

Hallazgos Clínicos, Radiográficos e Imagenológicos que permiten determinar el éxito de la Revascularización Pulpar

Concetina Petrocco De Angelis¹ , María Alejandra Ozal Mora² .

Resumen: **Introducción:** La revascularización pulpar es la terapia de primera elección para tratar al diente permanente inmaduro afectado por necrosis pulpar con periodontitis o absceso apical. Las evidencias indican que esta técnica induce la reparación de los tejidos dañados o perdidos, dentro y en la periferia, del conducto radicular. Durante los controles postoperatorios, el clínico dispone, fundamentalmente, de los hallazgos clínicos, radiográficos o imagenológicos, para interpretar y evaluar los resultados obtenidos con la terapia. **Objetivo:** Identificar los hallazgos clínicos, radiográficos e imagenológicos que determinan el éxito de la revascularización pulpar. **Materiales y métodos:** El desarrollo de la presente revisión narrativa se llevó a cabo mediante una estrategia de búsqueda en la base electrónica de datos y la consulta directa de portales web especializados. Además, se realizó una pesquisa en búsqueda de artículos primarios citados indistintamente del año de publicación. **Resultados:** Fueron seleccionadas 25 publicaciones por su aporte y relevancia, de forma tal, que la presente revisión pueda cumplir con su objetivo. **Conclusiones:** Desde el punto de vista clínico, tanto para el control de los signos y síntomas de la infección como para inducir la reparación periapical, resulta una terapia exitosa. Ha demostrado que puede engrosar las paredes radiculares y estrechar el foramen apical a expensas de la deposición de un tejido mineralizado. Sin embargo, el alargamiento radicular sigue siendo un resultado incierto. La respuesta positiva a las pruebas de sensibilidad sugiere la existencia de un tejido vital en el interior del conducto radicular.

Palabras clave: Endodoncia regenerativa, revascularización pulpar, resultado del tratamiento, signos y síntomas.

Achados Clínicos, Radiográficos e de Imagem que permitem determinar o Sucesso da Revascularização Pulpar

Resumo: **Introdução:** A revascularização pulpar é a terapia de primeira escolha para o tratamento de dentes permanentes imaturos acometidos por necrose pulpar com periodontite ou abscesso apical. Evidências indicam que esta técnica induz o reparo de tecido danificado ou ausente dentro e ao redor do canal radicular. Durante os controles pós-operatórios, o clínico tem basicamente os achados clínicos, radiográficos ou de imagem para interpretar e avaliar os resultados obtidos com a terapia. **Objetivo:** Identificar os achados clínicos, radiográficos e de imagem que determinam o sucesso da revascularização pulpar. **Materiais e métodos:** O desenvolvimento desta revisão narrativa foi realizado por meio de uma estratégia de busca na base de dados eletrônica e consulta direta de portais especializados. Além disso, foi realizada uma busca em busca de artigos primários citados independente do ano de publicação. **Resultados:** 25 publicações foram selecionadas por sua contribuição e relevância, para que esta revisão possa cumprir seu objetivo. **Conclusões:** Do ponto de vista clínico, tanto para controlar os sinais e sintomas da infecção quanto para induzir o reparo periapical, é uma terapia de sucesso. Foi demonstrado que pode engrossar as paredes radiculares e estreitar o forame apical às custas da deposição de tecido mineralizado. No entanto, o alongamento da raiz continua sendo um resultado incerto. Uma resposta positiva aos testes de sensibilidade sugere a existência de tecido vital dentro do canal radicular.

Palavra-chave: Endodontia regenerativa, revascularização pulpar, resultado do tratamento, sinais e sintomas.

¹ Coordinadora de Endodoncia I, Docente Asistente de pre y postgrado de la Cátedra de Endodoncia, Facultad de Odontología de la Universidad Central de Venezuela

² Docente Asistente de la Cátedra de Endodoncia pre y postgrado, Facultad de Odontología de la Universidad Central de Venezuela.

Clinical, Radiographic and Imaging Findings that allow determining the Success of Pulp Revascularization

Abstract: Introduction: Pulpal revascularization is the first-choice therapy to treat immature permanent teeth affected by pulpal necrosis with periodontitis or apical abscess. Evidence indicates that this technique induces repair of damaged or missing tissue within and around the root canal. During the postoperative controls, the clinician basically has the clinical, radiographic or imaging findings to interpret and evaluate the results obtained with the therapy. **Objective:** To identify the clinical, radiographic and imaging findings that determine the success of pulpal revascularization. **Materials and methods:** The development of this narrative review was carried out through a search strategy in the electronic database and direct consultation of specialized web portals. In addition, a search was carried out in search of primary articles cited regardless of the year of publication. **Results:** 25 publications were selected for their contribution and relevance, so that this review can fulfill its objective. **Conclusions:** From the clinical point of view, both to control the signs and symptoms of the infection and to induce periapical repair, it is a successful therapy. It has been shown that it can thicken the root walls and narrow the apical foramen at the expense of the deposition of mineralized tissue. However, root elongation remains an uncertain outcome. A positive response to sensitivity tests suggests the existence of vital tissue within the root canal.

