

PROCEDIMIENTO ENDODÓNTICO REGENERATIVO EN UN PRIMER MOLAR

permanente inmaduro no vital:
reporte de caso

*Regenerative endodontic procedure in a non-vital
immature permanent first molar: case report*

POR

MARILIN **VELÁSQUEZ MELÉNDEZ**¹

CARLEIDYS **MAYORA BARRETO**¹

DIANA **DORTA TORTOLERO**²

¹ Residente de Postgrado de Endodoncia, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

² Postgrado de Endodoncia, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

Autor de correspondencia: Marilín Velásquez Meléndez, Postgrado de endodoncia Universidad de Carabobo. Venezuela.

jbgrb15@gmail.com

Resumen

El tratamiento endodóntico de los dientes permanentes inmaduros necróticos (DPIN) representa todo un reto para el clínico debido a que presentan raíces cortas, ápices abiertos y paredes delgadas dificultando el tratamiento endodóntico convencional y haciéndolos más propensos a la fractura. El procedimiento endodóntico regenerativo (PER) se considera actualmente el tratamiento de primera elección para estos casos, ya que permite la prevención o resolución de la periodontitis apical, el desarrollo radicular y la restitución de un tejido pulpar funcional o similar al mismo. El presente reporte describe el protocolo clínico llevado a cabo en un PER realizado en un primer molar inferior derecho inmaduro con absceso apical agudo asociado a caries dental en un paciente de 9 años que acudió al postgrado de Endodoncia. Luego de plantear las opciones de tratamientos indicados, se decidió realizar el PER siguiendo un protocolo clínico de revascularización cumpliendo con la ejecución de tres pasos determinantes: la desinfección del sistema de conductos, la provisión de un andamio que consistió en el coágulo sanguíneo y un sellado coronal hermético. A los 19 meses, se obtuvo respuesta positiva a la prueba de sensibilidad pulpar térmica al frío y se pudo evidenciar en imágenes radiográficas y tomográficas la resolución de la periodontitis apical, la completa maduración de la raíz y el engrosamiento de las paredes de los conductos radiculares. Este caso clínico y diferentes estudios demuestran que los PER funcionan y pueden ser predecibles en el tiempo, mejorando el pronóstico de los DPIN.

PALABRAS CLAVE: procedimiento endodóntico regenerativo, diente permanente inmaduro, revascularización.

Abstract

Endodontic treatment of necrotic immature permanent teeth (NIPT) represents a challenge for the clinician because they present short roots, open apices and thin walls, making conventional endodontic treatment difficult and making them more prone to fracture. The regenerative endodontic procedure (REP) is currently considered the treatment of first choice for these cases, since it allows the prevention or resolution of apical periodontitis, root development and restitution of functional pulp or pulp-like tissue. This report describes the clinical protocol carried out in REP formed on an immature lower right first molar with acute apical abscess associated with dental caries in a 9-year-old patient who attended the postgraduate course in dentistry. After considering the indicated treatment options, it was decided to perform the REP following a clinical protocol of revascularization with the execution of three decisive steps: disinfection of the canal system, the provision of a scaffold consisting of blood clot and a hermetic coronal sealing. At 19 months, a positive response to the cold pulp thermal sensitivity test was obtained and the resolution of the apical periodontitis, the complete maturation of the root and the thickening of the root canal walls could be evidenced in radiographic and tomographic images. This clinical case and different studies demonstrate that REPs work and they can be predictable over time, improving the prognosis of NIPT.

KEY WORDS: regenerative endodontic procedure, immature permanent tooth, revascularization.

Introducción

Los dientes permanentes inmaduros pueden verse afectados por caries o traumatismos que ocasionan daño en el órgano dentinopulpar, produciendo en muchos casos, necrosis pulpar e interrupción del desarrollo radicular, lo que se traduce en raíces cortas y paredes delgadas, haciéndolos más propensos a la fractura y dificultando el tratamiento endodóntico, convirtiendo estos casos en verdaderos desafíos clínicos para el profesional¹.

En esta situación clínica el procedimiento a realizar debe ser diferente a un tratamiento endodóntico convencional y se ha basado tradicionalmente en conceptos de apexificación, en donde se promueve la formación de una barrera física apical a través de la colocación repetida de hidróxido de calcio (Ca[OH]₂) como medicación intraconducto, o se crea artificialmente colocando un cemento de tipo biocerámico y/o hidráulico ocupando el tercio apical, para poder obturar posteriormente con un material de relleno como la gutapercha^{2,3}.

A pesar de que los resultados que ha proporcionado la apexificación han sido altamente predecibles y con una tasa alta de éxito (74% - 100%)^{4,5,6}, presenta una desventaja muy importante, ya que esta terapéutica no produce cambios en la estructura del diente tratado, es decir, su longitud radicular y el grosor de las paredes dentinarias permanecen iguales, tampoco se recupera la vitalidad del tejido perdido ni se promueve la maduración radicular, por lo que fue necesario introducir en el área de endodoncia un tratamiento dirigido hacia la regeneración, cuya terminología ha sido discutida ampliamente en el tiempo, sugiriéndose términos como revascularización y revitalización, ya que los tejidos vitales regenerados en el espacio del conducto radicular, están conformados no solo por vasos sanguíneos sino también por tejidos duros y blandos, o endodoncia regenerativa, ya que una mayor maduración radicular implica que dicho procedimiento logra restituir el complejo dentinopulpar^{7,8}.

