



FACULTAD DE ODONTOLÓGIA

Titulación: GRADO EN ODONTOLÓGIA

Departamento de Estomatología

TRABAJO FIN DE GRADO

**Título: REVASCULARIZACIÓN PULPAR EN EL
TRATAMIENTO DE LOS TRAUMATISMOS
DENTARIOS. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

Alumno: Edgar Rodríguez Roger

Tutor: D. Juan José Segura Egea

Cotutor: D. Juan José Saúco Márquez

Curso 2017/2018

Sevilla



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

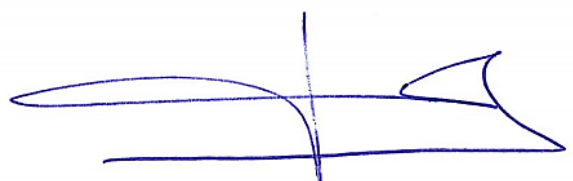
DR. JUAN JOSÉ SEGURA EGEA, Profesor Titular de Patología y Terapéutica Dental adscrito al departamento de Estomatología, como tutor del trabajo fin de grado y DR. JUAN JOSÉ SAÚCO MÁRQUEZ, Profesor Asociado de Patología y Terapéutica Dental adscrito al departamento de Estomatología, como cotutor del trabajo fin de grado.

CERTIFICAN: Que el presente trabajo titulado “REVASCULARIZACIÓN PULPAR EN EL TRATAMIENTO DE LOS TRAUMATISMOS DENTARIOS” ha sido realizado por D. EDGAR RODRÍGUEZ ROGER bajo nuestra dirección y cumple a nuestro juicio, todos los requisitos necesarios para ser presentado y defendido como trabajo de fin de grado.

y para que así conste y a los efectos oportunos, firmamos el presente certificado, en Sevilla a día 22 de mayo de 2018.



Fdo.: Juan José Segura Egea



Fdo.: Juan José Saúco Márquez

Mi más sincero agradecimiento a mi tutor, Juan José Segura Egea, y a mi cotutor, Juan José Saúco Márquez, por su ayuda, paciencia y dedicación para poder elaborar el presente trabajo. También agradecer a todos mis seres queridos, por ser un punto de apoyo crucial durante estos 5 años de carrera.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. RESUMEN/ABSTRACT	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
2.1. Epidemiología y etiología general de los traumatismos dentarios	2
2.2. Clasificación de los traumatismos dentarios	2
2.3. Endodoncia regenerativa	7
2.4. Consideraciones clínicas de los procedimientos de endodoncia regenerativa	9
2.4. Descripción de la técnica de revascularización pulpar.....	10
3. OBJETIVOS	14
4. METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA	15
5. RESULTADOS	17
6. DISCUSIÓN	22
7. CONCLUSIONES	28
8. BIBLIOGRAFÍA	29

1. RESUMEN.

Objetivo: La presente revisión de la literatura tiene como objetivo principal conocer qué tipo de lesiones dentales provocadas por traumatismos, en dientes permanentes jóvenes con ápice abierto y pulpa necrótica, han sido tratadas con técnicas de revascularización pulpar con o sin éxito, según los hallazgos clínicos y radiológicos recopilados en la literatura más reciente.

Material y método: Se realizó una búsqueda bibliográfica en la base de datos Pubmed. Los criterios de inclusión fueron: textos completos, en español o inglés, estudio en humanos o animales, y menos de 10 años de antigüedad. Se emplearon un total de 13 artículos para confeccionar este trabajo.

Conclusión: No existe evidencia científica suficiente para establecer los criterios específicos que puedan determinar resultados predecibles con el uso de REP en dientes traumatizados. Así como establecer qué tipo de lesiones traumáticas serían indicativas o contra-indicativas de realizar con REP.

1. ABSTRACT

Objective: The main objective of this literature review is to know which types of dental injuries caused by trauma, in young permanent teeth with open apex and necrotic pulp, have been treated with pulp revascularization techniques, with or without success, according to the clinical and radiological findings collected in the most recent literature.

Material and method: A bibliographic search was carried out in the Pubmed database. The inclusion rules were: full texts, in Spanish or English, study in humans or animals, and less than 10 years old. A total of 13 articles were used to prepare this work.

Conclusion: There is not enough scientific evidence to establish the specific rules which could determine the predictable results with the use of REP in traumatized teeth. As well as, establishing which type of traumatic injuries would be indicative or contraindicative to perform with REP.

2. INTRODUCCIÓN.

Las lesiones traumáticas no solo representan un riesgo para la salud en todo el mundo, sino que también se consideran uno de los problemas sociales más graves (1).

Una categoría importante es el trauma dental. Analizando gran parte de los problemas de salud en niños y adolescentes, los estudios realizados en diferentes países informan diversas tasas de prevalencia de lesiones dentales traumáticas entre niños y adolescentes (1).

2.1. EPIDEMIOLOGÍA Y ETIOLOGÍA GENERAL DE LOS TRAUMATISMOS.

Según las evaluaciones demográficas podemos destacar que:

- ❖ Existe una mayor prevalencia de traumatismos en pacientes varones que en mujeres.
- ❖ Los agentes desencadenantes más comunes son: caídas, peleas, deportes, accidentes y golpes con objetos.
- ❖ Los lugares donde suceden con mayor frecuencia los traumatismos son: el hogar, la escuela y la calle.
- ❖ Los tipos de lesiones dentales traumáticas con mayor frecuencia son ocupadas por las fracturas de esmalte y fracturas de esmalte y dentina sin exposición pulpar.
- ❖ Los dientes afectados con mayor frecuencia son los incisivos centrales superiores (1).

2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS TRAUMATISMOS DENTARIOS.

- I. Fracturas del esmalte.**
- II. Fracturas de la corona sin afectación pulpar.**
- III. Fracturas de la corona con afectación pulpar.**
- IV. Fracturas radiculares.**
- V. Fracturas coronorradiculares.**
- VI. Luxación.**
- VII. Avulsión.**

Esta clasificación fue descrita por la Organización Mundial de la Salud y modificada por Jens Ove Andreasen y Frances M. Andreasen (Andreasen JO, Andreasen

FM. Textbook and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth. 3rd ed. Saint Louis: Mosby; 1994).

I. Fracturas del esmalte. Son lesiones que afectan solamente al esmalte e incluye pequeñas fracturas, ya sean completas (con pérdida de tejido dentario) (figura 1, imagen B1) o incompletas (infracción del esmalte) (figura 1, imagen A). El pronóstico es bueno, ya que habitualmente no presentan complicaciones. (Bakland LK, Andreasen FM, Andreasen JO. Tratamiento de dientes traumatizados. In: Walton R, Torabinejad M, editors. Endodoncia. México: Mc Graw-Hill Interamericana; 1997; 10:223-7).

II. Fracturas de la corona sin afectación pulpar. No son fracturas complicadas, ya que no afectan a la pulpa. La pérdida de tejido dentario compromete únicamente al esmalte y la dentina (figura 1, imagen B2). La evolución de este tipo de lesiones no suele presentar complicaciones. (Andreasen FM, Steinhardt V, Bille M, Munksgaard EC. Bonding of enameldentin crown fragments after crown fracture. An experimental study using bonding agents. Endod Dent Traumatol 1993; 9:111-4).

III. Fracturas de la corona con afectación pulpar. La pérdida de tejido dentario afecta a esmalte y dentina con afectación pulpar (Figura 1, Imagen B3). Este tipo de lesiones se consideran complicadas ya que con la lesión pulpar aumentan las posibles complicaciones (Andreasen JO, Andreasen FM. Textbook and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth. 3rd ed. Saint Louis: Mosby; 1994).

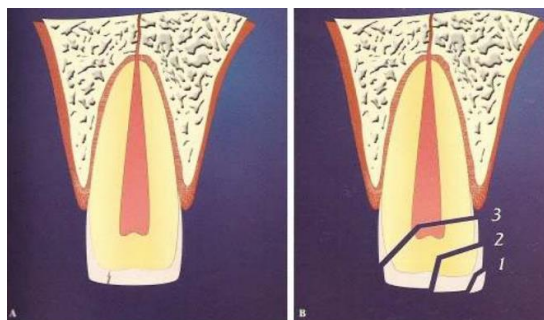


Figura 1. Imagen A) Infracción de la corona. **Imagen B)** Fractura de corona. 1. Fractura que afecta sólo al esmalte. 2. Fractura no complicada que afecta a esmalte y dentina. 3. Fractura complicada de la corona.

