

Tratamiento endodóntico regenerativo de un incisivo central permanente: a propósito de un caso

C. BARRIALES ROMANÍ¹, C. PALMA PORTARO²

¹Universidad Internacional de Catalunya. ²Departamento de Odontopediatría. Universidad de Barcelona

RESUMEN

Introducción: La endodoncia regenerativa es un procedimiento que puede reactivar el desarrollo de una pulpa necrótica, permitiendo la completa formación radicular del diente inmaduro. Sin embargo, a la fecha no está claro cuál procedimiento de regeneración es el más efectivo.

Caso clínico: Se realizó la regeneración endodóntica de un incisivo superior permanente con ápice inmaduro y pulpa necrótica en un niño de 8 años de edad con antecedentes de traumatismo dental. El tratamiento se hizo en una sola visita: se irrigó el conducto con hipoclorito de sodio al 5,25 %, se provocó el sangrado a nivel apical y se colocó MTA a nivel de la unión amelecomentaria. Se ha seguido la evolución del caso por dos años con resultados satisfactorios.

Discusión: Este caso clínico sugiere que una regeneración endodóntica en una sola visita sin el uso de la pasta triantibiótica o el hidróxido de calcio puede preservar la vitalidad de las células madre y crear un medio adecuado para la regeneración, con el resultado de una maduración radicular completa.

PALABRAS CLAVE: Células madre de la papila apical. Ápice inmaduro. Regeneración pulpar.

SUMMARY

Background: Endodontic regeneration procedures have the potential to heal a partially necrotic pulp, which can be beneficial for the continued root development of immature teeth. However, it is not clear which regeneration protocols are the most effective.

Case report: This case report details the outcome of a successful regeneration procedure on a permanent central incisor in an 8 year-old patient with a history of dental traumatism. The tooth was treated in a single visit. The canal was irrigated with 5,25 % Na OCl, apical bleeding was induced and a MTA layer was placed around the cement-enamel junction. The case has been monitored for two years with satisfying results.

Discussion: This case report suggests that conservative regeneration treatment can preserve the vitality of the dental pulp stem cells and create a suitable environment for pulp regeneration, leading to full root maturity.

KEY WORDS: Stem cells of the apical papilla. Immature apex. Pulp regeneration.

INTRODUCCIÓN

Un tope apical y una estructura radicular en buenas condiciones son características que no suelen encontrarse en un diente necrótico inmaduro; estos dientes suelen ser cortos y con ápices abiertos. En estos casos, el pronóstico a mediano y largo plazo se complica debido a las débiles paredes dentinarias y a la ausencia de límite para la obturación (1).

Durante años, la apicoformación con hidróxido de calcio ha sido el tratamiento de elección para tratar

estos casos (2). Sin embargo, este procedimiento presenta múltiples limitaciones (3): el hidróxido de calcio puede alterar las propiedades mecánicas de la dentina y debilitar el diente (4); la raíz no continúa su desarrollo (5); las múltiples visitas aumentan el riesgo de contaminación (4); y la evidente dificultad clínica de obtener un tope apical predecible (6,7). Recientemente, la apicoformación se ha modificado con la introducción de una barrera apical de agregado de trióxido mineral (MTA) (8,9). Con este procedimiento, el periodo de tratamiento se acorta y se obtiene la cicatrización de los tejidos periapicales (8-10), sin embargo, su principal desventaja es que tampoco estimula el desarrollo radicular.

Hace más de 10 años Iwaya y cols. (11) demostraron que se podía completar el desarrollo radicular de dientes

inmaduros (con ápice abierto) si se lograba la desinfección del conducto radicular. Posteriormente, Banchs y cols. (3) propusieron un protocolo denominado “revascularización” para tratar dientes inmaduros con periodontitis apical.

El primer paso de esta técnica es la desinfección con hipoclorito de sodio (NaOCl) y posteriormente la colocación de una “pasta triantibiótica” intraconducto, a base de ciprofloxacino, metronidazol y minociclina (12,13). Una vez lograda la desinfección, se remueve la pasta antibiótica y se estimula el sangrado dentro del conducto para lograr un coágulo, sobre el que se coloca directamente MTA para sellar la entrada y una restauración convencional. Desde la descripción de la técnica de revascularización se han publicado muchos estudios y casos clínicos que han demostrado su potencial regenerativo (13-20). Todos los casos demuestran que los dientes aumentan su longitud, engrosan las paredes dentinarias, cierran sus ápices y continúan con el crecimiento radicular que había sido interrumpido (3,11,14-16,21).