Key words: Regenerative endodontics, revascularization, treatment outcome, signs and symptoms.

Introducción

La revascularización pulpar es considerada un procedimiento de endodoncia regenerativa que surge como una alternativa terapéutica para tratar el diente permanente inmaduro con necrosis pulpar¹⁻⁴, corrigiendo algunos inconvenientes que la apicoformación, tal y como se desarrolla en la actualidad, no logra sortear. Durante estos últimos 18 años, la mayoría de las publicaciones científicas especializadas relacionadas con el tema se han centrado en exponer diversos protocolos, técnicas y materiales, además, de variadas y controversiales interpretaciones de los resultados y hallazgos. De allí que la Asociación Americana de Endodoncistas⁴ (AAE, siglas en inglés de *American Association of Endodontists*) y la Sociedad Europea de Endodoncia⁵ (ESE, siglas en inglés de *European Society of Endodontology*), hayan

tratado de documentar, discutir y analizar las evidencias para formular su posición y directrices en torno a esta terapia.

Es notorio observar que en la literatura especializada en endodoncia se emplean, de manera sinónima e indistintamente, los términos revascularización pulpar, revitalización y endodoncia regenerativa (RET, siglas en inglés de *Regenerative Endodontics Therapy*)³⁻⁷.

Durante los primeros años de implementación de la técnica existió la incertidumbre acerca del tipo de células y tejidos que poblaban el espacio anteriormente ocupado por la pulpa dentaria, así como de las características histológicas del tejido que favorece el aumento de grosor de las paredes del conducto radicular y el cierre apical. Los primeros destellos de lo que estaba ocurriendo allí dentro se obtuvieron gracias

a los estudios en animales que realizaran Thibodeau *et al.*⁸ y Wang *et al.*⁹

Posteriormente, en concordancia con éstas y muchas otras investigaciones previas en dientes de animales, se confirma que, en el diente humano sometido a la técnica convencional de revascularización pulpar, no son evidentes los odontoblastos, y menos aún, un complejo dentino-pulpar funcional.^{10,11}

En ambos casos, el examen radiográfico mostró una resolución completa de la lesión periapical, estrechamiento del ápice, escaso alargamiento de la raíz y cierto engrosamiento de las paredes del conducto radicular. Comparativamente, el estudio histológico posterior, mostró que el tejido formado en el interior del conducto correspondía a un tejido conectivo fibroso, además, el cierre apical fue causado por deposición de cemento sin dentina, y se depositó algo de tejido similar al cemento en las paredes de dentina del conducto. Estos hallazgos, en concordancia con distintos estudios histológicos reportados en animales^{8,9} evidencian que existe discrepancia entre las observaciones radiográficas y los hallazgos histológicos^{10,11} cuando evaluamos los resultados durante los controles postoperatorios.

De acuerdo con estos reportes histológicos^{10,11}, la revascularización pulpar promueve la “reparación y no un proceso regenerativo”^{3,5,10-12}. Para que ocurra una regeneración del complejo dentino-pulpar dentro de los conductos de los dientes permanentes inmaduros con necrosis pulpar hace falta introducir en ese espacio células madre mesenquimáticas para que se diferencien en odontoblastos.^{3,11-13}

Para algunos clínicos estos resultados son consecuencia del hecho que los protocolos clínicos actuales para la revascularización pulpar no aplican completamente la tríada de la ingeniería tisular, y los estudios indican que la adición de factores de crecimiento específicos y andamios son necesarios para lograr la “regeneración anatómica del tejido pulpar”.¹³

El tejido de la pulpa dentaria regenerada debe exhibir una angiogénesis, además de, una morfología e histología, similar con la pulpa natural, junto con la generación de nueva inervación y odontoblastos que elaboren dentina, sin embargo, sólo un examen histológico puede explicar verdaderamente la naturaleza y características del nuevo tejido.⁶

A pesar de estas discrepancias, la revascularización pulpar aún sigue siendo la alternativa terapéutica de primera elección para tratar al diente permanente inmaduro afectado por la necrosis pulpar y su consecuente periodontitis/absceso. Durante los controles postoperatorios, el clínico dispone, fundamentalmente, de los hallazgos clínicos, radiográficos o imagenológicos, para interpretar y evaluar los resultados obtenidos con la terapia. Por consiguiente, esta revisión tiene el propósito de identificar los hallazgos clínicos, radiográficos e imagenológicos que permiten determinar el éxito de la revascularización pulpar.

