

## Estudio de tratamientos de endodoncia regenerativa en dientes permanentes jóvenes

### Study of regenerative endodontic treatments in young permanent teeth

Florencia Cires<sup>1</sup>  Silvia Braschi<sup>1,2</sup>  Gabriela Martín<sup>1,2</sup> 

1 Universidad Católica de Córdoba, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Especialización en Endodoncia

2 Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Odontología, Cátedra de Endodoncia

Correspondencia: Gabriela Martín email: ggmartin@hotmail.com

#### Resumen

**INTRODUCCIÓN:** Los tratamientos de endodoncia regenerativa, que incluyen protección pulpar directa e indirecta, apexificación y revascularización, se presentan como una alternativa para el tratamiento de dientes permanentes jóvenes, los cuales requieren de un control clínico y radiográfico a largo plazo para verificar un continuo desarrollo radicular, ausencia de síntomas clínicos y normalidad radiográfica de los tejidos perirradiculares.

**OBJETIVO:** Evaluar los tratamientos de endodoncia regenerativa de dientes permanentes jóvenes con ápice maduro e inmaduro realizados en la Carrera de Especialización de Endodoncia. 1) Analizar los tipos de tratamientos de endodoncia regenerativa realizados. 2) Clasificar radiográficamente el diente tratado con endodoncia regenerativa de acuerdo al índice periapical (PAI). 3) Clasificar clínicamente la evolución del diente tratado con endodoncia regenerativa de acuerdo al registro de Strindberg.

**MATERIALES Y MÉTODOS:** Se analizaron las historias clínicas de pacientes con dientes permanentes jóvenes que fueron tratados en la Carrera de Especialización de Endodoncia en el período mayo 2017-noviembre 2018, con tratamientos de endodoncia regenerativa. Se registró la edad, género, pieza dentaria, diagnóstico y tratamiento realizado. Se estableció el índice de éxito, fracaso o tratamiento dudoso en su evolución, a los seis meses de control según el criterio de Strindberg; y se clasificó radiográficamente al diente tratado, según el índice PAI. Los datos recogidos se registraron en una planilla Excel para su análisis estadístico.

**RESULTADOS:** De 47 pacientes con dientes permanentes jóvenes, el 32 % recibió tratamiento de endodoncia regenerativa, correspondiendo el 87% al género femenino, con una media de edad de 15 años. De los 15 tratamientos de endodoncia regenerativa, el 47% fueron protección pulpar directa, 47% protección pulpar indirecta y 6% revascularización. El elemento dentario más afectado fue el primer molar inferior izquierdo. Según el Criterio de Strindberg, todos los pacientes tratados revelaron éxito clínico y según el Índice de PAI se observaron estructuras periapicales normales. En el control a distancia, se comprobó que el 67% había realizado la restauración coronaria definitiva, siendo este un factor a tener en cuenta para valorar el éxito del tratamiento.

**CONCLUSIÓN:** La terapia pulpar vital en dientes permanentes jóvenes, con protección pulpar directa e indirecta, usando biomateriales como Biodentine, fue una alternativa de tratamiento adecuada en piezas dentarias con caries profundas; lo cual permitió conservar la vitalidad pulpar del diente para favorecer un continuo desarrollo radicular hasta lograr su completa maduración.

**Palabras claves:** Endodoncia regenerativa, ápice inmaduro, apexificación.

## Abstract

**INTRODUCTION:** Regenerative endodontic treatments that include direct and indirect pulpal protection, apexification and revascularization, are considered as an alternative for the treatment of young permanent teeth, which require a long-term clinical and radiographic follow-up to verify a continuous root canal development, absence of clinical symptoms and radiographic normality of the periradicular tissues.

**OBJECTIVE:** To evaluate the regenerative endodontic treatments performed in young permanent teeth with mature and immature apices in the Endodontics Specialization Career.

1) To analyze the types of regenerative endodontic treatments performed. 2) To classify the teeth treated with regenerative endodontics, according to the radiographic periapical index (PAI). 3) To classify the treated tooth according to the clinical Strindberg registry.