Una de las principales ventajas sobre las técnicas de apicoformación mencionadas es que la regeneración restablece la vitalidad del diente y promueve el crecimiento radicular, lo cual disminuye la posibilidad de fractura dental (22,23). El término “revascularización” implica el restablecimiento del aporte sanguíneo, mientras que el término “regeneración” representa el crecimiento de un órgano o tejido que ha sido destruido con la restitución de su estructura y función. Por esta razón el término “endodoncia regenerativa”, parecería más adecuado para describir el proceso fisiológico de la maduración radicular (22,24).

La regeneración de la pulpa de un diente inmaduro parcialmente necrótico está basada en el concepto de que las células madre mesenquimatosas localizadas en la papila apical sobreviven a la necrosis pulpar, incluso en presencia de infección. Estas células madre pueden diferenciarse en células tipo odontoblasto, produciendo depósitos de dentina y por ello la preservación de estas células es muy importante para el éxito de la regeneración (25).

La mayoría de los estudios publicados se basan en la regeneración endodóntica en varias visitas. Para conseguir una regeneración endodóntica adecuada los retos clínicos son: a) desinfección del sistema de conductos; b) conseguir una matriz dentro del conducto para facilitar el crecimiento y diferenciación de los tejidos; y c) lograr un sellado coronal adecuado (23).

Para lograr una desinfección química del conducto se sugiere la irrigación con hipoclorito de sodio al 5,25 % (3,26), ya que se ha descrito que la irrigación con clorhexidina (CHX) podría tener efectos adversos sobre la supervivencia y adhesión de las células madre de la papila apical (27). De forma adicional, se ha reportado que la interacción entre el NaOCl y la CHX forma paracloroanilina, un conocido carcinógeno (17). La instrumentación está contraindicada en tratamientos de regeneración, ya que las paredes de dentina son débiles y serían más susceptibles a futuras fracturas. Por otro lado, el barrillo dentinario producido podría obliterar los túbulos dentinarios (28).

Una vez terminada la irrigación, se seca el conducto y se coloca la mezcla antibiótica de Hoshino que inclu-

ye ciprofloxacino (200 mg), metronidazol (500 mg) y minociclina (100 mg) (3,11,13,17,19-21). Se han reportado alteraciones del color en la corona de dientes sometidos a regeneración endodóntica y se ha sugerido que sea debido al uso de la minociclina (derivado de la tetraciclina) y/o al MTA gris (24,29). Por ello, los pacientes deben ser advertidos de dicha posibilidad y sometidos a posteriores sesiones de blanqueamiento (24). Para evitar esta problemática, algunos autores han sugerido el uso de hidróxido de calcio en vez de la pasta triantibiótica (14,15).

La pasta triantibiótica se puede dejar en el interior del conducto hasta un mes antes de realizar el sellado definitivo (6).

La inducción del sangrado se logra irritando los tejidos periapicales con una lima estéril (21), una sonda exploratoria de endodoncia (3) o agujas (29). Asimismo, se ha sugerido utilizar anestesia sin vasoconstrictor para facilitar el sangrado intraconducto (21).

Después de la formación del coágulo, el diente debe ser sellado a nivel coronal hasta que pueda producirse la regeneración, impidiendo la invasión bacteriana del espacio pulpar. El “gold standard” del sellado apical y coronal es el MTA (30). A medida que avanza el tiempo, se puede observar que la raíz completa su desarrollo.

Shin y cols., en el año 2009 (31), describieron la posibilidad de realizar la regeneración endodóntica en una sola visita, desinfectando el conducto con irrigación y colocando MTA directamente sobre el coágulo, eliminando el paso de la colocación de pasta triantibiótica o de hidróxido de calcio. Se sugiere que de esta manera se disminuye el riesgo de contaminación que se produce al realizar nuevas aperturas camerales, además de ser un tratamiento más conservador y mejor tolerado por el paciente.

El objetivo del presente artículo es describir un caso de regeneración endodóntica de un incisivo central superior permanente traumatizado en un niño de 8 años, realizado en una sola visita, con un periodo de control de 2 años.

CASO CLÍNICO

Un niño caucásico de 8 años de edad fue referido por su odontólogo general para la evaluación y tratamiento endodóntico de un incisivo superior izquierdo permanente (21), después de haberle realizado una apertura de emergencia por dolor. El paciente había sufrido un traumatismo veinte días antes con fractura no complicada del diente 21 y el odontólogo le había colocado una obturación de composite. A los cinco días de la obturación, acudió de urgencia con dolor agudo, se le diagnosticó pulpitis irreversible sintomática y su odontólogo le realizó la apertura de emergencia, colocando posteriormente una bolita de algodón con Cresophene® (Septodont, Francia) y cemento provisional (Cavit® 3M ESPE, Alemania).

