la técnica de aplicación de barrera apical de MTA se sugiere dejar un tapón apical óptimo de 4-5mm comprobando radiográficamente que este sin excesos en las paredes de los conductos, al final de la primera cita de la aplicación se coloca una torunda de algodón de manera indirecta para suministrar humedad al material y lograr un fraguado adecuado y se sella temporalmente. En la cita posterior se retira el algodón y se comprueba el endurecimiento del MTA finalmente se puede proseguir con la restauración definitiva del diente.³ Estudios evaluaron la formación de una barrera apical biológica y demostraron que el tiempo medio para que el MTA forme una barrera de tejido duro es significativamente más corto que el tiempo requerido para que el $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ induzca una barrera similar.^{12,25} Mientras que en otros estudios se menciona que el tratamiento de barrera apical con MTA en el cual se realizó un tratamiento previo con $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ tuvieron mejores resultados en la formación de barrera apical en comparación con aquellos que no se realizó tratamiento previo de $\text{Ca}[\text{OH}]_2$.¹⁹

La efectividad del uso en el MTA en tratamientos de dientes no vitales con ápices abiertos es muy notoria, gracias a propiedades que respaldan su aplicación exitosa para la obturación ortógrada.^{5,28} Mente en el 2013 menciona un estudio en el que se examinaron 252 dientes con ápices abiertos atendidos con la colocación ortógrada de MTA, se catalogaron como curados 227 (90 %) mientras que los 25 dientes restantes (10 %) se clasificaron como enfermos, de los cuales, 10 dientes (el 40 % de los 25 dientes catalogados como enfermos), se observaron signos de reducción de la lucidez radioactiva, siendo este un notorio indicativo de que el proceso de curación estaba en progreso. En ese estudio de cohorte se concluye que las barreras apicales de MTA son tratamientos prometedores para los dientes con ápices abiertos pero la presencia de periodontitis apical es un factor importante que puede afectar nuestro pronóstico si no se es atendido adecuadamente.⁵

Mente en el 2013 menciona 4 variables estadísticamente significativas para el éxito de la colocación de barreras apicales de MTA: presencia de periodontitis apical, experiencia de los dentistas tratantes, el número de sesiones de tratamiento y la extrusión apical de MTA. Siendo los dos primeros puntos los factores más relevantes, sugiere un período adecuado de seguimiento de al menos 1 año para evaluar el proceso de curación en dientes con periodontitis apical previa. Se sugiere que en algunos casos podrían ser necesarios períodos de seguimiento más largos para registrar un resultado más estable del tratamiento realizado debido a que en este estudio indican que se presenta un riesgo 4 veces mayor para adquirir una enfermedad posterior a realizarse el tratamiento en dientes con periodontitis apical por lo que se sugiere realizar el tratamiento de forma adecuada, segura, ética y profesional para obtener un resultado estable a largo plazo para esta opción de casos clínicos.⁵

Biodentine

Biodentine es un cemento bioactivo sustituto de dentina, su composición consiste en una presentación polvo-líquido. El polvo contiene elementos como el silicato tricálcico, silicato dicálcico, carbonato de calcio, óxido de calcio, óxido de circonio e $\text{Ca}[\text{OH}]_2$. Mientras que el líquido está formado por un polímero hidrosoluble y cloruro de calcio^{2,29-31} Su forma de uso es mezclar el polvo con 5 gotas de líquido y debe

de ser activado en el triturador dental en un tiempo de 30 segundos para obtener un mezclado completo, minucioso y uniforme.^{2,30} Este material tiene una duración de fraguado más corta (12 minutos), en comparación con el de MTA (2 horas y 45 minutos) y se sugiere que el grosor del tapón apical sea de 5 mm y el conducto se termine de obturar con gutapercha.²

El Biodentine tiene diversas propiedades fisicoquímicas tales como la bioactividad, la regeneración de tejidos duros, liberación de calcio, la biocompatibilidad en endodoncia regenerativa y capacidad de estimular la formación de fibras de colágeno y fibroblastos. Esto se debe a su capacidad para regular la producción de citoquinas, osteocalcina, osteopontina, sialoproteína, promoviendo así activamente la angiogénesis, el reclutamiento de células progenitoras, células diferenciación y mineralización.^{2,30} Estas propiedades mejoran su efecto bioactivo y ayudan a la curación periapical en comparación con otros cementos como el MTA.³⁰ Este cemento biocompatible no presenta propiedades citotóxicas.²

Los usos clínicos del Biodentine constan del reemplazo permanente de la dentina, el recubrimiento pulpar directo e indirecto, la pulpotomía, la reparación de la furca, las perforaciones de la raíz, obturación retrógrada del extremo radicular y barreras apicales.^{2,29,30} Para los tratamientos de barreras apicales sugieren el uso de materiales de relleno, así como Biodentine, MTA y Bioaggregate, debido a que en contacto con las células madre mesenquimales fomentan la diferenciación de osteoblastos. Sin embargo, cabe destacar la importancia de la presencia de un microentorno biológico local específico y niveles de calcio soluble y fosfato inorgánico circulantes para lograr la regeneración ósea. Cuando se encuentra cementos de silicato de calcio en este microentorno, puede fomentar la diferenciación de las células madre desde la papila apical.^{2,30}

Las características con las que se reconoce el Biodentine son su buena capacidad de sellado, alta resistencia a la compresión, excelente biocompatibilidad, un tiempo de fraguado muy corto y mejores propiedades de manejo en comparación con el MTA.^{29,30} Las propiedades de sellado marginal de los cementos a base de silicato de calcio se dan gracias a su capacidad para elaborar $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ durante la

hidratación debido a que estos cementos contienen iones de calcio y grupos Si-OH. Además, la vaina epitelial de Hertwig se hace participe en la regulación de la diferenciación de las células madre del ligamento periodontal y en la formación de tejido similar al cemento.² En algunos estudios se menciona que su potencial bioactivo, la biocompatibilidad, la resistencia a la compresión, la resistencia a la unión por expulsión, la dureza y el fácil manejo están a la par o incluso mejor en comparación al MTA, por lo que se ha mostrado como un excelente material para la apexificación.^{2,29,30}