Materiales y métodos

El desarrollo de la presente revisión narrativa se llevó a cabo mediante

una estrategia de búsqueda en la base electrónica de datos *U.S. National Library of Medicine* (PUBMED) y la consulta directa de los portales web de la AAE y la ESE. Los términos utilizados fueron en inglés: *revascularization, regenerative endodontics, treatment outcomes* y *clinical and radiographic findings*. Las fechas aplicadas para el filtro fueron desde el 01-01-2011 hasta el 31-12-2021. Esta búsqueda inicial arrojó 16 artículos:

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=revascularization%2C%20regenerative%20endodontics%2C%20treatment%20outcomes%20y%20clinical%20and%20radiographic%20findings.&filter=dates.2011%2F1%2F1-2021%2F12%2F31&timeline=expanded&sort=pubdate&sort_order=asc

Para esta investigación se realizó una lectura inicial de los resúmenes de los artículos que arrojó la plataforma, si ofrecía información relevante, entonces se procedía a la lectura analítica, y de allí se realizaba la selección de artículos primarios citados por los autores, independientemente de su fecha de publicación. Se tomaron en cuenta las revisiones sistemáticas, metaanálisis, reportes de casos y estudios clínicos; los criterios de inclusión fueron la disponibilidad del artículo completo y artículos primarios, que relacionaran los hallazgos clínicos y radiográficos, obtenidos durante los controles postoperatorios después de realizar la revascularización pulpar/RET/revitalización. Si bien la selección de los estudios y la interpretación de la información está ceñida por la subjetividad de las autoras, la intensidad

prioritaria es la de hacer un amplio recorrido dentro del proceso histórico de la revascularización pulpar, de forma tal, que permitiera la comprensión del tema en cuestión y cumplir con el objetivo planteado.

Luego de realizar una breve lectura se excluyeron los artículos que:

- Repiten los datos de otros artículos.
- Libros, blogs, trabajos de grado y libros.
- El protocolo del procedimiento no es el planteado para REP (siglas en inglés de *Regenerative Endodontics Procedure*).
- No aportaban información relevante en cuanto a los hallazgos clínicos y radiográficos posteriores al procedimiento de RET/revascularización/revitalización.
- Registros postoperatorios por un corto período de tiempo.

Además, se realizó una pesquisa en búsqueda de artículos primarios valiosos citados por otros autores, indiferentemente del año de publicación.

Resultados

Finalmente, fueron seleccionadas 25 publicaciones por su aporte y relevancia, de forma tal, que la presente revisión pueda servir de guía clínica para el odontólogo o especialista al momento de evaluar e interpretar los hallazgos.

Revisión de la Literatura

Las Evidencias Radiográficas e Imagenológicas como resultado de la Revascularización Pulpar.

La terapia endodóntica incluye la evaluación clínica y radiográfica de la respuesta postoperatoria del paciente a los procedimientos clínicos¹⁴. La comprensión y caracterización de los cambios que suceden a nivel radicular, como consecuencia de la revascularización pulpar, amerita recordar el interesante e imprescindible artículo que Chen *et al.*¹⁵ publicaron en 2011.

Luego de un seguimiento, entre 6 y 26 meses, lograron identificar y agrupar las respuestas de los dientes revascularizados en 5 tipos probables:

- Tipo 1: aumento del grosor de las paredes del conducto radicular y continuación de la maduración de la raíz (Figura 1).
- Tipo 2: sin continuación significativa del desarrollo de la raíz con el ápice radicular cerrado y romo (Figura 2).
- Tipo 3: desarrollo radicular continuo con el foramen apical abierto (Figura 3).
- Tipo 4: calcificación severa (obliteración) del espacio del conducto (Figura 4).
- Tipo 5: una barrera de tejido mineralizado formada en el conducto entre la barrera de MTA (siglas en inglés de *Mineral Trioxide Aggregate*) coronario y el ápice radicular (Figura 5).



Figura 1. Ejemplo de una respuesta tipo 1 en el diente 45: engrosamiento de las paredes del conducto radicular y continua maduración radicular después de la revascularización. A) Radiografía inicial. B) Control radiográfico al año de realizado el procedimiento de revascularización.¹⁵



Figura 2. Ejemplo de una respuesta tipo 2 en el diente 45: no hubo una continuación significativa del desarrollo radicular, sin embargo, el vértice de la raíz se observa cerrado y romo. A) Radiografía inicial. B) Control radiográfico a los 13 meses de realizada la revascularización.¹⁵

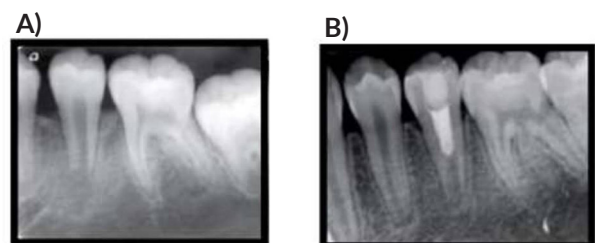


Figura 3. Ejemplo de una respuesta tipo 3 en un diente 35: se observa desarrollo radicular, pero el foramen apical permanece abierto. A) Radiografía inicial. B) Control radiográfico a los 9 meses de realizada la revascularización.¹⁵