**MATERIALS AND METHOD:** Young permanent teeth, treated with regenerative endodontic treatments, at Specialization Career in Endodontics, in a period between May 2017 and November 2018, were selected for this study. Age, gender, dental piece, diagnosis and treatment performed were recorded. The success rate, failure or doubtful treatment in its evolution was established, at 6 months follow-up, according to Strindberg's criteria; and the tooth was classified radiographically according to the PAI index. Excel sheets were prepared to load the necessary data.

**RESULTS:** From 47 patients with young permanent teeth, 32 % received treatment of regenerative endodontics; 87 % corresponded to the female gender and the media age was 15-year-old. From 15 teeth treated with regenerative endodontics, 47% corresponded to direct pulpal protection, 47% to indirect pulpal protection and 6% revascularization. The first mandibular left molar was the most affected tooth. According to Strindberg criteria, all patients revealed clinical success; and according to PAI Index, periapical structures were observed normal. Furthermore, it was demonstrated that the coronal restoration was conducted in 67 % of treated teeth, which is considered as successful treatment.

**CONCLUSION:** The vital pulpal therapy in young permanent teeth, with direct and indirect pulp protection, by means of the use of biomaterials as Biodentine, was an adequate alternative treatment in teeth with deep caries; which allowed to conserve the pulp vitality to promote a continuous root canal development until reaching the complete maturation.

**Keywords:** Regenerative endodontics, immature apex, apexification.

## Introducción

El desarrollo radicular del diente permanente comienza después de completarse la formación del esmalte, continúa su desarrollo luego de la erupción, que presenta dos tercios de su longitud y el cierre apical de los dientes permanentes se produce hasta 5 años y medio después de la erupción denta<sup>1</sup>. Se considera diente permanente joven, cuando el diente ha erupcionado, pero aún no completó su desarrollo radicular<sup>2</sup>. La pulpa de los dientes permanentes jóvenes presenta una mayor capacidad para reaccionar favorablemente a diversas agresiones<sup>3</sup>. Si bien los procedimientos endodónticos no quirúrgicos en dientes inmaduros responden al tratamiento convencional con éxito, no promueven la regeneración de tejidos y el desarrollo normal del ápice.

Existen diferentes alternativas para el tratamiento de dientes permanentes jóvenes con ápices incompletamente desarrollados o completamente desarrollados, sin tener que realizar el tratamiento endodóntico-convencional<sup>4</sup>. La Endodoncia Regenerativa son procedimientos biológicamente diseñados para

reemplazar estructuras perdidas incluyendo dentina y estructuras radiculares, como así también células del complejo dentino-pulpar, con tejidos vivos<sup>5</sup>.

Los procedimientos de Endodoncia Regenerativa nombrados por la American Dental Association (ADA) 2010 son:

- Recubrimiento pulpar indirecto
- Recubrimiento pulpar directa
- Pulpotomía superficial
- Pulpotomía profunda o pulpectomía parcial
- Apexificación
- Revascularización
- Regeneración

El recubrimiento pulpar indirecto es una terapia que consiste en la aplicación de una sustancia medicamentosa o material biológicamente activo, sobre una delgada capa de dentina, cariada luego de la remoción de caries profunda sin exposición pulpar<sup>6</sup>. Por el contrario, el recubrimiento pulpar directo consiste en la en la colocación un material biocompatible, sobre

tejido pulpar sano que ha sido inadvertidamente expuesto por caries o lesión traumática<sup>7</sup>.

La apexificación es un procedimiento endodóntico que consiste en inducir la formación de una barrera apical calcificada en un diente con ápice inmaduro. Está indicado en dientes con apogénesis incompleta y necrosis pulpar; y el objetivo es lograr un tope apical que permita obturar adecuadamente el resto del conducto con gutapercha y sellador. En la actualidad se presentan materiales bioactivos, para lograr un adecuado sellado y promover la formación de tejido mineralizado<sup>8-10</sup>. La apogénesis es el tratamiento de un diente con ápice inmaduro con tejido pulpar vital cuyo objetivo es que continúe el desarrollo radicular fisiológico<sup>11</sup>. Está indicado cuando hay una exposición de pulpa vital y existen dos condiciones: 1-La pulpa no está irreversiblemente inflamada y 2-El desarrollo y cierre apical es incompleto<sup>12-14</sup>.