El Biodentine se formula sobre la base de la "tecnología de biosilicato activo" que consiste en controlar cada paso de la formulación del material a partir de la pureza de las materias primas. Carece de impurezas metálicas en la mezcla responsable de disminuir la resistencia del material.³⁰ El Biodentine ha mostrado que este cemento bioactivo y biocompatible puede regenerar tejidos dentales dañados y representa una alternativa prometedora a la técnica de apexificación de múltiples visitas.² Además el Biodentine muestra una excelente adaptabilidad y adhesión micromecánica con dentina subyacente principalmente debido a la precipitación de cristales de hidroxiapatita en la interfaz y la superficie.^{2,30}

Una de las desventajas del biodentine es que solo existen unos pocos informes de casos relacionados con su aplicación clínica, aunque con la información existente del material, se puede determinar este nuevo cemento bioactivo idóneo como alternativa al MTA en el uso de tratamientos de apexificación.³⁰

Neo MTA Plus

NeoMTA Plus es un material nuevo a base de silicato tricálcico similar al primer producto de MTA que contiene mejoras en el tiempo de fraguado, el aumento de la liberación de iones, el aumento absorción de agua, y en los radiopacificadores no manchantes.^{32,33} Por estas nuevas propiedades este reciente material se ha comercializado desde el 2013 principalmente para su uso en pulpotomías, primordialmente debido a su ausencia de causar manchas en la estructura dental.^{32,34,35} Este nuevo cemento que tiene una composición similar al MTA, se ha

mejorado en su bioactividad y biocompatibilidad, además, ha demostrado que aumenta la estabilidad del relleno de la raíz y promover la regeneración del tejido periodontal y endodóncico favoreciendo así sus usos clínicos.^{33,34,35}

Los componentes del NeoMTA Plus son el silicato tricálcico (Ca_3SiO_5), el silicato dicálcico (Ca_2SiO_4) y el óxido de tantalio (Ta_2O_5) que se encuentran en el polvo de este material, por otra parte, el líquido está formado por agua y polímeros patentados.^{31,35} Sus propiedades fisicoquímicas y su composición son muy similares al MTA Plus, MTA y otros cementos endodóncicos bioactivos, sin embargo, una de las características que lo hace diferir entre otros cementos bioactivos es tener la propiedad de evitar la decoloración de los dientes después de su uso, gracias al empleo del óxido de tantalio el cual es usado como radiopacificador en su composición y además es una excelente opción para eludir añadir el óxido de bismuto (Bi_2O_3), siendo este el causante de presentar dichos cambios de color posterior a su función en tratamientos dentales en otros cementos bioactivos como ProRoot, MTA, entre otros.^{32,35,36}

NeoMTA Plus es recomendado para el relleno del extremo de la raíz, pulpotomía, apexificación, reparación de la perforación de furca y para el recubrimiento pulpar directo e indirecto, de acuerdo con las indicaciones del fabricante, el cual lo hace ser una alternativa adecuada al MTA.^{34,35} Además, este material ha mostrado que tiene una radiopacidad, biocompatibilidad, citocompatibilidad e hidratación adecuadas y sobre todo que su uso es recomendado para los tratamientos de dientes permanentes inmaduros gracias a que produce calcio, que es necesario para inducir la formación de puentes de dentina, de tejido mineralizado y la formación continua de la raíz.^{31,34-36} Simboni en el 2017 menciona que la liberación de calcio e ion hidroxilo del NeoMTA Plus es significativamente mayor y más prolongada en comparación con MTA Plus, además tiene un tiempo de fraguado prolongado (315 min) y una radiopacidad satisfactoria (3,76 mm Al). Por otra parte, tanto NeoMTA Plus como MTA Plus tienen altos índices de porosidad abierta y solubilidad.³³

BioRoot

BioRoot RCS es un sellador de conducto radicular bioactivo, capaz de nuclear los depósitos de apatito carbonatados en relación con su capacidad prolongada para liberar iones de calcio y basificar el medio ambiente.³⁷⁻³⁹ Tiene una presentación de polvo y líquido en la cual en la composición de polvo podemos encontrar silicato tricálcico, óxido de zirconio y povidona, mientras que el líquido está formado por una solución acuosa de cloruro de calcio y policarboxilato, tiene un tiempo de fraguado es de 270 a 300 minutos, libera iones de calcio (721 ppm a las 3 h), tiene una fuerte actividad alcalinizante (aumenta su pH 11-12), para así fomentar la actividad antibacteriana y favorecer la nucleación de apatita; y además tiene una radiopacidad adecuada (5,2 mm Al).^{37,39} El óxido de Zirconio es el componente de este material que le da la capacidad de ser más radiopaco³⁷

BioRoot RCS presenta menos efectos tóxicos sobre las células del ligamento periodontal e induce una secreción mayor de factores de crecimiento angiogénicos y osteogénicos, por lo que la literatura respalda la capacidad de los selladores de silicato de tricalcio bioactivos como BioRoot RCS para promover la curación periapical, la regeneración ósea y el sellado por mineralización y la deposición de apatito en la interfaz de la pared del conducto.^{37,39} Además, cabe destacar que la capacidad de del BioRoot RCS de liberar iones mineralizantes (Ca ++) nos ayuda a desencadenar la nucleación de los precursores de apatito en la superficie del material al unirse a los iones biológicamente activos (bioactividad).³⁷

PROTOS DE DESINFECCIÓN

Los procedimientos endodóncicos se ven afectados cuando el diente a tratar no ha completado su formación radicular debido a que los ápices están abiertos y las paredes de los conductos están delgadas, por tales motivos la limpieza y conformación de los conductos es realizada principalmente por elementos químicos para poder lograr una adecuada desinfección y eliminar restos de pulpa y materia orgánica. La desinfección del conducto se realiza con una instrumentación mínima, con el uso de un irrigante (por ejemplo, el hipoclorito de sodio con una baja

concentración), una pasta antibiótica triple o una pasta de $\text{Ca}[\text{OH}]_2$.¹⁶ Uno de los requisitos más importantes para la desinfección del sistema de conductos es la determinación precisa de la longitud de la raíz para evitar dañar los remanentes muy valiosos de la vaina de la raíz epitelial de Hertwig. Cuando se trabaja en este tipo de dientes se cuenta con la desventaja de que los localizadores de ápices electrónicos no tienen la misma precisión que cuando se trabaja con dientes que tienen los ápices cerrados.^{4,14}