Los procedimientos endodónticos regenerativos (PER) se fundamentan en la triada de la ingeniería de tejidos, que comprende el uso de células madre/progenitoras (células indiferenciadas presentes en el muñón pulpar y tejidos periapicales capaces de originar distintas líneas celulares), andamios conductores tridimensionales (simulan la matriz extracelular y crean el soporte físico para las células) y señales morfogenéticas o factores de crecimiento (moléculas bioactivas necesarias para la estimulación, proliferación y diferenciación celular)^{1,7,9-12}.

Los PER tienen un objetivo principal que abarca la prevención o resolución de la periodontitis apical, así como la eliminación de los signos y síntomas clínicos; un objetivo secundario que incluye el engrosamiento de las paredes del conducto radicular, el crecimiento y el cierre apical; y un objetivo terciario reflejado por una respuesta positiva a las pruebas de sensibilidad. El objetivo más ambicioso de la endodoncia regenerativa es la restitución de una pulpa dental funcional confirmada histológicamente^{10,11}.

Existe la hipótesis de que los restos celulares de Malassez al encontrarse en proximidad con el suministro de sangre periodontal se hacen resistentes a las infecciones periapicales, de allí que sus redes de señalización son capaces de estimular varias células madre como aquellas de la papila apical, ligamento periodontal, médula ósea y pulpaes multipotentes, para que éstas, a su vez, se diferencien en células productoras de dentina similares a los odontoblastos y contribuyan en la madurogénesis, proceso biológico que también involucra la aposición de tejido calcificado en el ápice radicular y en las paredes dentinarias laterales mediado por la estimulación de cementoblastos en el periapice^{13,14}.

Para que estos objetivos sean logrados se deben tener en cuenta tres principios clínicos importantes: la desinfección del sistema de conductos radiculares, la provisión de un andamio tridimensional apropiado para el desarrollo de nuevos tejidos y un sellado coronal hermético que impida la reinfección bacteriana^{2,8,14-16}.

El presente reporte de caso tiene como objetivo describir el protocolo clínico llevado a cabo en un procedimiento endodóntico regenerativo realizado en un primer molar inferior derecho inmaduro no vital.

Presentación del caso

Paciente masculino de 9 años de edad que acude a consulta en el área de postgrado de endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo (FOUC), refiriendo inflamación y dolor desde hace 1 día en zona molar inferior derecha, caracterizado por ser moderado, pulsátil, intermitente, espontáneo y localizado, exacerbado con la masticación y atenuado con analgésico; adicionalmente, su representante indicó que acudió a consulta odontológica hace 2 semanas por presentar sintomatología similar, por lo que le iniciaron terapia endodóntica en molar de dicha zona y le prescribieron medicación con antibiótico (amoxicilina con ácido clavulánico 500 mg/125 mg) por 7 días.

A la exploración clínica se evidenció inflamación extrabucal en área facial derecha, localizada a nivel submandibular y unidad dentaria (UD) # 46 con presencia de cemento provisional de óxido de zinc/eugenol, caries remanente y cambio de coloración. Se realizaron pruebas de percusión, tanto lateral como vertical y de dígito presión sobre apical, a las cuales respondió positivo, así como prueba de sensibilidad pulpar térmica al frío con Endo Ice (Hygienic® Coltene/Whaledent), a la cual no manifestó respuesta. A la evaluación de los tejidos periodontales, no se observó movilidad dentaria y el sondaje periodontal se encontró dentro de los parámetros normales. En cuanto a la evaluación radiográfica, se observa imagen radiopaca (IRO) a nivel de la corona dentaria, compatible con material de obturación que se comunica con

una cámara pulpar normal, se evidencian conductos radiculares mesiales y distal amplios, ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal, ápices inmaduros e imágenes radiolúcidas (IRL) periapicales difusas (FIGURA 1).

Posterior a la valoración del caso, se estableció como impresión diagnóstica, terapia previamente iniciada/absceso apical agudo, según la clasificación de la Asociación Americana de Endodoncia (AAE); además, se explicaron detalladamente las opciones de tratamientos indicados en estos casos tanto a la representante legal como al paciente, y previo consentimiento informado por parte de los mismos, junto con la aprobación del Comité de Bioética y Bioseguridad de la FOUC, se decidió realizar procedimiento endodóntico regenerativo. Se indicó retomar la antibioticoterapia por 5 días adicionales.

FIGURA 1. Radiografía inicial UD# 46.