La revascularización es un procedimiento clínico que consiste en generar un coágulo de sangre dentro del conducto radicular para lograr la regeneración de tejidos similar a la pulpa, idealmente el complejo dentino-pulpar, para estimular un continuo desarrollo de la dentina radicular y cierre apical<sup>15,16</sup>.

En la actualidad el uso de los biocerámicos (Biodentine) tiene la ventaja de que, a través de su biocompatibilidad y bioactividad, que, en contacto directo con el tejido pulpar, induce al desarrollo de dentina reparativa y logra el mantenimiento de la vitalidad y función del tejido<sup>17,18</sup>.

En los últimos años, en los procedimientos de endodoncia regenerativa se han utilizado materiales que tengan capacidad de estimular la proliferación celular y no dañar las células vitales, entre estos materiales se encuentra el Biodentine, que se puede usar como sustituto de dentina, por su biocompatibilidad y capacidad de inducir diferenciación y mineralización odontoblastica<sup>19-21</sup>.

En la endodoncia es muy importante controlar a distancia, la evolución de los procedimientos, especialmente cuando se trata de dientes permanentes jóvenes y en la endodoncia regenerativa donde se trata de preservar el complejo dentino-pulpar. Para evaluar el éxito y el fracaso de estos procedimientos, se deben considerar ciertos parámetros clínicos y radiográficos, como los criterios de Strindberg<sup>22</sup>, y el índice periapical (PAI) de Orstavik<sup>23</sup>, donde analizan la respuesta clínica y observación radiográfica respectivamente. En la endodoncia clínica y en los estudios epidemiológicos la evaluación periapical es clave.

Los criterios de Strindberg se publicaron en 1956 y describe como se clasifica cada caso

dependiendo de la respuesta clínica y la observación radiográfica:

•Éxito (normal): cuando hay ausencia de síntomas y radiográficamente el ligamento periodontal esta normal, ligamento periodontal ensanchado, la lámina dura rota o pobremente definida.

•Fracaso (patológico): presencia de síntomas clínicos y radiográficamente sin reducción de la lesión o muy pequeña, reducción de la rarefacción periradicular o no resolución, aparición de una nueva lesión o bien aumento de la inicial.

•Dudoso: presencia de síntomas clínicos, la radiografía deficiente, los dientes se extrajeron antes de la evaluación y hay lesión periradicular.

El índice PAI, desarrollado por Orstavik, proporciona parámetros para la medición radiográfica:

•1-Estructuras periapicales normales.

•2-Leves cambios en la estructura ósea.

•3-Cambios en la estructura ósea y pérdida mineral.

•4-Periodontitis apical con área radiolúcida bien definida.

•5-Periodontitis apical severa con signos de exacerbación.

## Consideraciones éticas

En la Carrera de Especialidad de Endodoncia se realizaron, además de tratamientos de conductos convencionales, terapias alternativas en dientes permanentes jóvenes como endodoncia regenerativa, que se definieron como procedimientos basados en la biología, para reemplazar estructuras dañadas como la dentina radicular y las células del complejo dentino-pulpar, con un tejido vital que estimule el desarrollo de la regeneración tisular y osteogénesis.

Se utilizaron materiales bioactivos por su capacidad para inducir la formación de tejido duro tanto en la pulpa como en el hueso, la utilización de biomateriales (Biodentine) en contacto directo con la pulpa demostró biocompatibilidad, capacidad de inducir diferenciación y mineralización en células de la pulpa.

## Objetivos

Evaluar los tratamientos de endodoncia regenerativa de dientes permanentes jóvenes con

ápice maduro e inmaduro realizados en la Carrera de Especialización de Endodoncia.