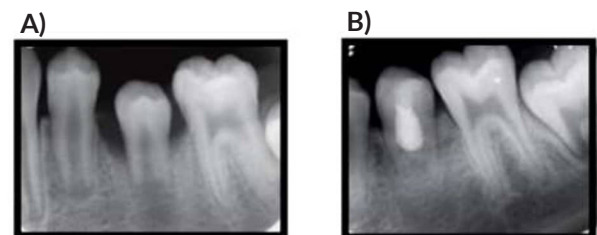


Figura 4. Ejemplo de una respuesta tipo 4 en un diente 35: se observa una calcificación severa del conducto radicular. A) Radiografía inicial. B) Control radiográfico a los 7 meses de realizada la revascularización.¹⁵



Figura 5. Ejemplo de una respuesta tipo 5 en un diente 11: se aprecia la formación de una barrera de tejido mineralizado (donde señala la flecha) en el interior del conducto radicular entre la barrera de MTA y el ápice radicular. A) Radiografía inicial. B) Control radiográfico a los 4 meses de realizada la revascularización.¹⁵

De acuerdo a los autores de este significativo estudio, el alargamiento radicular no es tan predecible como el engrosamiento de las paredes del conducto en los dientes permanentes inmaduros, con necrosis pulpar y periodontitis apical o absceso, luego de ser revascularizados. Atribuyen este hecho a la posibilidad de supervivencia de la vaina epitelial radicular de Hertwig bajo las condiciones de una periodontitis apical o un absceso. Además, estos investigadores, consideran que la obliteración severa del conducto radicular por tejido mineralizado observada en algunos casos, podría ser una complicación de resorción interna por reemplazo o por la unión entre el tejido duro intraconducto y el hueso apical (anquilosis) en estos dientes permanentes inmaduros necróticos revascularizados¹⁵. Este fenómeno, aunque no es común, es considerado una respuesta indeseada en los dientes revascularizados, y pareciera, que las células madre provienen del ligamento periodontal y de la médula ósea, en lugar de la papila apical, debido a que los tejidos formados en el espacio del conducto fueron cemento y tejido parecido al hueso^{3,11,12}. Sin embargo, ésto se puede evitar si en lugar del coágulo sanguíneo, como andamio, empleamos

otro tipo de productos como el plasma rico en plaquetas (PRP, siglas en inglés de *platelet-rich plasma*), el gel de fibrina rica en plaquetas (PRF, siglas en inglés de *platelet-rich fibrin*), o las perlas de plaquetas (PP, según su nombre en inglés *platelet pellet*).¹⁶

Debido a las limitaciones de la imagen obtenida con las radiografías periapicales por ser bidimensionales, la imagen tridimensional generada con la tomografía computarizada *cone beam*, también denominada CBCT (siglas de su nombre en inglés *cone-beam computed tomography*) facilitan un estudio imagenológico más certero y detallado, y se ha convertido en una herramienta indispensable en odontología, y, específicamente, en endodoncia para evaluar los resultados de RET.¹⁷

Recientemente, se publicó un estudio que analiza cualitativa y cuantitativamente la respuesta de los dientes sometidos a RET empleando el estudio con CBCT y un software, pudiendo generar información detallada sobre la anatomía radicular del diente después de REP con varios grados del desarrollo continuo de las raíces. Hubo un aumento estadísticamente significativo en la longitud entre las mediciones previas y posteriores ($p < 0,05$). El aumento porcentual medio de la longitud de la raíz fue de $5,65\% \pm 4,08\%$ con un máximo de $19,60\%$. Además, durante los controles postoperatorios, se identificó una diferencia estadísticamente significativa de aumento en el espesor mesiodistal de las paredes radiculares en relación al espesor vestibulolingual, siendo este aumento mayor en el tercio apical, seguido del tercio medio, y menor para el tercio coronario de la raíz.¹⁷

La evaluación radiográfica no sólo se limita a observar cambios en las dimensiones radicales. Algunos reportes de casos clínicos han evidenciado en el interior del conducto la formación de una barrera de tejido mineralizado apicalmente a la barrera de MTA ^{12,15,18}, clasificada como una respuesta tipo 5¹⁵. Esta estructura se hace evidente a partir de los 3 meses de realizado el procedimiento de revascularización, e incluso, en algunos casos, pareciera obliterar el foramen apical (Figura 6)¹². Por su parte, Chaniotis y Petridis¹⁸, atribuyen a este tejido una gran importancia biológica al proporcionar una verdadera fortaleza a la raíz inmadura en su porción cervical, y podría ser un resultado biológico tan importante como la continuación del desarrollo radicular al favorecer el pronóstico de este tipo de dientes. Desde nuestra perspectiva, la evidencia de dicha estructura, deja claro que, en el interior del conducto, anteriormente vacío o con presencia de tejido necrótico y bacterias en plena actividad metabólica, se formó un tejido vital, cuyas células se transformaron y crearon una barrera o área mineralizada.