Los irrigantes más utilizados son el hipoclorito de sodio (NaOCl) y el $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ tienen excelentes propiedades para disolver materia orgánica, así como su eficacia antimicrobiana. Mientras que NaOCl ejerce su efecto durante el procedimiento, $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ requiere tiempo de exposición adicional. Una obturación de medicación intraconductos de 1 semana del espacio del conducto con $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ permitirá la desinfección junto con la disolución y eliminación de toxinas y restos pulpares.⁴ Además, se recomienda el uso de EDTA durante la irrigación final para acondicionar la dentina para la unión de células madre y permitir una mayor liberación de factores de crecimiento cuando se realizarán procedimientos endodóncicos regenerativos.^{2,16}

SERIE DE CASOS

Caso 1

Apicoformación con recambios de Hidróxido de calcio Viarden® México y barrera de MTA

Paciente femenino de 8 años de edad sin antecedentes personales patológicos ni heredofamiliares de relevancia acude a clínica de área de profundización de endodoncia y periodoncia en la Escuela Nacional de Estudios Superiores UNAM Unidad León, refiriendo dolor en el diente 36. En la inspección clínica (imagen 1a y 1b) y radiográfica presenta caries grado 3 con fractura de restauración provisional, ápices abiertos y un absceso periapical intraoral (imagen 2). Se realizan pruebas de sensibilidad pulpar al frío y calor en las cuales responde negativo, y en las pruebas

de sensibilidad periapicales; percusión horizontal, percusión vertical y palpación, respondieron negativo, no presenta ningún grado de movilidad y obtenemos un sondeo periodontal de 1mm a 3mm por vestibular y lingual. El diagnóstico pulpar y el periapical es necrosis pulpar y absceso periapical agudo con un grado de desarrollo radicular grado 3. Pronóstico favorable.



Imagen 1a. Fotografía clínica del diente 36 que muestra fractura coronaria y absceso periapical (fuente propia).

Imagen 1b. Absceso periapical asociado al diente 36 (fuente propia).



Imagen 2. Radiografía inicial (fuente propia).

En la primera cita se realizó la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares, bajo anestesia regional (lidocaína con epinefrina al 2% Zeyco® México) y con aislado, mediante el uso de limas 1er serie K-FlexoFile Dentsply Maillefer® Suiza, limas 2da serie K-File Dentsply Maillefer® Suiza y Gates Glidden #2, #3 y #4 Mani INC® Japón; se realiza instrumentación con técnica híbrida, es decir, técnica Step-back y Crown down, como irrigante se utilizó hipoclorito de sodio, al 5.25 % (Imagen 3). Al finalizar la conformación del sistema de conductos se colocó medicación intraconducto de Hidróxido de calcio Viarden® México con yodoformo. En las citas subsecuentes, es decir, de la cita 2 a la cita 8 se realizaron recambios de Hidróxido de calcio Viarden® México bajo anestesia regional (lidocaína con epinefrina al 2% Zeyco® México) para la liberación de iones calcio de acuerdo con los autores Lin 2017, Alobaid 2014, Shabahang 2013 y Vidal 2016 (Imagen 4).



Imagen 3. Conductometría (fuente propia).

Imagen 4. Medicación intraconducto de hidróxido de calcio (fuente propia).

Se realiza alargamiento de corona con electrobisturí con ayuda del departamento de periodoncia (imagen 5) y se reconstruye con ionómero de vidrio la pared distal, se aísla y se elimina la medicación para colocar el MTA con el uso del aplicador del MTA y los Schilders (imagen 6). Se hidratan puntas de papel con suero fisiológico para lograr el fraguado del material, de acuerdo con Cohen (2011). En una cita subsecuente, bajo anestesia regional (lidocaína con epinefrina al 2% Zeyco®

México) y con aislado, se elimina restauración provisional y se retiran las puntas de papel corroborando que el material fraguara se termina de obturar el sistema de conductos mediante inyección de gutapercha termoplastificada (imagen 7). Se restaura provisionalmente. El paciente se mantiene bajo control radiográfico durante 3, 6 y 12 meses (imagen 8, 9 y 10).

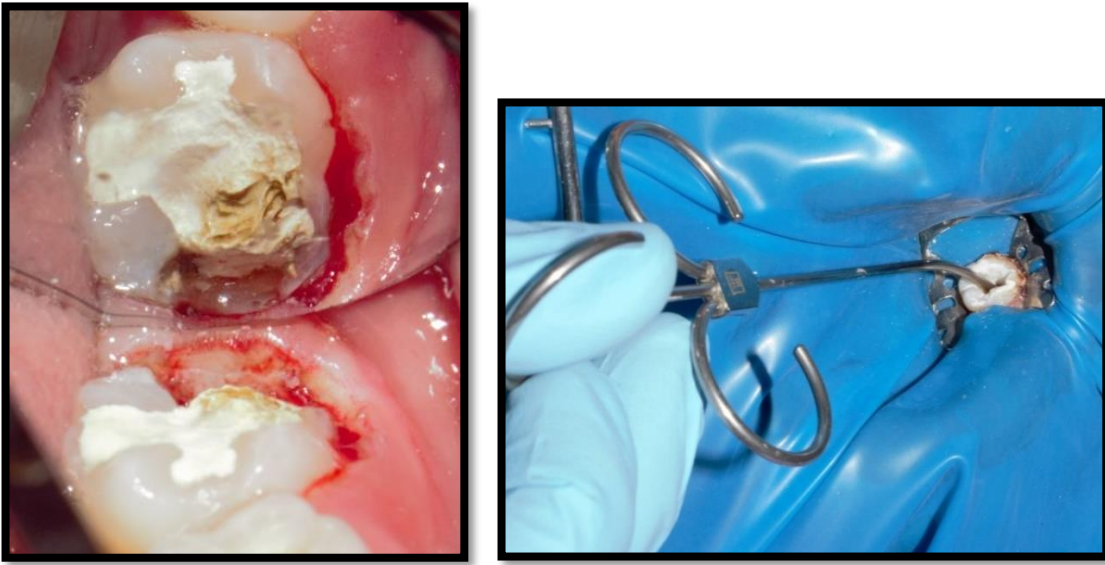


Imagen 5. Alargamiento de corona del diente 36 (fuente propia).