### Objetivos específicos

- 1) Analizar los tipos de tratamientos de endodoncia regenerativa realizados en la Carrera de Especialización de Endodoncia.
- 2) Clasificar radiográficamente el diente tratado con endodoncia regenerativa de acuerdo al índice periapical (PAI)
- 3) Clasificar clínicamente la evolución del diente tratado con endodoncia regenerativa de acuerdo al registro de Strindberg.

### Materiales y métodos

**Tipo de investigación** descriptiva, observacional, retrospectiva.

**Universo:** Pacientes que asistieron a la consulta en la Clínica de la Carrera de Especialización de Endodoncia U.C.C en un período de 20 meses comprendido entre mayo 2017 y diciembre 2018.

**Muestra:** Pacientes con piezas dentarias jóvenes que se presentaron en la Carrera de Especialización de Endodoncia U.C.C y fueron tratados con Endodoncia Regenerativa en un período comprendido entre mayo 2017 a diciembre 2018.

#### Criterios de inclusión

- Pacientes dentro del rango de edad de 8 a 20 años, cuyo tutor legal haya autorizado la realización del tratamiento mediante consentimiento informado.

#### Criterios de exclusión

- Pacientes con alguna enfermedad sistémica que contraindique el procedimiento de endodoncia regenerativa.
- Pacientes con elementos dentarios en los cuales no se pueda realizar aislamiento absoluto.
- Piezas dentarias sin suficiente remanente dentario para realizar la restauración definitiva posterior.

#### Métodos y diseño

Se revisaron las fichas clínicas de los pacientes de 8 a 20 años, que fueron atendidos en la Carrera de Especialización de Endodoncia, desde mayo 2017 hasta noviembre 2018. En una planilla Excel se registraron los datos de las fichas clínicas como: edad, género, elemento dentario, diagnóstico y tipo de tratamiento. Posteriormente, se seleccionaron las fichas clínicas de los pacientes que habían recibido tratamiento de protección pulpar directa e

indirecta con Biodentine según los siguientes protocolos:

Se les explicó la importancia de la endodoncia regenerativa y el uso de un biomaterial, evitando así la endodoncia convencional, por la que fueron derivados a la carrera.

Se les proporcionó el consentimiento informado para la firma, en caso de un paciente menor de edad, un tutor legal.

Protocolo de diagnóstico clínico:

Se realizó una inspección clínica y pruebas de diagnóstico de palpación, percusión, sondeo periodontal, prueba de vitalidad al frío y calor donde se comprobó la existencia de dolor provocado y la toma de radiografía periapical para verificar un correcto diagnóstico.

Protocolo de procedimiento clínico:

Se procedió a la anestesia local con lidocaína al 2% con 1.100.000 de epinefrina. Luego, se comenzó a eliminar caries con turbina, utilizando fresa redonda número 8 y se realizó el aislamiento absoluto con goma dique, antes de llegar a la proximidad del techo de la cámara pulpar. Una vez eliminada la totalidad de la caries, se desinfectó el piso de la cavidad con una torunda embebida en hipoclorito de sodio al 2,5% durante 5 minutos seguido de lavado con solución fisiológica. Se secó con torunda estéril y en el caso que hubiera exposición pulpar, se realizó delicadamente y sin presionar en la pulpa expuesta. Posteriormente, se procedió a la preparación de la cápsula de Biodentine según las indicaciones del fabricante, el cual fue llevado a la cavidad con una espátula para composite. Se compactó suavemente con un atacador y torunda de algodón, sin hacer presión sobre la pulpa expuesta. Se repitió este procedimiento hasta sellar la cavidad con Biodentine. Considerando que el tiempo deseado de Biodentine es de 12 minutos, permitió una correcta manipulación del material.