Otro aspecto importante, que atiende la evaluación radiográfica, consiste en determinar la presencia y cambios en las dimensiones, de las imágenes radiolúcidas periapicales resultantes de la necrosis pulpar. En algunos casos, estas imágenes radiolúcidas periapicales, tienden a desaparecer a los 3 meses. Sin embargo, de acuerdo a un reciente reporte, la mayoría de los casos toman más tiempo, tanto como hasta 42 meses¹⁹, o, por el contrario, estas lesiones periapicales al ser evaluadas con CBCT, pueden no mostrar una resolución completa en ninguno de los casos, aunque, si una mejoría significativa en el estado periapical posterior a la REP/revascularización.¹⁷

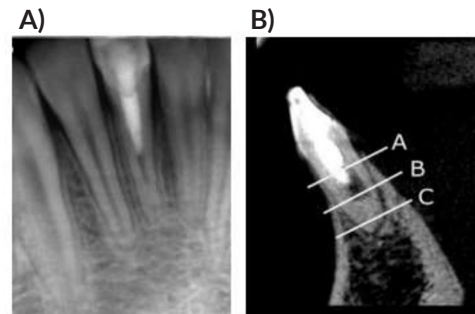


Figura 6. Revascularización en un niño de 12 años en el incisivo central inferior derecho, A) control radiográfico a los 12 meses, donde se observa obliteración apical del conducto. B) Imagen obtenida con CBCT del mismo diente.¹²

Estas observaciones apoyan la hipótesis de que el tamaño de la lesión perirradicular, la presencia de un absceso (agudo o crónico) y la extensión de la lesión (expansión/destrucción de la tabla cortical) son elementos que pueden tener una influencia significativa en los resultados clínicos de la REP/revascularización pulpar.¹⁷

La polémica en Endodoncia entre la Clínica y la Histología

Los criterios que definen el éxito del tratamiento con RET/revascularización pulpar para tratar los dientes permanentes inmaduros con necrosis pulpar generan controversias en la literatura científica especializada. Según lo observado, estos criterios dependen del enfoque adoptado por el investigador/clínico, de tal modo que, se pueden agrupar en los siguientes abordajes del fenómeno: desde un enfoque clínico o desde un enfoque biológico/histológico; desde el enfoque de la revascularización o desde el enfoque de la endodoncia regenerativa; y, de acuerdo al objetivo alcanzado.

En este sentido, Hargreaves *et al.*¹³ argumentan que en endodoncia siempre ha existido “una dicotomía entre los criterios

clínicos de éxito y el tejido histológico observado”, en consecuencia, “el éxito del tratamiento se basa principalmente en aspectos clínicos, no histológicos”.

Tomando en consideración que, tradicionalmente, la endodoncia atribuye un valor irrefutable a los resultados clínicos y radiográficos para determinar el éxito de cualquiera de sus terapias, resulta coherente asumir el enfoque que considera los resultados clínicos y radiográficos obtenidos por la terapia de revascularización pulpar para definir el éxito de la misma, tal y como lo plantean Kim *et al.*³, la AAE⁴ y la ESE⁵.

Hallazgos Clínicos, Radiográficos e Imagenológicos que permiten determinar el Éxito de la Revascularización Pulpar

La atención endodóntica incluye la evaluación de la respuesta postoperatoria del paciente a los procedimientos clínicos. Por tanto, los endodoncistas deben alentar a los pacientes a regresar en los intervalos de seguimiento apropiados para ser evaluados.¹⁴

Dentro de este marco de ideas, consideramos que resulta de gran utilidad y guía para el clínico (odontólogo o especialista) el conocimiento y comprensión de los hallazgos clínicos, radiográficos e imagenológicos que le permitan evaluar los logros alcanzados durante el período de seguimiento y control postoperatorio de los dientes sometidos a la revascularización pulpar.

Desde el punto de vista médico, el objetivo terapéutico primario de los RET, como ocurre con cualquier tratamiento, debe ser la resolución de la enfermedad,

que en el caso que nos compete es la periodontitis apical y los signos y síntomas de infección e inflamación, lo que hasta ahora ha sido demostrado que ocurre en aproximadamente el 90% de los casos sometidos a RET. De allí que sea considerado el objetivo primario y esencial^{3,4,20}. Tanto, la apicoformación como la revascularización pulpar, han demostrado ser exitosas en el control de la infección, la inflamación y en inducir la reparación periapical²¹. Los hallazgos han mostrado una resolución progresiva de la radiolucidez periapical dentro de los primeros 12 meses.²²