Imagen 6. Aplicación de MTA (fuente propia).



Imagen 7. Radiografía final (fuente propia).

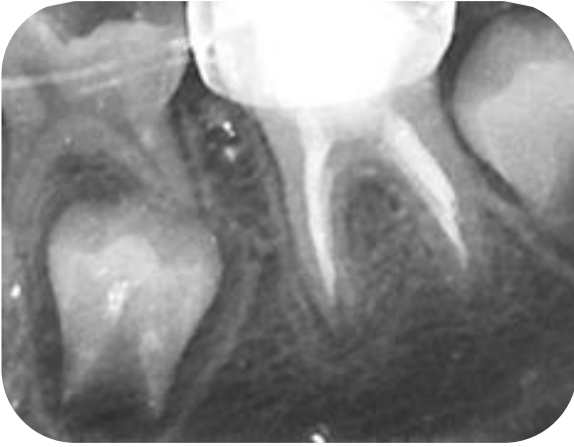


Imagen 8. Cita control 3 meses (fuente propia).



Imagen 9. Cita control 6 meses (fuente propia).

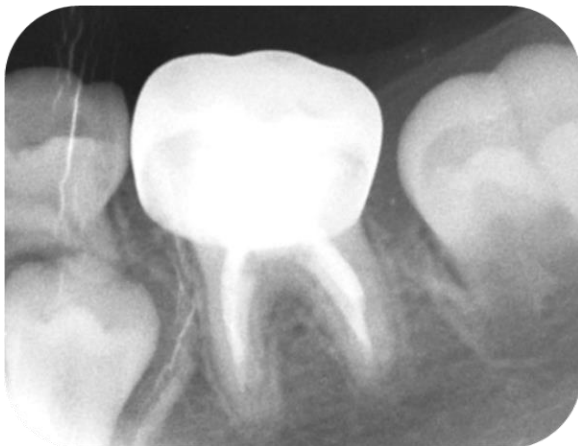


Imagen 10. Cita control 12 meses(fuente propia).

Caso 2

Apicoformación con barrera de Hidróxido de calcio Viarden® México

Paciente masculino de 11 años de edad acude a clínica de área de profundización de endodoncia y periodoncia en la Escuela Nacional de Estudios Superiores UNAM Unidad León refiriendo dolor en el diente 36. No presenta antecedentes personales patológicos ni heredofamiliares de relevancia. Se realiza revisión clínica y radiográficamente donde se identifica en el diente caries grado 3 con presencia de cálculo pulpar y ápice distal abierto (imagen 11). Se realizan pruebas de sensibilidad pulpar; al frío y calor responde positivo, pruebas de sensibilidad periapicales; a la percusión horizontal y percusión vertical respondió positivo. A la palpación, responde negativo, no presenta ningún grado de movilidad y obtenemos un sondeo periodontal de 1 a 3mm por vestibular y lingual. Diagnóstico pulpar es pulpitis irreversible sintomática con un diagnóstico periapical de periodontitis apical sintomática y un grado de desarrollo radicular 5. Pronóstico favorable.

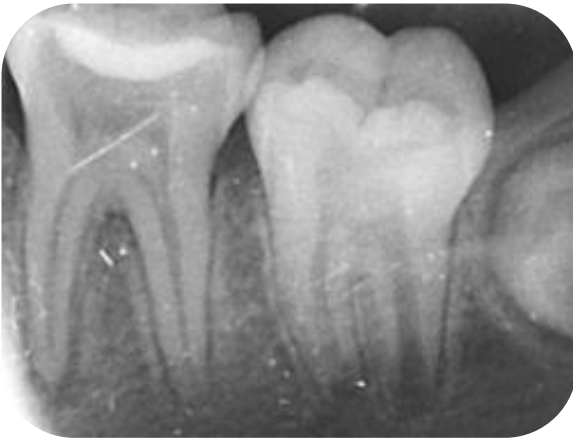


Imagen 11. Radiografía inicial (fuente propia).

En la primera cita, bajo anestesia regional (lidocaína con epinefrina al 2% Zeyco® México) se realiza aislamiento, acceso a cámara pulpar encontrando el cálculo pulpar (imagen 12), con el uso de ultrasonido se realiza la eliminación de cálculo pulpar para dejar libres las entradas de los conductos (imagen 13 y 14). Se realiza instrumentación con técnica híbrida donde se realiza técnica Step-back y Crown

down mediante el uso de limas 1er serie K-FlexoFile Dentsply Maillefer® Suiza, limas 2da serie K-File Dentsply Maillefer® Suiza y Gates Glidden #2, #3 y #4 Mani INC® Japón; (imagen 15 y 16) usando de hipoclorito de sodio al 5.25% como irrigante. Al finalizar la conformación del sistema de conductos se coloca medicación intraconducto de Hidróxido de calcio Viarden® México con yodoformo.



Imagen 12. Acceso a cámara pulpar con calculo pulpar en diente 36 (fuente propia).

Imagen 13. Acceso a cámara pulpar sin calculo pulpar en diente 36 (fuente propia).