Su historia clínica no presentó antecedentes médicos de interés. Al examen clínico el paciente no refería dolor. Se observó cemento provisional en la cara palatina del diente 21 y composite en el borde incisal (Fig. 1). A la prueba térmica de vitalidad pulpar con tetrafluoro-



Fig. 1. Aspecto clínico al llegar a la consulta: fractura en ángulo del 21 con composite y placa bacteriana madura en todo el sector anterior.

etano (Endo-Ice®; Hygenic Corp., USA), el 21 no presentó sensibilidad, mientras que los dientes adyacentes respondieron con normalidad.

El examen radiográfico reveló un ápice abierto de aproximadamente 3 mm de diámetro en el diente 21 sin lesión apical (Fig. 2) y por ello el diagnóstico de presunción fue pulpa necrótica no infectada del diente 21.

Después de analizar las diferentes opciones de tratamiento y debido al escaso desarrollo radicular y la ausencia de lesión apical, se decidió realizar la regeneración endodóntica en una sola sesión. Se obtuvo el



Fig. 2. Radiografía inicial del paciente: se observa la raíz en formación de los incisivos y ausencia de imagen periapical del diente traumatizado (21).

consentimiento firmado de los padres después de explicarles los riesgos y beneficios del tratamiento.

Después de la anestesia infiltrativa (1 carpule de mepivacaína sin vasoconstrictor) y del aislamiento absoluto con dique de goma, se eliminó el cemento provisional y el algodón de la cara palatina del 21. No se observó hemorragia. Se realizó la conductometría con una lima K número 20 a 16 mm. El conducto se irrigó lentamente con 10 ml de NaOCl al 5,25 %, hasta 1 mm del ápice, teniendo precaución de no sobrepasarlo. La irrigación se completó con 10 ml de solución salina estéril y no se realizó ningún tipo de instrumentación. El conducto se secó con puntas de papel estériles. Con la ayuda de una lima K del número 10 se atravesó el ápice para provocar la entrada de sangre al conducto. A los pocos minutos se observó sangre en el conducto, se esperaron 15 minutos para que la sangre se coagulara a nivel de la unión amelocementaria y posteriormente se colocó una capa de MTA (ProRoot®, Dentsply, USA) de aproximadamente 3 mm sobre el coágulo. Por último, se colocó un algodón húmedo y cemento provisional (Fig. 3).



Fig. 3. Radiografía postoperatoria donde se observa la capa de aproximadamente 3 mm de MTA debajo de la unión amelocementaria.

El paciente volvió a las 2 semanas sin ningún tipo de sintomatología. Se eliminó el cemento provisional; se colocó una base ionómero de vidrio (KDM®, Kalma, España). En el control de las 6 semanas el paciente continuaba asintomático. No presentaba molestias a la palpación, percusión o masticación. El diente no presentaba movilidad patológica y el sondaje periodontal estaba dentro de los límites fisiológicos. En la visita control de

los 6 meses el paciente seguía asintomático y con un sondaje fisiológico. El diente no presentaba movilidad y era asintomático a la percusión. Radiográficamente, se observó un ligero crecimiento de la raíz y engrosamiento de las paredes (Fig. 4). El diente no respondió a la prueba de vitalidad al frío.



Fig. 4. A los 6 meses se observa un ligero crecimiento radicular y ensanchamiento de las paredes.

Dos años después del tratamiento, el paciente sigue sin referir molestias a la percusión o a la palpación. Se encuentra periodontalmente sano y la respuesta a la prueba de respuesta de frío para valorar la vitalidad pulpar continúa siendo negativa. Radiográficamente, se hace evidente el crecimiento radicular; el paciente actualmente tiene 10 años y su ápice está casi cerrado (Fig. 5). La evolución a lo largo de los controles se observa en la figura 6.

DISCUSIÓN

Los traumatismos dentales son frecuentes en niños; hasta el 25 % de los niños en edad escolar sufren trau-



Fig. 5. Dos años después del tratamiento, se puede observar el cierre casi completo del ápice, así como el ensanchamiento de las paredes radicales.



Fig. 6. Serie de radiografías que muestran el desarrollo radicular: a) ápice abierto; b) MTA inmediatamente colocado; c) engrosamiento y aumento de longitud radicular; d) desarrollo completo de la raíz en comparación con diente homolateral (11).

matismos dentales (32). La mayor desventaja de la apicoformación con hidróxido de calcio es que no estimula el crecimiento radicular ni refuerza el tejido dental. Por el contrario, debido a su pH alto, necrosa todo tejido con el que entra en contacto (como las células madres viables de la papila apical), debilita el diente y lo predispone a la fractura a largo plazo (22). La apicoformación con MTA en el tercio apical del diente inmaduro es una técnica que requiere menos tiempo que la apicoformación tradicional. El MTA es un material biocompatible y capaz de inducir la proliferación celular de la pulpa residual (33,34), sin embargo este procedimiento tampoco produce ningún engrosamiento ni crecimiento radicular, el diente continúa débil y con un pronóstico malo a largo plazo (2,4).

