



Revista MINERVA

Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>



Tratamientos endodónticos regenerativos en dientes permanentes jóvenes con necrosis pulpar: revisión bibliográfica

Regenerative endodontic treatments in young permanent teeth with pulp necrosis: A review

Tania Lissette Ayala-Galdámez¹, Walter Roque², Ruth Fuentes²

Correspondencia:
tania.ayala@ues.edu.sv

Presentado: 22 de octubre de 2020
Aceptado: 6 de noviembre de 2020

- 1 Residente segundo año de Maestría en Odontopediatría, Facultad de Odontología, Universidad de El Salvador. Doctora en Cirugía Dental.
- 2 Especialista en Endodoncia. Docente Facultad de Odontología, Universidad de El Salvador.

RESUMEN

Objetivo. Analizar la evidencia científica existente, acerca de los diferentes tratamientos regenerativos pulpares, en dientes permanentes jóvenes con necrosis pulpar, para conocer las diversas alternativas de materiales y técnicas utilizadas. **Materiales y métodos.** Se realizó una búsqueda electrónica biomédica avanzada con base a datos PubMed, se utilizaron palabras clave MeSh Terms (Medical Subject Headings), para identificar la cantidad de artículos científicos disponibles, en la que se encontraron estudios sobre tratamientos de regeneración pulpar en dientes permanentes jóvenes inmaduros, con el fin de identificar los diferentes tratamientos, materiales, técnicas, y resultados obtenidos con dichas maniobras clínicas. **Resultados.** Se encontraron 30 artículos, en los que se identificaron los diversos tratamientos en regeneración pulpar de dientes permanentes jóvenes inmaduros, investigaciones de ensayos clínicos aleatorios, se utilizaron 11 artículos. **Conclusiones.** En todas las investigaciones revisadas se encontraron diferentes tratamientos, materiales y técnicas a utilizar para la regeneración pulpar, y se determinó variaciones en soluciones irrigadoras, medicaciones intraconductos, número de citas y material de sellado coronal, no obstante, el Trióxido Mineral Agregado MTA es el utilizado con mayor frecuencia; se necesitan más investigaciones que puedan destacar un protocolo de atención.

Palabras clave: revascularización pulpar, endodoncia regenerativa, diente permanente inmaduro.

ABSTRACT

Goal. Analyze the existing scientific information on the different pulp regenerative treatment techniques as well as materials used in young permanent teeth with pulp necrosis. **Materials and methods.** An advanced

biomedical electronic search was carried out using PubMed database and MeSh Terms (Medical Subject Headings) as keywords, to identify the number of available scientific articles regarding studies on treatments of pulp regeneration in young immature permanent teeth. The objective was to identify the different treatments, materials and techniques used and results obtained. **Results.** Thirty randomized clinical trial studies were found, in which various treatments in pulp regeneration of immature young permanent teeth were used. Eleven articles were used for final analysis. **Conclusion.** There were different treatments, materials and techniques used for pulp regeneration that included variations in irrigating solutions, intracanal medications, number of appointments and coronal sealing material. However Mineral Trioxide Aggregate (MTA) was the most frequently used material. More research is needed to highlight a care protocol.

Keywords: Pulp revascularization, Regenerative Endodontic, Young Permanent Teeth

INTRODUCCIÓN

Los dientes permanentes jóvenes se distinguen por su erupción reciente y un cierre radicular apical incompleto. La maduración finaliza habitualmente alrededor de los 3 años siguientes a la aparición del diente en cavidad oral. Los dientes permanentes jóvenes inmaduros se pueden describir como dientes con raíces cortas ya que no han completado su longitud radicular, ni el diámetro de su foramen apical, además presentan conducto radicular muy amplio, y presentan un diámetro apical igual o mayor a 1 mm, conocido como ápice abierto¹. Todas estas características especiales van a condicionar su terapéutica, sobre todo cuando presentan necrosis pulpar.

El tratamiento a utilizar dependerá del diagnóstico pulpar, el origen de la exposición (iatrogénica, traumática o infecciosa por caries) y tamaño de esta. La necrosis pulpar en dientes permanentes jóvenes, es una de las patologías más frecuentes en niños y adolescentes, es causada frecuentemente por caries o traumatismo dento alveolar. Estudios demuestran que un 25% de los niños experimentan algún tipo de traumatismo dento-alveolar y el 65% en etapa escolar presentan caries no tratada². Estas lesiones causan necrosis pulpar y por consiguiente interrumpen la formación radicular, ya que presentan paredes dentinarias delgadas

propensas a la fractura, raíces cortas y ápices abiertos o inmaduros, por lo que predomina la indicación en realizar regeneración pulpar.

La regeneración pulpar, permite realizar una terapia biológica y conservadora en dientes permanentes jóvenes, con diagnóstico de necrosis pulpar, y con el tiempo promueve el desarrollo radicular y cierre apical. La endodoncia regenerativa es la inducción de tejidos para reemplazar las estructuras lesionadas. Dentro de este nuevo campo de estudio se encuentran como alternativas terapéuticas la utilización de células madre o Stem, biomoléculas y biomateriales. Estos tratamientos ofrecen la posibilidad de reemplazar estructuras dañadas, ya que fomentan el desarrollo total del tejido radicular, y logran la supervivencia del diente permanente joven, mediante la Regeneración Pulpar³⁻⁴.