Primera cita

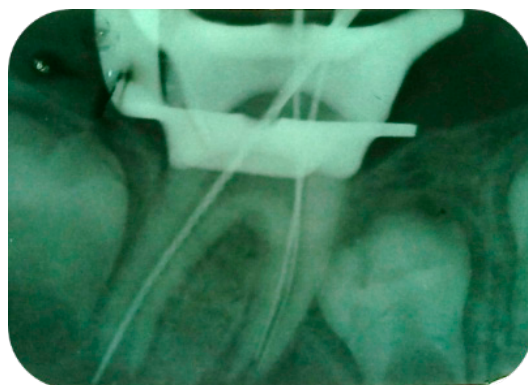
Se procedió a anestésiar al paciente realizando técnica interpapilar con $\frac{1}{2}$ cartucho de lidocaína al 2% con epinefrina 1:80.000 (New Stetic®), a colocar el aislamiento absoluto, realizar la remoción del cemento de obturación provisional, así como de la caries dental remanente y a rectificar el acceso cameral. Se localizaron y neutralizaron los conductos radiculares bajo irrigación con 20 ml de hipoclorito de sodio (NaOCl, Secure®) al 1,5% por conducto, se permeabilizaron los mismos con lima K #15 (Dentsply Sirona Endodontics) hasta una longitud presuntiva de 18 mm, se secaron con conos de papel estériles (Meta Biomed®), se colocó medicación intraconducto con pasta a base de Ca(OH)_2 en polvo (EZ®) mezclado con vehículo de solución fisiológica, se colocó torunda de algodón estéril seca en cámara pulpar y se selló la corona provisionalmente con cemento de óxido de zinc/eugenol (Secure®).

Segunda cita

Luego de 7 días, aun persistían síntomas leves e inflamación. Se colocó nuevamente anestesia interpapilar con $\frac{1}{2}$ cartucho de lidocaína al 2% con epinefrina 1:80.000 y aislamiento absoluto, se realizó remoción del cemento provisional, así como remoción de la medicación intraconducto y permeabilización con lima K #15 bajo irrigación con NaOCl al 1,5%, se determinó

radiográficamente una conductometría presuntiva de 18 mm para el conducto distal y 19 mm para los conductos mesiales (FIGURA 2), se realizó leve instrumentación de los conductos mesiales bajo técnica convencional con limas K #15-25 (Dentsply® Sirona Endodontics). Finalmente, se irrigó con 15 ml de NaOCl al 1,5% cada conducto, activado ultrasónicamente en 3 ciclos de 20 segundos, se secaron con conos de papel estériles y se colocó nuevamente medicación intraconducto con pasta de Ca (OH)₂ en polvo mezclado con solución fisiológica, torunda de algodón estéril y cemento de óxido de zinc/eugenol como material de restauración provisional.

FIGURA 2. Radiografía de conductometría UD# 46.



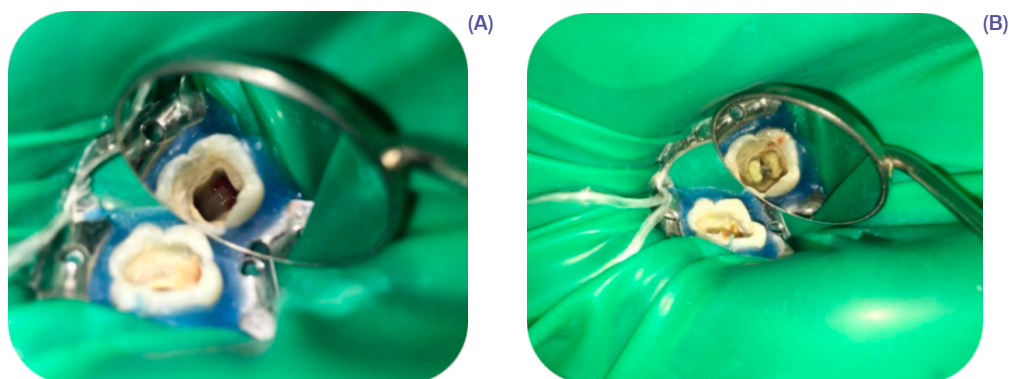
Tercera cita

A los 7 días el paciente regresó asintomático. Se colocó anestesia interpapilar con ½ cartucho de mepivacaína al 3% (DFL) y aislamiento absoluto, se removió el cemento provisional, así como la medicación intraconducto bajo irrigación con NaOCl al 1,5% y limas K, se realizó una irrigación final con 5 ml por conducto de NaOCl al 1,5% y 20 ml de EDTA al 17% (Secure®), se secaron con conos de papel estériles luego de cada irrigante, para posteriormente, inducir el sangrado en los tejidos periapicales con lima K #15 precurvada a una longitud de 22 mm, el cual llenó los conductos radiculares hasta el tercio cervical y formó el coágulo sanguíneo que representa en este caso el andamio natural para el proceso regenerativo. Luego, se colocó un recorte de esponja hemostática (Hemospon® Maquira) como barrera reabsorbible en el conducto distal, agregado de trióxido mineral (MTA blanco, Angelus®) en tercios cervicales de los tres conductos radiculares como barrera cervical, así como una torunda de algodón estéril húmeda en contacto con el MTA. Por último, se selló la corona provisionalmente con ionómero de vidrio tipo II (Prime Dental®) y cemento de óxido de zinc/eugenol.