Se obturó temporalmente la cavidad con una capa de ionómero vítreo y se tomó una radiografía post operatoria. A los 15 días se selló la cavidad coronaria, de manera definitiva con resina y a los 6 meses se realizó el control clínico-radiográfico del tratamiento

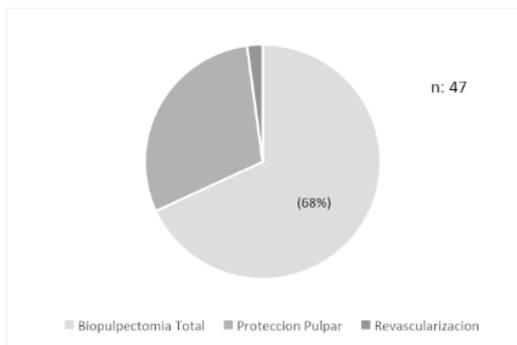
Variables independientes: sexo, edad, elemento dentario, tratamiento.

Variables dependientes: éxito clínico y radiográfico.

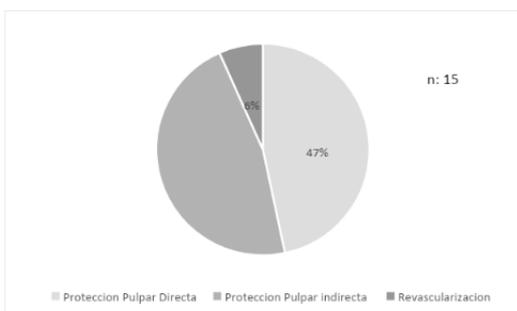
### Resultados

De los 47 pacientes que concurren a la clínica Sixto Castellanos, a la Carrera de

Especialización en Endodoncia, con necesidad de tratamiento en dientes permanentes jóvenes,

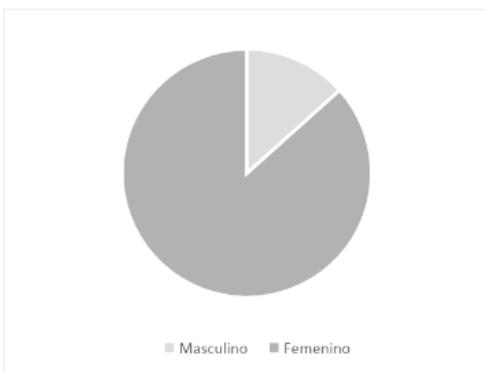


**Figura 1.** Distribución de pacientes según tratamiento realizado.



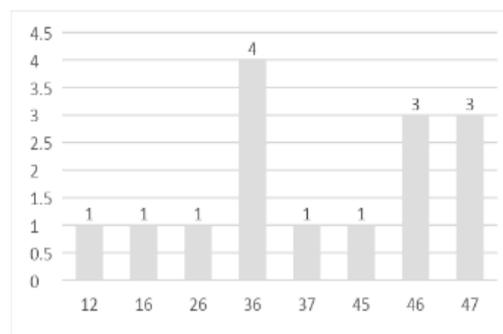
**Figura 2.** Distribución según tipo de tratamiento regenerativo.

De los pacientes que recibieron tratamiento regenerativo, el 87% correspondieron al género femenino, con una media de edad de 15 años y un rango de 8 a 20 años (Figura 3).



**Figura 3.** Distribución de pacientes según género.

El gráfico 4 muestra la distribución de tratamiento regenerativo en las diferentes piezas dentarias: primer molar inferior izquierdo (n:4), primer molar inferior derecho (n:3) y segundo molar inferior derecho (n:3).

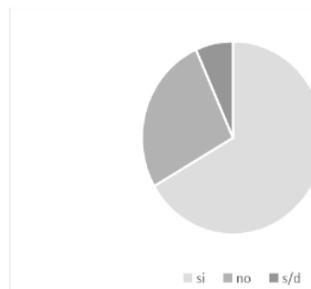


**Figura 4.** Tratamiento de Endodoncia Regenerativa distribución según elementos dentarios.

A los 6 meses se realizó un control clínico-radiográfico de los dientes tratados. Según el Criterio de Strindberg, todos los dientes revelaron éxito clínico con ausencia de sintomatología; y según el Índice de PAI se observaron estructuras periapicales normales (Tabla 1). Por otro lado, se observó que el 67% de los casos había sido restaurado, de manera definitiva, en su porción coronaria; siendo este un factor a tener en cuenta para valorar el éxito del tratamiento (Figura 5).