González VM et al⁵ en 2014 evidencian las diversas técnicas utilizadas como terapia regenerativa y propone mejoras a los protocolos existentes del manejo biológico tomando en cuenta los factores que favorezcan el pronóstico del diente. Es por esto que se realizará una revisión bibliográfica para analizar las diversas investigaciones que presenten tratamientos de regeneración pulpar y que utilicen la ingeniería tisular e identificar los mejores elementos para potencializar el éxito en el abordaje.

El beneficio del estudio consistió en una

revisión bibliográfica de la literatura mediante una exhaustiva búsqueda de artículos científicos con referencia a regeneración pulpar, revascularización pulpar y dientes permanentes jóvenes inmaduros, en los últimos 10 años. El objetivo de esta revisión bibliográfica fue analizar la evidencia existente de los diferentes endodónticos regenerativos en dientes permanentes jóvenes con necrosis pulpar para conocer básicamente dos aspectos: 1) más elementos del proceso de reingeniería tisular y así aumentar el éxito de estos 2) diferentes alternativas de tratamiento, materiales y técnicas, para lograr el proceso de reingeniería de los tejidos dañados o perdidos de la pulpa.

MATERIALES Y MÉTODO

Estrategia de búsqueda bibliográfica

Esta revisión bibliográfica consistió en una exhaustiva búsqueda electrónica de investigaciones en revistas científicas utilizando PubMed como motor de búsqueda, se emplearon términos MeSH con referencia a los diversos tratamientos usados para regeneración pulpar. La revisión bibliográfica incluyó únicamente ensayos controlados aleatorios, en los últimos 10 años 2010-2020, y debían ser en humanos, entre las edades de 6 a 18 años.

Las palabras clave utilizadas en la búsqueda fueron:

Pulp revascularization: desde 1972 a 2020 existen 351 artículos. *Filtros aplicados: ensayo controlado aleatorio, ensayo clínico en los últimos 10 años, seres humanos, niños desde el nacimiento hasta los 18 años. Texto completo se encuentran 4 resultados.*

Regenerative endodontic: desde 1993 hasta 2020 existen 992 artículos. *Filtros aplicados:*

ensayo controlado aleatorio, revisión, revisión sistemática, en los últimos 10 años, seres humanos, niños desde el nacimiento hasta los 18 años. Texto completo se encuentran 9 resultados.

Immature permanent teeth: desde 1948 hasta 2020 existen 588 artículos. *Filtros aplicados: metaanálisis, ensayo controlado aleatorio, revisión, revisión sistemática, en los últimos 10 años, seres humanos, niños desde el nacimiento hasta los 18 años. Se encuentran 12 resultados.*

El operador booleano utilizado para la segunda búsqueda ha sido AND, al usar estas palabras clave en conjunto: **“immature permanent teeth AND regenerative Endodontic”** se encontraron 3 resultados.

Al utilizar estas palabras clave en conjunto: **“immature permanent teeth AND pulp revascularization”** se encontraron 2 resultados.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión:

1. Artículos de los que se podía obtener el texto completo.
2. Artículos que tengan una muestra similar, población de 6-18 años.
3. Artículos publicados en los últimos 10 años, de 2010 a 2020.
4. Artículos que presentaran controles con un mínimo de 6 meses.
5. No se impusieron restricciones relacionadas con el idioma extranjero.

Criterios de exclusión:

1. Artículos sobre la revascularización en animales.
2. Artículos carentes de validez científica debido a su origen de publicación.

A partir de los distintos criterios de inclusión

y exclusión empleados para la limitación de resultados, ha sido posible la selección de los artículos considerados de mayor utilidad relativos a la regeneración pulpar.

RESULTADOS

Se encontraron 11 investigaciones de ensayos clínicos aleatorizados presentados en la Tabla 1, en la que se describen los autores encontrados, con su respectivo número de dientes utilizados, link DOI, edad de la población en estudio, tipo de diente en el que se realizó el tratamiento, sustancia irrigadora utilizada, medicación intraconducto, material obturador, seguimiento y resolución de problemática.

DISCUSIÓN

La Asociación Endodóntica Americana (AAE) estableció tres elementos claves para la reingeniería tisular: células madre, andamios y proteínas.

Las células madre se definen como células indiferenciadas que continúan su división, existen dos tipos: embrionarias y posnatales. Estas células madre se pueden encontrar en tejido pulpar, dientes deciduos exfoliados, ligamento periodontal, folículo dental y papila apical. Los andamios proporcionan soporte para la organización celular, la proliferación, la diferenciación y la vascularización; deben ser biocompatibles, biodegradables y permitir el transporte de nutrientes dentro del conducto. Los andamiajes pueden ser naturales como el colágeno, dentina, fibrina o sintéticos. Las proteínas son factores de crecimiento presentes en el plasma y en las plaquetas, que se unen a los receptores celulares con el fin de inducir a la proliferación y/o diferenciación⁶.

