



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESCUELA DE POST-GRADO

**Tratamiento endodóntico y rehabilitación en un diente
permanente joven no vital**

REPORTE CLÍNICO

Para optar el Título de Especialista en Endodoncia y Cariología

AUTOR

Noemí María Santiago Medina

LIMA – PERÚ
2015

DEDICATORIA

- A Dios por estar conmigo y brindarme las herramientas que permiten construir mi camino.
- A mi familia por su inmenso cariño y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A todos los docentes de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Odontología de la UNMSM, Especialidad Cariología y Endodoncia, por las enseñanzas brindadas, por el apoyo, la amistad y los buenos consejos que he recibido.

ÍNDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN.....	1
I. OBJETIVOS.....	3
1.1. Objetivo General.....	3
1.2. Objetivos Específicos.....	3
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes.....	4
2.2. Bases Teóricas.....	9
2.3. Definición de Términos.....	69
III. CASO CLÍNICO.....	72
3.1. Historia Clínica.....	72
3.2. Diagnóstico.....	73
3.3. Plan de Tratamiento.....	73
3.4. Tratamiento Realizado	73
3.5. Evolución del Caso.....	78
IV. DISCUSIÓN.....	80
CONCLUSIONES.....	84
RECOMENDACIONES.....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87

TRATAMIENTO ENDODÓNTICO Y REHABILITACIÓN DE UN DIENTE PERMANENTE JÓVEN NO VITAL

Resumen:

El tratamiento endodóntico y la rehabilitación de un diente permanente joven sin vitalidad pulpar es un desafío para el clínico.

Cuando un diente permanente joven (diente inmaduro) es despulpado o desarrolla una patología periapical, el tratamiento más común es promover la apexificación o apicoformación, método que induce al cierre apical. Aunque diferentes materiales son usados para el procedimiento de apexificación, el hidróxido de calcio es el material de elección para la formación de la barrera apical. Una vez formada la barrera calcificada en el ápice una obturación convencional de la raíz puede lograrse siendo viable el tratamiento de conductos y así lograr un sellado hermético del ápice que mantenga la esterilidad de los conductos radiculares. Actualmente es un consenso que el tratamiento endodóntico, se finaliza con la restauración del diente, es decir, con el sellado coronario definitivo. Por lo tanto un correcto tratamiento endodóntico culmina con una adecuada rehabilitación de la pieza dentaria con la finalidad de restituir su función.

Este reporte de caso clínico tiene como objetivo presentar los resultados del plan de tratamiento aplicado en un diente permanente joven con diagnóstico de absceso apical crónico, la premolar 15 en una niña de 12 años de edad.

El tratamiento consistió en promover la apexificación donde fue utilizada una medicación intraconducto, pasta de hidróxido de calcio, la cual fue reemplazada periódicamente. A los cinco meses post-tratamiento fue observada la formación de una barrera apical que permitió la obturación endodóntica definitiva y la restauración postendodóntica de la pieza dental.

Palabras claves: Ápice abierto, apexificación, hidróxido de calcio, restauración posendodóntica.

Abstract

Endodontic treatment and rehabilitation of a young permanent tooth with a non-vital pulp is challenging.

When a young permanent tooth (immature tooth) is pulpless or develops periapical pathology, the most common treatment is to promote apexification method to induce the apical closure. Although different materials are used for the apexification procedure, calcium hydroxide is the material of choice for apical barrier formation. Once formed the hard calcific barrier at the apex a conventional root filling can be achieved, being viable root canal treatment and achieve a tight apex seal that maintains sterility of the root canal. Currently is a consensus that endodontic treatment is ended with the restoration of the tooth, ie, with the definitive sealing of the crown. Therefore correct endodontic treatment culminates with a suitable rehabilitation of the tooth in order to restore its function.

This case report aims to present the results of the treatment plan applied on a young permanent tooth with chronic apical abscess diagnosis, the premolar 15 in a 12-year-old girl.

Treatment consisted promote apexification where it was used intracanal medication, calcium hydroxide paste, which was replaced periodically. At five months post-treatment it was observed the formation of an apical barrier that allowed the final endodontic obturation and the postendodónica restoration of the dental piece.

Keywords: open apex, apexification, calcium hydroxide, postendodónica restoration.

INTRODUCCIÓN

Un diente permanente joven es aquel diente permanente erupcionado que no ha completado su desarrollo radicular.

En los seres humanos completar el desarrollo de la raíz y el cierre del ápice ocurre tres años después de la erupción del diente. Una lesión cariosa, traumatismo, el mal empleo de una sustancia química y anomalías morfológicas del diente (*dens evaginatus*) son causas potenciales de la necrosis de un diente permanente joven, que dará lugar al cese de la formación de raíces.

El tratamiento de dientes permanentes jóvenes que han perdido la vitalidad pulpar ha sido siempre un desafío en la terapéutica endodóntica, pues es difícil conseguir un apropiado sellado apical en dientes con ápices abiertos (sin stop apical) usando los métodos convencionales de tratamientos endodónticos.

La terapia pulpar en dientes con ápices inmaduros puede ser: terapia en pulpas vitales (apexogénesis) y terapia en pulpas no vitales (apexificación, procedimientos endodónticos regenerativos).

Por lo tanto dependiendo del diagnóstico pulpar y el grado de desarrollo radicular se determinará el plan de tratamiento.

La apexificación es una alternativa de tratamiento para dientes permanentes jóvenes con necrosis pulpar o lesión periapical, es un procedimiento que promueve la formación de una barrera apical para lograr el cierre del ápice abierto y permitir la obturación y el sellado del sistema de conductos radiculares. La apexificación con hidróxido de calcio es una de las técnicas más difundidas. El hidróxido de calcio es una base fuerte, poco soluble, biocompatible, con propiedades antibacterianas y con la capacidad de formar una barrera mineralizada promoviendo la reparación tisular.

El objetivo principal del tratamiento endodóntico es lograr un sellado hermético del ápice, que mantenga la esterilidad de los conductos

radiculares lograda a través de la ejecución de una serie de maniobras. Sin embargo actualmente es un consenso que el tratamiento endodóntico, se finaliza con la restauración del diente, es decir, con el sellado coronario definitivo. Tan importante como el sellado de la región apical, lo es el sellado de la corona dental.

Un correcto tratamiento endodóntico está basado por una secuencia de factores que se relacionan entre sí y que culminan con una adecuada rehabilitación de la pieza dentaria con la finalidad de restituir su función.

I. OBJETIVOS:

1.1. Objetivo General:

- Describir los resultados postoperatorios del plan de tratamiento aplicado en un diente permanente joven no vital con una técnica de apexificación y restauración directa con composite.

1.2. Objetivos específicos:

- Describir las diversas alternativas de tratamiento endodóntico en dientes permanentes jóvenes que han perdido la vitalidad pulpar.
- Describir las diversas opciones de restauración disponibles para tratar dientes endodonciados con resultados clínicos predecibles.
- Conocer las distintas variables que intervienen para alcanzar el éxito en una restauración adhesiva directa con composites en un diente posterior con tratamiento endodóntico.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Hermann (1920) introdujo el uso de hidróxido de calcio en endodoncia con la intención de favorecer los procesos de curación, ya que sus principales efectos son su actividad antibacteriana y su capacidad para favorecer la aposición de tejidos calcificados. (1)

Mitchell y Shankwalker (1958) documentaron el potencial osteogénico del hidróxido de calcio, que fue implantado en el tejido conectivo de ratas; se observó material calcificado depositado, incluso en un área donde no preexistía tejido duro. Aprovechando esta propiedad, la apexificación con hidróxido de calcio en un incisivo no vital fue documentada por Kaiser en 1962 y más tarde popularizado por Frank. Desde entonces, la apexificación ha sido el protocolo de tratamiento estándar para dientes inmaduros no vitales. (21,58)

Aunque el diente tratado con hidróxido de calcio necesita un período prolongado para formar la barrera apical y los dientes tratados son susceptibles a fractura durante el período de tratamiento, el hidróxido de calcio es la medicación más ampliamente usada tradicionalmente para la apexificación/apexogénesis. Luego Torabinejad y cols. (1993) introdujeron el uso del MTA en endodoncia, este material tiene una excelente biocompatibilidad, así como sellado, capacidad de osteogénesis y cementogénesis. (25)

En 1997 en una revisión de diez estudios, Sheehy y Roberts reportaron que el uso de hidróxido de calcio para la formación de la barrera apical fue exitoso en 74-100% de los casos, independientemente de la marca patentada utilizada y que el tiempo promedio para la formación de la barrera apical va de 5 meses a 20 meses. Funicane y cols. (1999), señalan que la velocidad de la formación de la barrera apical usando la terapia con hidróxido de calcio varía de 3 a 24 meses. (63,64)

Shabahang y Torabinejad (2000) demuestran en su trabajo que si la pulpa dental se necrosa la colocación de una barrera apical de MTA puede ser utilizada para facilitar el cierre apical. (6)

Witherspoon y Ham (2001) describen una técnica de apexificación usando MTA, ellos aseguran que el MTA provee un andamiaje para la formación de tejido duro y el potencial de un mejor sellado biológico. Ellos concluyen que esta técnica es una opción viable para tratamientos de dientes inmaduros con pulpas necróticas y debería ser considerada como una alternativa a la apexificación con hidróxido de calcio. (14) Esta técnica tiene una tasa de éxito alta y reduce el número de sesiones clínicas requeridas.(7)

Nagaveni y cols. (2010) usando una simple tecnología de apexificación con hidróxido de calcio, reportaron dos casos de cierre apical en incisivos permanentes inmaduros no vitales. Concluyeron que una aplicación de hidróxido de calcio intraconducto es suficiente para inducir a la formación de una barrera apical en pacientes pediátricos jóvenes en dientes despulpados y con amplios ápices abiertos. (22)

Yamauchi y cols. (2010) señalan que actualmente los procedimientos endodónticos regenerativos para el tratamiento de dientes inmaduros con pulpas necróticas y periodontitis apical han ganado gran atención como respuesta a los resultados alentadores en estudios básicos así como clínicos. La ventaja de los procedimientos regenerativos (como la revascularización) sobre los procedimientos de apexificación es que están diseñados para permitir la continuación del desarrollo radicular tanto en longitud como en espesor. (17)

Jeeruphan y cols. (2012) en un estudio retrospectivo compararon resultados radiográficos y de supervivencia de dientes inmaduros tratados con procedimientos endodónticos regenerativos o de apexificación, y concluyeron que la revascularización se asoció con un mayor incremento en la longitud y grosor de la raíz en comparación con la apexificación con hidróxido de calcio y apexificación con MTA además de excelentes tasas de supervivencia total.(10)

Sin embargo, Nosrat y cols. (2012) señalan en un reporte de caso que existen inconvenientes y resultados desfavorables en tratamientos endodónticos regenerativos de dientes inmaduros necróticos que deben ser considerados y concluyen que deben determinarse criterios para la selección de casos en tratamientos endodónticos regenerativos.(23)

Lee y cols. (2014) hacen una comparación de resultados clínicos de 40 incisivos permanentes jóvenes necróticos tratados con procedimientos de apexificación con hidróxido de calcio o MTA. Ellos notaron tres resultados clínicos exitosos: todos los síntomas y signos asociados con los dientes enfermos remitieron después del tratamiento, todas las lesiones periapicales asociados con los dientes enfermos mostraron regresión completa o casi completa después del tratamiento y el alargamiento del ápice de la raíz con la formación de una barrera de tejido duro o el desarrollo radicular continuo ocurrió después del tratamiento. (25)

Corbella y cols. (2014) realizan una revisión de literatura limitada a estudios en humanos y concluyen que el hidróxido de calcio es el material gold standard usado en apexogénesis y apexificación. Sin embargo las nuevas tecnologías están promoviendo el creciente interés en las estrategias utilizadas para la preservación de la vitalidad y regeneración de la pulpa. (27)

En lo que respecta a la rehabilitación del diente con tratamiento endodóntico

Helfer y cols. (1972) concluyeron que la pérdida de la humedad del diente con tratamiento endodóntico respecto del diente vital es del orden del 9%, lo que implicaría que en este aspecto no hay diferencias clínicamente significativas con un diente vital. (32)

Randow y cols. (1986) han demostrado que el diente con tratamiento endodóntico tiene aumentado su umbral de tolerancia a la carga desde 57 a 100% con respecto a los dientes vitales. Es decir que para que un diente tratado endodónticamente detecte una sobrecarga activando los mecanismos de protección se necesitan cargas hasta dos veces más intensa

que aquellas que detectarían un diente vital, esto deja en inferioridad de condiciones al diente con tratamiento endodóntico frente a las cargas funcionales y mucho más frente a las parafuncionales. (45)

Huang y cols. (1992) realizan un estudio para determinar si existen diferencias significativas en las propiedades mecánicas de la dentina humana de dientes tratados endodónticamente y la dentina de dientes vitales normales. Los resultados de este estudio no apoyan la teoría que la deshidratación después del tratamiento endodóntico per se debilita la estructura de la dentina en términos de resistencia a la compresión y tracción. Sin embargo, otras propiedades mecánicas de la dentina de dientes con tratamiento endodóntico sufren una variación volviéndose más rígida y menos flexible. (59)

Davidson y cols. (1997) compararon la resistencia a la fractura de premolares tratados endodónticamente restaurados adhesivamente. Preparaciones MOD y tratamiento endodóntico se llevó a cabo en premolares superiores sanos extraídos. Las cavidades fueron restauradas a través de distintos métodos, empleando resinas compuestas con sistemas de adhesión dentinaria, ionómeros de vidrio y resinas compuestas (técnicas de sándwich) y amalgamas adheridas. Los resultados obtenidos señalaron, que las restauraciones con resinas compuestas y sistemas adhesivos brindaban una resistencia a la fractura similar a un diente sano, mientras que cuando se emplearon los ionómeros de vidrio con resina compuesta o la amalgama adherida, fueron significativamente más débil en la resistencia a la fractura de cúspide que los dientes naturales sanos, pero aún mucho más fuerte que el diente no restaurado. Fue estadísticamente evidente que varios sistemas restauradores adhesivos podrían ser utilizados para restaurar satisfactoriamente los dientes después de la terapia endodóntica. (60)

Rapeephan y cols. (2005) luego de estudiar la tasa de supervivencia de molares tratados endodónticamente en su porción coronaria con restauraciones plásticas sin coronas, concluyen que, si bien las restauraciones realizadas con composite, fueron de todos los materiales

empleados las de mejor rendimiento, su empleo (directo) debería quedar supeditado a la cantidad de estructura dentaria remanente. (61)

Dietschi y cols. (2008) realizan una revisión sistemática de artículos y concluyen en su publicación sobre consideraciones biomecánicas para la restauración de dientes tratados endodónticamente, que los dientes no vitales restaurados con resina compuesta o resina compuesta combinado con postes de fibra resistieron las pruebas de fatiga y actualmente representan la mejor opción de tratamiento. En comparación con los postes de metal rígido y/o postes de cerámica, cuando la resina compuesta o resina compuesta/postes de fibra fallan, la ocurrencia de defectos de interfaces o la ruptura severa del diente es menos probable. Los estudios de fatiga han demostrado claramente la importancia de la conservación de tejido y la presencia del efecto ferrule para optimizar el comportamiento mecánico; por tanto, cuando suficiente tejido está presente no es necesario un poste. Sin embargo, en los casos que se requiera un poste para incrementar la estabilidad del cimientado, los postes de fibra con propiedades físicas más cercanas a la dentina natural, cementados adhesivamente, parecen ser la opción más apropiada. La conservación de tejido y la adhesión serán los elementos más relevantes para mejorar el éxito a largo plazo. (29)

Trushkowsky (2014) señala que la restauración de dientes endodónticamente tratados engloba una amplia variedad de materiales y técnicas. Las indicaciones para un poste han sido modificadas en los últimos años basados en las ventajas de las restauraciones adhesivas, las cuales pueden obviar la necesidad de postes. Sin embargo los postes están indicados para retener la restauración coronal en un diente tratado endodónticamente que ha sufrido una pérdida extensa de la estructura dental, no existe el poste ideal para todas las situaciones clínicas y la selección de éste dependerá de la posición del diente en la arcada, posible pilar y la oclusión. (54)

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. DIENTE PERMANENTE JOVEN

Es aquel diente permanente erupcionado que no ha terminado su desarrollo radicular, recordar que cuando un diente erupciona en la cavidad bucal, lo hace con una formación radicular incompleta, y hasta que un diente erupcionado no ha terminado su desarrollo, se le denomina diente con rizogénesis incompleta, diente inmaduro, diente permanente joven o diente con el ápice abierto. En los seres humanos el cierre apical se logra aproximadamente a los tres años después de la erupción de los dientes. (1)



Figura 1. Radiografía periapical de diente permanente joven.

(Fuente: Bordoni et al. Odontología Pediátrica: la salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual. 1ra edición, editorial Médica Panamericana SA, Buenos Aires, 2010.)

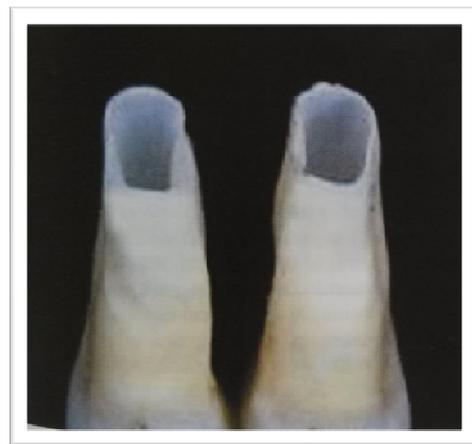


Figura 2. Incisivos permanentes que muestran los ápices incompletamente desarrollados.

(Fuente: Bordoni et al. Odontología Pediátrica: la salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual. 1ra edición, editorial Médica Panamericana SA, Buenos Aires, 2010.)

Nolla estableció, mediante radiografías, una serie de estadíos del 0 al 10, en el desarrollo de los dientes. Cuando un diente erupciona, presenta una raíz con un desarrollo de unos dos tercios de su longitud (estadío 8) al cabo de un año, se desarrolla hasta alcanzar su longitud total (estadío 9). Harán falta aún unos tres años, para considerar que su ápice está maduro, es decir que se ha formado una constricción apical en la proximidad de la unión de la dentina con el cemento (estadío 10), existiendo pequeñas modificaciones cronológicas en los diferentes grupos dentarios y en cada individuo. (1)

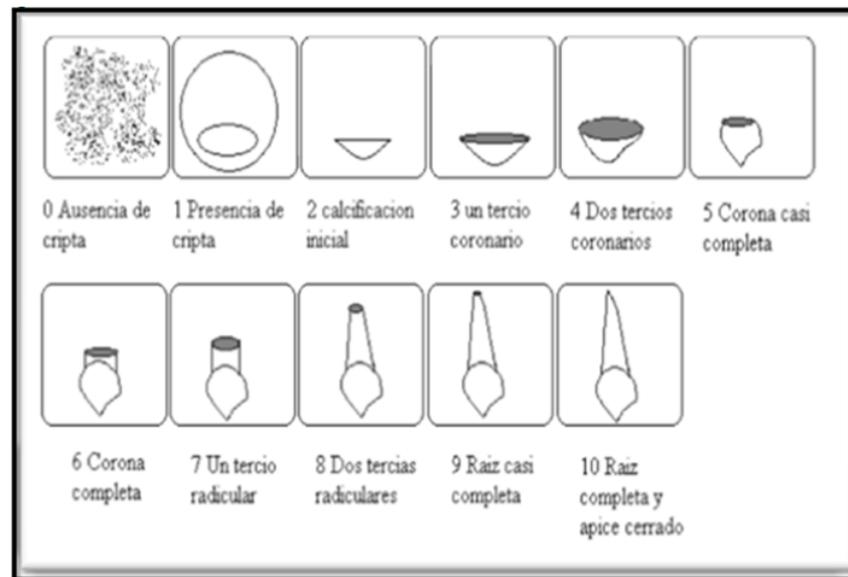


Figura 3. Estadíos de Nolla.