IV. Fracturas radiculares. Estas fracturas son siempre complicadas, ya que afectan a la pulpa, la dentina, y el cemento (figura 2); se llaman también

intraalveolares radicales, horizontales u oblicuas, aunque a veces también pueden ser verticales (Bakland LK. Lesiones dentales traumáticas: In: Ingle JI, Bakland LF, editors. Endodoncia. 4.^a ed. México: Mc Graw-Hill Interamericana; 1996. Cap 17).



Figura 2. Fractura de la raíz.

V. Fracturas coronoradiculares. Estas fracturas afectan al esmalte, a la dentina y al cemento radicular, incluyendo a la pulpa o no (Figura 3). Normalmente son oblicuas y afectan de forma subgingival a la zona radicular. Casi siempre afectan a la pulpa, sobre todo si se extiende hasta el tercio medio radicular, y por ello se consideran complicadas. (Bakland LK, Andreasen FM, Andreasen JO. Tratamiento de dientes traumatizados. In: Walton R, Torabinejad M, editors. Endodoncia. México: Mc Graw-Hill Interamericana; 1997; 10:223-7).

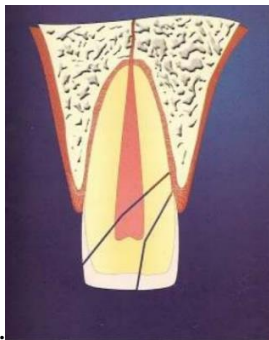


Figura 3. Fractura no complicada y complicada de corona y raíz.

VI. Luxación. Bajo este concepto se engloba un tipo de lesiones en las que el ligamento periodontal está lesionado y puede involucrar también a la pulpa. Existen varios tipos de luxación:

1. **Concusión.** La lesión se localiza en el ligamento periodontal. La percusión es positiva debido al traumatismo, pero sin patología asociada en otros tejidos dentarios, ya que no hay desplazamiento del diente (figura 4, imagen A).
2. **Subluxación.** La lesión del ligamento periodontal es mayor que la anterior y desplaza el diente. Además de dolor a la percusión, hay movilidad y puede haber hemorragia en el surco gingival (figura 4, imagen B).
3. **Luxación extrusiva.** La lesión del ligamento periodontal consiste en el desplazamiento del diente hacia el exterior a lo largo de su eje longitudinal (figura 4, imagen C). Puede haber necrosis pulpar, además de movilidad y hemorragia del surco gingival inherente a la luxación.
4. **Luxación intrusiva.** El diente está situado en el alveolo en la misma dirección axial, penetra a mayor profundidad en el interior del hueso y a veces provoca un enclavamiento (figura 4, imagen D). En este caso disminuye la movilidad, y la percusión es metálica, semejante a una anquilosis. La vitalidad puede ser negativa, ya que frecuentemente se produce necrosis pulpar.
5. **Luxación lateral.** El diente se encuentra desplazado en cualquier dirección fuera de su eje longitudinal original (figura 4, imagen E). La percusión es positiva, y si el diente entró en el hueso alveolar, puede haber también un sonido metálico de anquilosis. Usualmente presenta necrosis pulpar. (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).
6. **Avulsión.** La Asociación Americana de Endodoncistas (AAE) define la avulsión o exarticulación como la completa separación de un diente de su alvéolo (figura 4, imagen F). La lesión del ligamento periodontal es total. Suele presentar necrosis pulpar, sobre todo cuando el ápice está completamente formado (American Association of Endodontics (AAE). Glossary of terms used in endodontics. 4th ed. Chicago: AAE; 1984).

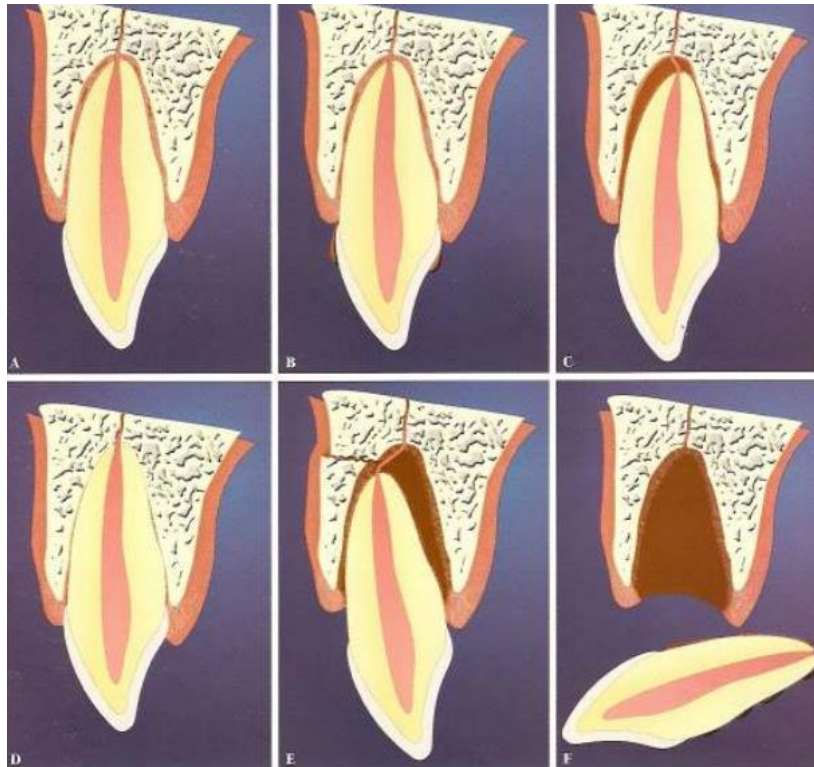


Figura 4. Lesiones de los tejidos periodontales. **A)** Concusión. **B)** Subluxación. **C)** Luxación extrusiva. **D)** Luxación intrusiva. **E)** Luxación lateral. **F)** Avulsión.

2.3. ENDODONCIA REGENERATIVA.

La pulpa de un diente inmaduro puede afectarse por un traumatismo, caries o anomalías del desarrollo (30). En este caso, el primer objetivo es permitir el desarrollo radicular manteniendo, si es posible, la vitalidad de la pulpa, para que la raíz complete su formación, con el cierre apical y aumentando de grosor sus paredes. (Chueh L-H, Huang GTJ. Immature teeth with periradicular periodontitis or abscess undergoing apexogenesis: A paradigm shift. *J Endod* 2006; 32:1205-13).

Nolla estableció, mediante radiografías, una serie de estadios (de 0 a 10) en el desarrollo de los dientes. Al mismo tiempo que las raíces de un diente se desarrollan en longitud, las paredes internas de la raíz se van engrosando por aposición de dentina y la zona apical se va estrechando formándose una constricción o estrechamiento constituyendo el foramen apical. Cuando un diente erupciona, presenta una raíz con un desarrollo de unos dos tercios de su longitud (estadio 8) (figura 4). Al cabo de un año se desarrolla hasta alcanzar casi su longitud total (estadio 9) (figura 4). Harán falta aún unos 3-4 años para considerar que su ápice está maduro, es decir, que se ha formado una constricción apical en la proximidad de la unión de la dentina con el cemento (estadio 10) (figura 4), existiendo pequeñas modificaciones cronológicas en los diferentes grupos

dentarios y en cada individuo (Moorees L. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. J Dent Res 1963; 42:127-31).

Hasta que un diente erupcionado no ha terminado su desarrollo se le denomina diente con rizogénesis incompleta, inmaduro o con el ápice abierto (Chueh L-H, Huang GTJ. Immature teeth with periradicular periodontitis or abscess undergoing apexogenesis: A paradigm shift. J Endod 2006; 32:1205-13).

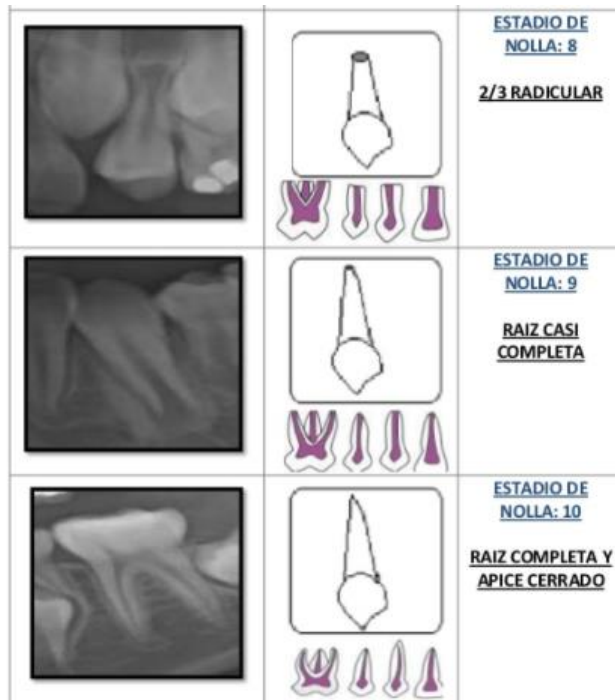


Figura 4. Estadios de Nolla (8, 9 y 10).