Cuarta cita

A los 15 días se tuvo que remover el MTA por falta de fraguado del mismo y repetir el procedimiento de revascularización (FIGURA 3 A y B).

FIGURA 3. Procedimiento de revascularización. Coágulo sanguíneo (A) y barrera cervical con MTA (B).



Quinta cita

Previo aislamiento absoluto, se removió el cemento provisional, se verificó el correcto fraguado del cemento MTA y se procedió a colocar una base de ionómero de vidrio, para finalmente, restaurar la unidad dentaria con resina compuesta (Brilliant[®]NG, Coltene/whaledent) bajo técnica directa (FIGURA 4). Se tomó radiografía final (FIGURA 5) y se indicó a futuro la rehabilitación definitiva con incrustación.

FIGURA 4. Restauración directa de resina compuesta.

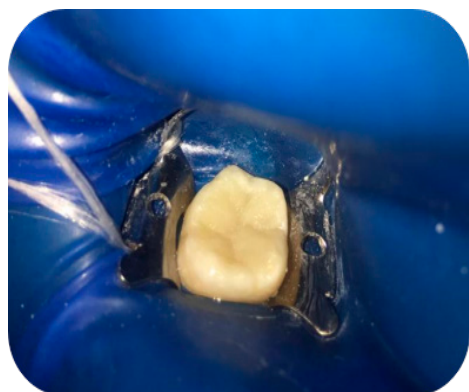
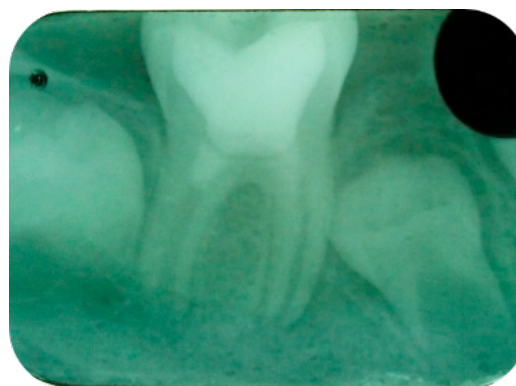


FIGURA 5. Radiografía final UD# 46.



Sexta cita

A los 3 meses se realizó el primer control. A la evaluación clínica, no se observaron signos de patología periapical, se realizaron pruebas de percusión (lateral y vertical), de dígito presión sobre apical y de sensibilidad pulpar térmica al frío, las cuales resultaron negativas; y en cuanto al sondaje periodontal, éste se encontró dentro de los parámetros normales. A la evaluación radiográfica (FIGURA 6), se evidencia ausencia de dentinarias de los conductos radiculares principalmente en tercio apical, así como disminución de la luz de los conductos en sentido mesio-distal y ligera radiopacidad difusa en el conducto distal.

FIGURA 6. Primer control radiográfico (3 meses).



Séptima cita

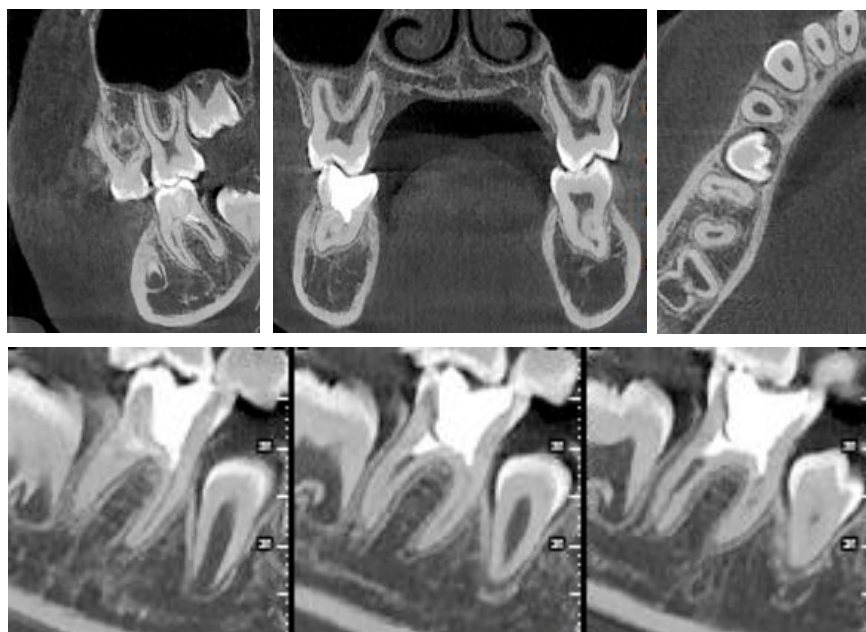
A los 19 meses se realizó el segundo control, el paciente continuó asintomático. A la evaluación clínica, se observó ligera fractura de la restauración de resina, no se evidenciaron signos de patología periapical, se realizaron pruebas de percusión (lateral y vertical) así como de dígito presión sobre apical, las cuales resultaron negativas y de sensibilidad pulpar térmica al frío, dando en esta ocasión una respuesta ligeramente positiva. En cuanto al sondaje periodontal, éste se encontró dentro de los parámetros normales. A la evaluación radiográfica (**FIGURA 7**), se observa crecimiento y cierre apical en ambas raíces, continuidad de la lámina dura, mayor engrosamiento de las paredes dentinarias de los conductos radiculares, disminución de la luz de los conductos en sentido mesio-distal y ligera radiopacidad difusa en el interior de los mismos.