(Fuente: Manual de ortodoncia interceptiva. Dr. Paulo Sandoval. 2004. Chile.)

Un diente con ápice abierto es totalmente normal, siempre que no existan alteraciones pulpares o periapicales. (2)

La pulpa dental es necesaria para la formación de dentina pues al mismo tiempo que se desarrolla en longitud la raíz del diente inmaduro, se produce el engrosamiento de las paredes del diente por aposición de la dentina. (1)

El estado pulpar de un diente permanente joven puede afectarse por una lesión cariosa, traumatismo, el mal empleo de una sustancia química o anomalías morfológicas del diente (*dens evaginatus*) que son causas potenciales de la necrosis de un diente permanente joven y precisar de un tratamiento endodóntico. Si la pulpa se necrosa antes de que se complete el desarrollo radicular, deja de formarse la dentina y se detiene el desarrollo de la raíz. La raíz resultante es corta y tiene unas paredes dentinarias delgadas y, por consiguiente, muy débiles. Las paredes pueden ser: divergentes, paralelas o ligeramente convergentes, dependiendo de la fase de desarrollo radicular. El ápice es comparativamente grande y no presenta la constricción normal. Por lo tanto dependiendo del diagnóstico pulpar y el grado de desarrollo radicular se determinará el plan de tratamiento. (1,2)

La presencia de un ápice abierto complica considerablemente el tratamiento de las lesiones pulpares. El primer objetivo es permitir el desarrollo radicular manteniendo si es posible, la vitalidad de la pulpa, de modo permanente o temporal, para que la raíz complete su formación presentando la constricción apical y aumentando de grosor sus paredes. Si la pulpa está necrosada una alternativa es efectuar un tratamiento de conductos radiculares pero estos no se podrán obturar sino existe una barrera calcificada en el ápice que permita confinar los materiales de obturación en su interior. (1, 2, 3) Sin embargo actualmente existen los procedimientos endodónticos regenerativos, los cuales serán abordados más adelante en la presente monografía.

El diagnóstico de necrosis pulpar en un diente permanente joven puede exigir desde un acucioso examen clínico hasta sofisticadas pruebas complementarias. (4)

La pérdida de la vitalidad pulpar en un diente permanente joven antes de concluir la formación radicular trae como consecuencia una raíz de paredes delgadas y propensas a la fractura. (1,4,5) En estos casos, la forma del conducto y sus dimensiones dificultan mucho los procedimientos endodónticos convencionales, necesarios debido a que su foramen abierto no proporciona una barrera anatómica de la raíz y es muy difícil mantener el tratamiento endodóntico dentro de los límites del conducto; sobre todo se hace imposible obturarlo de manera tridimensional. Dientes con ápices menores de 2mm de diámetro tienen un tiempo más corto de tratamiento y mejor pronóstico a largo plazo. (4)

2.2.2. TERAPIA PULPAR EN DIENTES CON ÁPICES INMADUROS

Por todo lo expuesto anteriormente, se deben realizar todos los esfuerzos necesarios para mantener la vitalidad pulpar de los dientes incompletamente formados para lograr su completo desarrollo radicular. (1)

El estado de la pulpa y el grado de desarrollo de la raíz son los principales factores en la planificación del tratamiento.

Si el diagnóstico pulpar es una pulpitis reversible el tratamiento de elección es la terapia de la pulpa vital (apexogenesis) independientemente del grado de desarrollo pulpar, entre los procedimientos tenemos: el recubrimiento pulpar indirecto, el recubrimiento directo y la pulpotomía son habitualmente convenientes en estos dientes; porque ellos reciben un excelente aporte sanguíneo a través del ápice abierto. (1, 5)

Si el tejido pulpar del diente permanente joven se necrosa o se desarrolla una patología periapical, el tratamiento de elección en estos dientes es la inducción del cierre apical o apexificación (apicoformación). (5,6)

Sin embargo, actualmente los procedimientos endodónticos regenerativos han ganado mucha atención en lo que respecta a la terapia en pulpas no vitales. (7,8)

2.2.2.1. TERAPIA EN PULPAS VITALES

APEXOGÉNESIS:

Definido como el desarrollo y la formación fisiológica del ápice, según la Asociación Americana de Endodoncia (AAE). (3)

Es un proceso fisiológico natural del desarrollo de la raíz. Sin embargo, el término es usado más comúnmente para describir el procedimiento endodóntico de preservación de la vitalidad pulpar en un diente traumatizado con afectación pulpar, de manera que el diente afectado pueda desarrollar su pleno potencial de crecimiento.

La terminología actual es la terapia de la pulpa vital. (3)

Procedimiento por el cual se induce la formación de una barrera calcificada en un diente con ápice abierto y pulpa vital según la AAE. (6)

Tratamiento de una pulpa vital en un diente inmaduro para permitir la formación continua de dentina y el cierre apical. (Walton y Torabinejad). (3)

OBJETIVO DE LA TERAPIA DE LA PULPA VITAL

Mantener la vitalidad de la pulpa radicular permitiendo el desarrollo de la raíz y su ápice.

Este objetivo se logra con tres procedimientos distintos.(3)

- Recubrimiento pulpar indirecto
- Recubrimiento pulpar directo
- Pulpotomía con cierre apical

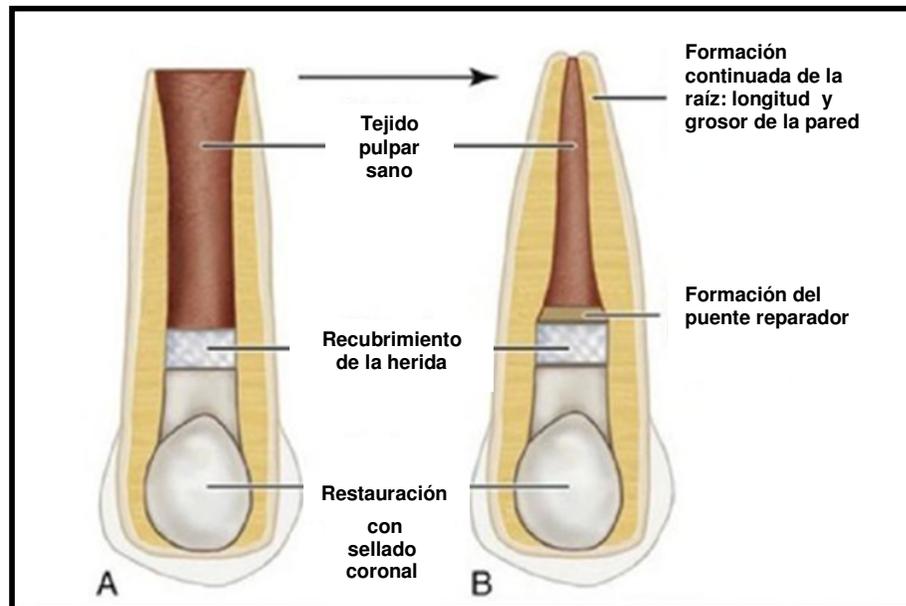


Figura 4. Representación esquemática de la apexogénesis.

Tratamiento diseñado para preservar especialmente la porción apical del tejido pulpar en un estado saludable para completar la formación radicular. A, Después de la pulpotomía profunda y hemostasia, la pulpa radicular se recubre y se aplica una restauración con sellado coronal. B, El éxito se evidencia por el desarrollo continuado de la raíz y la formación de una barrera calcificada en respuesta al recubrimiento de la herida.

(Fuente: Hargreaves et al. Cohen Vías de la Pulpa. Editorial Elsevier, 10^{ma} edición, España, 2011.)

2.2.2.2. TERAPIA EN PULPAS NO VITALES

El tratamiento de dientes inmaduros con necrosis siempre ha sido un desafío en la endodoncia. Debido a su dificultad para conseguir un apropiado sellado apical en dientes con ápice abierto mediante el uso de métodos convencionales de tratamiento endodóntico. El desarrollo discontinuo de paredes dentinales después de la necrosis de la pulpa también puede

conducir a una estructura de la raíz débil con paredes dentinarias delgadas lo cual hace que el diente sea susceptible a fracturas en el futuro. (7)

La apexificación ha sido una práctica habitual, tradicional por muchas décadas para los dientes permanentes inmaduros que han perdido la vitalidad pulpar. Tradicionalmente la apexificación en múltiples visitas con hidróxido de calcio fue el tratamiento de elección, el cual induce la formación de una barrera apical de tejido duro. Una alternativa a la técnica de apexificación con hidróxido de calcio es la apexificación con agregado trióxido mineral (MTA) denominado por algunos autores como método de la barrera apical artificial, técnica que ha demostrado una tasa de éxito alta y reduce el número de sesiones clínicas requeridas. (7,9)

Recientemente los procedimientos endodónticos regenerativos para el tratamiento de dientes inmaduros con pulpa necrótica y periodontitis apical han ganado mucha atención como consecuencia de resultados alentadores en estudios básicos como clínicos.

- Uno de ellos implica un enfoque de revitalización para lograr la generación y regeneración tisular. En este método, se espera que el nuevo tejido vital se forme en el espacio del conducto desinfectado permitiendo la continuación del desarrollo tanto en términos de longitud y grosor.
- La otra es la búsqueda activa de la regeneración pulpa / dentina a través de la tecnología de ingeniería tisular para implantar o regenerar pulpas. Aunque la tecnología se encuentra todavía en su infancia, ésta tiene el potencial para beneficiar dientes inmaduros despulpados, al permitir el crecimiento continuo y la maduración. (8)

A. APEXIFICACIÓN:

Es una alternativa de tratamiento para dientes permanentes jóvenes con necrosis pulpar o patología periapical.

Según la Asociación Americana de Endodoncia apexificación se define como un método que induce la formación de una barrera calcificada que oblitera el orificio apical en un diente con ápice abierto o la continuación del desarrollo apical de una raíz incompletamente formada en dientes con pulpa necrótica. (3,4)

Método de inducción al cierre apical por la formación de osteocemento o un tejido duro similar o por el desarrollo apical continuado de la raíz de un diente permanente joven cuya pulpa ya no se encuentra vital. (3)

Este procedimiento puede emplearse en niños y adultos. Un término más reciente es el “cierre apical”, introducido por Torabinejad (2002). Se define como el proceso mediante el cual se crea un entorno dentro del conducto radicular y los tejidos periapicales después de la muerte pulpar que permite la formación de una barrera calcificante a través del ápice abierto. Se ha caracterizado esta barrera como dentina, cemento, hueso, osteodentina, osteocemento. (3)

Sabemos que existen numerosos desafíos que enfrenta el clínico en el tratamiento de infección pulpar en dientes permanentes inmaduros. La limpieza y el modelado del sistema conductos de la raíz es un reto debido a las paredes dentinarias delgadas. La obturación también se complica debido a que el ápice no está completamente desarrollado y tiene una forma trabuco. Por otra parte, estos dientes pueden ser susceptibles a la fractura durante o después del tratamiento (10).

a- Apexificación con hidróxido de calcio

Tradicionalmente, éste procedimiento ha sido recomendado para el tratamiento de un diente permanente inmaduro no vital. (10)

La apexificación con hidróxido de calcio de dientes inmaduros con pulpa necrótica que ha sufrido una injuria traumática es un procedimiento cuyo objetivo es inducir una barrera calcificada en el ápice de manera que una obturación convencional de la raíz pueda ser lograda. (9)

Hidróxido de Calcio

Desde hace muchos años, el hidróxido de calcio ha sido un material muy usado en la terapéutica endodóntica, con distintos fines, de forma muy satisfactoria. Protecciones pulpares directas, indirectas, pulpotomías, apexificaciones y tratamientos de fracturas radiculares, entre otros. (6)

El hidróxido de calcio se presenta como un polvo blanco, con un ph alrededor de 12.5, insoluble en alcohol y poco soluble en agua, esta última representa una ventaja clínica ya que, al ponerse en contacto con los tejidos del organismo se solubiliza en ellos de forma lenta.

Con la combustión del carbonato de calcio (CaCO_3) se obtiene óxido de calcio (CaO) y anhídrido carbónico (CO_2). Con la hidratación del óxido de calcio se llega al **hidróxido de calcio Ca (OH)_2** , este es un compuesto inestable, que al reaccionar con el CO_2 del aire se transforma nuevamente en carbonato de calcio. (1,6,11,12,13)

Las propiedades del hidróxido de calcio derivan de su disociación iónica en iones de calcio e hidroxilo, la acción de esos iones sobre los tejidos y las bacterias explican sus propiedades biológicas y antimicrobianas. Al colocarse el hidróxido de calcio en el conducto radicular, el 45.89% y el 54.11 % se disocian respectivamente en iones de hidroxilo e iones de calcio. (12)

Según Rafter conocidas son las ventajas del hidróxido de calcio desde los primeros trabajos que aparecieron en 1930, que entre otras podemos destacar:

- Propiedades antibacterianas (limitando la infección bacteriana).

- Estimula la formación de tejido duro cuando es aplicado en tejidos con ese potencial. (Tejidos pulpar y periodontal).
- Es una base fuerte. Su pH básico 12,5.
- Biocompatibilidad. (6)



Figura 5. Presentación del $\text{Ca}(\text{OH})_2$. (A, B) En jeringas pasta (Calasept, calcifar). (C) En polvo.

Holland et al., han demostrado que la reacción del tejido periapical al hidróxido de calcio es similar a la del tejido pulpar. El hidróxido de calcio produce una necrosis de múltiples capas con la mineralización subyacente. Schroder y Granath han postulado que la capa de necrosis establecida genera un bajo grado de irritación del tejido subyacente, se produce la proliferación de fibroblastos, que segregan colágeno suficiente para producir una matriz que mineraliza. El calcio es atraído a la zona y la mineralización de la matriz de colágeno recién formado se inicia desde los puntos calcificados. (2,14)

Ha sido demostrado, que es más exitosa la formación de la barrera apical en la ausencia de microorganismos así como la eficacia antibacteriana del hidróxido de calcio también ha sido bien establecido. La actividad antimicrobiana se relaciona a la liberación de iones hidroxilo, los cuales son altamente oxidantes y muestran una reactividad extrema. Estos iones causan daño a la membrana citoplasmática de la bacteria, desnaturalización de proteínas y daño al DNA bacterial. (14)

Varios trabajos han evidenciado la participación activa de los iones de calcio del hidróxido de calcio en: mineralizaciones (barrera de dentina) osteocementarias (sellado biológico apical) en los conductos radiculares y en otras áreas envueltas en mineralizaciones. (12)

La barrera de tejido duro ha sido descrita por Ghose et al., como un tapón, un puente o cuña encarnada y puede estar compuesta de cemento, dentina hueso, osteodentina y osteocemento. (14)

A pesar de la evidencia radiográfica y clínica de la formación completa del puente apical, el examen histológico revela que la barrera es porosa.

Estudios varían en la evaluación del tiempo necesario para la formación de la barrera apical en la apexificación usando hidróxido de calcio. En una revisión de diez estudios, Sheeny y Roberts reportaron una duración media de tiempo para la formación de la barrera apical que varía entre 5 a 20 meses. Finucane y Kinirons, revisaron 44 incisivos inmaduros no vitales sometidos a apexificación con hidróxido de calcio y se encontró que el tiempo medio para la formación de la barrera fue 34,2 semanas (13-67 semanas).

El más fuerte predictor de la rápida formación de la barrera fue el recambio del hidróxido de calcio y una barrera también se formó más rápidamente en casos en que la amplitud apical es más estrecha. (14)

Existen dificultades inherentes a la técnica como la aplicación a largo plazo de hidróxido calcio con el fin de crear la barrera apical para evitar la extrusión de materiales de obturación. El uso por un tiempo prolongado del hidróxido de calcio tiene varias desventajas tales como múltiples citas de

tratamiento, probable recontaminación del sistema de conductos durante el período de tratamiento y el incremento de la fragilidad de la dentina radicular, lo cual incrementa el riesgo de futuras fracturas radiculares cervicales que pueden conducir al fracaso.(9, 10)

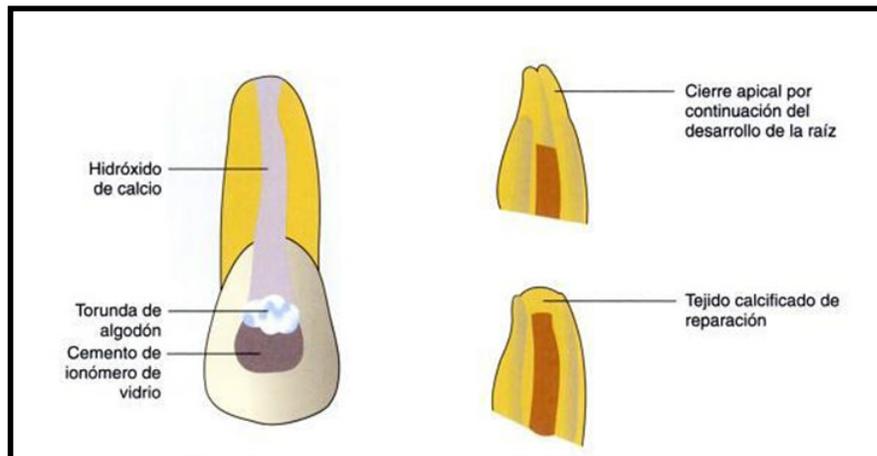


Figura 6. Esquema de tratamiento de dientes permanentes no vitales con ápices abiertos.

(Fuente: Bordoni et al. Odontología Pediátrica: la salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual. 1ra edición, editorial Médica Panamericana SA, Buenos Aires, 2010.)

TÉCNICA DE APEXIFICACIÓN CON $\text{Ca}(\text{OH})_2$

- 1- Radiografía de diagnóstico, para verificar el estadio de desarrollo radicular y el estado del periápice.
- 2- Anestesia de la pieza a tratar.
- 3- Aislamiento del campo operatorio con el dique de goma.
- 4- Acceso cameral.
- 5- Eliminación de la pulpa necrótica

6- Determinación ligeramente corta de la longitud de trabajo del ápice radiográfico.

7- Instrumentación comenzando con lima grande con limas K o H, se efectúa un limado circunferencial removiendo los restos presentes en el conducto, alisando sus paredes sin querer ampliarlas, irrigación con hipoclorito de sodio al 2.5%.

8- Secar con puntas de papel.

9- Colocación de pasta de hidróxido de calcio con porta amalgama, léntulo o compactadores, y es condensada hacia apical mediante condensadores.

10- Evitar desplazar demasiado material en sentido apical.

11- Con radiografía verificar ausencia de burbujas. (11)

12- Sesiones posteriores, se aconseja una cita al cabo de un mes, siempre que no aparezca sintomatología en un período más breve de tiempo. Tras el aislamiento del diente, se irriga el conducto se seca y se vuelve a colocar la pasta de hidróxido de calcio. Se realiza el recambio del hidróxido de calcio al cabo de un mes. Otros autores indican al cabo de tres meses para renovar la pasta, ya que, por acción del anhídrido de los tejidos, el hidróxido de calcio se va transformando en carbonato de cálcico, con lo que pierde su actividad biológica. (1,11) Una vez formada la barrera apical se procede con la obturación del conducto radicular.