El tratamiento de los dientes inmaduros con necrosis pulpar con técnicas regenerativas se ha descrito como un “cambio de paradigma” en el manejo de estos dientes (2). Los enfoques tradicionales de apexogénesis con hidróxido de calcio y las técnicas de barrera apical/apexificación con agregado de trióxido mineral (MTA) han sido utilizados sin conseguir, en la mayoría de los casos, el desarrollo radicular completo en longitud y grosor, quedando como resultado unas raíces delgadas y frágiles con un mayor riesgo de fractura y, por tanto, peor pronóstico de estos dientes (3, 30).

Las técnicas de endodoncia regenerativa se basan en la existencia de células madres apicales vitales (SCAP) que han sobrevivido a la necrosis pulpar. Estas células son capaces de diferenciarse y proliferar dando como resultado el desarrollo de la raíz,

siempre que el conducto radicular haya sido desinfectado, pues es necesario un ambiente que favorezca la regeneración (6, 7, 8).

Aunque la regeneración del tejido pueda proceder de células madres que se hallen tanto en la pulpa vital, como en la papila apical, la membrana periodontal o el hueso alveolar, las células de la papila apical son el recurso principal de odontoblastos en el desarrollo radicular ya que poseen un mayor número de células, una capacidad proliferativa más acelerada y un número mayor de duplicaciones poblacionales con una alta capacidad para la regeneración dentinaria (9).

La endodoncia regenerativa se ha definido como "procedimientos basados en la biología diseñados para reemplazar estructuras dañadas, incluida la dentina y estructuras radiculares, así como las células del complejo dentino-pulpar" (3).

Se han adoptado varios términos en la literatura referentes a la endodoncia regenerativa, la revascularización y la revitalización son los más comúnmente utilizados. El término "revascularización" está bien establecido en la literatura de endodoncia y se relaciona con el restablecimiento de la vascularización en el espacio pulpar después de lesiones traumáticas que cortan el suministro de sangre a la pulpa de dientes inmaduros (2).

Existe controversia por varios autores sobre el término que más se adapte a este procedimiento. Las técnicas de endodoncia regenerativa buscan la formación de tejido pulpar nuevo, lo que implicaría la presencia de odontoblastos capaces de formar dentina. Pero es posible que no siempre se regeneren odontoblastos, sino que en realidad lo que ocurre dentro del espacio pulpar es una invaginación y un crecimiento de tejido periodontal, y el tejido duro que se forma es cemento, que se coloca sobre la dentina preexistente, alargando y ensanchando las paredes del conducto, e incluso tejido más similar al hueso. (4, 5).

Por tanto, el concepto de 'revitalización pulpar' podría ser más acertado ya que alude a tejido vital no específico, ya sea dentina cemento o hueso, en lugar de solo vasos sanguíneos como implica el término "revascularización" (2).

En definitiva, el término procedimiento regenerativo de endodoncia (REP) ha sido ampliamente adoptado y se refiere a todo procedimiento que apunta a lograr la reparación organizada de la pulpa dental e incluye terapias futuras aún por desarrollar en el campo de la endodoncia regenerativa (10).

2.4. CONSIDERACIONES CLÍNICAS DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENDODONCIA REGENERATIVA.

1. Paciente joven: A pesar de que los REP han sido utilizados en dientes de pacientes adultos, la gran mayoría de los casos estudiados se han llevado a cabo en pacientes jóvenes entre 8-16 años en dientes con ápice inmaduro (diámetro apical > 1.1 mm) (29) donde el cese de la maduración de la raíz ha ocurrido como consecuencia de la necrosis pulpar (2).

2. Instrumentación mínima o nula de las paredes dentinarias. Para prevenir la destrucción de las células responsables de la deposición de tejido mineralizado en las paredes internas de la raíz (2, 30).

3. Desinfección del sistema de conductos radiculares. La desinfección del sistema de conducto radiculares deber ser efectiva, sin que los propios agentes irrigantes utilizados dañen la supervivencia y la capacidad proliferativa de las células madre del paciente (10). Los factores de crecimientos contenidos en la matriz de la dentina son liberados por los irrigantes endodónticos. La concentración al 1,5% de hipoclorito sódico (NaOCl) es la recomendada actualmente, pues tiene mínimos efectos destructivos en las SCAP. Además, el uso de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 17% provoca un incremento de la expresión de supervivencia de las SCAP, al tiempo que revierte parcialmente los efectos perjudiciales del NaOCl (11). El EDTA actúa desmineralizando la dentina y expone la matriz de dentina liberando factores de crecimiento que provienen de la misma (12). El acondicionamiento de la dentina mediante EDTA promueve la adhesión, migración, y diferenciación de las SCAP sobre la dentina. Además, la exposición de la matriz de dentina también aumenta la adherencia del tejido mineralizado recién formado a las paredes de la raíz (13). Por, tanto, es aconsejable la irrigación final con EDTA antes de la inducción del coágulo sanguíneo (12, 14)

4. Colocación de un medicamento intraconducto. El protocolo de la Asociación Americana de Endodoncistas (AAE) recomienda el uso de pasta tri-antibiótica (metronidazol, ciprofloxacino y minociclina) en concentraciones no mayores de 0.1

mg/mL (15). Siguiendo este protocolo, sería compatible la supervivencia y la proliferación de las células madres al mismo tiempo que sería eficaz para la eliminación de los microorganismos intrarradiculares. Las directrices de la AAE también recomiendan el uso de hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) en combinación con clorhexidina al 2% debido a que se ha demostrado que al igual que la pasta tri-antibiótica puede ser apropiado para la supervivencia y proliferación de las SCAP (16)

5. Creación de un coágulo sanguíneo o colocación de un andamio proteico en el canal. Después de la desinfección del sistema de conductos radiculares y la resolución de los síntomas, los REP generalmente implican la laceración del tejido periapical para inducir el sangrado y la posterior formación de un coágulo o el uso de plasma rico en plaquetas (PRP) o fibrina rica en plaquetas (PRF) (17). La endodoncia regenerativa contemporánea sigue los principios de la bioingeniería y se fundamenta en la interacción de las células madres, andamios y factores de crecimientos (6).

6. Sellado coronal efectivo. Una vez que el coágulo de sangre o el andamio está ubicado en el canal radicular, se coloca una barrera coronal para evitar la entrada de microorganismos. Los protocolos actuales recomiendan que, al formarse el coágulo de sangre, debe colocarse una pieza pre-medida de Collaplug cuidadosamente en la parte superior del coágulo de sangre que sirve como una matriz interna para la posterior aplicación de aproximadamente 3 mm de MTA blanco. Sobre el MTA, se inserta seguidamente una capa de 3-4 mm de ionómero de vidrio. Finalmente, se coloca una capa de resina compuesta reforzada sobre el ionómero de vidrio (15)

2.5. DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA DE REVASCULARIZACIÓN PULPAR.

No hay un protocolo estándar para la realización de los procedimientos de endodoncia regenerativa, aunque la Asociación Americana de Endodoncistas (AEE) sugiere las siguientes pautas (15)

Protocolo de la primera visita:

1. Estudio clínico (figura 5) y radiográfico (figura 6).
2. Anestesia local.
3. Aislamiento absoluto con dique de goma.
4. Acceso a la cámara pulpar.

5. Irrigación: Riego copioso y suave con 20 ml de NaOCl utilizando un sistema de irrigación que minimice la posibilidad de extrusión de los agentes irrigantes al espacio periapical (por ejemplo, aguja de irrigación con extremo cerrado y de salida lateral, o EndoVac™). Se recomiendan concentraciones más bajas de NaOCl (1.5% NaOCl (20 ml / canal, 5 min) y luego irrigación con solución salina (20 ml/ canal, 5 min), con aguja de irrigación colocada a aproximadamente 1 mm del foramen apical para minimizar la citotoxicidad de los agentes irrigantes sobre las células de los tejidos apicales.
6. Secar los canales con puntas de papel.
7. Colocar hidróxido de calcio o mezcla de pasta tri-antibiótica. Si se usa la pasta tri-antibiótica: Mezcla en proporción 1:1:1 de metronidazol, minociclina y ciprofloxacino hasta una concentración final de 0.1 mg / ml. Aplicar en el sistema de conductos radiculares a través de una jeringa. Si se usa pasta tri-antibiótica, asegúrese de que permanezca debajo de la unión amelocementaria (para minimizar la coloración de la corona).
8. Sellar con 3-4 mm de un material temporal como Cavit, IRM, ionómero de vidrio u otro material temporal.
9. Citar al paciente dentro de 1-4 semanas (15).