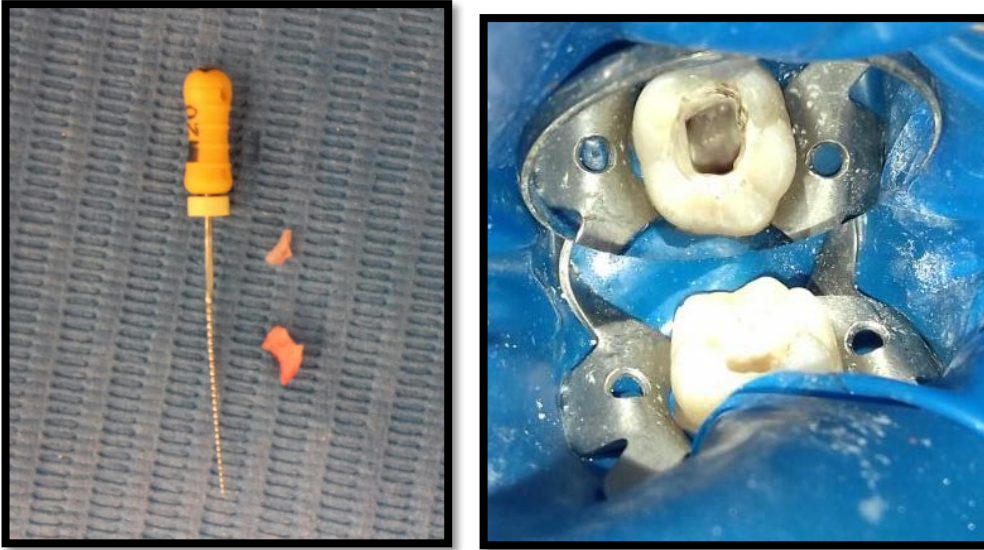


Imagen 14. Calculo pulpar extraído (fuente propia).

Imagen 15. Cámara pulpar posterior a la limpieza y conformación de los conductos (fuente propia).



Imagen 16. Conductometría (fuente propia).

En una cita subsecuente bajo anestesia regional (lidocaína con epinefrina al 2% Zeyco® México) se retira restauración provisional y medicación intraconductos. Se prepara el sistema de conductos y se coloca barrera apical de Hidróxido de calcio Viarden® México y se realiza obturación de los conductos con puntas de gutapercha Hygenic® Alemania con técnica de obturación lateral en frío. Se restaura provisionalmente (imagen 17). Se mantiene en observación el paciente a los 3 meses (imagen 18a), 6 meses (imagen 18b) y 12 meses (imagen 19a y 19b).



Imagen 17. Radiografía final (fuente propia).

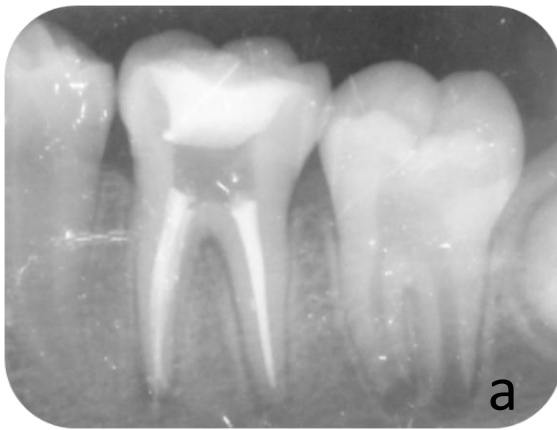


Imagen 18a. Radiografía a los 3 meses (fuente propia).



Imagen 18b. Radiografía a los 6 meses (fuente propia).

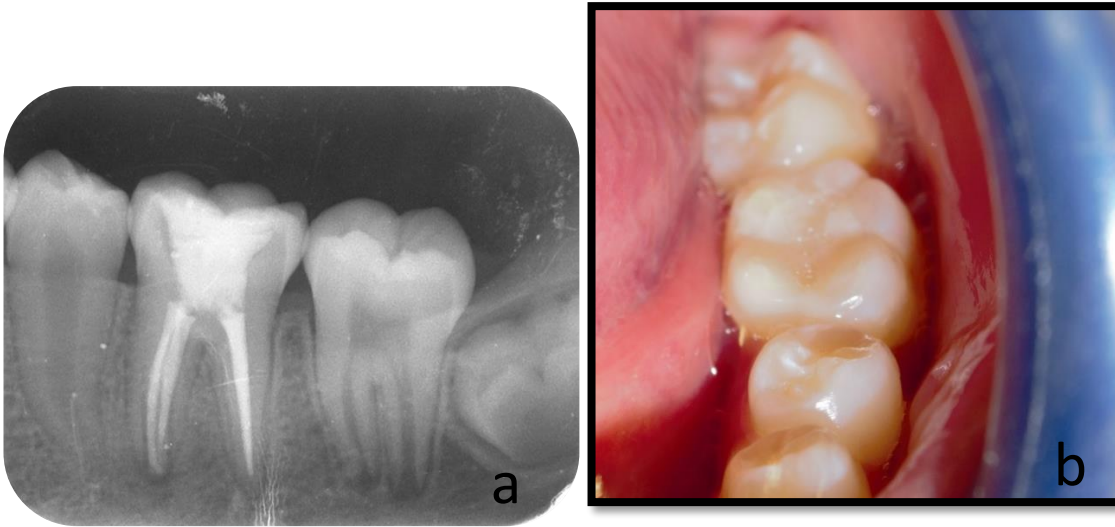


Imagen 19a. Radiografía de cita control a los 12 meses (fuente propia).

Imagen 19b. Fotografía de cita control a los 12 meses (fuente propia).

Caso 3

Apicoformación con barrera apical de Hidróxido de calcio Viarden® México

Paciente masculino de 9 años de edad acude a clínica de área de profundización de endodoncia y periodoncia en la Escuela Nacional de Estudios Superiores UNAM Unidad León, refiriendo dolor en el diente 36. No refiere antecedentes personales patológicos ni heredofamiliares de relevancia. Se realiza revisión clínica y radiográfica, en el diente 36 presenta caries grado 3, inflamación extraoral y ápices abiertos (imagen 20). Se realizan pruebas de sensibilidad pulpar al frío y calor en la cual ambas responden negativo, mientras que las pruebas de sensibilidad periapicales; percusión horizontal, percusión vertical y palpación, respondieron positivo, no presenta ningún grado de movilidad y obtenemos un sondeo periodontal de 1 a 3mm por vestibular y lingual. El diagnóstico pulpar es necrosis pulpar y el diagnóstico periapical es absceso apical agudo, con un grado de desarrollo radicular grado 5. Pronóstico favorable.