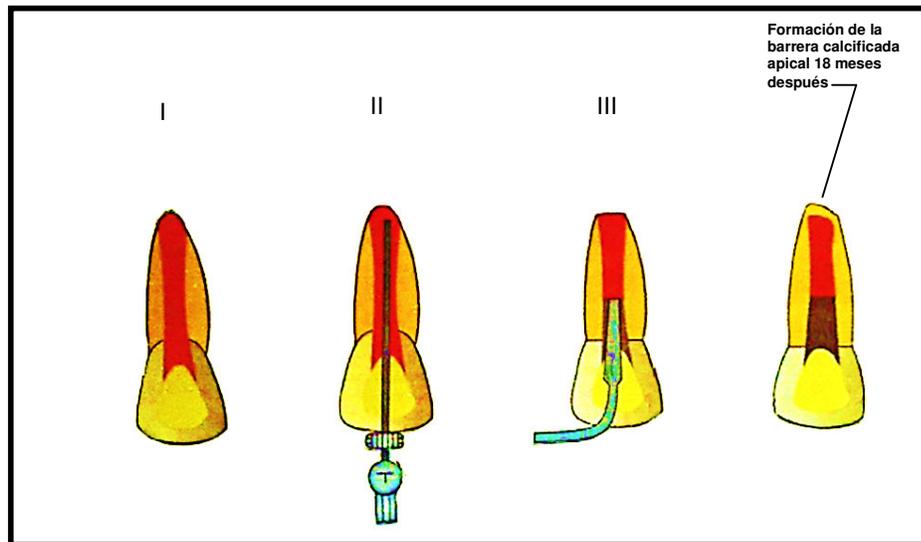


Figura 7. Esquema que ilustra el procedimiento clínico de apexificación. I. Incisivo permanente joven inmaduro. II. Procedimientos biomecánicos con instrumentos premedidos. III. Obturación del conducto con una pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

(Fuente: Bordoni et al. *Odontología Pediátrica: la salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual*. 1ra edición, editorial Médica Panamericana SA, Buenos Aires, 2010.)

El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ presenta pH altamente alcalino, que es bactericida e induce necrosis limitada de las células de resorción sobre la superficie de la raíz, y la inactivación de lipopolisacárido, un potente inductor de la inflamación.

Aunque esta modalidad de tratamiento tiene una amplia aceptación y uso, las preocupaciones sobre debilitamiento de las raíces que conducen a un aumento de susceptibilidad a la fractura, junto con el cumplimiento del paciente se han replanteado. (12)

Después del procedimiento de apexificación con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ el clínico debe realizar la obturación convencional del conducto radicular pues la barrera formada a menudo es porosa y no continua.

b- Apexificación con Agregado trióxido mineral (MTA)

Una técnica alternativa para la apexificación con hidróxido de calcio es la técnica de la barrera apical artificial, la cual es hecha colocando un material de barrera en la porción apical del conducto el material de elección para esta técnica es el agregado trióxido mineral el cual ha mostrado tener tasas de éxito alta y reduce el número de sesiones clínicas requeridas.

La introducción del MTA en la odontología trae nuevas posibilidades porque su acción es análoga a la del hidróxido de calcio. (7,11)

El MTA al entrar en contacto con tejidos periapicales, estimula la presencia del sellado biológico en el foramen principal. Su utilización para el sellado apical de los dientes inmaduros ofrecen la posibilidad de realizar en una única sesión o en dos sesiones, un tratamiento que también induce a la reparación. (11,12)

A esto se suma que la obturación de estos dientes en menor tiempo permite su restauración inmediata mediante la colocación de pernos intrarradiculares, protegiéndolos de fracturas. (11,12)

El MTA fue creado con el objeto de sellar las comunicaciones entre el diente y la superficie externa. Es un polvo que consiste en partículas hidrofílicas que endurece en presencia de humedad. La hidratación del polvo con agua destilada crea un gel coloidal de pH 12.5 que solidifica para formar una estructura dura y resistente. (6)

Puede mostrar ciertas semejanzas al cemento de Portland pero no puede ser sustituido por éste. El MTA está constituido por metales pesados menos tóxicos (Cu, Mn, Sr), menos cromóforos (Fe^{+3} , Mn) y menos especies de aluminio y potasio. Contiene también óxido de bismuto que le da la radiopacidad. El MTA muestra un tamaño de partícula uniforme y más pequeña, a diferencia del cemento de Portland que tiene una amplia gama de tamaños. La comparación del MTA blanco y gris indica que la cal (CaO), el sílice (SiO_2) y el óxido de bismuto (Bi_2O_3) son los compuestos

dominantes y están presentes en niveles comparables en cualquiera de los dos tipos. Las diferencias más significativas observadas fueron entre las concentraciones de Al_2O_3 , MgO y especialmente de FeO . El MTA blanco no presenta la fase alúminoferrita que brinda el color gris al MTA. Además el MTA gris es biológicamente más activo ya que produce más cristales de hidroxiapatita en su superficie comparado con la versión blanca.(3)

El MTA tiene muchas aplicaciones endodónticas, entre sus propiedades deseables tenemos que es biocompatible, exhibe buena capacidad de sellado, es bioactivo induciendo la formación de hidroxiapatita y muestra alta alcalinidad durante y después de su reacción de fraguado, presenta buena tolerancia celular de los tejidos tanto pulpar como periodontal.

El MTA también ha mostrado liberar $\text{Ca}(\text{OH})_2$ como compuesto principal una vez hidratado. (11,12)

TÉCNICA CON MTA:

1-Radiografía de diagnóstico, para verificar el estadio de desarrollo radicular y el estado del periápice.

2-Anestesia y aislamiento absoluto con dique de goma de la pieza a tratar.

3- Acceso cameral.

4- Eliminación del contenido necrótico del conducto e irrigación copiosa con el hipoclorito de sodio al 2.5%. Y se procede igual que en la técnica de hidróxido de calcio hasta la colocación de esta pasta en el conducto,

5- Determinación de la longitud de trabajo ligeramente corta del ápice radiográfico.

6- Instrumentación comenzando con lima grande con limas K o H, se efectúa un limado circunferencial removiendo los restos presentes en el conducto,

alisando sus paredes sin querer ampliarlas, irrigación con hipoclorito de sodio al 2.5%.

7- Secar con puntas de papel.

8-Colocación de pasta de hidróxido de calcio con porta amalgama, léntulo o compactadores, y es condensada hacia apical mediante condensadores. Evitar desplazar demasiado material en sentido apical. Se deja por 7 ó 14 días, con doble sellado para evitar filtración.

9- Con radiografía verificar ausencia de burbujas.

10-En la siguiente cita luego de la anestesia y aislamiento absoluto de la pieza tratada, se remueve el hidróxido de calcio con hipoclorito de sodio al 2.5%.

11-Se realiza la irrigación final con EDTA y clorhexidina al 2%.

12- Secado con puntas de papel.

13-Preparación del MTA en la loseta y cargado en la jeringa.

14-Se coloca el MTA tomando en cuenta la longitud del conducto y se compacta en el mismo tomando la precaución de utilizar instrumentos de menor calibre que el diámetro del conducto. El espesor mínimo necesario para crear una barrera apical estable es 4 mm.

15-Se coloca una torunda de algodón húmeda en el conducto esperando por 3 ó 4 horas hasta que se complete el fraguado total.

16- Luego del fraguado se procederá con la restauración definitiva seleccionada previamente. (6)

Hachmeister et al, observaron que la espesura de la capa de MTA posicionada en contacto con la región apical es importante para el éxito del tratamiento pues con 4 mm demostró mayor resistencia de que con 1 mm. (11,12)

Tasas de éxito muy alta se han logrado con el procedimiento de apexificación con MTA. (13)

Witherspoon y Ham afirman que el MTA provee un andamiaje para la formación de un tejido duro y el potencial de un mejor sellado biológico. (14)

Ambos métodos mencionados (apexificación y técnicas de barrera apical artificial con MTA) presentan la desventaja de no permitir la continuación del desarrollo radicular, dando lugar a una estructura radicular frágil. (7)

El agregado trióxido mineral (MTA) se ha utilizado para proporcionar una barrera artificial; sin embargo, también tiene la limitación de no reforzar la dentina del conducto radicular y un alto costo. (15)

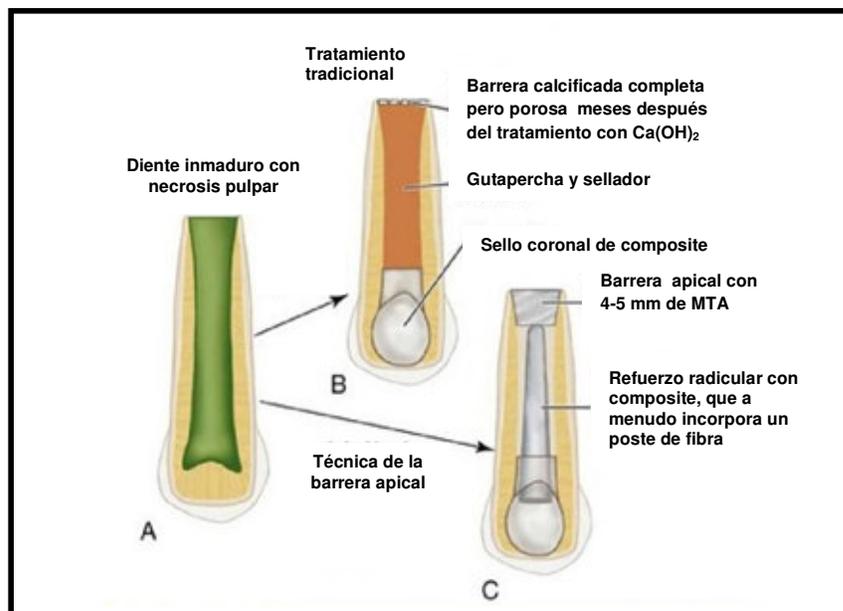


Figura 8. Representación esquemática de la apexificación.

A, Diente permanente joven con pulpa no vital. **B,** Tratamiento tradicional con Ca(OH)_2 , se forma la barrera calcificada. Posteriormente el conducto se obtura con gutapercha y sellador antes de la restauración coronal. **C,** Técnica de la barrera apical artificial con MTA, posteriormente se restaura con composite de polimerización, acompañado con frecuencia de un poste de fibra como soporte mecánico.

(Fuente: Hargreaves et al. Cohen Vías de la Pulpa. Editorial Elsevier, 10ma edición, España, 2011.)

B. PROCEDIMIENTO ENDODÓNTICO REGENERATIVO

Es un procedimiento que tiene base biológica.

Diseñados para reemplazar las estructuras dañadas (estructuras dentinarias y radicales, así como células del complejo dentinopulpar). (3)

Dentro de estos procedimientos tenemos la revascularización del conducto radicular, así como las estrategias de ingeniería tisular. (8)

El resultado ideal para un diente con raíz inmadura y pulpa necrótica sería la regeneración del tejido pulpar dentro de un conducto capaz de promover la continuación del desarrollo radicular normal.

El potencial para la revascularización (regeneración del tejido dental) y el desarrollo continuo de dientes reimplantados ha sido bien documentado en la literatura de trauma dental, sin embargo, la presencia de infección ha demostrado que interfiere con este proceso. (13,16)

a- REVASCULARIZACIÓN

La revascularización es un tratamiento regenerativo y un enfoque con base biológica alternativa para el tratamiento de dientes inmaduros necróticos que, a diferencia de las técnicas de apexificación y barrera apical artificial permite la continuación del desarrollo radicular.

Es una tecnología potencial para la endodoncia regenerativa (creación de tejido pulpodental de reemplazo). (3,7)

La revascularización del conducto radicular vía coágulo sanguíneo de conductos necróticos, consiste en la desinfección de los conductos y el establecimiento del sangrado dentro de éste por sobreinstrumentación.

Usada en dientes con ápice inmaduro, que han sufrido trauma de avulsión o en dientes necróticos con ápices inmaduros de 1,1 mm de diámetro como mínimo.

Este coágulo sanguíneo favorece la formación de una matriz de fibrina, que atrapa las células capaces de dar inicio a la formación de nuevos tejidos. (7)

Varios tipos de células madre incluso las células madre de la pulpa dental (DPSCs), los cuales son más abundantes en la zona rica en células de la pulpa, células madre de la médula ósea (BMSCs), células madre de los dientes deciduos humanos exfoliados (SHED), y células madre de la papila apical (SCAPs) han exhibido diferentes niveles de habilidad para generar estructuras osteoides y odontoides.

Las SCAPs son la fuente de odontoblastos primarios que son los responsables de la continuación del desarrollo radicular, y como resultado de la proximidad a la fuente de sangre periodontal, puede sobrevivir la pulpa con necrosis incluso en la presencia de infección perirradicular. En la situación óptima (eliminación de microorganismos y sus productos y tejidos necróticos y la presencia de un andamiaje de proteína y un sellado coronal hermético) estas células madre pueden poblar el espacio del conducto radicular del diente inmaduro necrótico. (7,10)

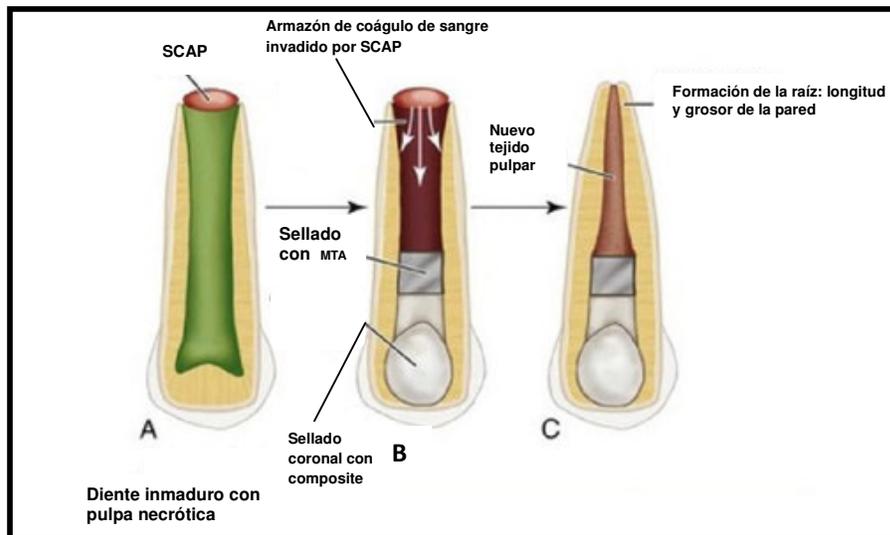


Figura 9. Representación esquemática de la regeneración pulpar.

A, Diente permanente inmaduro no vital, que muestra la localización de la papila apical con su rico acúmulo de células madre. **B**, Después de medicar el conducto con pasta triantibiótica, el conducto se sobreinstrumentó para estimular el sangrado a nivel cervical. El coágulo de sangre se cubre con MTA y una restauración selladora y forma un armazón para la invasión de las SCAP. **C**, se espera que la regeneración pulpar permita la formación continuada de raíz en un diente previamente sin pulpa.

(Fuente: Hargreaves et al. Cohen Vías de la Pulpa. Editorial Elsevier, 10^{ma} edición, España, 2011.)

Autores creen que la revascularización de dientes inmaduros necróticos es un plan de tratamiento posible y más práctico y valioso que la apexificación tradicional con hidróxido de calcio o técnicas de barrera apical artificial. (7)

Recientemente, algunos reportes de casos han demostrado que dientes inmaduros infectados no vitales pueden ser tratados alternativamente por el proceso regenerativo de pulpa. Los autores han denominado este proceso de regeneración como revascularización, revitalización o maturogénesis.

El aspecto común a todas las modalidades de regeneración es la desinfección intraconducto usando abundante irrigación, la colocación de las pastas de antibióticos y la formación de un coágulo de sangre estéril dentro

de la cavidad pulpar el cual actúa como una matriz de crecimiento de un nuevo tejido dentro del espacio pulpar similar a la pulpa necrótica después del traumatismo o injuria, luego se realiza un sellado profundo del acceso coronario con Cavit y MTA. (5) El concepto de regeneración pulpar se observó por primera vez en dientes inmaduros con avulsión traumática y que fueron reimplantados. Rule documentó desarrollo radicular y formación de barrera apical en los casos de necrosis pulpar.

Los autores destacaron la importancia de coágulos de sangre estéril y tejido granulomatoso dentro de la cavidad pulpar. Varios puntos se han dado para explicar porque la maturogénesis puede ocurrir en estos dientes permanentes inmaduros infectados. Estos incluyen la presencia de células madre mesenquimales que residen en la papila apical, también conocidas como células madre de la papila apical (SCAP), que son células madre de la pulpa dental multi-potentes y resistentes a la necrosis / infección. La etiología exacta, la patogenia o eventos histo-patológicos que se producen en este proceso de regeneración no son aún conocidos.(15)

Sin embargo se recomienda más estudios histológicos y estudios clínicos en dientes humanos revascularizados.

La naturaleza del tejido formado en el espacio del conducto y su composición celular aún está por ser identificados. Dos estudios recientes en animales demostraron que el tejido vital formado en el espacio del conducto fue un tejido conectivo similar al ligamento periodontal y las paredes dentinales fueron engrosados por la aposición de tejido nuevamente formado tipo cemento. (7)

b- INGENIERÍA TISULAR

La hipótesis básica de la ingeniería tisular define que mediante la colocación local de un factor apropiado en la correcta dosis y por un periodo de tiempo definido se logra el reclutamiento, la proliferación y la diferenciación de células de zonas adyacentes que participaran en la reparación y/o regeneración de tejidos en la zona enferma. La segunda estrategia de la

ingeniería tisular hace uso de células cultivadas en un laboratorio y posteriormente colocadas en una matriz en la zona donde el nuevo tejido o la formación del órgano son deseados. Estas células trasplantadas normalmente derivan de una pequeña muestra de biopsia de tejido y han sido expandidas en el laboratorio para permitir la creación de un órgano o una masa tisular. (7)

La ingeniería tisular es un método que consiste en una matriz biocompatible, factores de crecimiento adecuados, y células madre. Se trata de un campo de rápido crecimiento de la investigación que ha sido bien implementado en la medicina. Sin embargo, su aplicación se ha limitado en endodoncia. Han sido prometedores los resultados en la producción del complejo dentino-pulpar y las estrategias se han discutido, pero su aplicación a espacios del conducto radicular necrótico es limitado.(3,17)

La ingeniería de tejidos es el empleo de estrategias terapéuticas y biológicas destinadas a la reposición, reparación, mantenimiento y/o mejora de la función del tejido. En el futuro, el ámbito de la endodoncia regenerativa puede incluir la sustitución de los tejidos periapicales, los ligamentos periodontales, encía e incluso los dientes en su conjunto. Esto daría a los pacientes una clara alternativa a los implantes por "dientes propios artificiales. (3,17)

Recientemente los procedimientos endodónticos regenerativos para el tratamiento de dientes inmaduros con pulpas necróticas y periodontitis apical han ganado la atención debido a los resultados alentadores obtenidos en estudios básicos como estudios clínicos. (17)

La ventaja de los procedimientos endodónticos regenerativos sobre los procedimientos de apexificación es que permite el alargamiento y engrosamiento de la raíz (es decir, la maduración) de forma continua por el tejido vital generado. La mejora de los procedimientos endodónticos regenerativos puede dar lugar a que éstos se conviertan en el estándar de

casos sobre procedimientos de apexificación, y similar enfoque podría aplicarse para el tratamiento de los dientes infectados maduros. (3,17)

El objetivo de los procedimientos de la regeneración endodóntica es regenerar el tejido pulpar, o mejor dicho el complejo dentino-pulpar; regenerando la dentina coronal dañada, regenerando las raíces reabsorbidas y la dentina cervical y apical. (3,18)

La ingeniería tisular en endodoncia se enfoca en la regeneración del tejido pulpar afectado o perdido usando la terapia con las células madre. (18)

TRÍADA DE LA INGENIERÍA TISULAR:

La constituyen:

- Células progenitoras/madres de la pulpa dental.
- Matrices
- Moléculas bioactivas: morfogenes, IL-2

Pueden proporcionar un método alternativo útil para el recubrimiento pulpar y el tratamiento de conductos radiculares.