**Tabla 1.** Diagnóstico, tratamiento, Criterio de Strindberg e Índice de PAI en los casos tratados con Endodoncia Regenerativa.

| Caso | Edad | Genero | Elemento Dentario | Diagnóstico | Tratamiento       | Strindberg | PAI |
|------|------|--------|-------------------|-------------|-------------------|------------|-----|
| 1    | 12   | Fem    | 12                | Necrosis    | Revascularización | Éxito      | 1   |
| 2    | 16   | Fem    | 37                | Pulp. Rev.  | Prot. P.Indirecta | Éxito      | 1   |
| 3    | 10   | Fem    | 16                | Pulp. Rev   | Prot. P. Directa  | Éxito      | 1   |
| 4    | 20   | Fem    | 47                | Pulp. Rev   | Prot. P.Indirecta | Éxito      | 1   |
| 5    | 16   | Fem    | 36                | Pulp. Rev   | Prot. P.Indirecta | Éxito      | 1   |
| 6    | 14   | Fem    | 36                | Pulp. Rev   | Prot. P. Directa  | Éxito      | 1   |
| 7    | 19   | Masc   | 47                | Pulp. Rev   | Prot. P. Directa  | Éxito      | 1   |
| 8    | 9    | Fem    | 46                | Pulp. Rev   | Prot. P. Directa  | Éxito      | 1   |
| 9    | 12   | FEm    | 36                | Pulp. Rev   | Prot. P. Directa  | Éxito      | 1   |
| 10   | 12   | Fem    | 46                | Pulp. Rev   | Prot. P. Directa  | Éxito      | 1   |
| 11   | 20   | Fem    | 46                | Pulp. Rev   | Prot. P.Indirecta | Éxito      | 1   |
| 12   | 20   | Fem    | 47                | Pulp. Rev   | Prot. P.Indirecta | Éxito      | 1   |
| 13   | 13   | Fem    | 36                | Pulp. Rev   | Prot. P. Directa  | Éxito      | 1   |
| 14   | 15   | Fem    | 45                | Pulp. Rev   | Prot. P.Indirecta | Éxito      | 1   |
| 15   | 10   | Masc   | 26                | Pulp. Rev   | Prot. P.Indirecta | Éxito      | 1   |



**Figura 5.** Distribución de los casos en los que se efectuó la restauración definitiva.

## Discusión

Los tratamientos de recubrimiento pulpar han sido de gran controversia a lo largo de la historia de la odontología moderna debido a la complejidad del manejo del tejido dentinario y el diagnóstico pulpar. La importancia del tratamiento, así como los materiales que se han utilizado, buscan mantener la vitalidad pulpar el mayor tiempo posible. En nuestro estudio, de 47 pacientes con dientes permanentes jóvenes, al 32% se le realizó tratamiento de Endodoncia Regenerativa; de los cuales en 47% se realizó protección pulpar directa, 47% protección pulpar indirecta y en el 6% tratamiento de revascularización. Cuando el diagnóstico clínico es una pulpitis reversible, es importante la elección del material a utilizar para el procedimiento, teniendo en cuenta su capacidad de inducir reparación del tejido pulpar, sus propiedades antibacterianas y mecánicas, biocompatibilidad, citotoxicidad, estabilidad y manipulación entre otras, como así también, el protocolo realizado durante el procedimiento. Tradicionalmente, el material más utilizado en protecciones pulpares ha sido el Hidróxido de calcio, que tiene capacidad de inducir la formación de dentina reparadora y tejido mineralizado. Sin embargo, éste presenta desventajas como microfiltración, solubilidad, deficiencia en la adhesión entre la dentina y la resina, características físico-mecánicas deficientes para soportar los materiales restauradores, pudiendo ocasionar filtraciones<sup>24-26</sup>. Debido a estos inconvenientes, se han desarrollado diversos materiales a base de silicatos de calcio, entre ellos el Biodentine, que ofrece propiedades de dureza, baja solubilidad y un fuerte sellado, superando las desventajas encontradas en el Hidróxido de calcio. Biodentine ha demostrado ser bioactivo, no generar daño a las células pulpares y además estimula la formación de dentina reparadora. Por su bioactividad se puede considerar como un material apropiado para la regeneración del complejo dentino-pulpar como en las protecciones pulpares directas<sup>14</sup>. En nuestro estudio se utilizó Biodentine en protecciones pulpares en los 14 casos tratados. Tran et al., utilizaron el mismo material directamente sobre tejido pulpar expuesto mecánicamente en ratas, reportando que la formación de puente dentinario inducido por el Biodentine en el sitio de la lesión presentó túbulos dentinarios claramente vivibles<sup>27</sup>. Hallazgos similares encontraron Nowicka et al. quienes en su estudio realizaron perforaciones pulpares en premolares, para luego colocar Biodentine como recubrimiento