Protocolo de la segunda visita (1-4 semanas después de la 1ª visita):

1. Evaluar la respuesta al tratamiento inicial. Si hay signos/síntomas de infección persistente, habrá que considerar volver a colocar pasta tri-antibiótica/hidróxido de calcio o buscar algún tratamiento antimicrobiano alternativo.
2. Anestesia con mepivacaína al 3% sin vasoconstrictor.
3. Aislamiento absoluto con dique de goma.
4. Riego copioso y suave con 20 ml de EDTA al 17%.
5. Secar con puntas de papel absorbente.
6. Crear hemorragia en el sistema de conductos radiculares por sobreinstrumentación. Inducir sangrado rotando una lima K precurvada 2 mm más allá del foramen apical con el objetivo de llenar todo el canal radicular con sangre hasta alcanzar el nivel de la unión amelocementaria (figura 7).
7. Detener el sangrado a un nivel que permita la colocación de 3-4 mm de material de restauración.

8. Colocar una matriz reabsorbible como CollaPlug, Collacote, CollaTape u otro material sobre el coágulo de sangre, si es necesario, y MTA blanco o $\text{Ca}(\text{OH})_2$ como material de cobertura (figura 8). El MTA se ha asociado con decoloración del diente, por ello, las alternativas al MTA deben considerarse en los dientes donde existe una preocupación estética, en ese caso podríamos utilizar Biodentine (2) o Cemento Portland (28).
9. Añadir una capa de 3-4 mm de ionómero de vidrio fotopolimerizable que se vierte suavemente sobre el material de cobertura y aplicar luz halógena durante 40 segundos.
10. Terminar sellando con resina compuesta (15).

Seguimiento:

El examen clínico y radiográfico debe revelar los siguientes parámetros:

- No dolor, ni inflamación de los tejidos blandos, ni presencia de fistula (a menudo se observa entre la primera y la segunda cita).
- Resolución de la radiolúidez apical (a menudo observada de 6 a 12 meses después del tratamiento) (figura 9).
- Aumento del ancho de las paredes radicales (esto generalmente se observa antes del aumento aparente en la longitud de la raíz y suele ocurrir 12-24 meses después del tratamiento) (figura 9).
- Aumento de la longitud de la raíz.
- Pruebas de vitalidad pulpar positivas (15).

La AAE define el éxito de los procedimientos de endodoncia regenerativa en función de tres medidas clínicas:

- a. Eliminación de la sintomatología y evidencia de curación ósea.
- b. Aumento del grosor de las paredes y/o aumento de la longitud radicular.
- c. Respuesta positiva a las pruebas de vitalidad pulpar (2).



Figura 5. Un premolar mandibular se ha fracturado causando necrosis pulpar y absceso crónico.

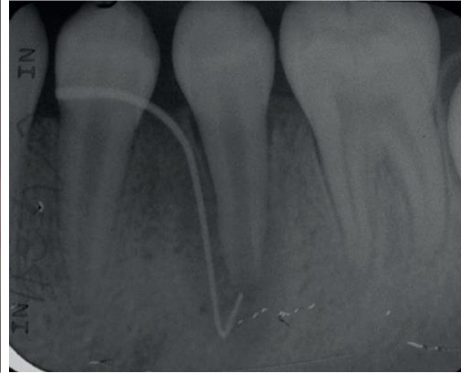


Figura 6. Radiografía periapical mostrando una fistulografía realizada con gutapercha para conocer el origen exacto del absceso.



Figura 7. Se indujo la formación de un coágulo de sangre en el canal radicular al nivel de la unión cemento-esmalte.

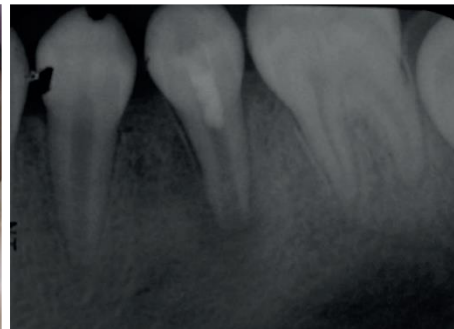


Figura 8. Una radiografía periapical que muestra una barrera intracanal de MTA, colocado sobre el coágulo sanguíneo. El diente fue restaurado con ionómero de vidrio y resina compuesta.



Figura 9. Una radiografía tomada en una revisión a los 18 meses mostrando la resolución de la periodontitis apical, así como la evidente maduración de la raíz debido al aumento del ancho de las paredes dentinarias radiculares y al cierre apical.

3. OBJETIVOS.

Objetivo principal:

La presente revisión de la literatura tiene como objetivo principal conocer qué tipo de lesiones dentales provocadas por traumatismos, en dientes permanentes jóvenes con ápice abierto y pulpa necrótica, han sido tratadas con técnicas de revascularización pulpar con o sin éxito, según los hallazgos clínicos y radiológicos recopilados en la literatura más reciente.

Objetivos secundarios:

El primer objetivo secundario es conocer cuáles son los principios básicos para que la técnica sea posible y los factores que en ella influyen.

El segundo y último objetivo secundario de esta revisión es conocer cuáles son los materiales aplicados actualmente en los REP, así como saber si hay diferencias significativas entre los mismos en relación con el éxito de la terapia.

4. METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA.

Para llevar a cabo la confección de esta revisión bibliográfica, revascularización pulpar en el tratamiento de los traumatismos dentarios, he llevado a cabo una búsqueda exhaustiva de artículos científicos en la siguiente base de datos: Pubmed.

En la base de datos Pubmed los términos Mesh empleados en la primera búsqueda fueron: “*Dental trauma*”, “*Traumatized teeth*”, “*Trauma*”, “*Revascularization*”, “*Revitalisation*”, “*Revitalisation endodontic treatment*”, “*Regenerative endodontics procedures*”, “*Regenerative endodontic therapy*”, “*Regenerative endodontics*” y “*Pulp revascularization*”.

Se detalla a continuación el proceso de la primera búsqueda de artículos mediante una tabla donde se recogen las palabras claves, junto con el número total de artículos resultantes.

PRIMERA BÚSQUEDA	TOTAL ARTÍCULOS.
❖ “Trauma”	❖ 1091843
❖ “Dental trauma”	❖ 1378
❖ “Traumatized teeth”	❖ 250
❖ “Revascularization”	❖ 52321
❖ “Revitalisation”	❖ 103
❖ “Revitalisation endodontic treatment”	❖ 3
❖ “Regenerative endodontic procedures”	❖ 104
❖ “Regenerative endodontic therapy”	❖ 32
❖ “Regenerative endodontics”	❖ 205
❖ “Pulp revascularization”	❖ 262

Seguidamente, realicé una segunda búsqueda combinando los términos Mesh, utilizados en la primera búsqueda, a través de los operadores booleanos (“AND” y “OR”) de la siguiente forma:

- ❖ (“Dental trauma” OR “traumatized teeth” OR Trauma) AND (“Regenerative endodontics” OR “Pulp revascularization” OR Revascularization OR Revitalisation OR “Revitalisation endodontics treatment” OR “Regenerative endodontic procedures” OR “Regenerative endodontic therapy”).

Criterios de inclusión y exclusión:

Los criterios de inclusión utilizados en la búsqueda fueron:

1. Artículos de los que se podía obtener el texto completo.
2. Artículos publicados en los últimos 10 años.
3. Artículos en inglés o español.
4. Artículos de estudios en humanos o animales.

Igualmente se establecieron unos criterios de exclusión:

1. Artículos a los que no se podía acceder al texto completo o la universidad no estaba suscrita a la revista.
2. Artículos que carecían de interés o utilidad para el tema que se iba a tratar.

Un total de 2144 artículos fueron encontrados aplicando el método de búsqueda anterior. Al aplicar los criterios anteriormente mencionados, se eligen un total de 13 artículos para elaborar la presente revisión bibliográfica.

5. RESULTADOS.

Tabla 1. Resumen de los reportes de casos.