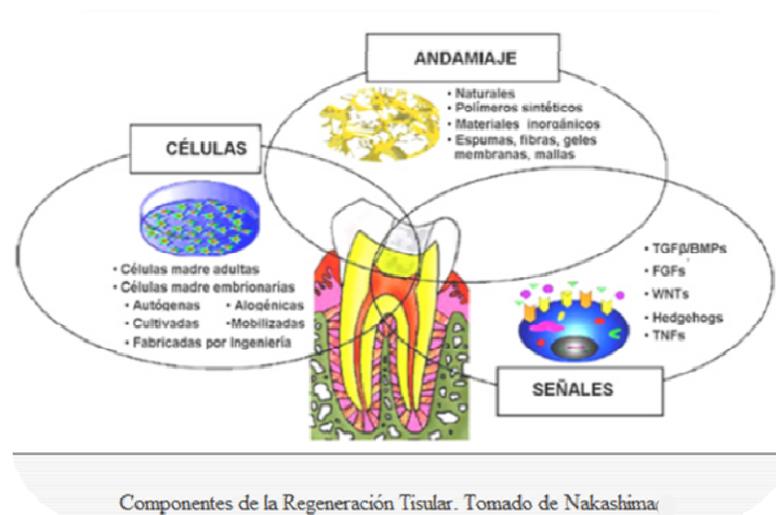


Figura 10. Tríada de la ingeniería tisular.

- CÉLULAS MADRE

Las células madres son células primarias indiferenciadas que conservan la capacidad de dividirse y diferenciarse en otros tipos celulares.

Las células madre tienen dos características importantes. La primera, es que son autorrenovables. La segunda es que cuando se dividen algunas células hijas dan lugar a células que mantienen el carácter de célula madre y otras dan lugar a células diferenciadas. Las células madre mesenquimales han sido identificadas en muchos tejidos y son capaces de diferenciarse en muchos linajes de células como osteogénica, condrogénica, adipogénica, miogénica y neurogénica, cuando se cultivan en condiciones definidas. (3)

Las células madre según su origen pueden ser:

- Alogénicas, procedentes de individuos diferentes pero de la misma especie.
- Autólogas son del mismo individuo.
- Xenogénicas, procedentes de individuos de diferente especie. (19)

Las células madres según su plasticidad (potencial para formar células especializadas), pueden ser:

- Totipotenciales, pueden dar lugar a todo un individuo. Cada célula puede desarrollarse en una nueva célula a partir de células embrionarias.
- Pluripotenciales, pueden dar lugar a cualquier línea celular de tejido endodérmico, mesodérmico o ectodérmico.
- Multipotenciales, son células diferenciadas que pueden formar varios tipos de tejidos; a partir de tejido fetal, de sangre de cordón umbilical o de células madre postnatales.

Existen dos tipos de células madre:

- Células embrionarias (fetales), que derivan del embrión. Específicamente de los embriones que se desarrollan de los óvulos que han sido fertilizados in vitro, en una clínica de fertilización in vitro que son donados para propósitos de investigación con el consentimiento informado de los donantes. No se derivan de los óvulos fertilizados en el cuerpo de una mujer.
- Células madre adulta (postnatal), célula indiferenciada encontrada entre las células diferenciadas en un tejido u órgano, puede renovarse o diferenciarse para producir los tipos de celulares especializados principales del tejido u órgano. El papel primario de las células madres adultas en un organismo vivo es mantener y reparar el tejido en el cual se encuentran. (3,19)

- **MATRIZ:**

Microambiente tridimensional físico, químico, biológico para el crecimiento y diferenciación celular, promueve la adhesión y la migración celular, facilitando la formación de tejidos funcionales u órganos.

Un andamiaje, natural o artificial, implantado solo o en combinación con células madre y factores de crecimiento.

Características de una matriz:

- Alta porosidad y adecuado tamaño del poro, para facilitar el cultivo y la difusión de nutrientes a través de la estructura de las células.
- Gran área de superficie.
- Buena degradación en forma lenta y debe ser sustituida por el tejido regenerativo.
- Biocompatibles.
- Capacidad para interactuar positivamente con otras células de

adhesión, crecimiento y migración.

- Presentar buena resistencia física y mecánica. (5)

Los materiales de la matriz pueden ser:

1- Naturales, orgánicas o biodegradables: construidas a partir de componentes de la matriz extracelular.

- a- Colágeno.
- b- Fibrinógeno.
- c- Ácido hialurónico.
- d- Glucosaminoglucanos (GAGs).

VENTAJAS:

- Bioactiva
- Biocompatible
- Propiedades mecánicas similares a la de un tejido natural.

DESVENTAJAS:

- Control limitado sobre las propiedades fisicoquímicas.
- Dificultad en la tasa de degradación
- Dificultad en la esterilización y purificación de patógenos cuando es aislado de diferentes fuentes.

2- Sintéticos, inorgánicos o permanentes:

- a- Polímeros sintéticos
- Ácido poliglicólico (PGA)

- Ácido poliláctico (PLA)
- Ácido poliláctico coglicólico (PLGA)
- b- Hidrogeles sintéticos: polímeros basados en polietilenglicol (PEG).
- c- Hidrogeles sintéticos modificados con los péptidos de adhesión de la superficie celular:
 - Arginina
 - Glicina
 - Ácido aspártico (RGD)
- d- Compuestos inorgánicos:
 - Hidroxiapatita (HA)
 - Fosfato de calcio. (3)

- MOLÉCULAS BIOACTIVAS:

Señales secretadas a nivel extracelular, que gobiernan la morfogénesis durante las interacciones epitelio- mesénquima.

Señales biológicas que conducen a la proliferación y diferenciación de las células madres.

FAMILIAS DE PROTEÍNAS DE SEÑALIZACIÓN

Estas familias de genes están principalmente involucradas durante el inicio de la morfogénesis y cito diferenciación.

- Proteínas morfogenéticas óseas (BMPs)
- Factores de crecimiento fibroblástico (FGFs)
- Proteínas internas Wingless (Wnts)

- Proteínas Hedgehog (Hhs)
- Moléculas de la familia del Factor de Necrosis Tumoral (TNF). (3)

El tratamiento endodóntico regenerativo es viable para un diente en un estadio temprano de desarrollo radicular que tiene necrosis pulpar y lesión periapical. (20)

Sólo hay unas pocas limitaciones en la revascularización. Resultados clínicos a largo plazo no están aún disponibles. Es posible que todo el conducto puede ser calcificado, comprometer la estética y aumentando potencialmente la dificultad en los futuros procedimientos de endodoncia si es requerido. En caso de que un poste y núcleo son el plan del tratamiento restaurador final, la revascularización no es la opción de tratamiento adecuado porque el tejido vital en los dos tercios apicales del conducto no puede ser vulnerado para la colocación de un poste. (21)

Nosrat et al., en su artículo señalan que existen varios inconvenientes y resultados desfavorables en el tratamiento endodóntico regenerativo de dientes inmaduros necróticos que no son abordados aún. Estos problemas son: la decoloración, largo período de tratamiento, resultados histológicos desafiantes en estudios de animales, pobre desarrollo radicular, insuficiente sangrado obliteración/calcificación del conducto radicular. Ellos concluyen que los criterios para la selección de casos en tratamientos endodónticos regenerativos deben ser determinados. (22,23)

Las tecnologías potenciales para la endodoncia regenerativa incluyen: revascularización del conducto radicular, terapia con células madres postnatales (adultas), implantación de pulpa, implantación de matriz, impresión tridimensional de células, transferencia de la matriz inyectable, y la transmisión génica. (3)

La ventaja de los procedimientos endodónticos regenerativos sobre los procedimientos de apexificación es que permite el alargamiento y engrosamiento de la raíz (es decir, la maduración) de forma continua por el

tejido vital generado. Con la mejora de los procedimientos endodónticos regenerativos estos podrían convertirse en el estándar de casos sobre procedimientos de apexificación, y similar enfoque podría aplicarse para el tratamiento de los dientes infectados maduros. (17)

En los procedimientos de apexificación si puede darse la elongación de la raíz. Lee et al., en un estudio compararon resultados clínicos para 40 incisivos inmaduros necróticos tratados con hidróxido de calcio o MTA en procedimientos de apexificación/apexogénesis, señalan que la elongación del ápice de la raíz con la formación de la barrera calcificada o continuación del desarrollo radicular después del tratamiento fue debido a varios factores favorables. Todos los pacientes tenían entre 6.5 a 10 años. Los niños jóvenes tienen una gran capacidad de curación y pueden tener más células madres para permitir la formación de la barrera calcificada o la continuación del desarrollo radicular. Varias fuentes de células madres pueden contribuir a la continuación del desarrollo radicular. Los incisivos permanentes jóvenes tienen un amplio conducto radicular y foramen apical que permite el recrecimiento de pequeños vasos sanguíneos y regeneración tisular pulpar. Estudios previos sugirieron que aunque dientes con ápices abiertos demostraron signos de necrosis pulpar, podrían existir algunos tejidos viables residuales de la pulpa en los conductos radiculares amplios y algunos tejidos de la papila apical residuales en el tejido periapical. (24,25)

Estos tejidos residuales viables de la pulpa y papila apical pueden suministrar células madre a los dientes enfermos para el desarrollo radicular continuado. El desarrollo radicular necesita ambos tipos de células, células epiteliales de la vaina radicular de Hertwig (HERS) y odontoblastos. Las células de la vaina radicular de Hertwig están presentes en la parte final del ápice de raíces inmaduras y son resistentes a la destrucción, incluso en la presencia de inflamación. (26)

Células de la vaina radicular de Hertwig (HERS) pueden inducir a la diferenciación de células madre mesénquimales a odontoblastos que subsecuentemente forman la dentina radicular. Estas células madre mesenquimales pueden principalmente provenir del tejido pulpar residual o

del tejido de la papila apical (SCAPs) de diente permanentes inmaduros. Las SCAPs pueden sobrevivir a la infección por su proximidad a la rica vasculatura de tejidos periapicales. Después de la desinfección endodóntica efectiva, bajo la influencia de las células epiteliales de la vaina radicular de Hertwig que sobrevivieron, las SCAPs pueden diferenciarse en odontoblastos primarios para completar la formación del ápice radicular. La segunda fuente posible de células madre que puede contribuir al desarrollo radicular apical son las del ligamento periodontal o de la médula ósea.

Dentro de los resultados de este estudio observaron que cuando los incisivos con ápices abiertos fueron tratados con hidróxido de calcio como medicación intraconducto, se completa o casi se completa el desarrollo radicular con la formación de un ápice radicular cónico y una elongación significativa de la longitud radicular apical fueron observadas, en la radiografía periapical. Sin embargo los incisivos con ápices abiertos a los que se colocaron MTA cerca del foramen apical, se observó un contundente ápice radicular con una menor elongación de la longitud radicular apical mediante las radiografías periapicales. Además, los resultados de este estudio indican que para garantizar el continuo desarrollo de las raíces, es mejor colocar la pasta de MTA en el conducto radicular coronal en lugar del conducto radicular apical después de la desinfección del conducto radicular que se ha logrado con el fin de preservar el tejido pulpar viable residual y evitar perturbar el tejido papila apical. (25)

Cuando todo el tejido pulpar, papila apical y células HERS (células epiteliales de la vaina radicular de Hertwig) se pierden, es evidente que la auto-regeneración de la pulpa es muy poco probable que ocurra. No obstante, en dientes con amplios ápices abiertos, donde la necrosis ocurre en un campo estéril, otros tejidos como el cemento y el ligamento periodontal pueden interactuar para llenar el espacio del conducto radicular.

Por otro lado, el tejido regenerado, que se supone son el cemento y ligamento periodontal, pueden presentar problemas infecciosos nuevamente, que puede ser difícil de manejar. Además, las técnicas de

ingeniería de tejidos necesitan un control avanzado en el aspecto microbiológico y no son fáciles de manejar. (27)

2.2.3. REHABILITACIÓN DEL DIENTE ENDODONCIADO

La rehabilitación exitosa de un diente con gran pérdida de estructura dental coronaria y afectación pulpar no depende solamente del tratamiento endodóntico sino también de una eficiente reconstrucción coronaria. (28)

La restauración de dientes tratados endodónticamente ha sido durante mucho tiempo un tema controversial, a menudo abordado empíricamente y con base en suposiciones y no en pruebas científicas. (29)

Rehabilitar un diente endodónticamente tratado (DET), significa trabajar sobre una estructura disminuida desde el punto de vista mecánico y biológico y se debe considerar que el procedimiento más eficaz para la rehabilitación coronaria del DET muchas veces es muy distinto de la inserción de perno en sus conductos. (28)

Una óptima restauración final para dientes endodónticamente tratados mantiene la estética, la función, conserva la estructura dental remanente, y evita la microfiltración. (30)

A. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LOS DIENTES ENDODONCIADOS

Los dientes endodónticamente tratados son estructuralmente diferentes de los dientes vitales. Dentro de los cambios tenemos: alteraciones de las características físicas, pérdida de la estructura dental y posiblemente también cambios de coloración. Por tanto las modificaciones que se observen en los tejidos deben analizarse en distintos niveles: composición del diente, microestructura de la dentina y macroestructura del diente. Resulta fundamental comprender la implicancia de estas características en la biomecánica del diente ya que de ello dependerá el abordaje y los métodos utilizados para la restauración. (31)

a- Cambios en la composición de los dientes no vitales e influencia de la terapia endodóntica:

El diente endodónticamente tratado (DET) es más débil estructuralmente que un diente vital.

La pérdida de la vitalidad del diente no representa un cambio significativo en la humedad del tejido o estructura de colágeno, mientras que la terapia de endodoncia, y, en particular el uso de irrigantes tales como hipoclorito de sodio y quelantes, ablandan la dentina.(29)

La pérdida de la vitalidad pulpar se acompaña de pérdida de humedad (9%), lo que se atribuye a un cambio en el contenido de agua libre, pero no de agua unida a la dentina. Esta alteración se asocia a pequeños cambios en los valores del módulo de Young y el límite proporcional. Sin embargo no se relaciona con un descenso de la fuerza de compresión y de tensión. (29, 31,32)

Cabe mencionar que hubo un sólo estudio en el que se demostró que no había diferencias en el contenido de humedad entre los dientes vitales y no vitales. (33)

Tampoco se detectaron diferencias en los enlaces reticulares de colágeno entre la dentina vital y la no vital, ni existen otras evidencias que demuestren una alteración química debido a la eliminación del tejido pulpar. (31,34)

Las fibras colágenas componente orgánico en un diente, tienen como función otorgar resistencia y flexibilidad ante las cargas. (35) Al perderse la pulpa y por lo tanto su metabolismo, es de esperar en el DET un proceso de degradación en ellas que haga al DET más rígido y menos flexible, pero este fenómeno no determina una diferencia clínica notoria con respecto al diente vital.(36) Ese mismo proceso degenerativo lleva al cabo de cierto tiempo a la pérdida de la integridad estructural de las fibras colágenas con presencia de microfracturas y disminución de su densidad, este fenómeno como se explicó puede no ser importante para el comportamiento mecánico de la dentina, pero si será importante cuando se pretende emplear el colágeno como sustrato de adhesión. (28)

El hipoclorito de sodio, quelantes como el EDTA y el hidróxido de calcio son los productos más utilizados para la irrigación del conducto y la desinfección

que interaccionan con la dentina radicular, ya sea en su contenido de minerales (quelantes) o en el sustrato orgánico (hipoclorito de sodio). Irrigantes endodónticos tales como: cloroformo, halotano, peróxido de hidrógeno e hipoclorito de sodio (NaOCl) reducen la fuerza de unión a la dentina, mientras que la clorhexidina no afecta la adhesión.

Los quelantes reducen el contenido de calcio mediante la formación de un complejo, y también afectan a las proteínas no colagenasas (NCP), provocando la erosión y el ablandamiento de la dentina. El hipoclorito de sodio causa la fragmentación de las cadenas peptídicas largas, como la del colágeno. Estas alteraciones parecen aumentar la fragilidad de la dentina y de la raíz y reducen la adhesión a este sustrato, ya que este puede actuar como un inhibidor de la polimerización de materiales de resina debido a la formación de una superficie de dentina enriquecida con oxígeno. (29,31)

b- Estructura y propiedades de la dentina en dientes no vitales y dientes endodonciados:

Es de suma importancia conocer las variaciones normales de las propiedades físicas de la dentina, que deben diferenciarse de otras alteraciones relacionadas con la pérdida de la vitalidad o el tratamiento endodóntico.

Conocer por ejemplo, que la microdureza y la elasticidad de la dentina suelen variar entre la dentina peritubular y la intertubular, y dependen de la localización del diente. El módulo de elasticidad indica la rigidez de un cuerpo sólido (cuanto resiste a la deformación), el módulo de elasticidad de la dentina peritubular es de 29,8 GPa y el de la dentina intertubular aproximadamente 17,7 Gpa (cerca de la pulpa) a 21,1 GPa (cerca de la superficie de la raíz). En conjunto se puede considerar que el módulo de elasticidad de la dentina se encuentra en un intervalo entre 16,5 y 18,5 GPa, aunque estos pueden variar según los métodos de medición. (31, 37,38)

Cambios en la densidad mineral debido a la variación en el número y el diámetro de los túbulos dentro de cada diente también pueden explicar las variaciones que se observan en las propiedades de la dentina. Ha sido demostrado que la dureza de la dentina se correlaciona inversamente con la

densidad de túbulos que ésta contiene. En las mediciones con ultramicroindentaciones también se han obtenido valores de dureza y del módulo de elasticidad significativamente mayores cuando las fuerzas son paralelas a los túbulos, en lugar de perpendiculares. (39,40)

A su vez se ha podido demostrar que las diferencias en la fuerza máxima y la fuerza compresiva varían dependiendo de la orientación de los túbulos. (41)

La fuerza de tensión máxima (UTS) de la dentina humana es mínima cuando la fuerza de tensión es paralela a la orientación del túbulo, lo que demostraría la influencia de la microestructura de la dentina y la anisotropía del tejido. (42)

En lo que respecta el módulo de elasticidad de la dentina esclerótica (envejecida y transparente) y la dentina normal no se han encontrado diferencias, pero si en la concentración de minerales que está significativamente aumentada a la vez que el tamaño de cristales es algo menor, en la dentina esclerótica. A diferencia de la dentina normal, la dentina esclerótica no presenta ningún signo antes del fracaso y su resistencia a la fractura también se reduce en un 20%, mientras que la fatiga durante el resto de su vida se afecta muy peligrosamente. (31,43)

A pesar de todo lo que se ha descrito, no se han detectado diferencias y si las hay son muy pequeñas, en lo que respecta a la microdureza y dureza de la dentina vital y no vital de dientes contralaterales después de períodos que varían entre 0.2 y 10 años. Sin embargo, pueden existir diferencias más grandes, que han sido atribuidos a la ubicación de la raíz (verticalmente o transversalmente) y microestructura de la dentina (peritubular o intertubular). (29,31)

Sí existen cambios en los tejidos relacionados con la edad, como: la reducción del volumen de la pulpa que va siendo reemplazada por dentina secundaria y terciaria que podría ser la responsable de una menor resistencia a la fractura de los dientes desvitalizados y envejecidos; y la fatiga durante el resto de la vida que se atribuye a la esclerosis de la dentina. (43)

Por otra parte los productos químicos usados para la irrigación y desinfección del conducto, interaccionan con el contenido mineral y orgánico de la estructura dental y, por tanto reducen de forma significativa la elasticidad y la fuerza de flexión, así como la microdureza.