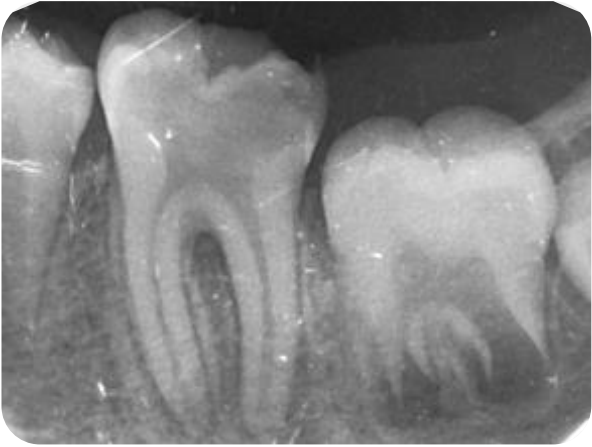


Imagen 20. Radiografía inicial (fuente propia).

En la primera cita se realiza bajo anestesia regional (lidocaína con epinefrina al 2% Zeyco® México) el aislamiento y acceso del diente. Posteriormente se realizó la limpieza y conformación de los conductos con una técnica híbrida de step back y Crown down con uso de limas 1er serie K-FlexoFile Dentsply Maillefer® Suiza, limas 2da serie K-File Dentsply Maillefer® Suiza y Gates Glidden #2, #3 y #4 Mani INC® Japón; irrigando con hipoclorito de sodio al 5.25% (imagen 21). Se coloca medicación intraconductos de Hidróxido de calcio Viarden® México con yodoformo. Se restaura provisionalmente con IRM. En una cita subsecuente bajo anestesia regional (lidocaína con epinefrina al 2% Zeyco® México) se coloca aislamiento absoluto y se retira la restauración provisional y medicación intraconductos que se colocó anteriormente. Se obtura el sistema de conductos con Puntas de gutapercha Hygenic® Alemania con técnica de obturación lateral en frío colocando previamente una barrera apical de Hidróxido de calcio Viarden® México (imagen 22). Finalmente se obtura provisionalmente el diente con IRM (imagen 23). Se mantiene en citas control de 3(imagen 24) y 12 meses (imagen 25a y 25b)



Imagen 21. Conductimetría (fuente propia).

Imagen 22. Cronometría (fuente propia).

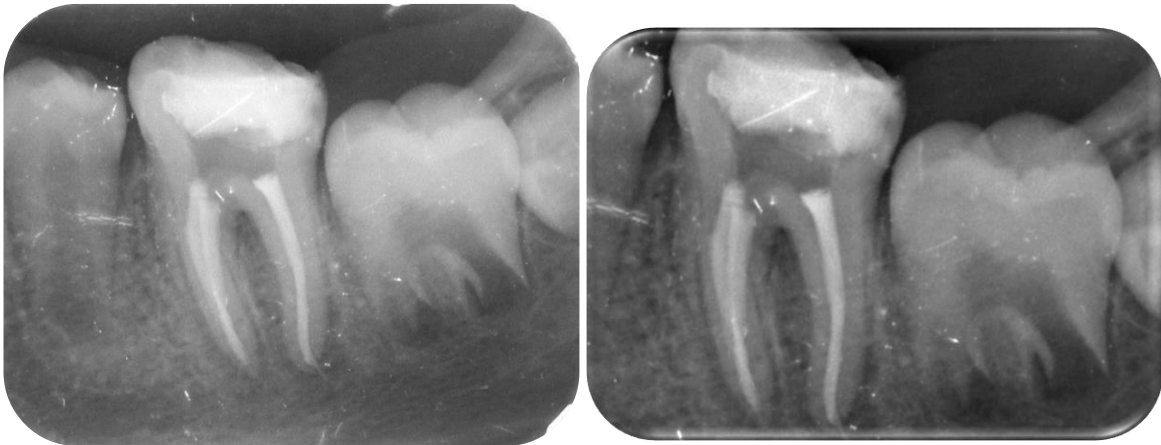


Imagen 23. Radiografía final (fuente propia).

Imagen 24. Radiografía control de 3 meses (fuente propia).

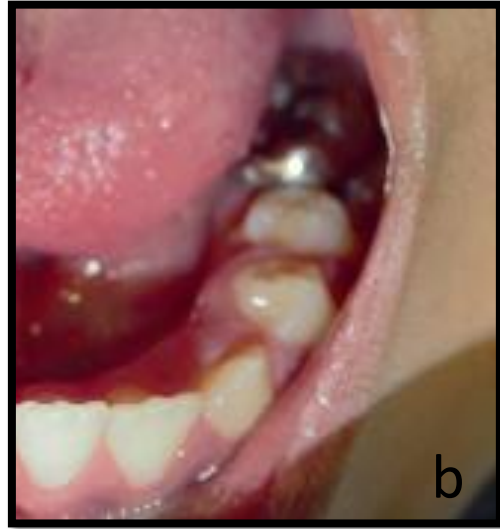


Imagen 25a. Radiografía control de 12 meses (fuente propia).

Imagen 25b. Fotografía control de 12 meses (fuente propia).

DISCUSIÓN

La base para un adecuado y exitoso tratamiento es el correcto diagnóstico que se le da a cada caso, estos diagnósticos dependen de diversos elementos, tales como la historia clínica, la inspección clínica, examen radiográfico, pruebas sensibilidad pulpar: calor y frío, y de sensibilidad periapical: percusión horizontal, percusión vertical, sondeo, movilidad y palpación. Vidal (2016) menciona la importancia de realizar y obtener estos elementos debido a que nos proporcionarían mayor porcentaje de éxito en nuestro tratamiento, gracias a que teniendo un buen diagnóstico obtendremos el tratamiento adecuado y podremos ofrecerle al paciente un servicio eficaz.