- Law AS⁷ en su revisión literaria menciona las características comunes de los casos con resultados clínicos exitosos después de

la regeneración pulpar:

- Edad del paciente que debe ser en un rango de 6 a 18 años, (así como la evidencia encontrada en López et al quienes también proponen la misma edad de pacientes con dientes que posean pulpa necrótica y ápices inmaduros)
- Mínima o nula instrumentación de las paredes de dentina,
- Colocación de medicación intraconducto
- Generación de un coágulo de sangre o proteína de andamio y el conducto
- Mantener un sellado coronal efectivo.

Las distintas investigaciones de regeneración pulpar muestran la utilización en la primera cita de anestésico local al 2% y para la segunda cita anestésico sin vaso constrictor para así generar adecuadamente el sangrado en conjunto con el coágulo, este es utilizado como matriz de andamiaje natural ya que genera estructuras fibrosas biodegradables y de formas porosas que servirán para que las células pulpo-dentinarias del conducto se proliferen adecuadamente^{5,8,9}. De esta forma Botero et al¹⁰ realizaron un ensayo clínico aleatorio en el que se empleó el protocolo propuesto por la AAE utilizando hidróxido de calcio en una cita única en la que se inducía inmediatamente el coagulo de sangre y en el segundo grupo hasta la segunda cita obteniendo como resultado mayores beneficios para la inducción tardía.

La técnica de Banchs y Trope¹¹ en 2004 estableció que para la revascularización en diente permanente inmaduro con periodontitis apical, el conducto debe de desinfectarse con abundante irrigación y luego aplicársele tres antibióticos. Después de completado el protocolo de desinfección, el ápice es levemente irritado mecánicamente para inducir el sangrado dentro del conducto y producir un coágulo hasta el nivel cemento-adamantina, luego se coloca un doble sellado a nivel coronal

Tabla 1. Artículos encontrados.

Pacientes	DOI	Autores	Journal	Edad	Diente	Desinfección	Medicación intraconducto	Barrera apical	Seguimiento	Resultados del autor		
										LR	ER	DA
36	10.1016/j.joen.2013.10.027	Nagy et al 2014	JOE	9-13 años	Incisivos centrales Mx	NaOCl 2.6%	TAP	MTA,	18 meses	+	+	+
25	10.1016/j.joen.2017.07.009	Botero et al 2017	JOE	6-25 años	22 Anteriores 6 molares	NaOCl 2.5% EDTA 17%	HC	MTA	3, 12 y 24 meses	+	+	+
43	10.1016/j.joen.2017.04.011	Jiang et al 2017	JOE	7-11 años	14 Anteriores 29 posteriores	NaOCl 1.25% Solución salina EDTA 17%	HC	Membrana + MTA	3 y 6 meses	+	+	+
23	10.1016/j.joen.2014.01.032	Nagata et al 2014	JOE	7-17 Años	Incisivos	NaOCl 6% Tiosulfato de sodio 5% Solución salina CLX 2% EDTA 17%	10 TAP, 10 HC	MTA	1, 3, 6, 9, 12, 15 y 19 meses	+	+	+
118	10.1016/j.joen.2017.06.023	Lin et al 2017	JOE	8-16 años	Monorradiculares	NaOCl 1.5% Suero fisiológico EDTA 17%	Vitapex	Membrana y mta	3, 6, 9 y 12 meses	+	+	+
88	10.1016/j.joen.2019.02.002	Ulusoy et al 2019	JOE	7-11 años	Incisivos	NaOCl 1.25% Suero fisiológico Cholaraxid 5.25% CLX 2% EDTA 17%	TAP	PRF MTA	27 meses	+	+	+
48	10.1016/j.joen.2018.07.001	Arruda et al 2018	JOE	13-17 años	Incisivos inferiores Incisivos laterales sup	NaOCl 2.5% EDTA 17% Tiosulfato de sodio 5% CLX 2%	TAP, HC	MTA	12 meses	-	-	-
4	10.1155/2017/5540159	Lopez et al 2017	Hindawi	6-8 1/2 años	3 Primeras molares 1 Incisivo central	NaOCl 5%	TAP	MTA	3,6 y 12 meses	+	+	+
22		Ragab							12 meses			
26	10.1111/jpd.12474	Aly et al 2019	International Journal of Paediatric Dentistry	8 - 15 años	Dientes anteriores	NaOCl 1.5% Solución salina EDTA 17%	Metronidazole y Ciprofloxacina	Biodontine y MTA	3, 6, 9 y 12	+	+	+
26	10.1111/iej.13303	EIsheshtawy et al 2020	International Endodontic Journal	8- 16 años	Dientes anteriores	NaOCl 5.25% NaOCl 2.5% Solución salina EDTA 17%	TAP Hoshino	MTA	3, 6, 9 y 12 meses	+	+	+

*Resultados de los autores reflejan aumento de LR Longitud radicular, ER: engrosamiento radicular, DA: Disminución de diámetro apica

con MTA. El combinar la desinfección del canal con una matriz en donde pueda crecer nuevo tejido, como la efectividad de la restauración coronal, va a generar un ambiente ideal para el éxito de la regeneración. En una investigación de ensayos clínicos aleatorizados realizada por Bonte et al¹², en 2014 compararon la utilización de MTA o hidróxido de calcio para la inducción del cierre apical y concluyeron que después de 12 meses el grupo control que utilizó MTA obtuvo mejores resultados. Así mismo lo detallan Duggal M¹³ et al en su revisión sistemática como tratamiento alternativo para el desarrollo radicular, en conjunto con Botero et al¹⁴, Arruda et al¹⁵, Jiang et al¹⁶ y Nagata et al¹⁷ quienes también describen la utilización de hidróxido de calcio como opción de tratamiento intraconducto ya que obtienen resultados positivos en su selección.