En conclusión, el posible descenso de la fuerza del diente se puede atribuir al envejecimiento de la dentina y, en menor grado, a las alteraciones que en ella provocan los irrigantes endodónticos. (31)

c- Resistencia a la fractura y rigidez de los dientes no vitales o tratados mediante endodoncia:

Los cambios más importantes en la biomecánica del diente son atribuidos a la pérdida de tejido ya sea a nivel radicular o coronal, esto destaca la importancia de un enfoque muy conservador durante los procedimientos de endodoncia y rehabilitación de la pieza dental. (29)

La pérdida de tejidos como consecuencia de lesiones cariosas, fracturas o preparación de cavidades como el acceso cameral antes de la terapia endodóntica modifican la biomecánica del diente.

Una apertura cameral mediante un acceso conservador afecta a la rigidez de los dientes solo en un 5%.(31,44)

La posterior instrumentación del conducto y su obturación producen una mínima reducción en la resistencia a la fractura y tampoco afecta mucho a la biomecánica del diente.

La alteración biomecánica del diente puede estar relacionada con una preparación no conservadora del conducto o como consecuencia de una alteración química o estructural que provocan los irrigantes endodónticos.

La mayor reducción de la rigidez de los dientes es consecuencia de una mayor preparación, en especial la pérdida de las crestas marginales .Se ha descrito una reducción de 46% en la rigidez de los dientes cuando hay pérdida de la cresta marginal mientras que en una preparación MOD, ha resultado en una pérdida de 63% de la rigidez relativa de las cúspides. (30,31)

La apertura cameral combinada con una preparación tipo MOD tiene como consecuencia la máxima fragilidad del diente. Por tanto la profundidad de la cavidad, la anchura y la configuración del istmo son factores críticos en la reducción de la rigidez de los dientes y el riesgo de fractura. La presencia de tejido remanente en la zona cervical y de una cantidad mayor de tejido remanente, aumente en general, la resistencia del diente a la fractura. (31)

En general toda preparación cavitaria genera una disminución de la resistencia aumentando la deformación dentaria al recibir cargas funcionales, cuanto más extensa, mayor deformación. La pérdida de techo de la cámara pulpar, los rebordes marginales y de grandes porciones de dentina aumenta la probabilidad de flexiones en el remanente.

El refuerzo más importante del DET lo constituyen sus propios tejidos y estructuras anatómicas por lo que, como principio general en la restauración de un DET serán de elección los procedimientos que respeten mayor cantidad de tejido remanente. (28)

d- Cambios estéticos en dientes no vitales y dientes endodonciados:

Es frecuente observar al examen clínico cambio de coloración y oscurecimiento en dientes no vitales.

La aplicación de técnicas endodónticas inadecuadas como una limpieza y conformación inadecuada del diente puede dejar tejido necrótico en los cuernos pulpares, dando lugar al oscurecimiento del diente. Los materiales de obturación del conducto radicular tales como cementos y gutapercha que queden retenidos en la corona de los dientes anteriores puede empeorar el aspecto estético.

Las alteraciones bioquímicas de la dentina modifican el color y el aspecto del diente, sustancias orgánicas presentes en la dentina como la hemoglobina podrían alterar la coloración del diente. (31)



Figura 11. Diente tratado endodónticamente, demostrando alteración del color con aspecto grisáceo.

e- Disminución de la sensibilidad propioceptiva:

El diente y su periodonto tienen un mecanismo de protección contra las cargas excesivas, los mecanorreceptores (receptores de presión), estos detectan sobrecargas y evitan lesiones.

En la pulpa existen mecanorreceptores similares al periodonto, pero en menor cantidad, por ello ante la destrucción de la pulpa existe una menor capacidad de defensa del diente ante sobrecargas.

Algunos estudios han demostrado que el DET tiene aumentado su umbral de tolerancia a la carga desde 57 a 100% con respecto a los dientes vitales, lo que significa que para que el DET detecte una sobrecarga activando los mecanismos de protección se necesitan cargas hasta dos veces más intensas que aquellas que detectaría el diente vital. El DET queda en inferioridad de condiciones frente a las cargas funcionales y mucho más frente a las parafuncionales. (28, 45, 46)

Tabla 1

Modificaciones específicas de los tejidos y posibles implicaciones clínicas después de la pérdida de vitalidad o del tratamiento endodóntico

Nivel de la alteración	Cambios específicos	Posibles implicaciones clínicas
Composición	-Estructura del colágeno -Humedad del diente -Composición y contenido de minerales	-Aumento de la fragilidad del diente -Descenso de la adhesión al sustrato
Estructura de la dentina	-Módulo de elasticidad y comportamiento -Fuerza de tensión y de cizallamiento -Microdureza	-Aumento de la fragilidad del diente
Macroestructura del diente	-Resistencia a la deformación -Resistencia a la fractura -Resistencia a la fatiga	-Aumento de la fragilidad del diente -Menor retención o estabilidad de la prótesis

(Fuente: Hargreaves et al. Cohen Vías de la Pulpa. Editorial Elsevier, 10^{ma} edición, España, 2011.)

B. MATERIALES Y OPCIONES PARA LA RESTAURACIÓN

Las restauraciones de los dientes endodonciados tienen como objetivo: a) proteger el diente remanente frente a la fractura, b) prevenir la reinfección del sistema de conductos radiculares y c) reemplazar la estructura perdida del diente.

Dependiendo de la cantidad de tejido que haya que reemplazar las restauraciones de los dientes endodonciados se basarán en diferentes materiales y procedimientos clínicos. (31)

Con los recientes avances en la tecnología adhesiva y materiales adhesivos más fuertes, ahora es posible crear restauraciones conservadoras y altamente estéticas que se unen directamente a la estructura dental y la fortalecen. (30)

La disponibilidad de técnicas adhesivas ha expandido las modalidades de tratamiento. Núcleos de amalgama y postes de metal fundidos están siendo reemplazados por técnicas adhesivas y postes de fibra; las coronas de cerámica libre de metal y de resina compuesta son elegidas por una mejor estética. (47)

Las restauraciones coronarias pueden ser: conservadoras o protésicas. En los dientes endodónticamente tratados se puede incluir una instancia intermedia, las restauraciones híbridas que tienen las características de una y otra de las anteriores.

Las **restauraciones conservadoras** serán directas o indirectas ya sea de inserción plástica o rígida pero no involucran la totalidad de la porción coronaria. Dentro de ellas tenemos: restauraciones plásticas directas de resinas compuestas, restauraciones directas de amalgama (asociadas o no a otros materiales) y las Inlays, onlays y overlays de diferentes materiales, como resinas compuestas insertadas directa o indirectamente y algunas porcelanas dentales pueden adherirse e integrarse físicamente con los tejidos dentarios. Las **restauraciones protésicas** generan un recubrimiento total del remanente dentario, que ocupa así fundamentalmente su porción coronaria. Dentro de este grupo tenemos: Las coronas. En los DET las coronas precisarán de un dispositivo que las unirá a la raíz del diente y esta estructura deberá estabilizar mecánicamente la porción coronaria remanente ante las fuerzas oblicuas que incidan sobre ellas. Estas estructuras conectoras y estabilizadoras complementarias a las coronas son los pernos y postes radiculares. Las **restauraciones híbridas** inicialmente son conservadoras normalmente, restauraciones plásticas con composite, pero se inserta un poste radicular para conseguir la estabilización mecánica de la porción coronaria. Frecuentes en el sector anterior y área de las premolares. (28)

RESTAURACIONES POSENDODÓNTICAS EN EL SECTOR POSTERIOR

En el sector posterior prevalecen las fuerzas verticales axiales, a diferencia del sector anterior donde hay prevalencia de fuerzas oblicuas no axiales.

Recientemente varios estudios han respaldado el uso de restauraciones directas sin colocar postes para restaurar DET. Un estudio reciente de Krejci et al discutía la necesidad de re-evaluar el uso de postes, especialmente donde las técnicas adhesivas son usadas para construir el núcleo. Fokkinga et al concluyeron que premolares superiores severamente dañadas con raíces obturadas, restauradas directamente con coronas completas de resinas compuestas sin postes tienen similar resistencia a la fractura y modos de falla en comparación con aquellos con diferentes postes, lo que sugiere que los postes no son requeridos necesariamente. Antes de ello sin embargo varios estudios comparativos in vitro demostraron que el uso de postes no incrementaba la resistencia a la fractura significativamente. (48,49)

Las molares con tratamiento endodóntico deben recibir cobertura de cúspides y en muchos casos, ellas no requieren un poste. A menos que la destrucción de la estructura coronal del diente sea extensa, la cámara pulpar y los conductos proveen una adecuada retención para construir un núcleo. Si un poste es requerido el poste debe ser colocado en el conducto más largo (conducto palatino si es molar superior y conducto distal en las molares mandibulares). Rara vez se requiere más de un poste en una molar.

En lo que respecta a las premolares estas son usualmente más voluminosas que los dientes anteriores, pero a menudo son dientes unirradiculares con cámaras pulpares pequeñas. Por estas razones requieren postes más a menudo que las molares. Las premolares son más propensas a ser sometidos a fuerzas laterales durante la masticación. Ha sido bien documentado que la resistencia a la fractura de un diente depende del ángulo de la carga aplicada, las fuerzas oblicuas son más perjudiciales. La estructura remanente del diente y las demandas funcionales son los factores

determinantes. Debido a la delicada morfología de la raíz en algunos premolares, especial cuidado debe ser tomado al preparar el espacio para el poste. (50)

a- Restauraciones directas con composite (resinas compuesta):

Indicada cuando hay una pérdida muy limitada de estructura coronaria después de la terapia endodóntica, por ejemplo, dientes con cuatro paredes intactas y sólo con el orificio del acceso endodóntico, también en caso de cavidades MO / DO con un reborde marginal mayor de 2mm. En ambos casos no se desempeñan como pilares de puente. (47,51)

Los composites contemporáneos tienen unas fuerzas compresivas en torno a 280 MPa y un módulo de Young entre 10 y 16 GPa, valor cercano al de la dentina. Los composites al polimerizar correctamente ofrecen un aspecto altamente estético así como excelentes propiedades mecánicas y refuerzan la estructura del diente remanente a través de sus mecanismos de unión.

La contracción que ocurre durante la polimerización de los composites modernos supone un problema para el éxito a largo plazo de estas restauraciones, el grado de contracción también dependerá de la forma en que se haya preparado la cavidad y la relación entre las superficies unidas / libres (factor C), este es un factor predictivo muy útil en la clínica para establecer el riesgo de pérdida de unión y de desprendimiento del material. Restauraciones con factores C elevados (>3.0) tienen mayor riesgo de pérdida de unión. Es decir una restauración directa con composite podría estar indicada únicamente cuando se haya perdido sólo una superficie proximal del diente y es obligado utilizar técnicas de obturación progresiva.

Las restauraciones directas de composite también se pueden usar para **restauraciones pequeñas en dientes posteriores**, pero están contraindicadas cuando se ha perdido un tercio del tejido coronal. (31)

En un estudio se ha descrito que la resistencia a la fractura de los dientes endodonciados se reduce en un 69% en presencia de cavidades MOD. (52)

En tales circunstancias, es posible que una restauración directa con composite no sea el tratamiento más adecuado para impedir la fractura y la reinfección de la estructura del diente. Gran parte de los estudios sobre el rendimiento clínico de las restauraciones directas con composite se realizaron en dientes vitales, en una reciente publicación clínica se demuestra que las restauraciones directas de composite reforzado con fibras pueden representar una gran alternativa a las restauraciones convencionales de los dientes endodonciados.(31,47)

b- Incrustaciones (restauraciones conservadoras de inserción rígida) : Inlays, onlays y overlays

Restauraciones dentales parciales rígidas que sirven para reparar dientes posteriores, pueden ser de composites o cerámicas.

Inlays- Restauraciones parciales intracoronarias.

Onlays- Restauraciones parciales extracoronales, cubren una o más cúspides.

Overlays- Restauraciones totales cubren todas las cúspides.

Las incrustaciones aportan varias ventajas en la rehabilitación coronaria de una pieza dentaria con gran pérdida estructural como son las tratadas endodónticamente. Sin embargo están contraindicadas en los dientes que están destinados como pilares del puente. (28,47)

Luego del tratamiento endodóntico en áreas posteriores especialmente en molares queda un remanente coronario importante que puede soportar este tipo de restauraciones y hace innecesario buscar un anclaje dentro del conducto radicular. Asimismo la inexistencia, de fuerzas laterales (oblicuas) tampoco demanda estabilizar mecánicamente la corona dentaria empleando pernos o postes radiculares. Por estas razones, las incrustaciones tienen

una indicación precisa en el área posterior/molar cuando se rehabilita la porción coronaria de un DET. (28)

El desarrollo de técnicas de fijación adhesivas y de nuevos materiales cerámicos que aportan infraestructura y con ello la resistencia a las restauraciones, cambió la situación y permitió finalmente emplearlos con éxito para la confección de incrustaciones.

Simultáneamente las resinas compuestas (composites) también evolucionaron notablemente, lo que permitió que puedan ser usadas para confeccionar incrustaciones procesadas en el laboratorio. Estas incrustaciones constituyen una alternativa a las restauraciones directas en cavidades grandes, pues se conoce que el composite presenta varias limitaciones entre ellas las relacionadas con las tensiones de contracción de la polimerización y las que derivan de su diferente coeficiente de variación térmica respecto de los tejidos del diente. En tal sentido, al restaurar con una incrustación procesada en laboratorio no se polimeriza el material dentro de la cavidad sino que se inserta un material estable ya polimerizado por ello no se generan tensiones sobre la interfaz adhesiva excepto aquellas producidas por la delgada capa del medio cementante resinoso.

Algunas incrustaciones de composites o cerámicas más allá de tener el beneficio estético, tienen la ventaja de ser materiales integrables a los tejidos dentarios. (28,31)

Con la adhesión e integración física las incrustaciones fabricadas con composites y algunas porcelanas pueden proteger mecánicamente el remanente dentario y a la vez protegerse a sí mismas.

Es relevante conocer aspectos particulares que diferencian a las incrustaciones de composite y cerámica pues de ello dependerá la selección del material para trabajar sobre dientes endodónticamente tratados. Generalmente las incrustaciones de resinas compuestas poseen una mejor adaptación marginal, son habitualmente más translúcidas lo que implica una mejor integración óptica y por ende mejor estética. Los procedimientos clínicos son más breves y el número de sesiones de trabajo

normalmente dos. Estas incrustaciones al no ser tan rígidas son menos susceptibles de fractura durante las pruebas. Ante la necesidad de una corrección se pueden pulir en el consultorio además son fácilmente reparables ante una fractura. (53)

Pero, en general el comportamiento mecánico estructural y varias propiedades físicas (resistencia a la fractura, deformación y desgaste) de las porcelanas dentales superan a los composite. En lo que respecta al acabado y durabilidad también las incrustaciones cerámicas son más adecuadas.

El coeficiente de variación térmica de las porcelanas dentales es más parecido al de los tejidos dentarios que en el caso de los composites, de manera que ante variaciones de temperatura en el medio bucal, estas se contraen y dilatan en forma parecida al remanente dentario generándose menos tensiones sobre las interfaces. De la misma forma al ser materiales menos deformables elásticamente también generan menos tensiones sobre interfaces y remanentes dentarios cuando son cargados y exigidos mecánicamente.

En la clínica, existen algunos casos que también pueden ser tratados con incrustaciones de disposición interna las inlays y aprovechan para ello las resinas compuestas. (28)

c- Postes y Coronas completas

Ante la pérdida de una parte importante de la estructura coronal del diente por caries, para procedimientos de restauración y endodoncia, la corona completa puede ser la restauración de elección. En pocos casos, la corona puede construirse directamente sobre la estructura coronal remanente preparada correctamente, lo más frecuente es que se requiera cementar un poste en el interior del conducto radicular para permitir la retención del material del muñón y la corona. Sin embargo, la existencia de un ferrule de 1.5 a 2mm de estructura coronal sana es más importante que el poste por sí mismo. El efecto ferrule tiene una gran influencia en la resistencia a la fractura, especialmente en los dientes sin corona. El ferrule es una banda

que rodea la dimensión externa del diente residual, similar a las bandas de metal de un barril; si este es realizado apropiadamente reduce la incidencia de fractura en dientes no vitales reforzando el diente en su superficie externa y disipando la fuerza que se concentra en la circunferencia más estrecha del diente. (48)

La corona cubre el muñón y restaura la estética y la función del diente.

Una función más del poste y el muñón consiste en proteger los márgenes de la corona de la deformación debida al uso y, por tanto evitar la filtración coronal.

Los postes fundidos han sido usados por muchos años para el soporte de la restauración final, pero actualmente este tipo de restauración ha sido reemplazado progresivamente por núcleos de composite con un poste de fibra de vidrio o poste de metal. Se ha encontrado un uso favorable de los postes reforzados con fibra, a pesar de sus valores de soporte significativamente inferiores. Su rendimiento es propicio ya que este tipo de poste está protegiendo la estructura dental remanente debilitada de una forma que sea menos catastrófica. (54)

Los cementos selladores que se utilizan para cementar el poste, el muñón y la corona en el diente también influyen en la longevidad de la restauración. El poste, el muñón y sus cementos selladores o materiales de adhesión forman juntos una restauración de la base que servirá de apoyo a la corona. (31)

C- EVALUACIÓN PREVIA Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

EVALUACIÓN PREVIA

a-Evaluación para la endodoncia:

Es necesario inspeccionar la calidad del tratamiento endodóntico existente previamente al tratamiento restaurador. La limitación de las radiografías

hace que estas sean un recurso más pero no el único ni el definitivo para evaluar el estado periapical de las piezas por restaurar. La tomografía computarizada va ganando terreno y se hace cada vez más útil para mejorar el diagnóstico y la planificación de los tratamientos.

El examen clínico es un recurso complementario de la radiografía pero de mayor veracidad. El estado de la corona clínica, su movilidad, la palpación buscando la ausencia de sensibilidad a la percusión horizontal o vertical y la presencia de inflamación, de fístula o exudado constituyen parte del examen clínico. La anamnesis del paciente complementa las observaciones clínicas.

En casos en los que preexisten tratamientos endodónticos, muchas veces surgen dudas acerca de si su calidad amerita un retratamiento antes de la reconstrucción coronaria. (28)

b- Evaluación periodontal

La salud periodontal también resulta fundamental para el éxito a largo plazo de los dientes endodonciados. Por tanto, es necesario evaluar el estado periodontal antes de iniciar la terapia endodóntica y la fase de restauración.

Condiciones que deben considerarse críticas para el éxito del tratamiento: tejido gingival sano, arquitectura ósea y niveles de inserción normales que indiquen la buena salud periodontal, conservación del espacio biológico y del efecto ferrule antes y después de las fases de endodoncia y restauración. (31)

c-Evaluación biomecánica

Es importante el entendimiento de la biomecánica cuando se trabaja con estructuras que presentan demanda dinámica, como los dientes. Tal comprensión aumenta las oportunidades de aciertos, especialmente aquellos relacionados a la indicación de materiales para sustituir tejidos dentales perdidos. (55)

Las lesiones cariosas o un traumatismo hasta el tratamiento final del conducto de la raíz, influyen en el estado biomecánico del diente y en la selección de materiales y procedimientos usados para las restauraciones.