La regeneración es un tratamiento conservador relativamente reciente el cual se produce gracias a las células madre dentales (26). A diferencia de los anteriores, este procedimiento ofrece el medio adecuado para estimular el crecimiento radicular de forma natural, incluso en la presencia de infección periapical y tractos fistulosos (3,13,14,17,21,35). En los casos de necrosis total de la pulpa se recomienda la regeneración endodóntica con pasta triantibiótica (20). Sin embargo, en casos de sospecha de pulpa vital residual se puede optar por la regeneración endodóntica en una sola visita sin el uso de la pasta antibiótica (31). En el presente caso no había signos radiográficos de infección en los tejidos periapicales ni dolor a la percusión, con lo cual se sospechó la presencia de tejido vital que sirviera para la regeneración. Cada caso debe estudiarse minuciosamente para valorar el estado pulpar y de esta manera, encontrar el procedimiento ideal en cada uno de ellos.

Además del MTA colocado en el interior del conducto, en nuestro caso se utilizó un doble sellado con cemento de ionómero de vidrio (20) y la restauración de composite definitiva; lo cual puede disminuir la contaminación bacteriana intraconducto. Algunos autores (21,36) reportan respuesta positiva a las pruebas térmicas de frío después de tratamientos de regeneración endodóntica. Sin embargo en nuestro caso, 24 meses después del tratamiento, el diente no responde a la prueba de frío, probablemente porque los materiales de obturación se encuentran por debajo del límite amelocementario. Asimismo, el caso descrito presenta un mínimo cambio de coloración (Fig. 7) ya que no se utilizó pasta antibiótica (conteniendo minociclina) y el sellado se realizó con MTA blanco.



Fig. 7. Fotografía del aspecto clínico del incisivo 21, dos años post-tratamiento, con un cambio mínimo de la coloración.

La falta de sintomatología del paciente durante los 24 meses posteriores al tratamiento, la evidencia del desarrollo radicular y la ausencia radiológica de patología a nivel apical, constata que la regeneración endodóntica en una sola cita es una alternativa viable a tomar en cuenta. Sin embargo, los procedimientos de regeneración actuales carecen de protocolos de tratamiento estandarizados, con lo cual son necesarias guías clínicas, basadas en la máxima evidencia disponible, para

asegurar que los procedimientos sean utilizados de forma apropiada.

CONCLUSIÓN

La revascularización en una única visita puede ser una opción viable en pacientes de corta edad, con incisivos permanentes inmaduros con ápices grandes, en casos en los que se sospeche que exista tejido vital y donde un tratamiento con pasta triantibiótica o hidróxido de calcio sería muy agresivo.

Este procedimiento, conservador y rápido, ofrece las condiciones para que la raíz continúe su formación y el ápice se cierre. Este caso, con un tiempo de control de 24 meses, puede considerarse un éxito ya que la raíz ha continuado su maduración, el ápice radicular ha disminuido visiblemente su diámetro, el hueso alveolar se ha mantenido intacto y el paciente se mantiene asintomático.

CORRESPONDENCIA:
Carlos Barriales Romani
Universidad Internacional de Catalunya
Barcelona
e-mail: carlosbarriales@gmail.com

BIBLIOGRAFÍA

1. Cvek M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Endod Dent Traumatol* 1992;8:45-55.
2. Rafter M. Apexification: A review. *Dental Traumatol* 2005;21:1-8.
3. Banchs F, Trope M. Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis: New treatment protocol? *J Endod* 2004;30:196-200.
4. Andreassen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dent Traumatol* 2002;18:134-7.
5. Chen MY, Chen KL, Chen CA, Tayebaty F, Rosenberg PA, Lin LM. Responses of immature permanent teeth with infected necrotic pulp tissue and apical periodontitis/abscess to revascularization procedures. *Int Endod J* 2012;45:294-305.
6. Garcia-Godoy F, Murray PE. Recommendations for using regenerative endodontic procedures in permanent immature traumatized teeth. *Dent Traumatol* 2012;28:33-41.
7. Cehreli Z, Isbitiren B, Sara S, Erbas G. Regenerative endodontics treatment (revascularization) of immature necrotic molars medicated with calcium hydroxide: A case series. *J Endod* 2011;37:1327-30.
8. Simon S, Rilliard F, Berdal A, Machtou P. The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: A prospective study. *Int Endod J* 2007;40:186-97.
9. Mente J, Hage N, Pfefferle T, Koch MJ, Dreyhaupt J, Staehle HJ, Friedman S. Mineral trioxide aggregate apical plugs in teeth with open apical foramina: A retrospective analysis of treatment outcome. *J Endod* 2009;35:1354-8.
10. Cehreli ZC, Sara S, Uysal S, Turgut MD. MTA apical plugs in the treatment of traumatized immature teeth with large periapical lesions. *Dent Traumatol* 2011;27:59-62.
11. Iwaya SI, Ikawa M, Kubota M. Revascularization of an imma-