Dentro de los tratamientos de regeneración pulpar, existe un estudio realizado por Ulusoy et al¹⁸ en 88 pacientes (niños y niñas) entre los 8 y 11 años, quienes presentaron fracturas coronarias complicadas de incisivos maxilares, con diagnóstico de necrosis pulpar, con o sin afectación apical y con evidencia radiográfica de raíz incompleta. Dicho diagnóstico se realizó con base a la prueba aleatoria en frío con spray de cloruro de etilio. El tratamiento realizado en esta investigación que se desarrolló en el año 2019, consistió en la irrigación suave de los conductos radiculares, con 20 ml de hipoclorito de sodio al 1.25%. No se realizó instrumentación y los conductos fueron secados con puntas de papel estériles, se colocó pasta tri antibiótica con tres partes iguales de 20mg de clindamicina, ciprofloxacina y metronidazol, mezclado con 1ml de agua estéril, la cual se colocó en la cámara pulpar y fue empaquetada sin generar presión en los conductos radiculares, con bolitas de algodón estéril. Posterior a dicho tratamiento, se realizaron controles clínicos cada 3 meses, y radiográficos cada 6 meses durante el primer

año, luego dichos controles fueron anuales. Los resultados obtenidos por Ulusoy et al fueron favorables para 71 dientes los cuales presentaron un éxito clínico y radiográfico con la resolución de la enfermedad y mayor desarrollo de raíz radiográficamente observable, con respuesta positiva a pruebas de sensibilidad. Únicamente dos dientes presentaron síntomas de falla que incluyeron dolor espontáneo y sensibilidad extrema, obteniendo una significancia estadística de ($p > 0,05$).

Así mismo, autores como Nagata et al¹⁷, en un estudio realizado en dientes inmaduros traumatizados, usaron dos protocolos para la revascularización pulpar, en una población de estudio de 23 dientes, en pacientes entre 7 y 17 años con ápices inmaduros, cuyos dientes presentaron diagnóstico de necrosis pulpar por traumatismo de tejido duro y/ o algún tipo de luxación dental severa, con o sin patología periapical. En este estudio se describe que, al examen clínico, se incluyó la presencia de dolor espontáneo, tracto sinusal, hinchazón, sensibilidad a la palpación, pruebas frías y eléctricas. Al examen radiográfico encontraron ápices inmaduros. Los dientes se dividieron aleatoriamente en 2 grupos. El procedimiento clínico se realizó bajo los efectos anestésicos de Lidocaína al 2% y aislamiento absoluto, se realizó apertura mínima con fresa diamantada y solución salina estéril. Al igual que Ulusoy et al¹⁸, Nagata et al¹⁷, también realizaron una irrigación cuidadosa de conductos radiculares con 20 mg de hipoclorito de sodio, sin embargo, lo realizaron a diferente concentración, la cual fue al 6%, que se inactivó con 5 ml de tiosulfato de sodio estéril al 5% durante un minuto, seguido por 10 ml de solución fisiológica y 10 ml de clorhexidina al 2%, siendo 3 mm más corto que la longitud de trabajo aparente, la acción de la clorhexidina se neutralizó con Tween 80 al 5% y lecitina de soja al 0.07% para reducir el efecto de arrastre de la clorhexidina y consecuentemente

prevenir sus posibles efectos de citotoxicidad contra las células madre. A nivel del tercio apical no se realizó ningún tratamiento con el objeto de preservar las células madre que pudieran estar presentes. Para este grupo control, se realizó un tratamiento parecido al estudio de Ulsoy et al¹⁷, con el uso de pasta tri-antibiótica, sin embargo, la mezcla de antibióticos fue ciprofloxacina 250 mg, metronidazol 400 mg y se preparó minociclina 50 mg en una proporción de 1: 1: 1 descrito por Hoshino, la pasta se colocó en el conducto radicular a 3 mm de longitud de trabajo y se dejó durante 21 días. El acceso a la cavidad se selló doblemente con coltosol y resina compuesta. Para el segundo grupo control, se secó el conducto con puntas de papel estéril y luego se preparó un apósito cremoso con hidróxido de calcio (Biodinámica, Ibiporra, Brasil) y gel de clorhexidina al 2% (Endogel; Itapetininga, São Paulo, Brasil) en una proporción de 1: 1 fue colocado también en el conducto radicular a 3 mm de la longitud de trabajo y se dejó por 21 días, sellando la cámara pulpar, como ya se describió anteriormente. En la siguiente visita, los dientes de ambos grupos fueron anestesiados con lidocaína al 2% con vasoconstrictor (Alphacaine), se accedió e irrigó con solución salina estéril intraconducto, para la eliminación de medicamentos, y se hizo una irrigación final con 3 ml de solución EDTA al 17%, durante 3 minutos, irrigando con solución salina, debido a las propiedades conocidas de acondicionamiento del EDTA, en la dentina, para la diferenciación de células madre. Se evidenció que durante el estudio, se acudió a ingeniería biogenética y luego, se introdujo una lima K manual en el conducto radicular y se colocó 2 mm más allá de la longitud de trabajo, para inducir sangrado en el canal, se dejó que el sangrado llegara a 3 mm por debajo de la unión cemento- esmalte y se dejaron los dientes durante 5 minutos para que se formara un coágulo de sangre, posterior a esto se colocaron fibras de 3 mm y una barrera blanca