Los factores clínicos que se deben tener en cuenta son: Cantidad y calidad de estructura remanente del diente, la posición anatómica del diente, las fuerzas oclusales del diente y la necesidad de restaurar el diente.

Si los dientes presentan una estructura remanente mínima tienen un riesgo mayor de presentar complicaciones clínicas tales como: fractura de la raíz, filtración corono-apical, caries recurrente, desprendimiento o pérdida del muñon o la prótesis o también lesión periodontal por invasión del espacio biológico.

Considerar que ningún material para restauración puede realmente sustituir la dentina o el esmalte y que es necesario que haya una cantidad mínima de la estructura sana para justificar el mantenimiento del diente. El que existan dientes adyacentes sanos que puedan usarse como pilares o la opción de los implantes dentales son otros factores que se deben analizar cuando se justifique la restauración de los dientes endodonciados. (31)

d- Posición del diente, fuerzas oclusales y parafunciones

Las fuerzas oclusales, funcionales o parafuncionales determinan esfuerzos internos de compresión, tracción, flexión y torsión, y consecuentemente, generan estados de tensiones en dientes, tejidos periodontales y materiales restauradores. La tensión resultante de la aplicación de estas cargas es influenciada por las características histológicas y físicas y por las propiedades mecánicas de estas estructuras.

Cuando una fuerza externa es aplicada a un cuerpo aislado, la tendencia de este cuerpo es la de desplazarse o deformarse. En cambio, cuando los esfuerzos externos son aplicados a un cuerpo fijo o apoyado, su desplazamiento es impedido. En este caso la carga aplicada genera fuerzas internas de reacción en el cuerpo, denominadas esfuerzos solicitantes que pueden ser ejemplificados como una deformación del cuerpo. Estas reacciones tienen la intención de anular el efecto de las fuerzas sobre varios puntos del material que componen el cuerpo, manteniendo su integridad. (55)



Figura 12. Desplazamiento de un diente sometido a una fuerza externa, por la ausencia de apoyo.

(Fuente: Muniz, L. Rehabilitación Estética en Dientes Tratados Endodónticamente: postes de fibra y posibilidades clínicas conservadoras. Livraria Santos Editora, Brasil, 2011.)



Figura 13. Condición real de los dientes. Las flechas azules representan una idealización de esfuerzos resultantes en un cuerpo apoyado cuando son sometidos a esfuerzos externos.

(Fuente: Muniz, L. Rehabilitación Estética en Dientes Tratados Endodónticamente: postes de fibra y posibilidades clínicas conservadoras. Livraria Santos Editora, Brasil, 2011.)

Los dientes están sometidos también a fuerzas cíclicas durante toda la vida del individuo. Cualquier estructura mecánica sometida a este tipo de carga repetitivo tiene la tendencia a debilitarse debido a un fenómeno denominado fatiga.

En relación a la dirección de la aplicación de la carga, dos tipos de cargas externas son impuestas a los dientes, axiales y oblicuas (no axiales). Esto sucede como parte del ciclo de masticación, deglución y de hábitos parafuncionales. En los dientes anteriores prevalecen las fuerzas no axiales mientras que los dientes posteriores generalmente las fuerzas tienen dirección ocluso-gingival. Las fuerzas laterales suelen ser más perjudiciales

para la interface diente-restauración. La restauración de dientes anteriores o dientes posteriores puede requerir de una técnica modificada. Los dientes anteriores con una sobremordida profunda y parafunción corren un mayor riesgo de fracaso. Los dientes posteriores con diferentes disposiciones oclusales y alturas cúspideas afectan la dirección y la naturaleza de la carga aplicada en cada diente. Los dientes que están en función de grupo con alargadas cúspides vestibulares del maxilar superior producen fuerzas laterales más elevadas que si hubiese guía canina. A medida que las cúspides se desgastan las fuerzas laterales se pueden convertir en trayectorias verticales. (54)

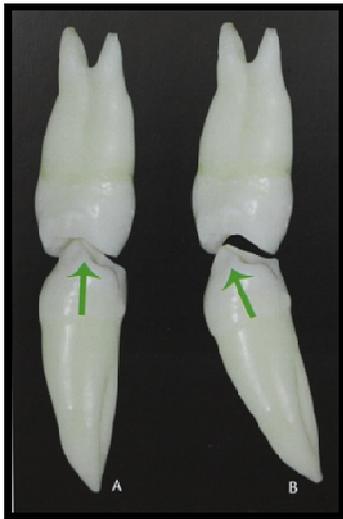


Figura 14. Dirección de la carga axial (A). Dirección de la carga oblicua (B).

Fuente: Muniz, L. Rehabilitación Estética en Dientes Tratados Endodóticamente: postes de fibra y posibilidades clínicas conservadoras. Livraria Santos Editora, Brasil, 2011.

La intensidad de la fuerza aplicada durante la masticación no es la misma para todas las funciones, esta decrece de molares para incisivos, varía de individuo a individuo y, en general es mayor en los hombres que en las mujeres.

En una masticación normal, las cargas son relativamente bajas, en la literatura científica se han descrito fuerzas medias de la masticación que varían entre 25 y 75 N en la región anterior y entre 40 y 125 N en la región posterior de la boca, dependiendo del tipo de alimento, del estado de los

dientes (con o sin dientes) y de la anatomía y los hábitos funcionales del paciente.

Algunos individuos, particularmente cuando están estresados, desarrollan una forma atípica de apretar y crujir los dientes, caracterizada como parafunción. Los valores mencionados son apenas ilustrativos, pues los trabajos de evaluación de la fuerza de mordida muestran una gran heterogeneidad entre los individuos de los grupos de ensayo, evidenciando no haber un parámetro específico para cada género, división por rango de edad o región de la boca.

Esas fuerzas pueden alcanzar con facilidad los 1000 N o más en caso de parafunciones, demostrando su enorme potencial destructivo en los dientes intactos, y aún mayor en los dientes no vitales, más frágiles. Hábitos parafuncionales (apretar dientes y bruxismo) son las principales causas de la fatiga o de lesiones traumáticas en los dientes, como son el desgaste, las grietas y las fracturas. Los dientes que muestran un desgaste amplio o secuela de parafunciones, en especial una función lateral fuerte, requiere componentes que tengan las máximas propiedades físicas para proteger los dientes restaurados frente a la fractura.

Por tal motivo los estudios de la biomecánica por los métodos de foto elasticidad o de los elementos finitos utilizan una carga patrón (en el caso de las investigaciones utilizando el método de los elementos finitos, la carga aplicada es 100 N), con el objetivo de tenerse un análisis cualitativo de las tensiones, pues el valor cuantitativo es muy variable de individuo a individuo.

La distribución y los valores de las cargas internas resultantes (mecanismo de acción y reacción) son fundamentales para determinar el estado de tensiones de cada punto del cuerpo. (31,55)

Tensión cuando un cuerpo sólido está sujeto a la acción de fuerzas externas un estado de tensión es generado internamente en cada punto, lo que resulta también en deformaciones estructurales, estas pueden o no ser visualizadas clínicamente. Sin embargo el método de elementos finitos

permite el análisis cualitativo, y en algunos casos, cuantitativo, de estas deformaciones.

Cuando el vector de la fuerza actúa perpendicular a la unidad de área en estudio, la tensión resultante es llamada tensión normal, comúnmente representada por la letra griega σ (sigma), sin embargo, si esta tensión “empuja” el elemento, la tensión es denominada normal compresiva. En contraste cuando la tensión “tira” el elemento, es llamada tensión normal de tracción.

La tensión cizallante (τ) es definida como la actuante en el propio plano de la sección en estudio, tendiendo a deslizar dos superficies internas adyacentes. Un ejemplo clínico es el deslizamiento de los dientes anteriores inferiores y superiores durante el movimiento protrusivo de la mandíbula generando un estado de tensiones cizallante. (55)

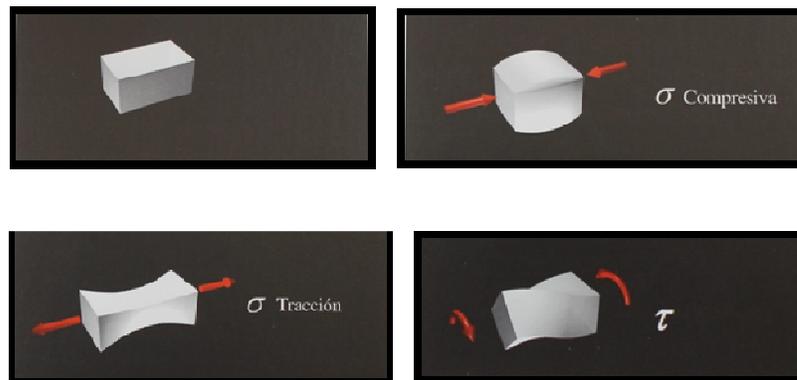


Figura 15. Esquema representando tensión normal de compresión, tensión normal de tracción y tensión cizallante (τ).

Fuente: Muniz, L. Rehabilitación Estética en Dientes Tratados Endodónticamente: postes de fibra y posibilidades clínicas conservadoras. Livraria Santos Editora, Brasil, 2011.

La reducción del tejido dental debido a lesiones cariosas, preparaciones cavitarias y, principalmente cuando es hecho el acceso endodóntico

aumenta los niveles de deformación de la cúspide y la concentración de tensiones, reduciendo considerablemente la resistencia mecánica del diente. (55)

El grado y la dirección de las fuerzas dependen de la localización del diente en la arcada, del esquema oclusal y de la situación funcional del paciente.

Los dientes posteriores normalmente soportan fuerzas más verticales, en especial cuando se mantienen los caninos y la guía anterior. Sufren mayores cargas oclusales que los dientes anteriores, y las restauraciones deben programarse para proteger los dientes posteriores frente a la fractura. En caso de parafunciones, las protecciones de los contactos en las zonas anteriores pueden estar reducidas o perdidas, en cuyo caso los dientes posteriores sufren mayores fuerzas laterales y se genera una mayor demanda de material para restauraciones.

En general, los métodos modernos se centran en la conservación de los tejidos y también en utilizar adhesivos para lograr la estabilización de la restauración y mejorar su funcionamiento a corto plazo y largo plazo. No obstante, el empleo de otros materiales convencionales no está desfasado en absoluto en determinadas situaciones. (31)

e- Evaluación y necesidades estéticas

La zona estética de la boca la componen los dientes anteriores, las premolares, y a menudo, el primer molar maxilar, como la encía circundante. Los cambios de color o translucidez de la estructura visible del diente, junto a las partes blandas o el biotipo, disminuyen las posibilidades de éxito del tratamiento estético.

Antes de iniciar la terapia endodóntica y la respectiva rehabilitación del diente se debe estudiar las posibles complicaciones estéticas. Por ejemplo, el empleo de pernos metálicos o de fibras de carbono o las amalgamas introducidas en la cavidad pulpar puede ser inaceptable, cuando se emplean coronas cerámicas libres de metal que son más translúcidas. Todos los dientes situados en la zona estética también requieren un control minucioso de los materiales de obturación endodónticos en el tercio coronal del

conducto y en la cavidad pulpar para evitar o reducir el riesgo de cambios de coloración. La cuidadosa selección de los materiales utilizados para las restauraciones, la manipulación cuidadosa de los tejidos y la oportuna intervención endodóntica son factores importantes que permiten preservar el aspecto natural de los dientes no vitales y las encías. Los DET anteriores y posteriores presentan diferentes demandas restaurativas. Los dientes anteriores pueden ser menos propensos a la fractura si se compara con los dientes posteriores, pero el requerimiento estético es mayor. (31,47)

PLANIFICACION DEL TRATAMIENTO

a- Principios y normas generales

El poste, el muñon y los cementos selladores o agentes adhesivos utilizados forman la restauración de la base que servirá de apoyo para la restauración coronal de los dientes endodonciados. La evolución de las restauraciones de la base ha disminuido la invasividad, con el uso de la adhesión en lugar del anclaje macromecánico y la eliminación de los componentes intrarradiculares en casos seleccionados. Estos conceptos clínicos en evolución proceden tanto de nuestros mejores conocimientos de la biomecánica dental como de los avances producidos en el campo de los materiales para restauraciones.

La base y sus distintos componentes tienen como objetivo proporcionar la mejor protección frente a la caries relacionada con la filtración, las fracturas o el desprendimiento de la restauración.

Por ello todos los parámetros locales y generales mencionados anteriormente deben analizarse sistemáticamente para seleccionar el mejor método y los mejores materiales para la restauración. (31)

La fase de rehabilitación correspondiente al caso clínico presentado en esta monografía consistió en una restauración directa con composite debido a una pérdida mínima de estructura dentaria.

b- Dientes posteriores no vitales con pérdida de tejidos mínima o reducida

En el sector posterior, en los casos más favorables, con menor pérdida estructural, los materiales que pueden adherirse e integrarse físicamente con los tejidos del diente dándole cohesión serán capaces de generar un monobloque haciendo que la pieza recupere sus propiedades físicas originales.

El monobloque diente-material de restauración se encargará de recibir y conducir las cargas a las áreas de soporte al tiempo que se estabiliza al tejido remanente. Los materiales destinados a conseguir un monobloque deberán rellenar el remanente dentario e integrarse físicamente con él por lo que deben tener posibilidad de adhesión. Pero además deben ofrecer otros aspectos importantes como son los comportamientos elásticos y coeficientes de variación térmica similares a los del diente. En este sentido las resinas compuestas, en técnicas directas o indirectas, y las porcelanas dentales para procedimientos indirectos parecen los materiales más adecuados.

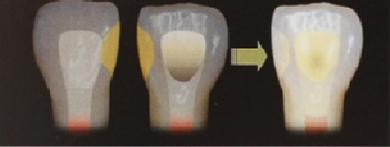
El concepto de integración física entre el material y los tejidos remanentes está implícito en la filosofía de monobloque. Esto significa obtener una nueva estructura, parte diente, parte material de restauración, donde ambas fases están en íntimo acercamiento y funcionan mecánicamente como un solo elemento. (28)

La pérdida de la vitalidad de los dientes posteriores como consecuencia de un traumatismo, lesión cariosa o un procedimiento de restauración no provoca necesariamente una afectación biomecánica extrema y, por tanto en determinadas situaciones se permiten restauraciones conservadoras.

Las cavidades oclusales o mesio/disto-occlusales pueden restaurarse con restauraciones intracoronales directas o indirectas adhesivas, siempre que las paredes remanentes sean suficientemente gruesas (crestas marginales y paredes bucolinguales mayores de 1,5 mm de grosor). Los tres factores clínicos adicionales que es necesario analizar para garantizar el éxito del tratamiento son el factor de configuración (factor C), el volumen de la

cavidad y la calidad de la dentina. Por ejemplo una cavidad de clase I con dentina contaminada y esclerótica sería claramente una contraindicación para el método directo, a pesar de que, aparentemente, podría considerarse una de las indicaciones de las técnicas directas. Sin embargo, las opciones conservadoras siempre deben analizarse teniendo en cuenta el entorno funcional y oclusal. Sólo se pueden considerar en ausencia de parafunciones y con una guía anterior, lo que limita la carga funcional global de las fuerzas laterales o de flexión. En otras condiciones biomecánicas menos favorables (función de grupo, anatomía oclusal marcada, bruxismo, apretamiento, etc), es obligado aplicar un método protector con recubrimiento cuspidé completo (onlay u overlay) para reducir el riesgo de fracasos por fatiga. (28,31)

A continuación se resume la moderna estrategia terapéutica biomecánica.

Situaciones clínicas	Método conservador	
	Sin cambios de coloración o que responden al blanqueamiento	Cambios de coloración resistentes al blanqueamiento
Cavidad de acceso lingual, conservadora	± blanqueamiento (interno o externo) + composite directo 	Composite directo (cavidad pulpar y cavidad de acceso), carilla o corona completa 
Cavidades clase III (+ cavidad de acceso lingual conservadora)	± blanqueamiento (interno o externo) + composites directos 	Composite directo (cavidad pulpar y cavidad de acceso), carilla o corona completa 
Cavidad clase IV (+ cavidad de acceso lingual conservadora)	± blanqueamiento (interno o externo) + composites directos 	Composite directo (cavidad pulpar y cavidad de acceso), carilla o corona completa 

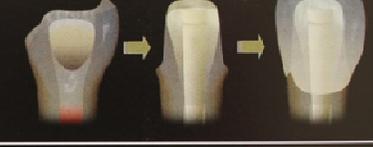
	Método protector	
	Sobremordida limitada y tensiones funcionales*	Sobremordida profunda y aumento de tensiones funcionales**
Caries grande, pero con medio diente remanente o más y efecto ferrule	Muñon adhesivo + corona completa 	Poste de fibra, cerámica o metal y muñon + corona completa 
Medio diente remanente o más y/o efecto ferrule limitado	Poste de fibra o metal, muñon y corona completa 	

Figura 16 . Recomendaciones actuales para el tratamiento de dientes anteriores no vitales. *Función normal y orientación anterior, **parafunciones moderadas o graves y oclusión u orientación anterior anormales.

Fuente: Hargreaves et al. Cohen Vías de la Pulpa. Editorial Elsevier, 10^{ma} edición, España, 2011.

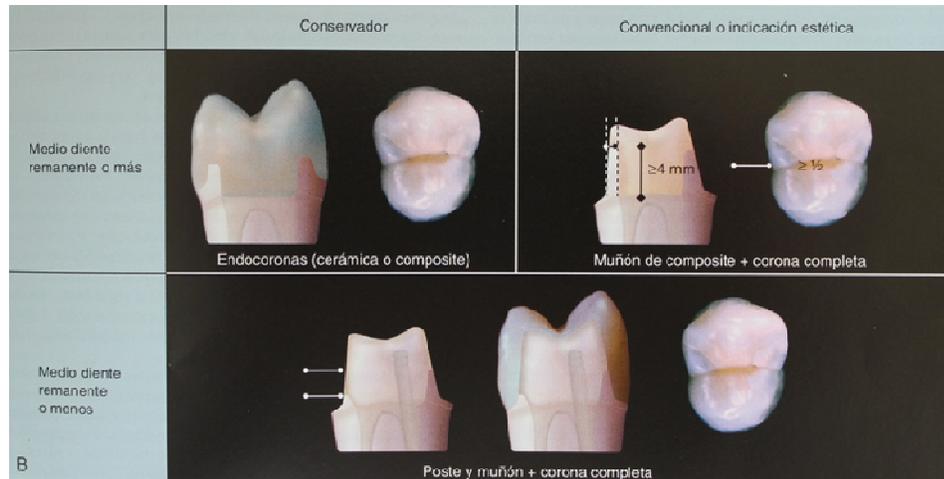
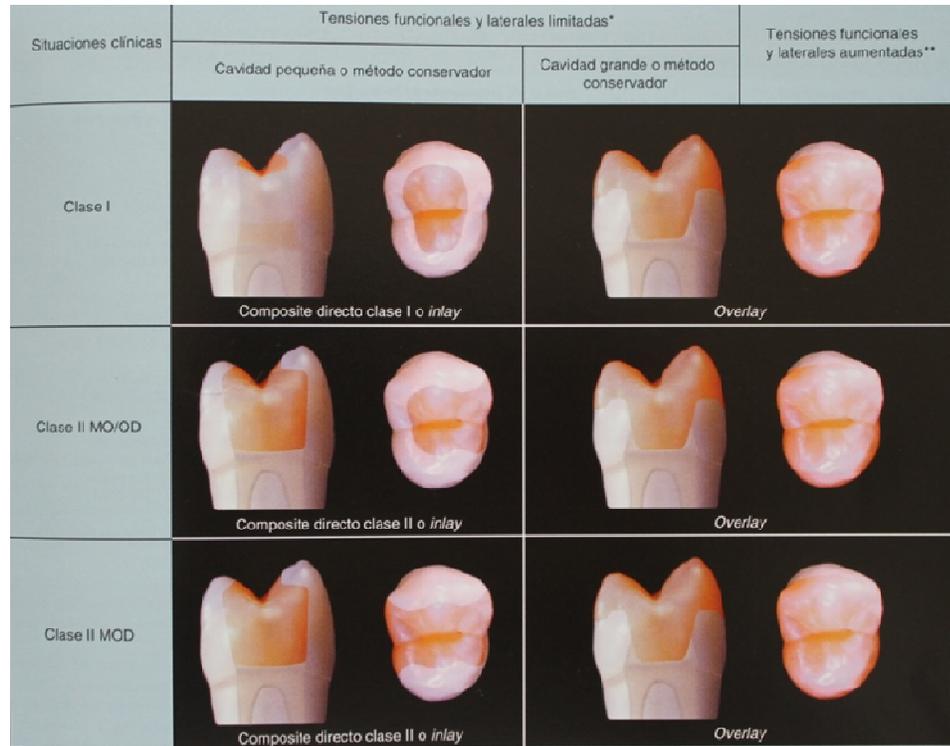


Figura 17. Recomendaciones actuales para el tratamiento de dientes posteriores no vitales. *Anatomía relativamente plana y orientación de caninos, función normal; ** orientación de grupo, anatomía oclusal brusca, parafunciones.