La diversidad de posibles tratamientos, duración y protocolos a seguir de cada uno, deben ser claramente explicados a los padres o tutores del paciente, resolviendo todas las dudas sobre el procedimiento, así mismo, se les debe de pedir compromiso tanto a ellos como al paciente, para asegurar un tratamiento exitoso. Como en los casos anteriormente expuestos, al igual que Kumar (2014), son pacientes pediátricos, que en su mayoría nunca habían cursado por un tratamiento similar o igual a este, por lo que presentaban ansiedad y miedo, dos de los tres casos mencionados, por lo que es de suma importancia brindarles confianza y ayudarlos a que se familiaricen con el material e instrumental que se utiliza es de gran ayuda para el procedimiento.

Tratamientos alternativos tales como revascularización, se pueden llegar a proponer, sin embargo, como lo menciona Vidal (2016) no siempre serán los correctos debido al grado de desarrollo apical, ya que inducir un sangrado será difícil en ápices con diámetros menores a 1mm, como en los presentes casos. Además, es importante comparar la longitud y el grosor de la raíz del diente homólogo. Es importante analizar el grado de cooperación del paciente y tutor, con la finalidad de establecer el mejor plan de tratamiento o el tratamiento ideal, Kumar (2014) menciona que es preferible realizar el tratamiento de apexificación en lugar de un procedimiento endodóncico regenerativo cuando se observa poco cumplimiento, baja confianza y mucha ansiedad en el paciente. Sin embargo, en los pacientes atendidos en este caso se mostraron cada vez más cooperadores conforme se

avanzaba con el tratamiento, gracias a que se les explico detalladamente en qué consistía el tratamiento y se familiarizaron con los instrumentos.

Durante la desinfección de los conductos se optó por utilizar como irrigante hipoclorito de sodio al 5.25% teniendo como margen de seguridad un tope apical 2mm antes de la longitud real de los conductos. Pace (2014) opta por realizar irrigación de hipoclorito de sodio al 5.25 %. En cambio, Kumar (2014) considera más viable utilizar una concentración más baja de hipoclorito de sodio como irrigante (1%) debido a la citotoxicidad que presentan concentraciones más altas.

Otra de las situaciones que dieron a lugar durante el tratamiento fue la dificultad de determinar la longitud de trabajo durante uno de los casos descritos debido a que los usos de localizadores nos daban falsos positivos, por lo que se realizaron varias radiografías de conductometría para obtener la longitud real de trabajo. Pace (2014) menciona que la longitud de trabajo se puede determinar con radiografías, de la misma manera Shabahang (2013) considera difícil el poder obtener la longitud de la raíz con los localizadores de ápices electrónicos por lo que opta por determinarla mediante uso de radiografías periapicales.

CONCLUSIÓN

Los tratamientos pulpares en la dentición permanente son complejos y minuciosos por lo cual se debe tener un alto compromiso de los padres/tutores y pacientes sobre el tratamiento para que éste tenga excelentes (o los mejores) resultados. Así como también es necesario un control postoperatorio de largo y corto plazo para garantizar la eficacia de éstos. Sin embargo, aunque los tratamientos tengan un alto éxito clínico se debe de optar, siempre que esté en las posibilidades, por el que sea más conservador y menos invasivo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lin J, Zeng Q, Wei X, Zhao W, Cui M, Gu J, et al. Regenerative Endodontics Versus Apexification in Immature Permanent Teeth with Apical Periodontitis : A Prospective Randomized. *J Endod.* 2017;43(11):1821–7.
2. Vidal K, Martin G, Lozano O, Salas M, Trigueros J, Aguilar G. Apical Closure in Apexification : A Review and Case Report of Apexification Treatment of an Immature Permanent Tooth with Biodentine. *J Endod.* 2016; 42 (5): 730-4
3. Hargreaves KM, Cohen S. *Vías de la pulpa.* 10a. ed. España: Elsevier; 2011.
4. Shabahang S. Treatment Options : Apexogenesis and Apexification. *J Endod.* 2013;39(3):26–9.
5. Mente J, Leo M, Panagidis D, Ohle M, Schneider S, Bermejo JL, et al. Treatment Outcome of Mineral Trioxide Aggregate in Open Apex Teeth. *J Endod.* 2013;39(1):20–6.
6. Belli S, Eraslan O, Eskitaşcıoğlu G. Effect of Different Treatment Options on Biomechanics of Immature Teeth: A Finite Element Stress Analysis Study. *J Endod.* 2018;44(3):475–9.
7. Gomez de Ferraris ME, Muñoz AC. *Histología, Embriología E Ingeniería Tisular Bucodental.* 3a. ed. Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental. España: Panamericana; 2009.
8. Ross MH, Pawlina W. *Histología. Texto y Atlas Correlación con biología celular y molecular.* 7ma. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2016.
9. Castilla L, Diez MA. Clasificación clínica de patología pulpar y periapical basada en la propuesta de la Asociación americana de endodoncia de diciembre de 2009. *Rev Odontos.* 2010;12(35):40–3.
10. Kvinnsland SR, Bårdsen A, Fristad I. Apexogenesis after initial root canal treatment of an immature maxillary incisor - A case report. *Int Endod J.* 2010;43(1):76–83.

11. Chueh LH, Huang GTJ. Immature Teeth With Periradicular Periodontitis or Abscess Undergoing Apexogenesis: A Paradigm Shift. *J Endod.* 2006;32(12):1205–13.
12. Nosrat A, Asgary S. Apexogenesis Treatment with a New Endodontic Cement: A Case Report. *J Endod.* 2010;36(5):912–4.
13. Asgary S, Hassanizadeh R, Torabzadeh H, Eghbal MJ. Treatment Outcomes of 4 Vital Pulp Therapies in Mature Molars. *J Endod.* 2018;44(4):529–35.
14. Alobaid AS, Cortes LM, Lo J, Nguyen TT, Albert J, Abu-Melha AS, et al. Radiographic and clinical outcomes of the treatment of immature permanent teeth by revascularization or apexification: A pilot retrospective cohort study. *J Endod.* 2014;40(8):1063–70.
15. Jeeruphan T, Jantarat J, Yanpiset K, Suwannapan L, Khewsawai P, Hargreaves KM. Mahidol study 1: Comparison of radiographic and survival outcomes of immature teeth treated with either regenerative endodontic or apexification methods: A retrospective study. *J Endod.* 2012;38(10):1330–6.
16. Kumar H, Al-Ali M, Parashos P, Manton DJ. Management of 2 teeth diagnosed with dens invaginatus with regenerative endodontics and apexification in the same patient: A case report and review. *J Endod.* 2014;40(5):725–31.
17. Nagy MM, Tawfik HE, Hashem AAR, Abu-Seida AM. Regenerative potential of immature permanent teeth with necrotic pulps after different regenerative protocols. *J Endod.* 2014;40(2):192–8.
18. Chen MYH, Chen KL, Chen CA, Tayebaty F, Rosenberg PA, Lin LM. Responses of immature permanent teeth with infected necrotic pulp tissue and apical periodontitis/abscess to revascularization procedures. *Int Endod J.* 2012;45(3):294–305.
19. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review—Part III: Clinical Applications, Drawbacks, and