pulpar, y al cabo de 6 semanas, evidenciaron que el mayor número de piezas dentarias presentaban ausencia de respuesta inflamatoria y la formación de puente dentinario completo<sup>28</sup>. Laurent et al., utilizaron premolares sanos recién extraídos para realizarles recubrimiento pulpar directo con Biodentine, luego de 28 días en la que se realizó la última observación se pudo apreciar la formación de focos de mineralización que iban aumentando de tamaño<sup>29</sup>. Estos estudios demostraron la efectividad de la utilización de Biodentine como protección pulpar directa e indirecta, ya que estimula la formación de dentina reparativa manteniendo la vitalidad pulpar y ofreciendo un fuerte sellado<sup>30</sup>. En el presente estudio se observó éxito clínico y radiográfico, a los 6 meses de control, en la totalidad de los casos con la utilización de Biodentine en protecciones pulpares directas e indirectas, realizando un correcto diagnóstico, procedimiento clínico según protocolo y la restauración definitiva adecuada para cada caso. Sin embargo, se recomienda realizar más estudios clínicos para obtener resultados a largo plazo y evidencia más sólida.

## Conclusión

La terapia pulpar vital mediante la utilización de biomateriales como el Biodentine en dientes permanentes jóvenes, respetando un correcto protocolo de trabajo, podría ser una alternativa a la pulpectomía total en elementos con caries profundas, con y sin exposición pulpar, prolongando así la vitalidad pulpar en el joven.

## Bibliografía

1. Patterson S. Endodontic management of the Young permanent tooth J. Den. Children 1958;25:215-18.
2. García Godoy F, Murray PE. Recommendations for using regenerative endodontic procedures in permanent immature traumatized teeth. Dent Traumatol 2012;28:33-41.
3. Gómez de Ferraris C.M. Histología y embriología bucodental. 2da Edición, Editorial Medica Panamericana.2002. 482p. (cap. 4,84-109)
4. Hincapié S, Valerio AL. Biodentine: una nueva propuesta en terapia pulpar. Univ Odontol 2015;34: 69-76.