Fuente: Hargreaves et al. Cohen Vías de la Pulpa. Editorial Elsevier, 10ma edición, España, 2011.

Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: A systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). Quintessence Int. 2008; 39(2):125

Tabla 2. Principios de la restauración del diente endodonciado en dientes anteriores.

Características del diente endodonciado	Tipo de reconstrucción
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Paredes intactas, sólo orificio de acceso endodóntico ➤ No restauraciones previas o mínimas. ➤ No desempeña la función de pilar de puente. ➤ Destrucción de una pared proximal (sin afectación del ángulo incisal). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Obturación de composite.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Destrucción de 2 paredes proximales. ➤ Destrucción del ángulo incisal. ➤ Destrucción de más de la mitad de la corona. ➤ Multitud de restauraciones. ➤ Desempeña la función de pilar de puente. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Muñon artificial con espigo intrarradicular. + Corona de cobertura.

Fuente: Casanellas JM. Reconstrucción de dientes endodonciados Editorial Pues SL, España, 2005.

Tabla 3. Principios de la restauración del diente endodonciado en dientes posteriores.

Características del diente endodonciado	Tipo de reconstrucción
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Paredes intactas, sólo orificio de acceso endodóntico ➤ No restauraciones previas o mínimas ➤ No desempeña la función de pilar de puente. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Obturación de composite o amalgama.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Caries MO o DO con más de 2mm de reborde marginal. ➤ Paredes con buen soporte dentario. ➤ No desempeña la función de pilar de puente. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Obturación de composite o amalgama.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Caries MO o DO con menos de 2mm de reborde marginal. ➤ Caries MOD. ➤ Falta 1,2,3 ó 4 cúspides ➤ Destrucción de más de la mitad de la corona. ➤ Desempeña la función de pilar de puente. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Recubrimiento cuspeído con reconstrucción de composite o amalgama. ➤ Onlay de oro. ➤ Muñon artificial con espigo intrarradicular. + Corona de cobertura.

Fuente: Casanellas JM. Reconstrucción de dientes endodonciados Editorial Pues SL, España, 2005.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

DENS EVAGINATUS

Es una anomalía dental poco común que consiste en la protrusión de un tubérculo en las superficies oclusales de los dientes posteriores o superficies linguales de los dientes anteriores. Se produce principalmente en personas de origen asiático y es llamado también cúspide central en premolares.

La mayor desventaja de los dens evaginatus es que estas cúspides (tubérculos) son susceptibles a la exposición de la pulpa por desgaste o fractura lo que lleva a complicaciones pulpares poco después de la erupción. (20)

ADHESIÓN

Adhesión en odontología restauradora, significa unir a un sustrato sólido (estructuras dentales) el biomaterial a aplicar, manifestándose la adhesión como tal en la interfaz diente/restauración, vale decir entre sus superficies o caras en contacto, en las cuales se debe producir fuerzas que las mantengan fijadas en forma permanente.

La adhesión es un fenómeno superficial entre dos cuerpos en íntimo contacto, en donde al menos uno es sólido, en nuestro caso los tejidos dentarios. La adhesión se da por fuerzas físicas o químicas o ambas.

En la adhesión existen dos sustratos: uno que siempre es un sólido los tejidos dentarios duros (esmalte, dentina y cemento), siendo el otro el biomaterial a aplicar, pudiendo ser este un sólido, un semisólido, un semilíquido o un líquido. En el caso de ser líquido, se trata de los agentes adhesivos y no de la restauración misma. (56)

COMPOSITES (Resinas Compuestas)

Materiales bifásicos en los que sus componentes están representados por una matriz orgánica polimerizable (la que determina su endurecimiento) y un relleno inorgánico (o incluso combinado, orgánico-cerámico) que le otorga características mecánicas y ópticas necesarias para restaurar dientes que han perdido parte de su estructura. (56,57)

MÓDULO DE ELASTICIDAD (E)

Propiedad mecánica que indica la rigidez de un cuerpo sólido, es decir cuánto resiste a la deformación, también se le denomina módulo de Young. Esta propiedad relaciona el estado de deformaciones y el estado de tensiones actuantes en un punto de la curva de tensión contra la deformación de determinado material. Así, el esmalte, debido a su alta rigidez y por ser friable, tiene un valor más alto de módulo de elasticidad ($E_{\text{esmalte}}=80$ GPa) cuando es comparado a la dentina ($E_{\text{dentina}}=18,6$ GPa) que es una estructura menos rígida. El esmalte es muy duro y rígido, por eso es altamente resistente al desgaste, circunstancia favorable en defensa de los agentes corrosivos provenientes de bebidas y alimentos ácidos consumidos. Sin embargo presenta baja capacidad de absorber energía internamente sin causar cualquier daño permanente, cuando es sometido a esfuerzos externos, es decir poco resiliente. Las propiedades mecánicas de la dentina como alta resiliencia y bajo módulo de elasticidad, la capacitan para soportar los esfuerzos internos resultantes, protegiendo el esmalte durante la carga oclusal. Así la dentina sufre mayor deformación elástica que el esmalte, como reflejo de la diferencia de rigidez entre estos dos tejidos. (55)

DEFORMACIÓN

Alteración de la forma y la dimensión que ocurre internamente en un cuerpo, cuando este es sometido a un esfuerzo externo (fuerzas, momentos y variación de temperatura). Los dientes están sujetos a la deformación

elástica internamente durante el proceso masticatorio, tanto en función de la carga oclusal como por la variación térmica causada por el consumo de alimentos y bebidas. En general, las deformaciones de un cuerpo no son uniformes a lo largo de su volumen. Una parte del cuerpo puede alargarse y la otra, contraerse. Cuando un cuerpo es sometido a una fuerza y este regresa a su forma o longitud original, después de la remoción de la carga actuante sobre él, es decir si no fue alterada la integridad ultra estructural del cuerpo, este posee un comportamiento elástico. Caso contrario, se dice que ocurrieron deformaciones plásticas o permanentes, el comportamiento es plástico cuando toda la deformación provocada es permanente lo que normalmente no ocurre, pues parte de esta deformación retorna y otra parte es permanente (comportamiento elastoplástico). (55)

III.CASO CLÍNICO

3.1. Historia Clínica

Paciente de sexo femenino de 12 años de edad, fue referida a la Clínica de Endodoncia de la Unidad de Posgrado, Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en el mes de noviembre del año 2011, para evaluación y tratamiento de la pieza dental 15. La niña fue acompañada por su padre y atendida por residente 1 de la Especialidad de Cariología y Endodoncia, paciente refiere que siente dolor a la masticación de la pieza en mención.

Al examen clínico se observa que pieza 15 no presenta cavidad, no presenta lesión cariosa, ni cambio de coloración. Pero se observa un punteado blanquecino generalizado. A la percusión vertical: positivo y a la percusión horizontal: positivo. Termoreacción negativa, sin movilidad dentaria ni presencia de bolsas periodontales. A la inspección de los tejidos blandos se observa la presencia de una fístula hacia apical en la zona vestibular de la segunda premolar derecha del maxilar superior.

Al estudio radiográfico se observa que la pieza 15 presenta una corona intacta. Raíz unirradicular, conducto radicular amplio y ápice abierto. Ensanchamiento del espacio periodontal y presencia de imagen radiolúcida a nivel apical. (Fig18)



Fig. 18. Radiografía periapical de diagnóstico que muestra un ápice abierto e imagen radiolúcida periapical de pieza dental 15.

3.2. Diagnóstico

Basados en los datos obtenidos, se estableció como diagnóstico presuntivo: Absceso apical crónico.

3.3. Plan de Tratamiento en pieza 15

- Procedimiento de apexificación con hidróxido de calcio para inducir el cierre apical del diente permanente joven.
- Tratamiento de conducto.
- Rehabilitación posendodóntica.

3.4. Tratamiento realizado

FASE ENDODÓNTICA

Se procede con la técnica de apexificación con Ca (OH)_2 , la radiografía de diagnóstico nos permite verificar el estadio de desarrollo radicular y el estado del periápice.

Se anestesia la pieza a tratar, se realiza el aislamiento del campo operatorio con dique de goma, la apertura coronaria es realizada, el conducto es irrigado copiosamente con hipoclorito de sodio al 2.5%, se elimina la pulpa necrótica contenido en este. Se determina la longitud de trabajo con una lima K-File N° 50 (Dentsply Maillefer) ligeramente corta del ápice radiográfico, 15 mm. (Fig. 19)

Se efectúa un limado manual comenzando con lima Hedstroem grande N°80 y finalizando con la N° 50 (Dentsply Maillefer), longitud de trabajo corregida

16mm, el limado es circunferencial removiendo los restos presentes en el conducto, alisando sus paredes sin querer ampliarlas, durante toda la instrumentación se utilizó hipoclorito de sodio al 2.5%. El conducto radicular fue secado con conos de papel estéril (Dentsply Maillefer) y fue colocado dentro de toda la extensión del conducto medicación de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, se utiliza Calasept disponible en jeringas (Nordiska Dental), el cual es inyectado en el conducto y es condensado hacia apical mediante condensadores. Con radiografía verificar ausencia de burbujas (Fig.20). Posteriormente el conducto es sellado con policarboxilato.

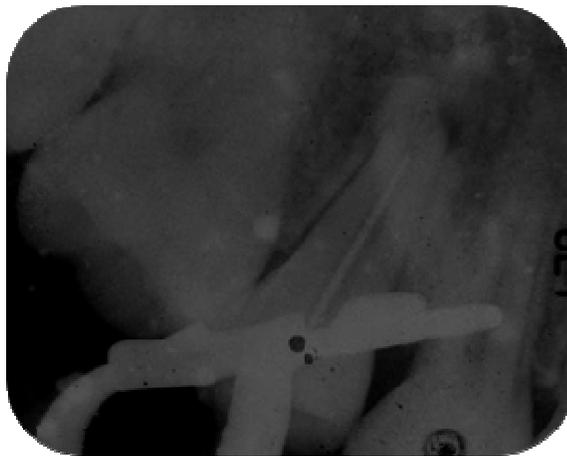


Figura 19. Conductometría de pieza dental 15, determinación ligeramente corta de la longitud de trabajo del ápice radiográfico. Lima 50 en 15 mm.



Figura 20. Radiografía periapical de la pieza 15 para verificar la ausencia de burbujas luego de la colocación de la medicación intraconducto de $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Cada mes el paciente acude a la clínica de endodoncia para el recambio respectivo de la medicación. Luego de la primera aplicación de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, se hacen cuatro recambios. En cada recambio se anestesia la pieza a tratar, se aísla con dique de goma, se realiza nuevamente la apertura coronaria la remoción de la medicación intraconducto utilizando una lima K N° 50 en toda la extensión del conducto e irrigando con hipoclorito de sodio al 2.5%, luego se seca con conos de papel y se vuelve a rellenar el conducto con la pasta de hidróxido de calcio. Se sella la entrada del conducto con policarboxilato. A los cinco meses se verifica la formación del stop apical, se toma la radiografía correspondiente. (Fig. 21)

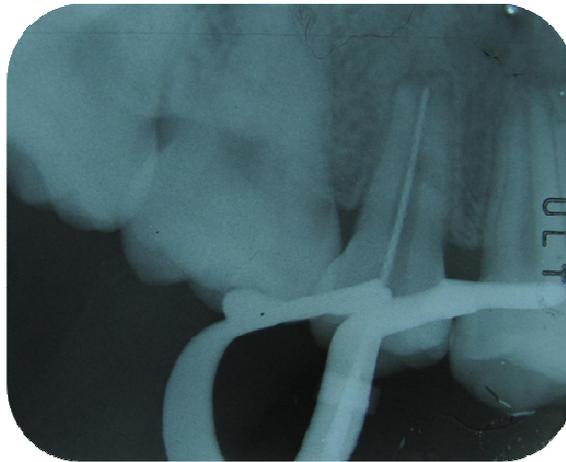


Figura 21. Verificando la Conductometría de pieza dental 15. Lima 50 en 16 mm.

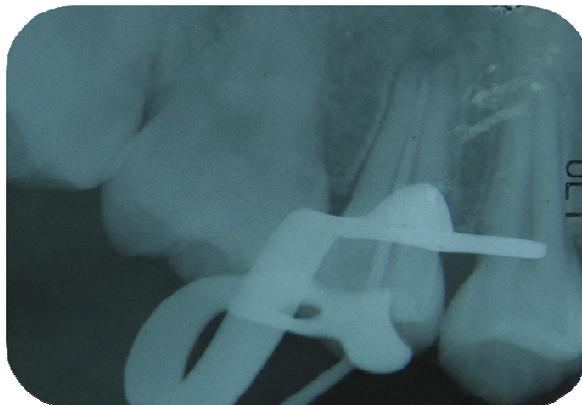


Figura 22. Verificando la formación del stop apical. cono 50 en 15.5 mm.

Se obtura con la técnica de condensación lateral luego se realizó compactación vertical manual y se fueron agregando conos accesorios para ir mejorando la obturación (Fig. 7 y 8). El cemento de obturación empleado es el Endofill. Se coloca policarboxilato como cemento temporal para sellar la entrada del conducto.

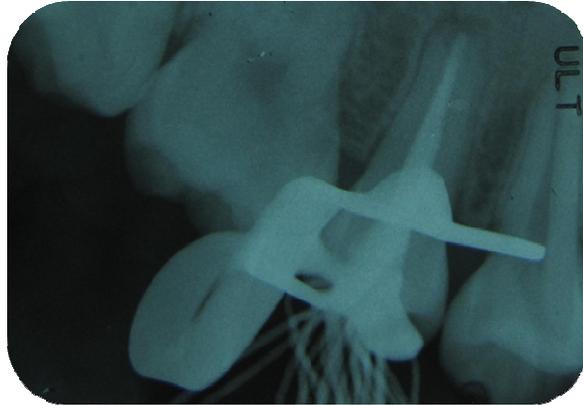


Figura 23. Radiografía de penacho

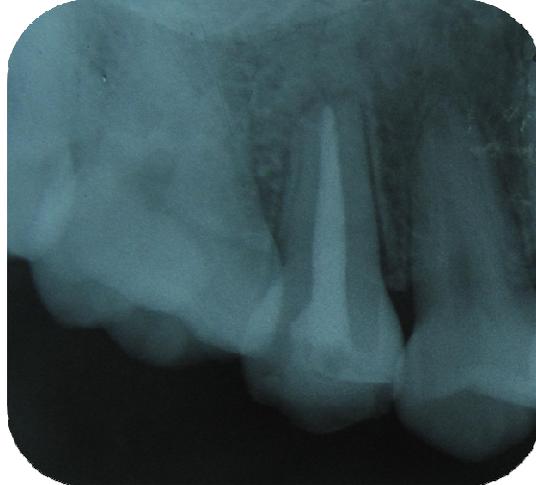


Figura 24. Radiografía control que muestra la obturación final del conducto radicular de la pieza dental 15

FASE DE REHABILITACIÓN

La pieza dental 15 (segunda premolar superior derecha) presentaba las paredes intactas (vestibular, palatina y proximales) y sólo el orificio de acceso endodóntico. El espesor de las paredes fue mayor de 2 mm. Por ello debido a la gran conservación de tejido remanente el tratamiento de elección fue una restauración directa con composite (Resina compuesta).

Se anestesia la pieza a tratar, se realiza el aislamiento del campo operatorio con dique de goma y se retira el cemento temporal de policarboxilato que sellaba la entrada del conducto.

Luego se procede a desobturar 2 a 3mm de gutapercha de la zona cervical (entrada del conducto), posteriormente esta zona es rellena con ionómero de vidrio para base Vitrebond (3M ESPE) los 2 a 3mm desobturados, para reforzar el cuello de la pieza dental y finalmente se coloca el composite (resina compuesta A2 Z350 de 3M).



A



B

C

D

Figura 25. Materiales utilizados en la rehabilitación del diente endodonciado.
A: Ácido grabador. B: Ionómero de vidrio. C: Adhesivo. D: Resina compuesta.



Figura 26. Restauración posendodóntica utilizando resina compuesta.

3.5. Evolución del caso

Se realizó control al mes. (Fig. 27)



Figura 27. Radiografía de control al mes de culminado el tratamiento.

Se realizó control a los tres años. (Fig. 28)

Paciente refiere que recibió tratamiento ortodóntico, luego de tratamiento de apexificación y rehabilitación de la pieza dental.



Figura 28. Radiografía de control a los tres años de culminado el tratamiento.

Control de la restauración posendodóntica a los tres años de culminado el tratamiento. (Fig. 29 y Fig. 30)



*Figura 29. Restauración posendodóntica
luego de tres años.*



*Figura 30. Control a los tres años
de la pieza 25*

IV. DISCUSIÓN

El plan de tratamiento descrito en este reporte revela que el procedimiento de apexificación con hidróxido de calcio tuvo éxito con la formación de la barrera apical calcificada, el material de relleno del conducto con gutapercha pudo lograrse y tan importante como esto fue la restauración post endodóntica para lograr el sellado hermético coronal y devolver la función de la pieza dental.

En este procedimiento múltiples citas fueron requeridas para lograr el cierre apical durante un período de tiempo de cinco meses.

Sheehy y Roberts reportaron que el tiempo que se requiere para la formación de una barrera apical calcificada utilizando hidróxido de calcio oscila entre cinco a veinte meses. (9)

La pulpa necrótica de un diente inmaduro plantea potenciales complicaciones y retos para el tratamiento. Actualmente se denomina terapia de pulpas no vitales y hay tres opciones generales de tratamiento que son apexificación con hidróxido de calcio, apexificación con agregado trióxido mineral (MTA) y procedimientos regenerativos. (5,10,17)

Sin embargo, la literatura refiere que muchos otros materiales han sido utilizados en el procedimiento de apexificación tales como fosfato tricálcico, fosfato de calcio colágeno, factores de crecimiento óseo, proteína osteogénica pero ninguno ha reemplazado realmente al hidróxido de calcio. (21)

Tradicionalmente la apexificación en múltiples visitas con hidróxido de calcio fue el tratamiento de elección, el cual induce la formación de una barrera apical de tejido duro. Baldazari-Cruz et al en 1998, analizaron esta barrera de tejido mineralizado a través de microscopía electrónica de barrido y también por cortes histológicos, concluyendo que está formada por un tejido semejante al cemento dental.