- ture permanent tooth with apical periodontitis and sinus tract. *Dent Traumatol* 2001;17:185-7.
12. Hoshino E, Kurihana-Ando N, Sato I. In vitro antibacterial susceptibility of bacteria taken from infected root dentine to a mixture of ciprofloxacin metronidazole and minocycline. *Int Endod J* 1996;29:125-30.
 13. Jung IY, Lee SJ, Hargreaves KM. Biologically based treatment of immature permanent teeth with pulpal necrosis: A case series. *J Endod* 2008;34:876-87.
 14. Chueh LH, Huang GT. Immature teeth with periradicular periodontitis or abscess undergoing apexogenesis: A paradigm shift. *J Endod* 2006;32:1205-13.
 15. Cotti E, Mereu M, Lusso D. Regenerative treatment of an immature, traumatized tooth with apical periodontitis: Report of a case. *J Endod* 2008;34:611-6.
 16. Chueh LH, Ho YC, Kuo TC, Lai WH, Chen YH, Chiang CP. Regenerative endodontic treatment for necrotic immature permanent teeth. *J Endod* 2009;35:160-4.
 17. Ding RY, Cheung GS, Chen J, Yin XZ, Wang QQ, Zhang CF. Pulp revascularization of immature teeth with apical periodontitis: A clinical study. *J Endod* 2009;35:745-9.
 18. Bose R, Nummikoski P, Hargreaves K. A retrospective evaluation of radiographic outcomes in immature teeth with necrotic root canal systems treated with regenerative endodontic procedures. *J Endod* 2009;35:1343-9.
 19. Gelman R, Park H. Pulp revascularization in an immature necrotic tooth: A case report. *Pediatr Dent* 2012;34:496-9.
 20. Kottor J, Velmurugan N. Revascularization for a necrotic immature permanent lateral incisor: a case report and literature review. *Int J Paediatr* 2013;23:310-6.
 21. Petrino JA, Boda KK, Shambarger S. Challenges in regenerative endodontics: A case series. *J Endod* 2010;36:536-41.
 22. Andreasen JO, Bakland LK. Pulp regeneration after non-infected and infected necrosis, what type of tissue do we want? A review. *Dent Traumatol* 2012;28:13-8.
 23. Reynolds K, Johnson JD, Cohenca N. Pulp revascularization of necrotic bilateral bicusps using a modified novel technique to eliminate potential coronal discoloration: A case report. *Int Endod J* 2009;42:84-92.
 24. McTigue DJ, Subramanian K, Kumar A. Management of immature permanent teeth with pulpal necrosis: A case series. *Pediatr Dent* 2013;35:55-60.
 25. Huang GT, Sonoyama W, Liu Y, Liu H, Wang S., Shi S. The hidden treasure in apical papilla: The potential role in pulp/dentin regeneration and bioroot engineering. *J Endod* 2008;34:645-51.
 26. Hargreaves KM, Geisler T, Henry M, Wang Y. Regeneration potential of the young permanent tooth: What does the future hold? *J Endod* 2008;34:551-6.
 27. Trevino EG, Patwardhan AN, Henry MA, Perry G, Dybdal-Hargreaves N, Hargreaves KM, et al. Effect of irrigants on the survival of human stem cells of the apical papilla in a platelet-rich plasma scaffold in human root tips. *J Endod* 2011;37:1109-15.
 28. Hargreaves K, Law A. Regenerative endodontics. En: Hargreaves K, Cohen S, editors. *Pathways of the Pulp*. 10th ed. St Louis: Mosby Elsevier; 2011. p. 602-19.
 29. Kim JH, Kim Y, Shin SJ, Park JW, Jung IY. Tooth discoloration of immature permanent incisor associated with triple antibiotics therapy: A case report. *J Endod* 2010;36:1086-91.
 30. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root end filling material. *J Endod* 1995;21:349-53.
 31. Shin SY, Albert JS, Mortman RE. One step pulp revascularization treatment of an immature permanent tooth with chronic apical abscess: A case report. *Int Endod J* 2009;42:1118-26.
 32. Glendor U. Epidemiology of traumatic dental injuries – a 12 years review of the literature. *Dent Traumatol* 2008;24:603-11.
 33. Kettering JD, Torabinejad M. Investigation of mutagenicity of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *J Endod* 1995;21:537-9.
 34. Fridland M, Rosado R. MTA solubility: A long-term study. *J Endod* 2005;31:376-9.
 35. Shah N, Logani A, Bhaskar U, Aggarwal V. Efficacy of revascularization to induce apexification/apexogenesis in infected, nonvital, immature teeth: A pilot clinical study. *J Endod* 2008;34:919-25.
 36. Torabinejad M, Turman M. Revitalization of tooth with necrotic pulp and open apex by using platelet-rich plasma: A case report. *J Endod* 2011;37:265-8.