- Mechanism of Action. *J Endod.* 2010;13(2):118–22.
20. Pace R, Giuliani V, Nieri M, Di Nasso L, Pagavino G. Mineral trioxide aggregate as apical plug in teeth with necrotic pulp and immature apices: A 10-year case series. *J Endod.* 2014;40(8):1250–4.
 21. Torabinejad M, Parirokh M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview – part II: other clinical applications and complications. *Int Endod J.* 2018;51(3):284–317.
 22. Torabinejad M, Nosrat A, Verma P, Udochukwu O. Regenerative Endodontic Treatment or Mineral Trioxide Aggregate Apical Plug in Teeth with Necrotic Pulp and Open Apices: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod.* 2017; 43 (11): 1806-1820.
 23. Parirokh M, Torabinejad M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview – part I: vital pulp therapy. *Int Endod J.* 2018;17(3):177–205.
 24. De Rossi A, Silva LA sse. B, Gatón-Hernández P, Sousa-Neto MD amiã., Nelson-Filho P, Silva RA sse. B, et al. Comparison of pulpal responses to pulpotomy and pulp capping with biodentine and mineral trioxide aggregate in dogs. *J Endod.* 2014;40(9):1362–9.
 25. Eid AA, Komabayashi T, Watanabe E, Shiraishi T, Watanabe I. Characterization of the mineral trioxide aggregate-resin modified glass ionomer cement interface in different setting conditions. *J Endod.* 2012;38(8):1126–9.
 26. Nowicka A, Lipski M, Parafiniuk M, Sporniak-Tutak K, Lichota D, Kosierkiewicz A, et al. Response of human dental pulp capped with biodentine and mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2013;39(6):743–7.
 27. Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements : an updated overview – part II : other clinical applications and complications. *Int Endod J.* 2018; 51 (3): 284–317.

28. Mente J, Leo M, Michel A, Gehrig H, Saure D, Pfefferle T. Outcome of Orthograde Retreatment after Failed Apicoectomy: Use of a Mineral Trioxide Aggregate Apical Plug. *J Endod.* 2015;41(5):613–20.
29. Goel S, Nawal RR, Talwar S. Management of Dens Invaginatus Type II Associated with Immature Apex and Large Periradicular Lesion Using Platelet-rich Fibrin and Biodentine. *J Endod.* 2017; 43 (10):4–9.
30. Sharma S, Sharma V, Passi D, Srivastava D, Grover S, Dutta SR. Large Periapical or Cystic Lesions in Association with Roots Having Open Apices Managed Nonsurgically Using 1-step Apexification Based on Platelet-rich Fibrin Matrix and Biodentine Apical Barrier: A Case Series. *J Endod.* 2018;44(1):179–85.
31. Tomás-Catalá CJ, Collado-González M, García-Bernal D, Oñate-Sánchez RE, Forner L, Llena C, et al. Biocompatibility of New Pulp-capping Materials NeoMTA Plus, MTA Repair HP, and Biodentine on Human Dental Pulp Stem Cells. *J Endod.* 2018;44(1):126–32.
32. Walsh RM, Woodmansey KF, He J, Svoboda KK, Primus CM, Opperman LA. Histology of NeoMTA Plus and Quick-Set2 in Contact with Pulp and Periradicular Tissues in a Canine Model. *J Endod.* 2018;44(9):1389–95.
33. Siboni F, Taddei P, Prati C, Gandolfi MG. Properties of NeoMTA plus and MTA plus cements for endodontics. *Int Endod J.* 2017; 50 (2):83–94.
34. Camilleri J. Staining Potential of Neo MTA Plus , MTA Plus , and Biodentine Used for Pulpotomy Procedures. *J Endod.* 2015; 41 (7): 1139-45.
35. Tanomaru-Filho M, Andrade AS, Rodrigues EM, Viola KS, Faria G, As A, et al. Biocompatibility and mineralized nodule formation of Neo MTA Plus and an experimental tricalcium silicate cement containing tantalum oxide. *Int Endod J.* 2017; 50(2): 31–39.
36. Pinheiro LS, Iglesias JE, Bojink D, Mestieri LB, Poli Kopper PM, Figueiredo JA de P, et al. Cell Viability and Tissue Reaction of NeoMTA Plus: An In Vitro

- and In Vivo Study. *J Endod.* 2018;44(7):1140–5.
37. Siboni F, Taddei P, Zamparini F, Prati C, Gandolfi MG. Properties of BioRoot RCS , a tricalcium silicate endodontic sealer modified with povidone and polycarboxylate. *Int Endod J.* 2017; 50 (2):120–36.
 38. Viapiana R, Moizadeh AT, Camilleri L, Wesselink PR, Tanomaru Filho M, Camilleri J. Porosity and sealing ability of root fillings with gutta-percha and BioRoot RCS or AH Plus sealers. Evaluation by three ex vivo methods. *Int Endod J.* 2016;49(8):774–82.
 39. Camps J, Jeanneau C, Laurent P. Bioactivity of a Calcium Silicate – based Endodontic Cement (BioRoot RCS): Interactions with Human Periodontal Ligament Cells In Vitro. *J Endod.* 2015; 41 (9): 1469-73.