<i>AUTORES</i>	<i>AÑO, REVISTA</i>	<i>GÉNERO, EDAD</i>	<i>ANTIGÜEDAD DEL TRAUMATISMO</i>	<i>TIPO DE LESIÓN, DIENTE</i>	<i>PROTOCOLO</i>	<i>SEGUIMIENTO</i>	<i>RESULTADOS</i>
<i>Renato Lenzi y cols (18)</i>	2012, JOE	Varón, 8	2,5 meses (ICSi sospecha traumatismo anterior)	CCF ICSi + ICSd Intrusión ICSd	TAP + BC	21 meses	I. ICSd: Revitalización exitosa → Engrosamiento de las paredes dentinarias y cierre apical. II. ICSi: Resolución de síntomas. No revitalización → No engrosamiento raíz + no ↑ en longitud → Barrera apical (similar apicoformación).
<i>Ali Nosrat y cols (19)</i>	2012, JOE	Mujer, 14	6 años	CCF + C, ICSd UCCF ICSi	TAP + BC	I. 1 año II. 6 años	I. Rx: Las lesiones periapicales se curaron, y formaron el cierre apical. Sin embargo, no hubo ↑ ni en la longitud ni en el grosor de las raíces. II. Decoloración moderada de ambos dientes + C ICSi → obturación de conductos + CRT
<i>Adriana de Jesús Soares y cols (20)</i>	2013, JOE	Mujer, 9	1 día	CCF + intrusión ICSi Subluxación ICSd	ICSi → CHP + BC ICSd → NO REP	24 meses	Rx: Continuo desarrollo radicular, cierre apical y engrosamiento de la raíz.
<i>Maryam Forghani y cols (21)</i>	2013, RDE	Varón, 9	3 meses	CCF ICSi + ICSd	ICSi: pulpotomía cervical MTA ICSd: TAP + BC	18 meses	Rx: Ambos dientes → ↑ longitud radicular + ↑ espesor + cierre apical. Clínica: Asintomáticos
<i>Herbert L Ray Jr y cols (22)</i>	2016, Dental Traumatology	Varón, 11	4 meses	Intrusión + luxación lateral ICSi	DAP (CIP + MTZ) + PRF	36 meses	Rx: Cicatrización ósea + ↑ longitud radicular. Clínica: Asintomático. PVP – (frío), EPT +. Decoloración.

Tabla 2. Resumen de los reportes de casos.

AUTORES	AÑO, REVISTA	GÉNERO, EDAD	ANTIGÜEDAD DEL TRAUMATISMO	TIPO DE LESIÓN, DIENTE	PROTOCOLO	SEGUIMIENTO	RESULTADOS
<i>Harini Priya M y cols. (23)</i>	2016, JOE	Varón, 11	8 horas	Avulsión + UCCF ICSi	I. Reimplante + PRP	I. 6 meses	I. Rx: RRI con radiotransparencia periapical + RRE + ↑ espacio PDL.
					II. DAP (MTZ + MIN) + RC	II. 9-12 meses	II. Rx: Resolución radiotransparencia. No → progresión RRI ni RRE. Espacio PDL normal. Sí → ligera reabsorción por reemplazo. Clínica: Asintomático. No dolor percusión, movilidad normal. PVP + (térmicas y eléctricas).
<i>Tarek Mohamed A. Saoud y cols (24)</i>	2016, JOE	Varón, 15	4 semanas	Fractura radicular del 1/3 medio ICSd	1ª Visita: Desbridar + Ca(OH) ₂ fragmento coronal 2ª Visita: BC fragmento apical	19 meses	Rx: Cicatrización progresiva con formación de tejido duro entre los fragmentos. Clínica: Asintomático. PVP – (térmicas y eléctricas). Estable y funcional.
		Mujer, 7	6 semanas	Avulsión + RRI ICSi	TAP + BC	15 meses	Rx: Detención RRI + desarrollo apical de la raíz.
				Trauma 2º: Fractura radicular del 1/3 medio	Ferulización 6 semanas	5 años	Rx: Deposición de tejido calcificado y curación del tejido conectivo entre los fragmentos. No mostró maduración radicular. Clínica: Estable y funcional. PVP -.
		Varón, 16	2 años	UCCF + RRI perforante + RRE	TAP + BC	19 meses	Rx: Curación progresiva de la RRE y lesión periapical. ↑ espesor en área de RRI. Clínica: PVP – (térmicas y eléctricas). Estable y funcional.
<i>Giorgos Tzanetakis y cols (25)</i>	2017, JOE	Varón, 7	1 día	UCCF + intrusión + RRE	Ca(OH) ₂ + BC	30 meses	Rx: Desarrollo incompleto radicular + acúmulo tejido calcificado intrarradicular. Clínica: Normal y funcional.

Tabla 3. Resumen de los análisis prospectivos.

<i>AUTORES, AÑO, REVISTA</i>	<i>EDAD (AÑOS)</i>	<i>DIENTES</i>	<i>ETIOLOGÍA</i>	<i>PROTOCOLO</i>	<i>SEGUIMIENTO (MESES)</i>	<i>RESULTADOS</i>	<i>CONCLUSIONES</i>
<i>Bill Kahler y cols (26) 2014 JOE</i>	8-12	13 IS 3 PM	<u>IS</u> : 5 UCCF, 2 subluxación, 2 avulsión, 2 CCF 2 No conocida <u>PM</u> : 3 evaginado	TAP + BC	18-36	<p><u>Evaluación cualitativa:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 90.3% resolución imagen radiolúcida periapical. 47.2% cierre apical incompleto. 19.4% cierre apical completo. <p><u>Evaluación cuantitativa:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Cambio longitud radicular (2.7%- 25.3%). Cambio espesor dentina radicular (81.9%-72.6%). 	REP = resultados muy variables en el desarrollo radicular. Aunque en casi todos los casos, la patología periapical desaparece por completo.
<i>Juliana Yuri Nagata y cols (27) 2014 JOE</i>	7- 17	23 IS	11 Luxación lateral 9 Luxación extrusiva 1 Intrusión 2 Avulsión	TAP (n:12) + BC CHP (n:11) + BC	9-19	<ul style="list-style-type: none"> ↓ dolor espontáneo, dolor a la palpación y percusión en ambos grupos. <u>Decoloración:</u> 83.3 % TAP, 27.3% CHP. <u>Reparación lesión periapical:</u> 100% TAP, 90,9% CHP. <u>Cierre apical:</u> 66,7% TAP, 54,5% CHP. <u>↑ Longitud radicular:</u> 41,7% TAP, 27,3% CHP. <u>Engrosamiento radicular:</u> 41,7% TAP, 45,4% CHP. 	<p><u>Resultados clínicos y radiográficos:</u> similares con ambos protocolos.</p> <p><u>Decoloración:</u> ↑ en protocolo con TAP → ↑ problemas estéticos → Desventaja respecto al protocolo con CHP.</p>
<i>H. Nazzari y cols (28) 2017 IEJ</i>	7-10	15 IS	10 UCCF 2 CCF 2 Avulsión 1 Intrusión	DAP (MTZ+ CIP) + BC	18-27	<ul style="list-style-type: none"> <u>↑ Longitud radicular y engrosamiento radicular:</u> No diferencia significativa después de REP. <u>Cierre apical:</u> diferencia significativa después de 2 años ↓ Signos clínicos de infección en todos los casos. <u>Cambio de color:</u> mayoría de casos. 	<p>Rx: No → desarrollo radicular en longitud y grosor después de REP. Sí → Cierre apical + curación periodontal.</p> <p>Color: cambios mesurables (+ amarillo, + rojo y + claro), sin preocupación estética (pacientes/padres)</p>

Tabla 4. Resumen de las revisiones sistemáticas.

ARTÍCULO	AUTORES	REVISTA	AÑO	OBJETIVOS	CONCLUSIONES
<i>Recommendations for using regenerative endodontic procedures in permanent immature traumatized teeth</i>	Franklin Garcia-Godoy y cols (29)	Dental Traumatology	2012	Revisar la literatura reciente + sugerir directrices para el uso de REP en dientes permanentes inmaduros traumatizados.	<ul style="list-style-type: none"> Debido a la falta de evidencia a largo plazo para apoyar a los REP en dientes permanente inmaduros traumatizados → REP solo deben intentarse cuando el diente no es adecuado para la obturación del conducto radicular, y después de intentar tratamientos de apexogénesis o apexificación sin éxito.
<i>Interventions for the endodontic management of non-vital traumatised immature permanent anterior teeth in children and adolescents: a systematic review of the evidence and guidelines of the European Academy of Paediatric Dentistry</i>	M. Duggal y cols (30)	EAPD	2017	Revisar la literatura reciente + elaborar directrices para la EAPD para el tratamiento de los dientes anteriores permanentes no vitales con desarrollo radicular incompleto.	<ul style="list-style-type: none"> La apexificación con hidróxido de calcio ya no se recomienda. La técnica de revascularización pulpar es actualmente extremadamente débil y, por tanto, solo debe utilizarse en situaciones muy limitadas en las que el pronóstico con otras técnicas se considere extremadamente pobre. La revisión actual apoya el uso de MTA (apicoformación) seguido por obturación del conducto radicular como tratamiento de elección.