de MTA y se volvió a sellar doblemente el acceso cameral con coltosol y resina compuesta.

Es importante resaltar que en el estudio de Nagata et al, fue muy específico el tiempo de control, el cual estableció de la siguiente manera: un control al mes, luego uno cada 3 meses y así hasta completar 19 meses, obteniendo una media de seguimiento de un año y tres meses. Los exámenes iniciales fueron en comparación a los datos recopilados durante el período de seguimiento, en el cual se tomaron datos clínicos, en cuanto a la presencia de sensibilidad pulpar, dolor espontáneo, tracto sinusal, e hinchazón. Es importante destacar que en este estudio también evaluaron la decoloración de la corona clínica. En los hallazgos radiográficos, se tomaron en cuenta criterios de presencia de lesión periapical, reabsorción radicular, cierre apical, longitud radicular y espesor de las paredes dentinales radiculares. Los análisis radiográficos los realizaron dos especialistas de endodoncia capacitados, los cuales no conocieron los grupos de estudio, dichos examinadores compararon las radiografías iniciales y de seguimiento, de acuerdo con la presencia o ausencia de los criterios preestablecidos. Los resultados fueron evaluados en el programa BioEstat a un nivel de significancia del %?. La prueba de McNemar se realizó para analizar la clínica y parámetros antes y después de la terapia de revascularización, y la prueba exacta de Fischer evaluó la diferencia de los grupos TAP y coregeneración grupal. En los dos grupos hubo una reducción del dolor espontáneo, dolor a la percusión y a la palpación, tracto sinusal e hinchazón después de la terapia de revascularización. El grupo TAP demostró una reducción significativa del dolor espontáneo ($P = 0,01$), dolor a la percusión horizontal ($p = 0,007$) y dolor a la palpación ($p = 0,03$), mientras que el grupo CHP mostró una reducción significativa en dolor a la percusión vertical ($p = 0,03$). En

ambos grupos, ningún diente recuperó la sensibilidad pulpar. Se observó decoloración de la corona en 10 dientes (83,3%) del grupo TAP y en 3 dientes (27,3%) del grupo CHP, con significación estadística entre los grupos ($p = 0,002$) (tabla 1). Sobre el examen radiográfico, todos los dientes del grupo TAP mostraron una reparación significativa de lesiones periapicales ($p = 0,03$), y todos los dientes del grupo CHP sanaron con excepción de 1 diente ($p = 0,21$). El cierre apical fue significativamente observado en ambos grupos ($p < 0,05$). Lo que evidencia efectividad en cuanto a la conservación de órgano dental y apexogénesis, aunque no se lograra obtener sensibilidad pulpar.

En un estudio realizado sobre revascularización en dientes permanentes jóvenes, con ápice inmaduro cuyo diagnóstico también fue necrosis pulpar con patología apical, de López et al¹⁹, presenta los resultados de cinco casos clínicos tratados mediante protocolos de revascularización, con irrigación de NaOCl, aplicación de pasta tri antibiótica con apósito intraconducto, sellado provisional, durante 3 semanas, en las cuales se limpió el conducto y se irritó el ápice con una lima tipo K de tamaño 15, para inducir la sangre que serviría como un andamio para la revascularización de la pulpa. López et al, utilizaron MTA para sellar la cámara antes de la obturación final. Uno de los casos fue un paciente masculino de 8 años con dolor agudo, cuyos padres manifestaron que el dolor aumentó por la noche y no cedió con ningún analgésico. Al examen clínico y radiográfico presentó una lesión cariosa extensa con compromiso pulpar, en el diente 4-6, el tratamiento se realizó bajo anestesia al 2%, y la corona del diente se limpió con clorhexidina al 2%, con mínima instrumentación con lima 15 k e irrigación constante, colocación de pasta tri-antibiótica con ciprofloxacina, metronidazol y clindamicina en iguales proporciones combinado con agua estéril.

López et al¹⁹, realizó un control a las 3 semanas, en el que se eliminó la pasta con abundante irrigación de NaOCl al 5%, luego se introdujo una lima en el conducto radicular, para inducir el sangrado apical; a diferencia de Nagata et al¹⁷ quienes dejaron de 3 a 5 minutos para la formación del coágulo, López et al¹⁹ lo dejaron durante 15 minutos. Y colocaron 2 mm de MTA en la cámara y parte del conducto, compactándolo con una bolita de algodón húmedo durante una hora, antes de la obturación final con cemento ionómero de vidrio, resina compo-sita y corona metálica. A los 6 meses del tratamiento, la patología periapical había mejorado notablemente, a los 12 meses sanó y se pudo observar un aumento en el grosor de la pared dentinaria. A su vez, López et al, en el estudio demuestra un cierre casi completo del foramen apical. Lo cual evidencia científicamente la importancia de un tratamiento oportuno de revascularización, en los dientes permanentes jóvenes con ápices inmaduros, donde las terapias de revascularización se convierten en la mejor opción terapéutica de tratamiento endodóntico en niños y adolescentes.