A la evaluación de Tomografía Computarizada Cone Beam (CBCT: campo de visión 8x8), a través de los cortes coronales, axiales y sagitales de la UD# 46 se puede evidenciar en sentido corono-apical: imagen hiperdensa coronaria compatible con material restaurador; imagen hiperdensa cervical compatible con el material utilizado como barrera cervical (MTA); en el tercio apical radicular se evidencia convergencia de las paredes dentinarias alrededor del conducto compatible con cierre apical (**FIGURA 8**).

FIGURA 7. Segundo control radiográfico (19 meses).



FIGURA 8. CBCT (19 meses).



Discusión

Los dientes permanentes necróticos con ápices inmaduros continúan siendo uno de los más grandes desafíos en la práctica endodóntica. Se han realizado estudios que han comparado los resultados entre los PER y la apexificación, refiriendo que ambos tratamientos responden favorablemente en la eliminación de los signos y síntomas, pero en el caso de los primeros se muestra un mejor resultado con respecto al aumento del grosor y la longitud de la raíz^{6,17} lo que supone un refuerzo radicular que va a mejorar el pronóstico del órgano dental ante posibles fracturas.

Desde el punto de vista biológico, es mejor rellenar el espacio del sistema de conducto radicular ya desinfectado, con tejidos vitales propios del huésped que con materiales inertes que imposibilitan la promoción de la vitalidad del órgano dentino-pulpar¹¹. De allí que la elección del tratamiento del presente caso se basa tanto en las condiciones clínicas y radiográficas de la unidad dentaria afectada, como en las evidentes ventajas de los PER, con el propósito de estimular la regeneración fundamentada en la ingeniería de tejidos. No obstante, existen autores que señalan que es más probable que el tejido formado a través de estos procedimientos, sea uno similar al hueso combinado con tejido conectivo; pese a ello, Jung *et al.*¹⁸ refieren que la regeneración puede ofrecer ventajas biológicas como la homeostasis dental, un sistema de defensa inmunológico mejorado y un complejo dentino-pulpar funcional. En todos los estudios con animales, los tejidos formados en los espacios del conducto después de los PER de dientes inmaduros se describen como tejido similar al ligamento periodontal y tejido mineralizado similar al cemento o al hueso, siendo comparables con los resultados de dos estudios en donde eva-

luaron histológicamente espacios de conductos de dos dientes humanos que recibieron este tipo de tratamiento^{19,20}. A pesar de la poca evidencia sobre la naturaleza real de los tejidos creados por estos procedimientos en los dientes humanos y si constituyen una reparación o una verdadera regeneración, Digka *et al.*²¹ en una revisión sistemática, evaluaron 12 estudios que reportan los hallazgos histológicos de 14 dientes humanos extraídos tratados previamente mediante PER, los cuales revelaron la presencia de tejidos blandos y duros neoformados. Con relación al tejido blando, éste se caracterizó por ser tejido conectivo fibroso con fibroblastos en forma de huso, células mesenquimales y vasos sanguíneos en todos los dientes, el cual parecía ser una extensión del tejido periapical y del ligamento periodontal en algunos casos. También se observó inflamación del tejido con presencia de leucocitos polinucleares en cuatro casos y microorganismos en uno. Las neuronas y los haces de nervios fueron evidentes en tres dientes. En la mayoría de los casos no se observaron odontoblastos ni células similares a odontoblastos que recubren el tejido mineralizado recién formado, solo fueron evidentes en tres dientes; la ausencia de estas células conduce a la caracterización de la reparación en lugar de la regeneración. También se observaron calcificaciones distróficas en el interior del espacio del conducto con forma de islotes mineralizados. En cuanto a los tejidos duros, se observó deposición de tejido similar al cemento celular o acelular en la pared del conducto radicular en la mayoría de los dientes y estaba claramente delimitado de las paredes dentinarias preexistentes por la ausencia de túbulos dentinarios. Además, fue responsable del alargamiento radicular y del engrosamiento de la pared. También se observó tejido similar al hueso en algunos casos y sólo se evidenció tejido similar a la dentina con túbulos dentinarios en dos dientes, el cual fue más notable en el área apical. Aunque las fibras nerviosas no se detecten inmunohistoquímicamente en algunos casos, no significa que no estén presentes, ya que pueden observarse tejido conectivo vital y vasos sanguíneos. Esto se debe a que los nervios juegan un papel importante en el mantenimiento de la vitalidad de los tejidos, como el control del flujo sanguíneo, la respuesta a las lesiones y la regulación del sistema inmunológico^{19,21}.