La maduración radicular con la revascularización pulpar consiste en observar radiográficamente, casi siempre luego del año de seguimiento, el incremento en el grosor de las paredes radicales, el aumento de la longitud de la raíz, y el cierre apical (por disminución del diámetro apical del conducto radicular). Esta tríada, si bien es deseable, no es esencial para determinar el éxito de la terapia, debido a que son resultados inciertos^{3,12,20}. No siempre se observan las tres condiciones simultáneamente. De ellas, el aumento en la longitud radicular es el más difícil de obtener. El logro de la maduración radicular es multifactorial, hasta ahora, se ha asociado a variables como: la edad del paciente, el diámetro apical al momento de realizar el procedimiento, el tipo de andamio intraconducto utilizado, a la cronicidad del proceso infeccioso, el tipo de medicamento intraconducto empleado, a la supervivencia de las células de la vaina epitelial radicular de Hertwig, y, al origen de la necrosis pulpar. Sin embargo, la revascularización pulpar, en contraposición con la apicoformación empleando una barrera de MTA, ha logrado mostrar un crecimiento radicular significativamente

mayor en cuanto al porcentaje de cambio en la longitud radicular de 12,75% a los 6 meses y en el espesor dentinario de 34,57% a los 6 meses ($p < 0,05$).²¹

Mientras más joven es el paciente, y el diámetro apical del diente permanente inmaduro sea mayor a 1 mm, se obtiene un mayor estrechamiento del diámetro apical, tal y como fue observado en pacientes entre 9 y 18 años de edad. El procedimiento evidenció éxito en diámetros apicales tan pequeños como 0,5 mm. Sin embargo, en dientes con diámetros preoperatorios más anchos (≥ 1 mm) se obtuvo un mayor aumento en el grosor y longitud de la raíz, y en el estrechamiento del diámetro apical. Además, a menor edad mayor aumento del grosor radicular, sin embargo, se observó que en pacientes mayores un diámetro apical amplio favorece considerablemente el aumento del grosor radicular.²³

Los REP tienen un resultado exitoso a largo plazo con clara evidencia de conservar sano el periápice, continuar con el desarrollo radicular y el cierre apical.²⁴

La resolución de la lesión periapical ocurre dentro del primer año, y el comienzo del desarrollo radicular dentro de los dos primeros años. A los 24 meses de seguimiento, el aumento en la longitud de la raíz es insignificante ($p = 0.164$). Sin embargo, la disminución del ancho del conducto y el aumento en el espesor de la dentina son significativos ($p = 0,003$ y $0,006$, respectivamente). En el seguimiento de ocho años, se aprecia una mejora significativa en los tres parámetros, en comparación con las condiciones de referencia ($p < 0,001$) demostrando que el éxito de la terapia es progresivo a través de los años de seguimiento.²⁴

Recientemente, se ha sugerido que puede haber una relación, entre el tipo de medicamento intraconducto empleado para el control de la infección, y los resultados del procedimiento de RET. Este metaanálisis determinó que cuando se empleaba la pasta antibiótica como medicamento, el grosor de la pared dentinaria resultaba mayor (66 %) que al emplear hidróxido de calcio (53 %). Sin embargo, al comparar el cierre apical, se obtuvo que fue superior al emplear el hidróxido de calcio (88 %), mientras que, con la pasta antibiótica fue inferior (66 %).²⁵

La presencia de inervación sugiere la existencia de un tejido vital que es inmunocompetente debido a la asociación íntima de la inervación con los vasos sanguíneos y el sistema inmune²⁰. Los tejidos vitales normalmente presentan vasos sanguíneos y fibras nerviosas, por lo que una respuesta positiva a la prueba de sensibilidad pulpar no necesariamente evidencia una regeneración del tejido pulpar³. Sin embargo, este hallazgo sugiere la recuperación de la nocicepción siendo crucial para la detección de lesiones reales o potenciales en el órgano dentario.²⁰

Desde una perspectiva general, encontramos que la ESE⁵ establece que el procedimiento de revitalización/revascularización puede considerarse exitoso de acuerdo a los siguientes criterios:

- Ausencia de dolor.
- No hay signos ni síntomas de inflamación.
- Se evidencia la curación de lesiones periapicales óseas preexistentes.
- Se observa un aumento del grosor de las paredes radiculares y de la longitud radicular.

- No se evidencia resorción radicular externa o si existía se observa detenida en su progreso.
- Puede haber respuesta positiva a las pruebas de sensibilidad pulpar.
- Existe conformidad del paciente con el procedimiento.
- No hay cambios de color de la corona clínica que desagraden.
- Detección radiográfica de un nuevo ligamento periodontal a lo largo de la pared interna del conducto radicular.

Son enfáticos en precisar que el análisis histológico después de la revitalización muestra que en algunos casos la curación o reparación puede ocurrir, pero, no la regeneración. Además, afirman, desde una perspectiva basada en el paciente, que, si es realmente pulpa o no, puede ser irrelevante, lo que realmente importa es el incremento en la longitud y el grosor de las paredes radiculares por la aposición de tejido mineralizado y que se mantenga la salud del hueso alveolar.

Por su parte, la AAE⁴ propone un período de seguimiento durante 6, 12 y 24 meses, similar a la ESE⁵, a través de los cuales se evidencien, con el examen clínico y radiográfico, algunos de los siguientes hallazgos:

- La ausencia de dolor, de la inflamación de los tejidos blandos o de un tracto sinusal (lo cual a menudo puede ser observado entre la primera y la segunda cita).
- La resolución de la radiolucencia apical (observada a menudo entre los 6- 12 meses después del tratamiento).