En Egipto, Nagy et al²⁰ realizó un estudio en treinta y seis pacientes, con edades entre los 9 y 13 años, con dientes anterosuperiores inmaduros, no vitales, que se presentaron con o sin síntomas de patología periapical, en una clínica ambulatoria de la Facultad de Odontología, Universidad Ain Shams, El Cairo, Egipto. Los casos se dividieron en forma aleatoria, en tres grupos, es decir 12 pacientes por cada grupo: 1. El grupo MTA: tapón de MTA; 2. El grupo REG: el protocolo de endodoncia regenerativa (coágulo de sangre como andamio); 3. El grupo FGF: la endodoncia regenerativa con un coágulo de sangre y un andamio de hidrogel inyectable impregnado con bFGF. Las radiografías preoperatorias se tomaron con la técnica de paralelismo estandarizada con el sistema de alineación

Rinn XCP. Las radiografías periapicales se digitalizaron con un escáner de transparencias. A diferencia de los estudios anteriores, en este, la anestesia utilizada fue local sin vasoconstrictor (Scandonest 3%, proveniente de Francia). Se aisló con dique de goma y se prepararon las cavidades de acceso, se irrigaron los conductos radiculares, esta vez, con 10 ml de NaOCl (Hipoclorito de sodio) al 2.6%, a su vez utilizaron una pasta tri antibiótica con metronidazol (tabletas de 500 mg [Flagyl 500 mg; Aventis, El Cairo, Egipto]), ciprofloxacina (tabletas de 250 mg [Ciprocín 250 mg; EPICO, El Cairo, Egipto]) y doxiciclina (cápsulas de 100 mg [Vibramycin; Pfizer, El Cairo, Egipto]). El contenido de la cápsula de doxiciclina se evacuó en un mortero estéril; una tableta de metronidazol y una tableta de ciprofloxacina fueron trituradas y molidas hasta obtener un polvo homogéneo en el mismo mortero. Se agregaron gotas de solución salina y se mezclaron con el mortero hasta obtener una pasta cremosa.

En el grupo 1. MTA, se mezcló y se insertó en el canal, con un portador de amalgama de tamaño adecuado y se empaquetó usando un tapón de tamaño adecuado que llenaba el tercio apical del canal (4-5 mm); el tapón MTA se verificó radiográficamente con la plataforma radiográfica estandarizada, se insertó una bolita de algodón húmedo en la entrada del conducto y luego se selló la cavidad de acceso, utilizando una restauración temporal. Después de una semana, el resto del canal se rellenó con gutapercha termoplastificada y se selló el acceso con resina compuesta adhesiva.

El grupo 2. REG, se utilizó una lima manual estéril tamaño 80, con trazos afilados en el tejido periapical 2 mm más allá del ápice hasta que el sangrado fue evidente, en la proporción cervical del canal. Se utilizó un tapón de MTA para sellar el orificio del canal cubierto con una bolita de algodón húmedo. Después de una semana se utilizó resina compuesta adhesiva

para sellar la cavidad de acceso.

El grupo 3. FGF con un hidrogel de gelatina que incorpora bFGF (kaken Pharmaceutical Co, Tokio, Japón) se utilizó para este grupo. La preparación del hidrogel consistió en mezclar 150 mg de bFGF con 300 ml de solución salina tamponada con fosfato para formar una suspensión. La suspensión se eliminó en una hoja de hidrogel de gelatina seca de 2 mg (Nitta Gelatin Co, Osaka, Japón). La mezcla se dejó durante 1 hora a 37°C. La inducción del sangrado se realizó como se describe en el grupo 2, y luego el hidrogel preparado se insertó en los canales con un obturador de tamaño adecuado. Se colocó MTA sobre el coágulo de sangre y se selló igual que en el grupo 2.

Los pacientes fueron evaluados a los 3, 6, 12 y 18 meses. El seguimiento incluyó la evaluación clínica del dolor e hinchazón y la evaluación radiográfica estandarizada que incluyó lo siguiente: 1. Aumento en la longitud de la raíz, 2. Un aumento en el grosor de la raíz, 3. Disminución del diámetro apical, 4. Un cambio de la densidad ósea periapical. La longitud de la raíz se midió como una línea recta desde la unión amelocementaria hasta el vértice radiográfico del diente en milímetros. Se midió la longitud previa y la de los controles a través del cálculo siguiente: porcentaje de aumento de longitud = $(\text{longitud postoperatoria} - \text{longitud preoperatoria}) / \text{longitud preoperatoria} \times 100$.