5. American Association of Endodontists. Glossary of Endodontic Terms, 8th ed. Chicago: AAE; 2012.
6. Bjørndal L. Indirect Pulp Therapy and Stepwise Excavation. *J Endod* 2008; 34: S29-S33.
7. Luo Z, Li D, Kohli MR, Yu Q, Kim S, He W. Effect of Biodentine on proliferation, migration and adhesion of human dental pulp stem cells. *Journal of Dentistry* 2014;42: 490-7.
8. Malkondu O, Karapinar k, Kazandag M, Kazazoglu E. A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. *Biomed Res Int* 2014; 1:60-5
9. Abu-Tahum I, Torabinejad M. Management of teeth with vital pulps and open apices. *Endodontology* 2012; 23:105-30.
10. Shabahang S. Treatment options: Apexogenesis and apexification. *J Endod.* 2013; 39:26-9
11. Chen MY, Chen KI, Chen CA, Tayebaty F, Rosenberg PA, Lin LM. Responses of immature teeth with infected necrotic pulp tissue and apical periodontitis abscess to revascularization procedures. *Int. Endod. J.* 2012; 45:294-305.
12. Saud TM, Zaazou A, Nabil A, Moussa S, Lin LM, Gibbs JL. Clinical and radiographic outcomes of traumatized immature permanent necrotic teeth after revascularization revitalization therapy. *J Endod* 2014; 40:1946-52.
13. Reynolds K, Johnson JD, Cohenca N. Pulp revascularization of necrotic bilateral bicuspid using a modified novel technique to eliminate potential coronal discoloration a case report. *Int Endod J* 2009; 42:84-92.
14. Zanini M, Sautier JM, Berdal A, Simon S. Biodentine induces pulp cell differentiation into odontoblast-like cell and stimulates biomineralization. *J Endod* 2012; 38:1220-1226.
15. White KC, Cox CF, Kanka J III, Dixon D, Farmer JB, Snuggs HM. Pulpal response to adhesive resin systems applied to acid-etched vital dentin: damp versus dry prime. *Quintessence Int* 1994; 25:259-268.
16. Hargreaves K M, Geisler T, Henry M, Y Wang. Endodontic management of the young permanent Tooth: What the future Hold? *J Endod* 2008; 34:51-6.
17. Shabahang S. Treatment options: Apexogenesis and apexification. *J Endod* 2013; 39:26-9.
18. Nostrat A, Asgary S. Apexogenesis of a symptomatic molar with calcium enriched mixture. *Int Endod J* 2010; 43:940-4.
19. Witherspoon DE. Vital Pulp Therapy with New Materials: New Directions and treatment Perspectives- Permanent Teeth. *J Endod* 2008; 34:25-8.
20. Nayak G, Hasan MF. Biodentine-a novel dentinal substitute for single visit apexification. *Restor Dent Endod.* 2014; 39:120-5.
21. Koubi G, Colon P, Frnquin JC, Hartmann A, Richard, Faure MO, Lambert G. Clinical evaluation of the performance and safety of a new dentin substitute, Biodentine, in the restoration of posterior tooth: a prospective study, *Clin Oral Invest* 2013;17:243-9.
22. Strindbeg LZ. The dependence of results of pulp therapy on certain factors. *Acta Ododontol Scand* 1956; 14:17-21.
23. Orstavick D, Kerekes K, Eriksen HM. The periapical index; a scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Endod Dent Traumatol* 1986; 2:20-4.
24. Pereyra JC, Sene F, Hannas AR, Costa LC. Tratamentos conservadores da vitalidade pulpar: principios biológicos e clínicos. *Biodonto* 2004; 2:8-14.
25. El-Araby, Al-Jabab A. The influence of some dentin primers on calcium hydroxide lining cement. *J Contemp Dent Pract* 2005; 6:1-9.
26. Goracci G, Mori G. Scanning electron microscopic evaluation of resin-dentin and calcium hydroxide-dentin interface with resin composite restorations. *Quintessence Int* 1996; 27:129-135.
27. Tran XV, Gorin C, Wiling C, et al. Effect of a calcium-silicate-based restorative cement on pulp repair. *J Dent Res* 2012; 91:1166-71.

28. Nowicka A, Lipski M, Parafinuk M, Sporniak-Tutak K, Lichota D, Kosierkiewicz A. response of human dental pulp capped with biodentine and mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2013; 39:743-7
29. Laurent P, Camps J, About I. Biodentine induces TGF-beta1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization. *Int. Endod J* 2012; 45:439-48.
30. Campos I, Llamosas E, Morales R, Evaluación de la biocompatibilidad del cemento Portland implantado en tejido conectivo subepitelial de ratas. *Revista ADM* 2003; 9:45-50.