El PER supone una opción más conservadora, especialmente en dientes con ápices inmaduros. A pesar de las numerosas publicaciones, aún no existe un consenso con relación al procedimiento clínico, sin embargo, se pueden tomar en cuenta diferentes aspectos para su ejecución. La instrumentación debe ser mínima, ya que una preparación excesiva de las paredes del conducto podría comprometer la integridad de la estructura radicular. De esta manera, el abordaje en estos casos se fundamenta principalmente en el control microbiano mediante un adecuado protocolo de irrigación^{18,22}.

Basrani²⁴ en sus investigaciones ha demostrado que la solución irrigadora más utilizada en endodoncia es el hipoclorito de sodio (NaOCl). Sin embargo, no hay un acuerdo sobre si debe utilizarse la concentración máxima de NaOCl, por eso su concentración debe ser adecuada para lograr la desinfección y a la vez, minimizar los riesgos sobre la supervivencia y proliferación celular. La AAE sugiere utilizar concentraciones de NaOCl de hasta 1,5%, así como el uso de EDTA al 17% como irrigación final; en vista que, se ha encontrado que el ácido etilendiaminotetraacético favorece la liberación de factores de crecimiento incluidos en la dentina que son capaces de mediar en la quimiotaxis y diferenciación de las células madre, angiogénesis y neurogénesis^{15,16,23,24}.

Por otro lado, Fachin *et al.*²⁵ mencionan que en los PER se sugiere la medicación intraconducto a base de pastas poliantibióticas y del Ca (OH)₂ con el propósito de profundizar la desinfección; aunque existe controversia en cuanto al efecto que pueden generar dichos medicamentos en la viabilidad celular. Para la elección de la medicación se debe tomar en cuenta las concentraciones, de manera que sean aptas para suministrar una medicación efectiva, que reduzca al mínimo los riesgos de daño celular, y así promueva un microambiente propicio para las células mesenquimales de la papila apical (SCAP).

Actualmente, las investigaciones concuerdan con Mendez *et al.*¹ quienes mencionaron el uso de hidróxido de calcio como medicamento de elección en cualquier alternativa de tratamiento, por ser un agente antibacteriano que surte efecto a concentraciones que no inducen citotoxicidad de las células madre, además es fácilmente disponible y controlable. Por tal motivo, fue el medicamento utilizado en este caso.

Con respecto al andamio, no existen acuerdos acerca de cuál es el más apropiado. En este caso se utilizó el coágulo sanguíneo, fundamentado en el hecho de que la inducción del sangrado a nivel de los tejidos periapicales, promueve la liberación de células madre mesenquimatosas indiferenciadas en su paso hacia el conducto radicular, mientras que, la red de fibrina encargada de la formación y estabilización de dicho coágulo, actúa no solo de soporte para una organización adecuada de éstas células, sino que, al ser un biopolímero que contiene en su estructura factores de crecimiento, interviene en el proceso de estimulación, proliferación y diferenciación de las mismas en células similares a los odontoblastos^{1,16,26}.

No obstante, autores como Camargo *et al.*²⁷ mencionan que el uso de un andamio o soporte tridimensional como el colágeno tipo I y/o el PRP, aumenta las posibilidades de éxito de los PER, y son de vital relevancia en aquellos casos en los que no se deba inducir un sangrado al interior del conducto. Por otro lado, Fernández *et al.*²⁸ en su estudio Nuevas tendencias de andamios en los procedimientos regenerativos concluyen que “los concentrados plaque-

tarios de segunda generación, más recientes y optimizados (L-PRF y A-PRF) son las matrices que liberan mayor cantidad de plaquetas y factores de crecimiento, son de fácil preparación, presentan un mejor comportamiento del linaje fagocítico, disminuyen edema y dolor postoperatorio”.

En cuanto al sellado coronal, entre los materiales más utilizados para tal fin, por presentar propiedades ideales de biocompatibilidad, bioactividad y antibacterianas, se encuentran los cementos biocerámicos y/o hidráulicos como el MTA, el Biodentine y el Endosequence. Estos biomateriales no reabsorbibles a base de silicato de calcio inducen la mineralización al liberar iones OH⁻ y Ca²⁺ para formar una unión mineral al sustrato de la dentina, y en contacto con las células madre mesenquimatosas indiferenciadas promueven su proliferación, diferenciación odontogénica/osteogénica y a partir de allí, la creación de un sellado coronal biológico que aumenta a su vez la resistencia a la fractura y la supervivencia del diente a largo plazo^{13,29}. En este caso se utilizó MTA, considerado junto al Biodentine, los cementos hidráulicos de referencia predominantes por sus resultados en los PER según estudios realizados por Sanz *et al.*³⁰. Sin embargo, en casos de alto compromiso estético, Peñaloza *et al.*³¹ refieren que el Biodentine sería la mejor elección por no generar decoloración y tener un tiempo de fraguado más corto.