Los porcentajes de recuperación para los grupos MTA, REG y FGF fueron de 75%, 83% y 83% respectivamente. El examen clínico y radiográfico durante el periodo de seguimiento mostró signos y síntomas de falla en 3 de los 29 casos. Dos casos pertenecían al grupo FGF y un caso al grupo REG. Los tres casos fallidos, fueron reevaluados y el plan de tratamiento se cambió a apexificación del MTA. Las tasas de éxito de los grupos MTA, REG Y FGF fueron 100%, 90% y 80%, respectivamente. Es importante resaltar que, en cuanto a la evaluación de la longitud

radicular, en los grupos REG y FGF, no se mostró diferencia estadísticamente significativa, sino después de los 18 meses de seguimiento, en el grupo REG. Nagaty et al manifiestan que, en cuanto al grosor de la raíz, se mostraron diferencias significativas para los grupos REG y FGF hasta los 18 meses de control. En cuanto a la disminución del diámetro apical, El análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre los grupos REG y FGF a los 3, 6, 12 y 18 meses. Los autores resaltan que encontraron una mejoría significativa en la densidad ósea después de 12 meses de seguimiento en todos los grupos, demostrando así que, independientemente del protocolo a utilizar, el éxito del tratamiento depende de una adecuada desinfección del conducto y manejo de las células internas del mismo.

Varios protocolos de tratamiento endodóntico regenerativo se han asociado con resultados clínicos exitosos y actualmente no hay un solo protocolo recomendado. Las características comunes de los casos con resultados clínicos exitosos después de la regeneración pulpar son la edad del paciente, pulpa necrótica y ápices inmaduros, la mínima o no instrumentación de las paredes de dentina, la colocación de medicación intraconducto, generar un coagulo de sangre o proteína de andamio en el conducto y como última característica importante es mantener un sellado coronal efectivo⁷.

En cuanto al uso de la tomografía computarizada de haz cónico, un estudio realizado en Tailandia, por Linsuwanont et al²¹, menciona que la Asociación Americana de Endodoncistas y la Asociación Americana de Radiología Oral y Maxilofacial recomiendan el uso de la radiografía intraoral como la modalidad de imagen elegida, pero mencionan que el uso de la tomografía computarizada de haz cónico, debe ser considerada como un complemento de alta importancia en situaciones determinadas, como la

investigación de dientes con anatomía compleja o interpretación no concluyente de radiografías bidimensionales. Por lo que determina que el uso de la tomografía de haz cónico permitirá la realización de una investigación exhaustiva de la apariencia periapical, así como el desarrollo continuo del conducto radicular después de la revascularización.

Jiang et al¹⁶ en el 2017 Al final del tratamiento, todos los casos estaban asintomáticos con resolución completa de los signos y síntomas. Radiográficamente, se encontró que todos los dientes tenían raíces más largas. Cinco dientes en el grupo de control y 8 en el grupo experimental lograron un desarrollo radical completo. Además, el 91% (20/22) de los casos en el grupo de control y el 86% (18/21) en el grupo experimental mostraron un aumento del grosor de la pared de la dentina en el tercio apical de la raíz, el 55% (12/22) de los casos en el grupo de control y todos en el grupo experimental mostraron un aumento del grosor de la pared dentinaria en el tercio medio de la raíz, y el 91% (20/22) de los casos en el grupo de control y todos en el grupo experimental mostraron un estrechamiento del ancho del foramen apical.

CONCLUSIONES

El tratamiento más adecuado que permite la maduración radicular en dientes permanentes jóvenes inmaduros necróticos es la regeneración pulpar, no obstante, no existe un único protocolo de abordaje clínico, ya que varían mucho los elementos utilizados en cada uno de ellos, sin alterar significativamente el éxito del tratamiento.

Todos los estudios confirmaron mediante este procedimiento la conformación progresiva de tejidos duros perirradiculares sin conocer exactamente si se trata de dentina, cemento o tejidos óseos, por lo que es necesario realizar más estudios.

Se deben utilizar sustancias irrigadoras que tomen en cuenta la vitalidad de las células que aún se encuentran en los conductos ya que de ello dependerá el éxito del tratamiento como la concentración del NaOCl que en la mayoría de las investigaciones mencionan utilizarlo desde el 5% hasta el 1.5% para mejorar esa condición, así mismo la utilización en la cita final de EDTA al 17% previo a la obturación apical.

En el abordaje de tratamiento se menciona la utilización de materiales biocompatibles para el sellado apical, el más utilizado es el MTaya que proporciona excelentes resultados a nivel periapical, pero debe manipularse de forma cuidadosa para evitar causar pigmentaciones a nivel coronal.

Dentro del seguimiento generado en los pacientes deben considerarse apartados clínicos en los que se evidencie la disminución de la patología periapical, mediante procedimientos clínicos y de esta forma evitar complicaciones posteriores, así como idear desde el inicio, mediante un aditamento específico para cada paciente, la angulación de la toma radiográfica para observar la evolución del tratamiento.