Clinical Case

Regenerative endodontic treatment of a permanent central incisor: A case report

C. BARRIALES ROMANÍ¹, C. PALMA PORTARO²

¹Universidad Internacional de Catalunya. ²Department of Pediatric Dentistry. Universidad de Barcelona. Barcelona, Spain

SUMMARY

Background: Endodontic regeneration procedures have the potential to heal a partially necrotic pulp, which can be beneficial for the continued root development of immature teeth. However, it is not clear which regeneration protocols are the most effective.

RESUMEN

Introducción: La endodoncia regenerativa es un procedimiento que puede reactivar el desarrollo de una pulpa necrótica, permitiendo la completa formación radicular del diente inmaduro. Sin embargo, a la fecha no está claro cuál procedimiento de regeneración es el más efectivo.

Case report: This case report details the outcome of a successful regeneration procedure on a permanent central incisor in an 8 year-old patient with a history of dental traumatism. The tooth was treated in a single visit. The canal was irrigated with 5,25 % Na OCl, apical bleeding was induced and a MTA layer was placed around the cement-enamel junction. The case has been monitored for two years with satisfying results.

Discussion: This case report suggests that conservative regeneration treatment can preserve the vitality of the dental pulp stem cells and create a suitable environment for pulp regeneration, leading to full root maturity.

KEY WORDS: Stem cells of the apical papilla. Immature apex. Pulp regeneration.

Caso clínico: Se realizó la regeneración endodóntica de un incisivo superior permanente con ápice inmaduro y pulpa necrótica en un niño de 8 años de edad con antecedentes de traumatismo dental. El tratamiento se hizo en una sola visita: se irrigó el conducto con hipoclorito de sodio al 5,25 %, se provocó el sangrado a nivel apical y se colocó MTA a nivel de la unión amelecomentaria. Se ha seguido la evolución del caso por dos años con resultados satisfactorios.

Discusión: Este caso clínico sugiere que una regeneración endodóntica en una sola visita sin el uso de la pasta triantibiótica o el hidróxido de calcio puede preservar la vitalidad de las células madre y crear un medio adecuado para la regeneración, con el resultado de una maduración radicular completa.

PALABRAS CLAVE: Células madre de la papila apical. Ápice inmaduro. Regeneración pulpar.

INTRODUCTION

A good apical plug and root structure are characteristics that are not often found in immature necrotic teeth. These teeth tend to be short and have open apices. The medium and long-term prognosis becomes complicated in these cases due to weak dentinal walls and the lack of obturation limitations (1).

For years, apexification with calcium hydroxide was the treatment of choice for treating these cases (2). However this procedure has many limitations (3): Calcium hydroxide can alter the mechanical properties of dentine and weaken the tooth (4) and the root does not continue developing (5); multiple visits will increase the risk of contamination (4) and increase the difficulty in obtaining a reliable apical plug (6,7). Recently apexification has been modified with the introduction of an apical plug of mineral trioxide aggregate (MTA) (8,9). With this procedure, treatment time is shortened and periapical tissues can be healed (8-10), however the main disadvantage is that root development is not stimulated. More than 10 years ago Iwaya et al. (11) demonstrated that root development could be completed in immature teeth (with an open apex) if the root canal could be disinfected. Later Banchs et al. (3) proposed a protocol known as “revascularization” for treating immature teeth with apical periodontitis. The first stage of this technique was disinfection with sodium hypochlorite (NaOCl) and then placing intracanal “triple antibiotic paste” based on ciprofloxacin, metronidazole and minocycline (12,13). Once disinfected, the antibiotic paste is removed and bleeding within the root canal is stimulated in order to achieve a coagulum. The MTA is placed on top of this in order to seal the entrance and a conventional restoration is then carried out. Many studies and case reports have been published since the revascularization technique was first described, that show the regenerative potential (13-20). These cases all demonstrate that teeth increase in length, dentinal walls thicken, apices close and root growth that had been interrupted is resumed (3,11,14-16,21).

One of the main advantages over the apexification techniques mentioned is that regeneration re-establishes the vitality of the tooth and encourages root growth, and this reduces the possibility of dental fracture (22,23). The term “revascularization” suggests the re-establishment of blood flow, while the term “regeneration” represents the growth of organ or tissue that has been destroyed and the restoration of structure and function. For this reason the term “regenerative endodontics” seems the most adequate for describing the physiological process of root maturation. (22,24).