Acrónimos utilizados en las tablas:

- **CCF:** Fractura complicada de corona.
- **UCCF:** Fractura no complicada de corona.
- **BC:** Coágulo Sanguíneo.
- **ICSi:** Incisivo central superior izquierdo
- **ICSd:** Incisivo central superior derecho.
- **TAP:** Triple pasta antibiótica.
- **CHP:** Gel de clorhexidina al 2% combinado con hidróxido de calcio.
- **Rx:** Estudio radiológico.
- **RDE:** Restorative Dentistry of Endodontics
- **JOE:** Journal of Endodontics.
- **PVP:** Pruebas de vitalidad pulpar.
- **PDL:** Ligamento periodontal.
- **RRI:** Reabsorción radicular interna.
- **RRE:** Reabsorción radicular externa.
- **PRP:** Plasma rico en plaquetas.
- **MTZ:** Metronidazol
- **MIN:** Minociclina.
- **CIP:** Ciprofloxacino.
- **REP:** Procedimientos de endodoncia regenerativa.
- **RC:** Resina compuesta.
- **Ca(OH)₂:** Hidróxido de calcio.
- **DAP:** Doble pasta antibiótica.
- **PRF:** Plasma rico en fibrina.
- **EAPD:** Academia Europea de Odontología Pediátrica.
- ↑: Aumento; ↓: Disminución
- **CRT:** Corona de Recubrimiento Total.
- **EPT:** Pruebas térmicas de vitalidad pulpar:
- **IS:** Incisivo superior
- **PM:** Premolar
- **n:** número
- **IEJ:** Internacional Endodontic Journal

6. DISCUSIÓN.

En los últimos años ha habido un cambio de paradigma en la forma propuesta para tratar los dientes no vitales con desarrollo radicular incompleto. El nuevo modo de pensar parece haber sido motivado por las limitaciones del uso de hidróxido de calcio y MTA en las técnicas de apexogénesis y apexificación. Ambos métodos permiten la obturación del sistema de conductos radiculares a través de la generación de una barrera física o tope que se crea en el ápice de la raíz. Sin embargo, ninguno de ellos contribuye a una mejora cualitativa ni cuantitativa en las dimensiones de la raíz, por tanto, a largo plazo hacen que la raíz sea más propensa a la fractura (30).

La regeneración de los dientes permanentes inmaduros después de un trauma podría ser beneficiosa para reducir el riesgo de fractura y pérdida de millones de dientes al año (29). Sin embargo, los criterios exactos para garantizar el éxito de la terapia siguen fallando (18).

Algunos casos no responden tal y como se predicen, por ejemplo, en un caso clínico expuesto por Renato Lenzi y cols. en 2012, el diente tratado de acuerdo con los principios establecidos por Branch y Trope que se creía que tendría más probabilidades de ser revitalizado con éxito no lo hizo, mientras que en el otro diente que bajo su criterio era menos probable que respondiese al tratamiento correctamente sí lo hizo (18).

En el informe de otro caso clínico, expuesto por Maryam Forghani y cols. en 2013, se realizó la revascularización pulpar de un incisivo superior central izquierdo inmaduro que presentaba fractura complicada de corona. En un seguimiento de 18 meses se produjo desarrollo continuo de la raíz, la resolución de la patología apical en el estudio radiológico fue evidente y clínicamente fue asintomático. Este caso es un ejemplo que puede defender que la revascularización es un método de tratamiento adecuado en dientes traumatizados necróticos inmaduros (21).

Tradicionalmente los dientes traumatizados con fracturas radiculares, avulsionados, con reabsorciones radiculares u otro tipo de lesión con pronóstico incierto, son tratados mediante la técnica convencional de obturación conductos, es decir, una “endodoncia convencional”. Sin embargo, en tres casos expuestos por Tarek Mohamed A. Saoud y cols. en 2016, la terapia de endodoncia regenerativa ha mostrado la resolución de los signos y síntomas, así como la resolución de las lesiones osteolíticas inflamatorias en un diente con ápice cerrado y con una

fractura radicular del tercio medio (figura 1), en otro diente con ápice cerrado y avulsionado y en un diente inmaduro con fractura complicada de corona con reabsorción interna. Los tres dientes se mantuvieron estables y funcionales, aunque el proceso de desarrollo radicular no continuó en el caso del diente inmaduro, sin aumento en el grosor y en la longitud radicular (24).

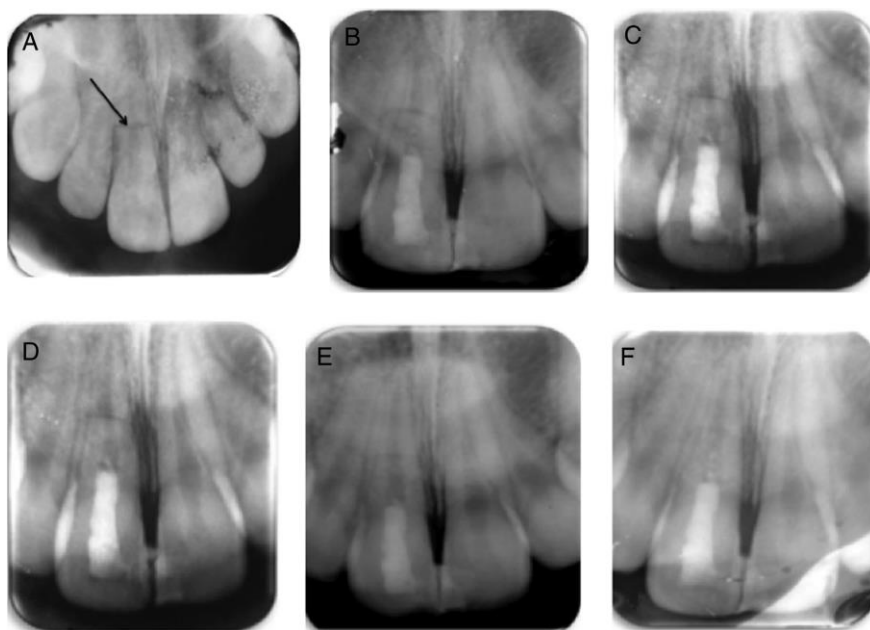


Figura 1. (A) Radiografía periapical preoperatoria del incisivo central superior izquierdo. La raíz está completamente formada. Una fractura horizontal en la mitad de la raíz es evidente (flecha). (B) Radiografía periapical posoperatoria después de la finalización del REP. (C) Radiografía periapical posoperatoria a los 5 meses de seguimiento. Línea de fractura aún visible. No se desarrolló lesión radiotransparente en la línea de fractura. (D) Radiografía periapical posoperatoria en el seguimiento de 8 meses. La apariencia radiográfica es similar al seguimiento de 5 meses. (E) Radiografía periapical posoperatoria a los 14 meses de seguimiento. Curación progresiva de la fractura horizontal radicular por formación de tejido duro entre los fragmentos. (F) Radiografía periapical posoperatoria en el seguimiento de 19 meses. Mayor curación de la fractura horizontal de la raíz por formación de tejido duro.

En otro informe de un caso clínico expuesto por Giorgios N. Tzanetakis y cols. en 2017, un diente con una luxación intrusiva severa permaneció funcional y libre de signos y síntomas después de realizar la técnica de revascularización pulpar, como en los tres casos mencionados anteriormente. Sin embargo, el diente lesionado tampoco pudo completar el desarrollo radicular después de 30 meses de seguimiento (25). Aunque el aumento en grosor y longitud radicular son objetivos secundarios para la AAE (24), los dientes siguen siendo débiles y susceptibles a la fractura, este hecho puede ser una característica diferenciadora para la aplicación de los

enfoques regenerativos en el manejo de dientes severamente traumatizados con pronóstico incierto (25).

Algunos autores sugieren que la apexificación con MTA puede ser más beneficiosa que las técnicas de revascularización pulpar en aquellos dientes que sufren lesiones graves como las mencionadas anteriormente (29).

Instrumentación y desinfección del sistema de conductos radiculares:

En la revascularización pulpar el protocolo clásico es la descontaminación del sistema de conductos radiculares mediante la irrigación con hipoclorito sódico al 1.5% y EDTA al 17% con mínima o nula instrumentación mecánica adicional, para prevenir la destrucción de las células, en particular las responsables de la continuación del desarrollo radicular (2, 20).

Los informes recopilados en la literatura defienden que los materiales utilizados como apósito/medicación intracanal, principalmente los compuestos por metronidazol, ciprofloxacino y minociclina contribuyen a la descontaminación y son los más comúnmente usados. Estos antibióticos han demostrado su acción antimicrobiana frente a patógenos endodónticos, además de resultados satisfactorios en el desarrollo de las raíces en la terapia de revascularización pulpar. Sin embargo, esta pasta puede promover algunos efectos secundarios como son la decoloración coronal, la resistencia bacteriana y reacciones alérgicas (20). La decoloración de los dientes después de los tratamientos de endodoncia regenerativa es un problema en su mayoría relacionado con el uso de minociclina en la pasta tri-antibiótica (2, 19,26,28,29), algunos autores han reemplazado la minociclina por cefaclor, amoxicilina o clindamicina entre otros, obteniendo un efecto antimicrobiano similar al de la pasta tri-antibiótica convencional (28).