Se recomienda utilizar el coágulo de sangre como andamio, y evitar la instrumentación manual, debido a su técnica sencilla, además porque su uso es eficiente, eficaz y de bajo costo, así mismo todos los estudios fomentan el seguimiento del paciente para evaluar mejorías. Este es un tema muy prometedor que continua en permanente actualización de los elementos más ideales a utilizar para generar un protocolo, sin embargo, se recomienda continuar y aumentar los estudios relacionados al tema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Neha K, Kansal R, Garg P, Joshi R, Garg D, Grover Hs. Management of immature

teeth by dentin-pulp regeneration: A recent approach. *Med Oral Patol Oral Cirugia Bucal*. 2011;e997-1004.

2. OMS. Salud bucodental [Internet]. 2018 [citado 4 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/oral-health>
3. Regenerative Endodontics Clinical Newsletter - AAE [Internet]. American Association of Endodontists. [citado 27 de junio de 2019]. Disponible en: <https://www.aae.org/specialty/newsletter/regenerative-endodontics/>
4. Latham J, Fong H, Jewett A, Johnson JD, Paranjpe A. Disinfection Efficacy of Current Regenerative Endodontic Protocols in Simulated Necrotic Immature Permanent Teeth. *J Endod*. agosto de 2016;42(8):1218-25.
5. González VM, Aispuro KCM, Lizardi EAA, Flores DS-H, Rodríguez RO. Revascularización en dientes permanentes con ápice inmaduro y necrosis pulpar: Revisión bibliográfica. *Rev ADM*. :5.
6. Law - 2013 - Considerations for Regeneration Procedures.pdf.
7. Law AS. Considerations for Regeneration Procedures. *J Endod*. marzo de 2013;39(3):S44-56.
8. Namour M, Theys S. Pulp Revascularization of Immature Permanent Teeth: A Review of the Literature and a Proposal of a New Clinical Protocol. *Sci World J*. 2014;2014:1-9.
9. Hargreaves KM, Diogenes A, Teixeira FB. Treatment Options: Biological Basis of Regenerative Endodontic Procedures. *J Endod*. marzo de 2013;39(3):S30-43.
10. Botero TM, Tang X, Gardner R, Hu

- JCC, Boynton JR, Holland GR. Clinical Evidence for Regenerative Endodontic Procedures: Immediate versus Delayed Induction? *J Endod.* septiembre de 2017;43(9 Suppl):S75-81.
11. Banchs F, Trope M. Revascularization of Immature Permanent Teeth With Apical Periodontitis: New Treatment Protocol? *J Endod.* abril de 2004;30(4):196-200.
12. Bonte E, Beslot A, Boukpepsi T, Lasfargues J-J. MTA versus Ca(OH)₂ in apexification of non-vital immature permanent teeth: a randomized clinical trial comparison. *Clin Oral Investig.* julio de 2015;19(6):1381-8.
13. Duggal M, Tong HJ, Al-Ansary M, Twati W, Day PF, Nazzal H. Interventions for the endodontic management of non-vital traumatised immature permanent anterior teeth in children and adolescents: a systematic review of the evidence and guidelines of the European Academy of Paediatric Dentistry. *Eur Arch Paediatr Dent.* junio de 2017;18(3):139-51.
14. Botero TM, Tang X, Gardner R, Hu JCC, Boynton JR, Holland GR. Clinical Evidence for Regenerative Endodontic Procedures: Immediate versus Delayed Induction? *J Endod.* septiembre de 2017;43(9):S75-81.
15. Arruda MEF, Neves MAS, Diogenes A, Mdala I, Guilherme BPS, Siqueira JF, et al. Infection Control in Teeth with Apical Periodontitis Using a Triple Antibiotic Solution or Calcium Hydroxide with Chlorhexidine: A Randomized Clinical Trial. *J Endod.* octubre de 2018;44(10):1474-9.
16. Jiang X, Liu H, Peng C. Clinical and Radiographic Assessment of the Efficacy of a Collagen Membrane in Regenerative Endodontics: A Randomized, Controlled Clinical Trial. *J Endod.* septiembre de 2017;43(9):1465-71.
17. Nagata JY, Figueiredo de Almeida Gomes BP, Rocha Lima TF, Murakami LS, de Faria DE, Campos GR, et al. Traumatized Immature Teeth Treated with 2 Protocols of Pulp Revascularization. *J Endod.* mayo de 2014;40(5):606-12.
18. Ulusoy AT, Turedi I, Cimen M, Cehreli ZC. Evaluation of Blood Clot, Platelet-rich Plasma, Platelet-rich Fibrin, and Platelet Pellet as Scaffolds in Regenerative Endodontic Treatment: A Prospective Randomized Trial. *J Endod.* mayo de 2019;45(5):560-6.
19. Carmen López, Asunción M, Beatriz S, Rosa Y-V. Revascularization in Immature Permanent Teeth with Necrotic Pulp and Apical Pathology: Case Series. *Case Rep Dent.* 2017;2017:1-8.
20. Nagy MM, Tawfik HE, Hashem AAR, Abu-Seida AM. Regenerative Potential of Immature Permanent Teeth with Necrotic Pulps after Different Regenerative Protocols. *J Endod.* febrero de 2014;40(2):192-8.
21. Linsuwanont P, Sinpitaksakul P, Lertsakchai T. Evaluation of root maturation after revitalization in immature permanent teeth with nonvital pulps by cone beam computed tomography and conventional radiographs. *Int Endod J.* septiembre de 2017;50(9):836-46.