El resultado exitoso de los PER depende fundamentalmente de la desinfección, la colocación de una matriz para el crecimiento de tejido (andamio) y de un cemento hidráulico que genere un sellado coronal adecuado. En este sentido, lo ideal es que existan protocolos de desinfección predecibles, así como materiales de sellado que no produzcan decoloración y sean de fácil manipulación; no obstante, existen distintas maneras de realizar estos procedimientos, lo cual dependerá del juicio del clínico y de las condiciones particulares del paciente³². Incluso, existen reportes de casos realizados en una cita, utilizando hipoclorito de sodio como único desinfectante, que han respondido favorablemente tanto en la eliminación de los signos y síntomas como en el cierre y desarrollo radicular³³.

En este caso, a pesar que fue necesario repetir el procedimiento de revascularización, debido a una falta de gelificado del MTA, desde la primera cita control se evidenciaron cambios radiográficos de reparación apical y la ausencia de los signos y síntomas clínicos, lográndose con ello el principal objetivo de los PER. Luego de un año y siete meses, en el segundo control, aunque se observó fractura de la restauración de resina, la unidad dentaria respondió de manera positiva a la prueba de sensibilidad pulpar térmica al frío, y se pudo notar adicionalmente, tanto en imágenes 2D como en 3D, la completa maduración de la raíz y el engrosamiento de las paredes de los conductos radiculares, cumpliéndose de esta manera con los objetivos secundario y terciario de estos procedimientos.

Conclusiones

Los PER en los dientes permanentes inmaduros necróticos, han demostrado a través de diferentes estudios que funcionan y que pueden ser predecibles en el tiempo; el éxito va a depender de 3 pilares fundamentales: mantener un alto grado de desinfección y bioseguridad, elegir adecuadamente el andamio y por último conocer el manejo de los diferentes cementos hidráulicos, con el fin de seleccionar el más indicado que permita lograr un buen sellado sin comprometer la estética. Es necesario que los especialistas se mantengan actualizados sobre los avances que sean reportados; constantemente se generan cambios y se debe ir evolucionando. Se sugiere que estos procedimientos sean realizados, tanto por endodoncistas como por odontopediatras.

Referencias

1. Méndez GV, Madrid AKC, Amador LEA, Silva-Herzog FD, Oliva RR. Revascularización en dientes permanentes con ápice inmaduro y necrosis pulpar: Revisión bibliográfica. *Rev ADM*. 2014; 71(3): 110-114.
2. Orti V, Collart-Dutilleul P-Y, Pigionico S, Pall O, Cuisinier F, Panayotov I. Pulp Regeneration Concepts for Nonvital Teeth: From Tissue Engineering to Clinical Approaches. *Tissue Engineering Part B: Reviews*. 2018; 24(6): 419-442
3. Thakur L, Goel M, Sachdeva G, Katoch K. Regenerative Endodontics: A Comprehensive Review. *EC Dent Sci*. 2016; 3(4): 556-567.
4. Boufdil H, Mtalsi M, El Arabi S, Bousfiha B. Apexification with Calcium Hydroxide vs. Revascularization. *Case Rep Dent*. 2020; 2020: 1-6.
5. Rokaya E, Abdel HE. Evaluation of one-visit apexification with MTA apical plug versus traditional Calcium hydroxide apexification with the help of Platelet Rich Fibrin apical matrix. *Egypt Dent J*. 2019; 65(1): 681-690.
6. Lin J, Zeng Q, Wei X, Zhao W, Cui M, Gu J, et al. Regenerative Endodontics Versus Apexification in Immature Permanent Teeth with Apical Periodontitis: A Prospective Randomized Controlled Study. *J Endod*. 2017; 43(11): 1821-1827.
7. Kim SG, Malek M, Sigurdsson A, Lin LM, Kahler B. Regenerative endodontics: a comprehensive review. *Int Endod*. 2018; 51: 1367-1388
8. Lin LM, Kahler B. A review of regenerative endodontics: current protocols and future directions. *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2017; 51(3 Suppl 1): S41-S51.
9. Botero TM, Nör JE Chapter 33 - Tissue Engineering Strategies for Endodontic Regeneration, Editor(s): Ajaykumar Vishwakarma, Paul Sharpe, Songtao Shi, Murugan Ramalingam, Stem Cell Biology and Tissue Engineering in Dental Sciences, Academic Press. 2015: pp. 419-430.
10. Sreedev CP, Karthick K, Mathew S, Raju I. Regenerative endodontics: An overview. *J Indian Acad Dent Spec Res*. 2017; 4(1): 18-22.
11. Saoud T, Ricucci D, Lin L, Gaengler P. Regeneration and Repair in Endodontics—A Special Issue of the Regenerative Endodontics—A New Era in Clinical Endodontics. *Dent J*. 2016; 4(1): 3. <https://doi.org/10.3390/dj4010003>
12. Demarco GT, Kirschnick LB, Watson LB, Muniz CMC, Demarco FF, Chisini LA. What is the clinical applicability of regenerative therapies in dentistry? *Rev Gaúch Odontol*. 2017; 65(4): 359-367.
13. Narang I, Mittal N, Mishra N. A comparative evaluation of the blood clot, platelet-rich plasma, and platelet-rich fibrin in regeneration of necrotic immature permanent teeth: A clinical study. *Contemp Clin Dent*. 2015; 6(1): 63-68.
14. Bezgin T, Sönmez H. Review of current concepts of revascularization/revitalization. *Dent Traumatol*. 2015; 31(4): 267-273.