Una alternativa a este protocolo es la recogida en el informe de un caso clínico expuesto por Adriana de Jesús Soares y cols. en 2013, en el cual el paciente sufrió una luxación intrusiva, considerada una de las lesiones traumáticas menos frecuente y más graves (20,25). Este caso revela que la revascularización pulpar obtiene resultados favorables cuando se realiza la instrumentación mecánica del tercio cervical y medio, la irrigación con suero fisiológico estéril y la utilizando como medicación intraconducto de un apósito, en proporción 1:1 de hidróxido de calcio con gel de clorhexidina al 2%, que se inserta en los tercio cervical y medio de la raíz, dejando libre el tercio apical para preservar la viabilidad de las células madre de la papila apical.

Aunque algunos autores han relacionado la acción nociva del hidróxido de calcio en la revascularización pulpar, debido a su alto pH y a su reacción reabsortiva sobre la dentina, se ha comprobado que al mezclarlo con gel de clorhexidina al 2%, que tiene propiedades antimicrobianas frente a algunos patógenos endodónticos y baja citotoxicidad, puede mostrar resultados favorables como se ve reflejado en el presente caso clínico en el cual hubo un aumento en el grosor y en la longitud de la raíz (20,27).

En otro estudio realizado por Juliana Yuri Nagata y cols. en 2014, se trataron 23 dientes anterosuperiores inmaduros con necrosis pulpar causada por diferentes lesiones traumáticas (luxación extrusiva, luxación lateral, luxación intrusiva y avulsión) con dos protocolos diferentes. Un grupo se trató con pasta tri-antibiótica y el otro con combinación de hidróxido de calcio y gel de clorhexidina al 2%. El estudio mostró resultados clínicos y radiológicos similares con ambos protocolos de medicación; sin embargo, el grupo tratado con hidróxido de calcio y gel de clorhexidina al 2% mostró menor decoloración en los dientes y, por tanto, un resultado más estético (figura 2) (27).

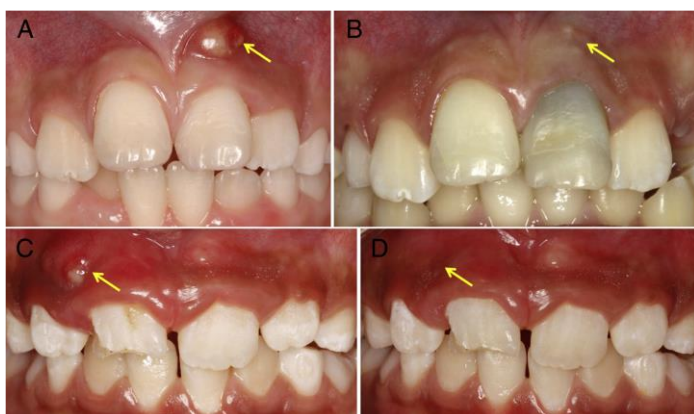


Figura 2. Imágenes clínicas del incisivo central superior izquierdo del grupo tratado con TAP antes (A) y después de 3 meses de terapia de revascularización (B), mostrando curación (flecha). Imágenes clínicas del incisivo central superior derecho del grupo tratado con CHP antes (C) y después de 3 meses de terapia de revascularización (D), mostrando curación (flecha) (12).

Alternativas al protocolo de inducción de coágulo sanguíneo:

En los casos clínicos realizados con la técnica tradicional de revascularización, un coágulo de sangre dentro del sistema de conductos radiculares sirve como andamio biológico (2,22).

Una innovación reciente en odontología es el uso de plasma rico en plaquetas (PRP) para las técnicas regenerativas. Los factores de crecimiento derivados de las plaquetas inician

la curación del tejido conectivo, la regeneración ósea y la reparación; promoviendo el desarrollo de la angiogénesis y estimulando el proceso de curación de heridas. El PRP es autólogo, biocompatible con el entorno dental, rico en factores de crecimiento, forma una matriz tridimensional y se degrada con el tiempo; por lo tanto, reúne muchos requisitos para ser un buen andamio compatible con las técnicas de endodoncia regenerativa (23).

En el informe de un caso clínico tratado con PRP y expuesto por Harini Priya M y cols, en 2016, la regeneración pulpar se alcanzó bajo circunstancias excepcionales en un diente permanente avulsionado con ápice cerrado y un tiempo extraoral de más de 8 horas. La Asociación Internacional de Traumatología Dental defiende que el reimplante tardío (> 60 minutos) tiene mal pronóstico a largo plazo (23) y la mayoría de los autores afirman que la terapia pulpar se debe realizar en dientes con ápice inmaduro con un foramen apical de un diámetro no inferior a 1.1 mm (28). En este caso tratado con PRP hubo resultados inesperados: las radiografías revelaron la resolución de la radiotransparencia periapical y clínicamente el diente fue asintomático respondiendo positivamente a las pruebas de vitalidad pulpar térmicas y eléctricas (23).

Otra alternativa, es el uso de plasma rico en fibrina (PRF), el cual tiene la capacidad de mejorar el potencial curativo de los tejidos blandos y duros, además de liberar paulatinamente factores de crecimiento, lo que facilita la angiogénesis, el crecimiento celular, y la diferenciación durante un periodo prolongado de tiempo (22).

He. et al. comparó la eficacia entre el PRP y el PRF en la proliferación y diferenciación de osteoblastos en ratas. Los niveles de factores de crecimiento liberados, tales como TGF-B1 y PDGF, aumentaron notablemente y alcanzaron la cantidad más alta en el día 14, luego disminuyeron ligeramente en el caso del PRF. Por otro lado, el PRP demostró una liberación incontrolada de TFG-B1 y PDGF, que alcanzó la cantidad más alta en el día 1 y luego disminuyó rápidamente. En definitiva, el PRF proporciona una liberación retardada y prolongada de los factores de crecimiento, en oposición a una única ráfaga brusca proporcionada por PRP (22).

En el informe de un caso clínico expuesto por Herbert L Ray Jr. y cols. en 2016, un incisivo central superior izquierdo con antecedentes de trauma con luxación intrusiva y luxación lateral se trató con protocolo de PRF en vez de con inducción de coágulo sanguíneo o PRP, con un seguimiento de 36 meses (figura 3), mostrando radiológicamente cicatrización

ósea y aumento en su longitud radicular y clínicamente se apreció asintomático, dando negativo a las pruebas de vitalidad pulpar al frío y positivo a la prueba eléctrica (EPT). Este caso demuestra la viabilidad de la utilización de PRF como un protocolo de tratamiento efectivo para los dientes traumatizados (22).

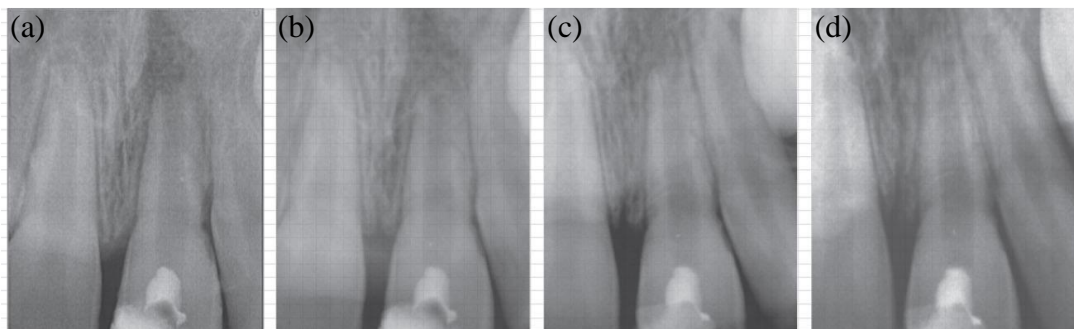


Fig. 3: (a) Radiografía postoperatoria tomada inmediatamente después de revascularización con PRF. (b) Seguimiento a los 12 meses (c) Seguimiento a los 24 meses (d) Seguimiento a los 36 meses (8).

En una revisión sistemática llevada a cabo por M. Duggal y cols. en 2017, afirma que el uso de PRP o PRF como andamios biológicos no ha demostrado clínicamente ninguna ventaja en comparación a la técnica con coágulo de sangre (30).

En definitiva, la mayoría de los autores generalmente opinan que la terapia de revascularización pulpar es un tratamiento adecuado para los dientes inmaduros necróticos. Sin embargo, los informes de casos sobre la regeneración pulpar han utilizado diferentes métodos de tratamiento y ningún estudio ha analizado los resultados globales, por lo que se necesita más evidencia científica para preparar una estrategia de tratamiento uniforme a todos los casos (21).