- El aumento del ancho de las paredes de la raíz (esto se observa generalmente antes del aumento aparente en la longitud radicular y con frecuencia ocurre entre los 12-24 meses después del tratamiento).
- Una mayor longitud radicular (lo cual se observa frecuentemente luego de los 12 meses).
- Una respuesta positiva a la prueba de sensibilidad pulpar con frío o eléctrica (prueba pulpar) evidente en algunos casos luego de los 24 meses de realizada la terapia.

Por último, recomienda un seguimiento anual después de los primeros 2 años, y el empleo CBCT para evaluaciones iniciales y controles posteriores.⁴

En base a estas observaciones, la AAE⁴ agrupa los hallazgos clínicos y radiográficos posibles de alcanzar con la revascularización pulpar en tres importantes objetivos:

- Objetivo principal (esencial): comprende la eliminación de los síntomas y la evidencia de curación ósea.
- Objetivo secundario (deseable): aumento en el grosor de las paredes radiculares y/ o de la longitud de la raíz (deseable, pero quizás no esencial).
- Objetivo terciario: respuesta positiva a las pruebas de sensibilidad.

Kim *et al.*³ advierten que este enfoque, asumido tanto de parte de la AAE como de la ESE, se puede describir como un “cambio de paradigma” y aceptan que la revascularización sea considerada como

primera opción de tratamiento para los dientes permanentes inmaduros con necrosis pulpar. Además, en concordancia con la AAE, agrupan los resultados posibles de obtener con esta terapia, en:

- Resolución de los signos y síntomas clínicos.
- Maduración de la raíz.
- Regreso de la neurogénesis.

Se plantea entonces que los resultados son variables, y la verdadera regeneración del complejo dentino-pulpar no se consigue. La reparación deriva principalmente del tejido periodontal y óseo como se ha demostrado histológicamente^{3,11}. El resultado de los procedimientos de revascularización, tal y como se ha realizado hasta ahora, sigue siendo algo impredecible y multifactorial.^{3,12,13,20}

Conclusiones

La revascularización pulpar es la terapia de primera elección para tratar y conservar los

dientes permanentes inmaduros afectados por necrosis pulpar y sus secuelas periapicales.

Desde el punto de vista clínico, tanto para el control de los signos y síntomas de la infección como para inducir la reparación periapical, resulta una terapia exitosa.

Además, ha demostrado que puede engrosar las paredes radicales y estrechar el *foramen apical* a expensas de la deposición de un tejido mineralizado. Sin embargo, el alargamiento radicular sigue siendo un resultado incierto.

La respuesta positiva a las pruebas de sensibilidad (frío y eléctrica) sugiere la existencia de un tejido vital en el interior del conducto radicular.

La radiografía periapical es una herramienta valiosa durante los controles postoperatorios, sin embargo, el estudio con CBCT permite evaluar cualitativa y cuantitativamente con mayor precisión los resultados alcanzados con la terapia.

Referencias bibliográficas

1. Banchs F, Trope M. Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis: new treatment protocol? J Endod 2004; 30: 196-200.
2. Scope of Endodontics: Regenerative Endodontics- AAE Position Statement (2013). [01-05-2022]. Recuperado de https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2017/06/scopeofendo_regendo.pdf
3. Kim SG, Malek M, Sigurdsson A, Lin LM, Kahler B. Regenerative endodontics: a comprehensive review. Int Endod J 2018; 51: 1367-1388. doi:10.1111/iej.12954
4. AAE Clinical Considerations for a Regenerative Procedure (Revised 4/1/2018) [01-05- 2022]. Recuperado de https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2018/06/ConsiderationsForRegEndo_AsOfApril2018.pdf
5. Galler KM, Krastl G, Simon S, Van Gorp G, Meschi N, Vahedi B, Lambrechts P. European Society of Endodontology position statement: Revitalization procedures. Int Endod J 2016; 49:717-723. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/iej.12629>
6. Iqbal A, Riaz A, Waheed A, Khan SU, Nawadat K, Islam S. Reorienting goals in endodontic therapy: Pulp revitalisation, on the brink of a paradigm shift. J Pak Med Assoc. 2021 Nov;71(11):2589-2595. doi: 10.47391/JPMA.01908. PMID: 34783742.