Se ha caracterizado esta barrera como cemento, dentina, hueso, osteodentina y osteocemento. (3) La barrera formada es a menudo porosa y no continua o compacta y por consiguiente requiere obturación del conducto después de la formación de la barrera, con todos sus problemas inherentes de lograr un cierre hermético al fluido sin fracturar el diente. Una técnica alternativa para la apexificación con hidróxido de calcio es la técnica de la barrera apical artificial, la cual es hecha colocando un material de barrera en la porción apical del conducto el material de elección para esta técnica es el agregado trióxido mineral el cual ha mostrado tener tasas de éxito alta y reduce el número de sesiones clínicas requeridas. (3,7,11,19)

Aunque las técnicas de tratamiento para estimular la formación de una barrera de tejido duro: tratamiento de apexificación con hidróxido de calcio a largo tiempo o usando materiales para crear una barrera artificial (apexificación con MTA) han mostrado éxito, los efectos a largo tiempo en el tejido periodontal y estructura dental no están bien documentadas aún. Incluso si estos tratamientos son exitosamente realizados, las paredes dentinarias quedan delgadas dando lugar a un diente débil y con un mayor riesgo de fractura subsecuente. Se ha demostrado que aproximadamente el 30% de los dientes inmaduros pueden fracturarse durante o después del tratamiento.

Un enfoque de tratamiento ideal de dientes inmaduros con pulpas necróticas y periodontitis apical sería inducir una estructura mineralizada endógena dentro del espacio del conducto radicular con el objetivo de que los tejidos y células circundantes fortalezcan estos dientes. (17)

Autores creen que la revascularización de dientes inmaduros necróticos es un plan de tratamiento posible y más práctico y valioso que la apexificación tradicional con hidróxido de calcio o técnicas de barrera apical artificial. Sin embargo se recomienda más estudios histológicos y estudios clínicos en dientes humanos revascularizados. (7)

Los procedimientos endodónticos regenerativos permiten el alargamiento y engrosamiento de la raíz (es decir, la maduración) de forma continua por el

tejido vital generado y esto representa una ventaja sobre los procedimientos de apexificación. (17)

En cuanto a la rehabilitación del diente endodónticamente tratado, se considera que toda preparación cavitaria disminuye la resistencia de la pieza dental aumentando la deformación de esta al recibir las cargas funcionales, cuanto más extensa mayor deformación.

Por ello a mayor pérdida de tejido existirá mayor riesgo de colapso estructural.

Es importante evaluar la cantidad de tejido dental perdido para definir el tratamiento, valoración individualizada de cada caso.

La ausencia de rebordes marginales y la pérdida de dentina condicionan la posibilidad de deformación y fractura del remanente coronario.

Por todo esto, los procedimientos de elección para la restauración de dientes endodonciados debieran ser aquellos que respeten la mayor cantidad de tejido remanente, porque es el principal refuerzo de este tipo de dientes.

Sabemos que en el sector posterior prevalecen fuerzas axiales y un aspecto importante de las restauraciones posteriores (especialmente molares) es que se efectuarán sobre dientes con mayor sustancia y cámaras pulpares más amplias que puedan dar soporte en forma directa a la reconstrucción coronaria.

En el sector posterior, en situaciones favorables donde existe una menor pérdida estructural, los materiales que pueden adherirse e integrarse físicamente con los tejidos del diente dándole cohesión serán capaces de generar un monobloque permitiendo que la pieza recupere sus propiedades físicas originales.

Este monobloque diente-material de restauración se encargará de recibir y conducir las cargas a las áreas de soporte al tiempo que estabiliza el tejido remanente, evitándose de esta forma procedimientos más invasivos con mayor compromiso del tejido reamante. El monobloque debe funcionar

mecánicamente como un solo elemento. Los materiales destinados a conseguir el monobloque deberán rellenar el remanente dentario e integrarse físicamente con él porque deben tener la posibilidad de adhesión, así como también ofrecer otros aspectos importantes como son comportamientos elásticos y coeficientes de variación térmica similares a los del diente, en tal sentido las resinas compuestas, mediante técnicas directas o indirectas, y las porcelanas dentales para procedimientos indirectos parecen ser los materiales más adecuados.

Es recomendable aplicar esta filosofía de tratamiento del monobloque en los casos de mayor preservación de tejidos, con conservación de por lo menos un reborde marginal, máxima presencia de dentina y, en lo posible, márgenes proximales ubicados en esmalte. También es crucial reconocer las posibilidades de adhesión que tienen los distintos materiales y su comportamiento físico sobre el remanente coronario del diente endodonciado donde pueden existir diversos grados de alteración mecánica e histológica.

En el sector posterior sólo cuando el remanente dentario no sea capaz de soportar la reconstrucción coronaria se deberá colocar un perno o poste con la finalidad de unirla con la porción radicular y colaborar con la transmisión de cargas a áreas de soporte. El perno o poste se complementa luego con el recubrimiento total que aporta la corona (casos de mayor compromiso estructural).

Cuando el diente posterior endodonciado que se va a restaurar fuera a su vez pilar de puente habrá que considerar como más probable la inserción de pernos o postes. (28)

V. CONCLUSIONES

- La apexificación con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sigue siendo una técnica ampliamente usada, para el tratamiento de dientes necróticos con ápices inmaduros, técnica de bajo costo pero requiere mayor número de sesiones clínicas. La alternativa a la técnica con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ es la técnica de la barrera apical artificial con MTA (agregado trióxido mineral) que requiere un menor número de sesiones clínicas pero es de mayor costo. Ambos métodos mencionados (apexificación y técnicas de barrera apical artificial con MTA) comparten la misma desventaja de no permitir la continuación del desarrollo radicular, lo cual conduce a una estructura radicular frágil.
- Otra alternativa de tratamiento para dientes permanentes jóvenes no vitales son los procedimientos endodónticos regenerativos cuya ventaja sobre los procedimientos de apexificación es que permite el alargamiento y engrosamiento de la raíz de forma continua por el tejido vital generado, sin embargo es necesario un mayor número de estudios histológicos y clínicos de estos procedimientos.
- Con la mejora de los procedimientos endodónticos regenerativos estos podrían convertirse en el estándar de casos sobre procedimientos de apexificación, y similar enfoque podría aplicarse para el tratamiento de los dientes infectados maduros.
- Los dientes endodónticamente tratados representan una situación particular por las alteraciones cualitativas y cuantitativas que sufre el sustrato dental. El éxito de tratamiento de estos dientes no solo se consigue con el sellado hermético del ápice sino que también se requiere de un sellado coronal eficaz de la pieza dental con una restauración adecuada capaz de resistir tensiones funcionales aplicadas en la estructura remanente del diente.

- Es indispensable la evaluación detallada del diente permanente joven no vital para garantizar el éxito del tratamiento. El plan de tratamiento dependerá del diagnóstico de la pieza dental así como del grado de desarrollo radicular de ésta. Al realizar la rehabilitación la evaluación debe incluir los aspectos endodónticos, periodontales, biomecánicos y estéticos. A su vez es importante considerar los materiales y procedimientos que van a utilizarse para la restauración de la pieza dental.
- El refuerzo más importante del diente endodónticamente tratado lo constituyen sus propios tejidos y estructuras anatómicas. Las restauraciones en el sector posterior de dientes endodonciados con una preparación que conserve la mayor cantidad posible de tejidos sanos y emplee materiales que pueden integrarse estructuralmente a éstos refuerzan mecánicamente la porción coronaria remanente, evitando de esta forma procedimientos rehabilitadores más invasivos como la instalación de pernos o postes asociados posiblemente a un recubrimiento coronal total.

RECOMENDACIONES

- Actualmente existen diversas técnicas en la terapia pulpar de dientes permanentes jóvenes no vitales así como alternativas de rehabilitación, y la elección de cualquiera de ellas se debe realizar después de una valoración individualizada de cada caso.
- Las investigaciones en el campo de la endodoncia regenerativa deben continuar, pues es amplio el potencial de la bioingeniería, lo que permitiría optimizar los armazones que estimulan la revascularización del espacio pulpar y explorar opciones de sembrar poblaciones celulares en espacios pulpares de dientes inmaduros.
- Informar al paciente así como a su apoderado (paciente generalmente es menor de edad), las limitaciones que existen en las diferentes técnicas de terapia pulpar de dientes permanente jóvenes no vitales, para que sus expectativas sean reales pues en determinados casos se puede requerir terapias adicionales.
- Los procedimientos de elección para restaurar dientes endodónticamente tratados debieran ser aquellos que respeten la mayor cantidad de tejido remanente.
- Considerar la evidencia científica más confiable en las diversas opciones de restauración disponibles para tratar dientes endodonciados con resultados clínicos predecibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1-Canalda C, Brau E. Endodoncia Técnicas Clínicas y Bases Científicas. 2^a ed. España:Elsevier; 2006.
- 2-Torabinejad M, Walton R. Endodoncia Principios y Práctica. 4^a ed.España: Elsevier; 2010.
- 3-Nageswar, R. Endodoncia Avanzada. Ingeniería tisular en endodoncia. India: Amolca; 2011. p. 337-340 .
- 4-Pérez A. Odontopediatría: ¿Cuál es su criterio para establecer el diagnóstico y el tratamiento de la necrosis pulpar en diente permanente joven?. Canal Abierto. Revista de la Sociedad de Endodoncia de Chile. 2012; 25:10-12.
- 5-Velásquez V, Paúcar M. Tratamiento pulpar en la apexificación del diente inmaduro mediante agregado de trióxido mineral. Odontol Sanmarquina 2009; 12(1): 29-32.
- 6-Consolandich R, Ferreyra W, Anat D. Nuevos procedimientos en el manejo de ápices incompletamente formados en dientes sin vitalidad pulpar. Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad Católica del Uruguay. Actas odontológicas. 2007; 4(2):14-22.
- 7-Nosrat A, Seifi A and Asgary S. Regenerative endodontic treatment (Revascularitazón) for necrotic immature permanent molars: A review and report of two cases with a new biomaterial. JOE. 2011; 37(4): 562-567.
- 8-Huang J. Review Apexification: the beginning of its end. International Endodontic Journal. 2009; 42: 855-866.
- 9-Kahler B. Endodontic retreatment of maxillary incisors previously treated with a conventional apexification protocol: A case report. Aust Endod J. 2011; 37:31-35.

10-JeeruphanT, Jantararat J, Yanpiset K, Suwannapan L, Khewsawai P and Hargreaves K. Mahidol study 1: Comparison of radiographic and survival outcomes of immature teeth treated with either regenerative endodontic or apexification methods: a retrospective study. JOE 2012; 38 (10):1330-1336.

11-Estrela, Carlos. Ciencia endodóntica. 1ª ed. España:Editorial Artes Médicas; 2005.

12-Hansen S, Marshall J And Sedgley C. Comparison of intracanal Endosequence root repair material and proroot MTA to induce pH changes in simulated root resorption defects over 4 weeks in matched pairs of human teeth. JOE 2011; 37 (4): 502-506.

13-Torabinejad M, Turman M. Revitalization of tooth with necrotic pulp and open apex by using platelet-rich plasma: case report. JOE 2011; 37(2): 265-268.

14-Rafter M. Apexification: a review. Dental Traumatology 2005; 21: 1-8.

15-Aggarwal V, Miglani S y Singla M. Conventional apexification and revascularization induced maturogenesis of two non-vital, immature teeth in same patient: 24 months follow up of a case. J Conserv Dent. 2012; 15(1): 68–72.

16-Torabinejad M y Faras H. A Clinical and histological report of a tooth with an open apex treated with regenerative endodontics using platelet-rich plasma.JOE. 2012; 38:864–868.

17-Yamauchi N, Yamauchi S, Nagaoka D, Dugan D, Zhong S, Lee SM, Teixeira F and Yamauchi M. Tissue engineering strategies for immature teeth with apical periodontitis. JOE 2011; 37 (3):390-397.

18-Endoroot,Comunidad de Endodoncia.

<http://www.endoroot.com/modules/news/article.php?storyid=82>

19-Rendón J, Jiménez LP, Urrego PA. Células madre en odontología. Revista CES Odontología. 2011; 24(1).

- 20- Chen X, Bao Z, Liu Y, Liu M, Jin X y Xu X. Regenerative endodontic treatment of an immature permanent tooth at an early stage of root development: A case report. JOE 2013; 39 (5): 719-722.
- 21- Shah N, Logani A, Bhaskar U y Aggarwal V. Efficacy of revascularization to induce apexification/apexogenesis in infected, nonvital, immature teeth. A pilot clinical study. JOE 2008; 34(8): 919-925.
- 22-Nagaveni NB, Umashankara KV, Radhika NB yManjunath S. Successful closure of the root apex in non-vital permanent incisors with wide open apices using single calcium hydroxide dressing-report of 2 cases. J.Clin Exp Dent. 2010; 2(1): 26-29.
- 23-Nosrat A, Homayounfar N y Oloomi K. Drawbacks and unfavorable outcomes of regenerative endodontic treatments of necrotic immature teeth: A literature review and report of a case. JOE 2012; 38 (10): 1428-1434.
- 24-Yin Cho S, Ki Y and Wing-Yee Chu V. Management of dens evaginatus: a case report. Hong Kong Dent J 2008; 3(1): 45-47.
- 25-Lee L-W, Hsieh S-Ch, Lin Y-H, Huang Ch-F, Hsiao Sh-H and Hung W-Ch. Comparison of clinical outcomes for 40 necrotic immature permanent incisors treated with calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate apexification/apexogenesis. Journal of the Formo Medical Association 2014; 1-8.
- 26-Yousef SA. Calcium hydroxide and apexogenesis. Oral surg Oral Med Oral Pathol. 1988;66:499-501.
- 27- Corbella S, Ferrara G, El Kabbaney A and Taschieri S. Apexification, apexogenesis and regenerative endodontic procedures: a review of the literatura. Minerva Stomatol. 2014; 63(11-12): 375-89.
- 28-Bertoldi Hepburn, A. Rehabilitación Posendodóntica: Base racional y consideraciones estéticas. Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2012.
- 29-Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: A systematic review of the

literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). Quintessence Int. 2008; 39(2):117-129.

30-Monga P, Sharma V, Kumar S. Comparison of fracture resistance of endodontically treated teeth using different coronal restorative materials: An in vitro study. J Conserv Dent. 2009; 12 (4):154-159.

31-Hargreaves K, Cohen S y Berman L. Vías de la Pulpa. 10^a ed. España: Elsevier; 2011.

32- Helfer AR, Melnick S and Schilder H. Determination of moisture content of vital and pulpless teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1972; 34(4):661-70.

33- Papa J, Cain C, Messer HH. Moisture content of vital vs endodontically treated teeth. Endod Dent Traumatol. 1994; 10:91-93

34- Rivera Em, Yamauchi M. Site comparisons of dentine collagen cross-links from extracted human teeth. Arch Oral Biol. 1993; 38: 541-546.

35-Seltzer, Bender. La pulpa dentaria. El manual modern; 1987.

36-Rivera E, Dentin collagen cross-links of root-filled and normal teeth. JOE. 1990; 116:190.

37-Kinney JH, Balooch M, Marshall SJ, Marshall GW, Weihs TP. Hardness and Young's modulus of human peritubular and intertubular dentine. Arch Oral Biol. 1996; 41:9-13,

38-Meredith N, Sherriff M, Stechell DJ, Swanson SA. Measurements of the microhardness and Young's modulus of human enamel and dentine using and indentation technique. Arch Oral Biol. 1996; 41:539-545.

39-Pashley D, Okabe A, Parham P. The relationship between dentin microhardness and tubule density. Endod Den Traumatol. 1985; 1:176-179.

40-Poolthong S, Mori T, Swain MV. Determination of elastic modulus of dentin by small spherical diamond indenters. Dent Mater. 2001; 20:227-236.

- 41-Palamara JE, Wilson PR, Thomas CD, MesserHH: A new imaging technique for measuring the surface strains applied to dentine. *J Dent.* 2000; 28:141-146.
- 42-Lertchirakarn V, Palamara JE, Messer HH: Anisotropy of tensile strength of root dentin. *J Dent Res.* 200; 80:453-456.
- 43-Kinney JH, Nallab RK, Poplec JA, Breunigd TM, Ritchie RO: Age-related transparent root dentin: mineral concentration crystallite size, and mechanical properties. *Biomaterials.*2005; 26: 3363-3376.
- 44-Trope M, Ray HL: Resistance to fracture of endodontically treated roots. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*1992; 73: 99-102.
- 45-Randow K and .A cantilever loading of vital and non-vital teeth. *Acta of Scand..* 1986; 44: 271-277.
- 46-Angobaldo AS. Factores biomecánicos de resistencia de la dentina del diente endodónticamente tratado. *Rev. Mundo Odontológico.* 1999; 37:40-44.
- 47-Giovarruscio M. Restoration of endodontically treated teeth. *Dental Nursing.* 2014; 10(6):330-336
- 48-Zarrow M, Devoto W and Saracinelli M. Reconstruction of endodontically treated posterior teeth - with or without post? Guidelines for the dental practitioner. *The European Journal of Esthetic Dentistry.* 2009; 4(4): 312-327.
- 49-Fokkinga WA, Le Bell A, Kreulen, Lassila LV, Vallittu PK and Creugers N. Ex vivo fracture resistance of direct resin composite complete crowns with and without posts on maxillary premolars. *International Endodontic Journal.* 2005; 38:230–237.
- 50- Nandini VV et al. Current concepts in the restoration of endodontically treated teeth. *The Journal of indian Prosthodontic Society.* 2006; 6(2):63-67.
- 51- Casanellas JM. Reconstrucción de dientes endodonciados. España:Pues SL; 2005.

52-Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J. Endodontic* .1989; 15:512-516.

53-Garber D, Goldstein R (1994). Porcelain and composite inlays and onlays . *Esthetic posterior restorations*. Illinois : Quintessence Books.

54-Tushkowski RD. Restoration of endodontically treated teeth: Criteria and technique considerations. *Quintessence International Endodontics*. 2014; 45 (7): 557-567.

55-Muniz, L. Rehabilitación Estética en Dientes Tratados Endodónticamente: postes de fibra y posibilidades clínicas conservadoras. ed. Brasil: Livraria Santos Editora; 2011.

56-Henostroza Haro Gilberto. Adhesión en Odontología Restauradora. 2^a ed. España: Ripano S.A; 2010.

57-Abate P. (2007) Composites En: Macchi RL. *Materiales Dentales*. 4^a ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2007.p 157-70.

58- Mitchell DF y Shankwalker GB. Osteogenic potential of calcium hydroxide and other materials in soft tissue and bone wounds. *J Dent Rest*.1958; 37:1157-63.

59- Huang TJ, Schilder H and Nathanson D. Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. *JOE*. 1992; 18(5):209-15.

60- Ausiello P, De Gee AJ, Rengo S and Davidson CL. Fracture resistance of endodontically-treated premolars adhesively restored. *American Journal of Dentistry*. 1997 ; 10(5):237-41.

61- Rapeephan N and Somsak Ch. Long-term survival of endodontically treated molars without crown coverage: a retrospective cohort study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*.2005; 93(2):164-170.

62- Bordoni N, Escobar A, Castillo R. Odontología Pediátrica: la salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual. 1ra edición. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana SA; 2010.

63- Sheehy EC and Roberts GJ. Use of calcium hydroxide for apical barrier formation and healing in non-vital immature permanent teeth: a review. British Dental Journal. 1997; 138:241-246.

64- Finucane D, Kinirons MJ. Non-vital immature permanent incisors: factors that may influence treatment outcome. Endodontol Traumatol. 1999; 15:273-277.