7. CONCLUSIONES.

I. No existe evidencia científica suficiente para establecer los criterios específicos que puedan determinar resultados predecibles con el uso de REP en dientes traumatizados. Así como establecer qué tipo de lesiones traumáticas serían indicativas o contra-indicativas de realizar con REP.

II. Los informes de casos clínicos de lesiones traumáticas graves, tales como luxaciones extrusivas, luxaciones intrusivas, avulsiones o fracturas radiculares, muestran mayoritariamente resolución de la sintomatología clínica y radiológica tras los REP, sin embargo, la continuación del desarrollo radicular no se ha conseguido en la mayoría de los casos.

III. La evidencia actual considera que el uso de REP debe restringirse a aquellos dientes permanente en los que el desarrollo radicular es incompleto (diámetro apical de al menos 1.1mm). Aunque haya dientes con ápice cerrado que se han tratado con REP con éxito, faltan estudios clínicos que respalden la indicación de REP en dientes con ápice cerrado.

IV. No existen diferencias significativas al comparar los resultados clínicos y radiológicos obtenidos entre el uso de pasta tri-antibiótica e hidróxido de calcio combinado con clorhexidina. Sin embargo, en este último caso se muestran mejores resultados estéticos.

V. Los estudios realizados con otros andamios biológicos, tales como PRP y PRF, no son suficientes para afirmar la existencia de ventajas significativas respecto al protocolo convencional de inducción de coágulo sanguíneo.

8. BIBLIOGRAFÍA.

1. Azami-Aghdash S, Ebadifard Azar F, Pournaghi Azar F, Rezapour A, Moradi-Joo M, Moosavi A, et al. Prevalence, etiology, and types of dental trauma in children and adolescents: Systematic review and meta-analysis. *Med J Islam Repub Iran*. 2015;29(1):591–6.
2. Lin LM, Kahler B. A review of regenerative endodontics: current protocols and future directions *Rejeneratif Endodonti Üzerine Bir Derleme: Güncel Protokoller ve Geleceğe Yönelik Öneriler*. *J Istanbul Univ Fac Dent* . 2017;51:41–51.
3. Diogenes A, Ruparel NB, Shiloah Y, Hargreaves KM. Regenerative endodontics A way forward. *J Am Dent Assoc*. 2016;147(5):372–80.
4. Neha K, Kansal R, Garg P, Joshi R, Garg D, Grover HS. Management of immature teeth by dentin-pulp regeneration: A recent approach. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2011;16(7).
5. Gancedo Caravia L. Ápice abierto. En: García Barbero J, editor. *Patología y terapéutica dental: operatoria dental y endodoncia*. 2a Edición. Barcelona: Elsevier; 2015. p. 612-5
6. Khoshkhounejad M, Shokouhinejad N, Pirmoazen S. Regenerative Endodontic Treatment: Report of Two Cases with Different Clinical Management and Outcomes. *J Dent (Tehran)*. 2015;12(6):460–8.
7. Paniagua MI. Revascularización pulpar de un incisivo central permanente con ápice inmaduro. *Rev CES Odontol*. 2010;23:9–12.
8. Nagy MM, Tawfik HE, Hashem AAR, Abu-Seida AM. Regenerative potential of immature permanent teeth with necrotic pulps after different regenerative protocols. *J Endod*. 2014;40(2):192–8.
9. Iglesias Linares A, Mendoza-Mendoza A. Apicogénesis inducida mediante terapia celular con células madres en el diente inmaduro con tejido pulpar afectado. En: García Ballesta C, Mendoza-Mendoza A, editores. *Traumatología oral: diagnóstico y tratamiento integral: soluciones estéticas*. Madrid; 2012. p. 165-75
10. Diogenes A, Henry MA, Teixeira FB, Hargreaves KM. An update on clinical regenerative endodontics. *Endod Top*. 2013;28(1):2–23.
11. Martin DE, De Almeida JFA, Henry MA, Khaing ZZ, Schmidt CE, Teixeira FB, et al. Concentration-dependent effect of sodium hypochlorite on stem cells of apical papilla survival and differentiation. *J Endod* . 2014;40(1):51–5.

12. Galler KM, Widbiller M, Buchalla W, Eidt A, Hiller KA, Hoffer PC, et al. EDTA conditioning of dentine promotes adhesion, migration and differentiation of dental pulp stem cells. *Int Endod J*. 2016;49(6):581–90.
13. Yamauchi N, Yamauchi S, Nagaoka H, Duggan D, Zhong S, Lee SM, et al. Tissue engineering strategies for immature teeth with apical periodontitis. *J Endod*. 2011;37(3):390–7.
14. Galler KM, Buchalla W, Hiller KA, Federlin M, Eidt A, Schiefersteiner M, et al. Influence of root canal disinfectants on growth factor release from dentin. *J Endod*. 2015;41(3):363–8.
15. Consent I, Appointment F. AAE Clinical Considerations for a Regenerative Procedure Revised 4-12-15. *Aae*. 2015;1–6.
16. Nikita BR, Fabricio BT, Caio CRF, Anibal D, Ruparel NB, Teixeira FB, et al. Direct effect of intracanal medicaments on survival of stem cells of the apical papilla. *J Endod*. 2012;38(10):1372.
17. Lei L, Chen Y, Zhou R, Huang X, Cai Z. Histologic and Immunohistochemical Findings of a Human Immature Permanent Tooth with Apical Periodontitis after Regenerative Endodontic Treatment. *J Endod*. 2015;41(7):1172–9.
18. Lenzi R, Trope M. Revitalization procedures in two traumatized incisors with different biological outcomes. *J Endod*. 2012;38(3):411–4.
19. Nosrat A, Homayounfar N, Oloomi K. Drawbacks and unfavorable outcomes of regenerative endodontic treatments of necrotic immature teeth: A literature review and report of a case. *J Endod*. 2012;38(10):1428–34.
20. Soares ADJ, Lins FF, Nagata JY, Gomes BPFDA, Zaia AA, Ferraz CCR, et al. Pulp revascularization after root canal decontamination with calcium hydroxide and 2% chlorhexidine gel. *J Endod*. 2013;39(3):417–20.
21. Forghani M, Parisay I, Maghsoudlou A. Apexogenesis and revascularization treatment procedures for two traumatized immature permanent maxillary incisors: a case report. *Restor Dent Endod*. 2013;38(3):178.
22. Ray HL, Marcelino J, Braga R, Horwat R, Lisien M, Khaliq S. Long-term follow up of revascularization using platelet-rich fibrin. *Dent Traumatol*. 2016;32(1):80–4.
23. Harini PM, Tambakad PB, Naidu J. Pulp and Periodontal Regeneration of an Avulsed Permanent Mature Incisor Using Platelet-rich Plasma after Delayed Replantation: A 12-month Clinical Case Study. *J Endod*. 2016;42(1):66–71.

24. Saoud TMA, Mistry S, Kahler B, Sigurdsson A, Lin LM. Regenerative Endodontic Procedures for Traumatized Teeth after Horizontal Root Fracture, Avulsion, and Perforating Root Resorption. *J Endod.* 2016;42(10):1476–82.
25. Tzanetakis GN. Management of Intruded Immature Maxillary Central Incisor with Pulp Necrosis and Severe External Resorption by Regenerative Approach. *J Endod.* 2017;1–5.
26. Kahler B, Mistry S, Moule A, Ringsmuth AK, Case P, Thomson A, et al. Revascularization outcomes: A prospective analysis of 16 consecutive cases. *J Endod.* 2014;40(3):333–8.
27. Nagata JY, Figueiredo De Almeida Gomes BP, Rocha Lima TF, Murakami LS, De Faria DE, Campos GR, et al. Traumatized immature teeth treated with 2 protocols of pulp revascularization. *J Endod.* 2014;40(5):606–12.
28. Nazzal H, Kenny K, Altimimi A, Kang J, Duggal MS. A prospective clinical study of regenerative endodontic treatment of traumatized immature teeth with necrotic pulps using bi-antibiotic paste. *Int Endod J.* 2017;1–12.
29. Garcia-Godoy F, Murray PE. Recommendations for using regenerative endodontic procedures in permanent immature traumatized teeth. *Dent Traumatol.* 2012;28(1):33–41.
30. Duggal M, Tong HJ, Al-Ansary M, Twati W, Day PF, Nazzal H. Interventions for the endodontic management of non-vital traumatised immature permanent anterior teeth in children and adolescents: a systematic review of the evidence and guidelines of the European Academy of Paediatric Dentistry. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2017;18(3):139–51.