Pulp regeneration of a partially necrotic immature tooth is based on the concept that mesenchymal stem cells located in the apical papilla survive pulp necrosis, even when there is infection. These mother cells can differentiate into odontoblast-like cells that deposit dentin. The preservation of these cells is therefore very important for the regeneration to be successful. (25).

Most of the studies published are based on regenerative endodontics over several visits. The clinical challenges in regenerative endodontics are: a) Disinfection of the canal system; b) placement of a matrix within the canal for tissue in-growth and differentiation; and c) secure tight coronal seal (23).

Irrigation with 5.25 % sodium hypochlorite has been suggested for chemically disinfecting the canal (3,26), chlorhexidine (CHX) irrigants could have adverse effects on the survival and adhesion of stem cells of the apical papilla (27). It has also been reported that the interaction between NaOCl and CHX leads to parachloroaniline, known for its carcinogenicity (17). Instruments should not be used in regeneration treatment as the dentinal walls are weak and susceptible to future fractures. Moreover, the dentinal mud produced could lead to the obliteration of the dentinal tubules (28).

Once the irrigation has been carried out and the canal dried, a mixture of Hoshino antibiotic is then placed that includes ciprofloxacin (200 mg), metronidazole (500 mg) and minocycline (100 mg) (3,11,13,17,19-21). Disturbances in crown color have been reported in teeth that have undergone regenerative endodontics and it has

been suggested that this is due to the use of tetracycline-derived minocycline and/or grey MTA (24,29). Given this, patients should be warned about this possibility and they should undergo bleaching at a later date (24). In order to avoid this problem, some authors have suggested the use of calcium hydroxide instead of triple antibiotic paste (14,15).

Triple antibiotic paste can be left inside the canal for a month before the final seal is placed (6).

Bleeding is achieved by irritating periapical tissue with a sterile file (21), an endodontic examination probe (3) or needles (29). Using anesthesia without a vasoconstrictor has also been proposed in order to induce intracanal bleeding (21).

After the formation of the coagulum, the tooth should be sealed by the crown until regeneration can take place, and to avoid bacterial invasion of the pulp space. The “gold standard” of an apical and crown seal is MTA (30). As time advances the complete development of the root can be observed.

In 2009 Shin et al. described the possibility of carrying out regenerative endodontics in a single visit, disinfecting the root canal by irrigation and placing MTA directly on the coagulum, eliminating the triple antibiotic paste step. They suggested that the risk of contamination when new chambers are opened is in this way reduced, and in addition, this is more conservative and better tolerated by the patient. The aim of the present article is to describe a case of regenerative endodontics of a traumatized permanent upper central incisor in an 8-year old boy, carried out in a single visit, with monitoring over two years.

CASE REPORT

An eight-year old Caucasian boy was referred by his general dentist for the evaluation and endodontic treatment of a permanent left upper incisor (21), following emergency opening due to pain. The patient had suffered a traumatic injury 20 days previously and a non-complicated fracture to tooth 21 that his dentist had treated with a composite restoration. Five days after the treatment, he was given an emergency appointment due to acute pain. He was diagnosed with symptomatic irreversible pulpitis and the dentist carried out an emergency opening, placing a cotton pellet with Cresophene® (Septodont, France) and provisional cement (Cavit® 3M ESPE, Germany). He had no pertinent medical history. During the examination he did not report any pain. Provisional cement was observed on the palatal aspect of tooth 21 and composite on the incisal edge (Fig. 1). Tooth 21 did not show sensitivity following the thermal pulp vitality test with tetrafluoroethane (Endo-Ice®; Hygenic Corp., USA), while the adjacent teeth responded normally.

The radiographic examination revealed an open apex of approximately 3 mm in diameter of tooth 21 with no apical lesion (Fig. 2) and because of this the presumptive diagnosis was non-infected necrotic pulp of tooth 21.

After analyzing the different treatment options, and due to the lack of root development or of an apical



Fig. 1. Clinical appearance on arrival at the dental office: Angle fracture of tooth 21 with composite and mature bacterial plaque throughout the anterior region.



Fig. 2. Initial radiography of patient: root of incisors forming and lack of periapical image of traumatized tooth (21).

lesion, single-visit regenerative endodontics was decided on. Signed consent was obtained after the parents had been given an explanation of the risks and benefits of the treatment.