7. ENDODONTICS: Colleagues for Excellence newsletter, Regenerative Endodontics, spring 2013. [01-05-2022]. Recuperado de <https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2017/06/ecfespring2013.pdf>
8. Thibodeau B, Teixeira F, Yamauchi M *et al.* Pulp revascularization of immature dog teeth with apical periodontitis. *J Endod* 2007 33, 680–9.
9. Wang X, Thibodeau B, Trope M, Lin LM, Huang GT. Histologic Characterization of regenerated tissues in canal space after the revitalization/revascularization procedure of immature dog teeth with apical periodontitis. *J Endod* 2010; 36: 56–63.
10. Martin G, Ricucci D, Gibbs JL, Lin LM. Histological findings of revascularized/revitalized immature permanent molar with apical periodontitis using platelet-rich plasma. *J Endod*. 2013 Jan;39(1):138-44. doi: 10.1016/j.joen.2012.09.015.
11. Becerra P, Ricucci D, Loghin S, Gibbs JL, Lin LM. Histological study of a human immature permanent premolar with chronic apical abscess after revascularization/revitalization. *J Endod* 2014; 40, 133–9.
12. Simon, SRJ, Tomson, PL, & Berdal, A. Regenerative Endodontics: Regeneration or Repair? *J Endod* 2014; 40(4): S70–S75. doi:10.1016/j.joen.2014.01.024
13. Hargreaves KM, Diogenes A, Teixeira FB. Treatment options: biological basis of regenerative endodontic procedures. *J Endod* 2013;39 (Suppl): S30–43.
14. Guide to Clinical Endodontics, 6ta edic. (2013) [01-05-2022]. Recuperado de <http://www.nxtbook.com/nxtbooks/aae/guidetoclinicalendodontics6/index.php>
15. Chen, MY-H, Chen, K-L, Chen, C-A, 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* 2011, 45(3), 294–305. doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01978.x
16. Ulusoy, AT, Turedi, I, Cimen, M, & Cehreli, ZC. Evaluation of Blood Clot, Platelet-rich Plasma, Platelet-rich Fibrin, and Platelet Pellet as Scaffolds in Regenerative Endodontic Treatment: A Prospective Randomized Trial. *J Endod* 2019. doi:10.1016/j.joen.2019.02.002
17. Shetty H, Shetty S, Kakade A, Mali S, Shetty A, Neelakantan P. Three-dimensional qualitative and quantitative analyses of the effect of periradicular lesions on the outcome of regenerative endodontic procedures: A prospective clinical study. *Clin Oral Investig*. 2021 Feb;25(2):691-700. doi: 10.1007/s00784-020-03583-z.
18. Chaniotis, A, & Petridis, X. Cervical Level Biological Repair of the Access Opening after Regenerative Endodontic Procedures: Three Cases with the Same Repair Pattern. *J Endod* 2019; doi:10.1016/j.joen.2019.07.003
19. Elfrink MEC, Heijdra JSC, Krikken JB, Kouwenberg-Bruring WH, Kouwenberg H, Weerheijm KL, Veerkamp JSJ. Regenerative endodontic therapy: a follow-up of 47 anterior traumatised teeth. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2021 Jun;22(3):469-477. doi: 10.1007/s40368-020-00584-0. Epub 2020 Nov 27. PMID: 33245524
20. Diogenes, A, & Ruparel, NB. Regenerative Endodontic Procedures. *Dent Clin North Am* 2017, 61(1): 111–127. doi:10.1016/j.cden.2016.08.004
21. Caleza-Jiménez C, Ribas-Pérez D, Biedma-Perea M, Solano-Mendoza B, Mendoza-Mendoza A. Radiographic differences observed following apexification vs revascularization in necrotic immature molars and incisors: a follow-up study of 18 teeth. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2022 Feb 7. doi: 10.1007/s40368-022-00692-z. Epub ahead of print. PMID: 35129776.
22. El Ashiry, EA, Farsi, NM, Abuzeid, ST, El Ashiry, MM, & Bahammam, HA. Dental Pulp Revascularization of Necrotic Permanent Teeth with Immature Apices. *J Clin Pediatr Dent* 2016; 40(5): 361–366. doi:10.17796/1053-4628-40.5.361
23. Estefan, BS, El Batouty, KM, Nagy, MM, & Diogenes, A. Influence of Age and Apical Diameter on the Success of Endodontic Regeneration Procedures. *J Endod* 2016; 42(11): 1620–1627. doi:10.1016/j.joen.2016.06.020
24. Abu Zeid ST, Alamoudi RA, Alothmani OS, Mokeem Saleh AA, Siddiqui AY. A Prospective Study of Long-Term Regenerative Endodontics Outcomes of Necrotic Immature Permanent Teeth: An 8-Year Follow-Up. *Healthcare (Basel)*. 2021 Dec 2;9(12):1670. doi: 10.3390/healthcare9121670. PMID: 34946396; PMCID: PMC8701996.
25. Báez V, Corcos L, Morgillo F, Imperatrice L, Gualtieri AF. “Meta-analysis of regenerative endodontics outcomes with antibiotics pastes and calcium hydroxide. The apex of the iceberg”. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2022 Jan-Feb;12(1):90-98. doi: 10.1016/j.jobcr.2021.11.005. Epub 2021 Nov 10. PMID: 34815932; PMCID: PMC8593466.

Recibido: 06/11/22

Aceptado: 08/08/22

Correspondencia: Concetina Petrocco, correo: concetinapetrocco@gmail.com