15. 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.* 2016; 42(8): 1218-1225.
16. Diogenes A, Ruparel NB. Regenerative Endodontic Procedures: Clinical Outcomes. *Dent Clin N Am.* 2017; 61(1): 111-125.
17. Alghamdi F, Alqurashi, A E. Regenerative Endodontic Therapy in the Management of Immature Necrotic Permanent Dentition: A Systematic Review. *The Scientific World Journal.* 2020, 1-14.
18. Jung C, Kim S, Sun T, Cho Y-B, Song M. Pulp-dentin regeneration: current approaches and challenges. *J Tissue Eng.* 2019; 10: 1-13
19. Shimizu E, Ricucci D, Albert J, Alobaid AS, Gibbs JL, Huang GT et al. Clinical, radiographic, and histological observation of a human immature permanent tooth with chronic apical abscess after revitalization treatment. *J Endod.* 2013; 39(8): 1078-1083.
20. Becerra P, Ricucci D, Loghin S, Gibbs JL, Lin LM. Histologic study of a human immature permanent premolar with chronic apical abscess after revascularization/revitalization. *J Endod.* 2014; 40(1): 133-139.
21. Digka A, Sakka D, Lyroudia K. Histological assessment of human regenerative endodontic procedures (REP) of immature permanent teeth with necrotic pulp/apical periodontitis: A systematic review. *Aust Endod J.* 2020; 46(1): 140-153.
22. Blázquez, P, Riobos M F. Técnica de revascularización en odontopediatría paso a paso. A propósito de un caso. *Revista de Odontopediatría Latinoamericana.* 2019; 9(2): 140-150.
23. McCabe, P. Revascularization of an immature tooth with apical periodontitis using a single visit protocol: a case report. *Int Endod J.* 2015; 48(5): 484-97.
24. Basrani B. Endodontic irrigation. *Endodontic Irrigation Chemical Disinfection of the Root Canal System.* Canada: Springer; 2015.
25. Facchin C, D'Anselmo G, Jiménez L. Procedimiento endodóntico regenerativo en diente permanente no vital con ápice inmaduro. Reporte de caso. *Odous Científica.* 2018; 19(1): 30-41.
26. Chisini LA, Grazioli G, Francia A, San MAS, Demarco FF, Muniz CMC. Revascularization versus apical barrier technique with mineral trioxide aggregate plug: A systematic review. *Giornale Italiano Di Endodonzia.* 2018; 32(1): 9-16.
27. Camargo P, Sossa H. Revascularización pulpar mediante la utilización de plasma rico en plaquetas autólogo o en combinación con una matriz colágena, como posibilidades terapéuticas para dientes con ápice abierto, pulpa necrótica y/o patología periapical: revisión narrativa de la literatura. *Acta Odontológica Colombiana.* 2014; 4(1): 113-129.
28. Fernández D, Jiménez L. Nuevas tendencias de andamios en los procedimientos regenerativos endodónticos. Revisión bibliográfica. *Odous Científica.* 2021; 22(1): 65-79
29. Sanz JL, Forner L, Almudéver A, Guerrero-Gironés J, Llena C. Viability and Stimulation of Human Stem Cells from the Apical Papilla (hSCAPs) Induced by Silicate-Based Materials for Their Potential Use in Regenerative Endodontics: A Systematic Review. *Materials (Basel).* 2020; 13(4): 974.
30. Sanz JL, Rodríguez-Lozano FJ, Llena C, Sauro S, Forner L. Bioactivity of Bioceramic Materials Used in the Dentin-Pulp Complex Therapy: A Systematic Review. *Materials (Basel).* 2019; 12(7): 1015.
31. Peñaloza-De La Torre U, Calizaya-Laquise N., N. Actualidad de los cementos reparadores endodónticos: MTA y biodentine. *Revista Odontológica Basadrina.* 2020; 4(2): 57-62.
32. Staffoli S, Plotino G, Nunez Torrijos BG, Grande NM, Bossù M, Gambarini G, et al. Regenerative Endodontic Procedures Using Contemporary Endodontic Materials. *Materials (Basel).* 2019; 12(6): 908.
33. Lin L, Kim S, Martin G, Kahler B. Continued root maturation despite persistent apical periodontitis of immature permanent teeth after failed regenerative endodontic therapy. *Aust Endod J.* 2018; 44(3): 292-299.