Following infiltration anesthesia (1 carpule of mepivacaine without a vasoconstrictor) and total isolation with a rubber dam, the provisional cement and the cotton pellet were removed from the palatal aspect of tooth 21. No hemorrhaging was observed. The root canal was measured with a number 20 16 mm K file and irrigated

slowly with 10 mL of 5.25 % NaOCl 1 mm from the apex, taking care not to exceed this. The irrigation was completed with 10 mL of sterile saline solution and no instruments were used. The duct was dried with sterile paper tips. The apex was cut with a number 10 K file to encourage bleeding within the canal. Blood was observed after a few minutes which coagulated after 15 minutes by the cement-enamel junction. After this a layer of MTA was placed (ProRoot®, Dentsply, USA) of approximately 3mm above the coagulum. Lastly, moist cotton was placed and provisional cement (Fig. 3).



Fig. 3. Post-operative radiography showing approximate 3 mm layer of MTA under the cement-enamel junction.

The patient returned 2 weeks later with no symptoms. The provisional cement was removed and glass ionomer cement was placed (KDM®, Kalma, Spain). The patient continued to be asymptomatic at 6 weeks with no discomfort to palpation, percussion or mastication. The tooth did not show any pathological movement and periodontal probing was within physiological limits. At the 6-month follow-up the patient continued to be asymptomatic and with physiological drainage. The tooth showed no movement and it was asymptomatic to percussion. Slight root growth and a thickening of the walls could be observed radiographically (Fig. 4). The tooth did not respond to the cold test.

After two years of treatment the patient shows no discomfort to percussion or to palpation. He has good periodontal health and the response to cold testing in order to assess pulp vitality continues being negative. The radiographs continue to reveal root growth. The



Fig. 4. At 6 months slight root growth is observed with thickening of the walls.

patient is currently 10 years old and his apex is nearly closed (Fig. 5). Figure 6 shows the developments as seen during the monitoring periods.

DISCUSSION

Traumatic dental injury is common in children. Nearly 25 % of school age children suffer traumatic dental injuries (32). The greatest disadvantage of apexification with calcium hydroxide is that root growth is not stimulated nor is dental tissue strengthened. Moreover, due to its high pH, all tissue coming into contact with this material becomes necrotic (including viable stem cells in the apical papilla), the tooth is weakened and it becomes susceptible to fracture in the long-term (22). Apexification with MTA in the apical third of an immature tooth is a technique that requires less time than traditional apexification. MTA is biocompatible material and capable of inducing the cellular proliferation of residual pulp (33,34), however this procedure does not produce any wall thickening or root growth, the tooth continues to be weak and with bad prognosis in the long-term (2,4).



Fig. 5. Two years after the treatment, near total closure of the apex can be observed together with thickening of the root walls.



Fig. 6. Series of radiographies that show root development: a) open apex; b) MTA immediately placed; c) thickening and increased root length; d) complete development of root compared with next tooth (11).

Regeneration is a relatively recent conservative treatment which arises as a result of dental stem cells (26). Unlike previous procedures, this one offers a suitable medium for stimulating root growth in a natural fashion, even when there is periapical infection and fistulous tracts (3,13,14,17,21,35). In cases of total pulp necrosis, pulp regenerative endodontics is recommended with triple antibiotic paste (20). However, if there is a possibility of residual vital pulp, single visit regenerative endodontics becomes a possibility without the use of antibiotic paste (31). In this case there were no radiographic indications of infection of periapical tissue nor was there pain on percussion, and the presence of vital tissue that could be used for regeneration was suspected. Each case should be studied in detail in order to

evaluate the state of the pulp and in this way find the ideal procedure for each patient.

In addition to placing MTA inside the root canal, in this case a double seal was used of glass ionomer cement (20) and the definitive composite restoration was placed in order to reduce intracanal bacterial contamination. Some authors (21,36) report a positive response to cold thermal testing after regenerative endodontic treatment. However in this case of ours, 24 months after the treatment, the tooth did not respond to cold testing, probably because the obturation materials were below the cement-enamel junction limit. The case described presents a minimum color change (Fig. 7) as antibiotic paste was not used (minocycline content) and white MTA sealant was used.



Fig. 7. Photograph with clinical appearance of incisor 21, two years after treatment with minimum color change.

The lack of any symptoms during the 24 months after the treatment, together with the evidence of root development and no radiological signs of any apical pathology, would indicate that regenerative endodontics in a single visit is a viable alternative that should be considered. However, the current regenerative procedures lack standardized treatment protocols, and clinical guidelines are therefore necessary, based on maximum available evidence, in order to ensure that these procedures are followed appropriately.

CONCLUSION

Revascularization in a single visit can be a viable option for young patients with permanent immature incisors with large apices and in cases in which the existence of vital tissue is suspected and in which treatment with triple antibiotic paste or calcium hydroxide would be very aggressive.

This conservative and rapid procedure offers conditions for the root to continue its development and for the apex to close. This case that was monitored for 24 months can be considered a success as the root has continued to mature, the diameter of the root apex has been visibly reduced, the alveolar bone has been kept intact and the patient remains asymptomatic.