



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

FO
FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTAS
EN ENDODONCIA

**CIRUGÍA APICAL, ALTERNATIVA QUIRÚRGICA PARA LA PRESERVACIÓN
DE REHABILITACIÓN PROTÉSICA.**

Alumna: Od. Sofía Navarro
Directora: Esp. Od. Ana Julieta González
Mendoza, julio 2026.

INDICE

Resumen.....	pag. 4
Introducción.....	pag. 5
Caso clínico.....	pag. 15
Discusión.....	pag. 24
Conclusión.....	pag. 28
Bibliografía.....	pag. 29

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, me acompañaron este camino de formación e hicieron posible la realización de esta tesis.

En primer lugar, agradezco a mi familia, mis papás y mis hermanos, por el apoyo incondicional, a mi novio por la paciencia y el acompañamiento durante todos estos años de carrera. Gracias por sostenerme en cada etapa, por confiar en mí y por estar presentes en los momentos de mayor esfuerzo.

A mis docentes y especialmente a mi directora de tesis Julieta González quien me incentivo a realizar esta hermosa especialidad, por compartir sus conocimientos, por su dedicación y por brindarme las herramientas necesarias para crecer tanto en lo académico como en lo profesional.

Quiero agradecer a mis compañeros de especialidad con quienes pude compartir este recorrido que no solo fue de aprendizaje sino también de recuerdos inolvidables. A mi amiga incondicional Vanesa Bono con quien tuve el placer de compartir estos años y apoyarnos en cada paso.

Este trabajo representa el cierre de una etapa muy importante, fruto del esfuerzo, la dedicación y el acompañamiento de muchas personas a quienes siempre llevaré conmigo.

RESUMEN

Las lesiones periapicales constituyen una de las principales consecuencias de las infecciones endodónticas persistentes y pueden mantenerse a pesar de un tratamiento de conducto previamente realizado. En aquellos casos donde el retratamiento ortógrado presenta limitaciones, la cirugía periapical se establece como una alternativa terapéutica conservadora destinada a eliminar el foco infeccioso y preservar el elemento dentario. El desarrollo de la microcirugía endodóntica moderna, junto con el empleo de magnificación, instrumental ultrasónico y materiales biocerámicos, ha permitido mejorar la predictibilidad de estos procedimientos.

El propósito de este trabajo es proporcionar una visión general de la cirugía periapical como alternativa terapéutica en los casos de fracaso del tratamiento endodóntico convencional. Se pretende contextualizar los fundamentos biológicos, clínicos y terapéuticos que sustentan el abordaje quirúrgico contemporáneo de las patologías periapicales.

Se presentó el caso clínico de una paciente femenina de 40 años de edad, derivada para el tratamiento quirúrgico de una lesión periapical asociada al elemento 22, previamente tratado endodónticamente y rehabilitado con perno y corona en condiciones favorables. Debido a la persistencia de sintomatología clínica, presencia de tracto sinuoso y lesión osteolítica periapical, se decidió realizar cirugía apical con el objetivo de conservar la restauración protésica existente. La evaluación mediante tomografía computarizada de haz cónico evidenció una lesión de aproximadamente 6 mm con fenestración de la tabla ósea vestibular. El tratamiento incluyó curetaje periapical, resección de 3 mm apicales con bisel de 0°, retropreparación y obturación retrograda con material biocerámico (Bio-C Repair). Adicionalmente, se realizó una regeneración ósea guiada mediante injerto óseo y membrana de colágeno reabsorbible.

En los controles posquirúrgicos se observó una evolución clínica favorable, con remisión de las sintomatologías clínicas y el tracto sinuoso. Radiográficamente se observó aumento de la densidad ósea.

La microcirugía apical asociada a materiales biocompatibles y técnicas regenerativas representa una alternativa eficaz para el manejo de lesiones periapicales complejas, permitiendo preservar la pieza dentaria y mejorar su pronóstico funcional y biológico.

INTRODUCCION

Las lesiones periapicales son secuelas comunes de las infecciones endodónticas, que a menudo se presentan como periodontitis apical crónica. Estas lesiones son consecuencia de la invasión microbiana del sistema de conductos radiculares, lo que provoca inflamación y la consiguiente reabsorción ósea. Si bien la terapia de conducto radicular convencional (TCR) es la principal modalidad de tratamiento, en ocasiones no logra resolver la patología periapical. En tales casos, la intervención quirúrgica se vuelve necesaria. (Torabinejad M., 2009).

Las infecciones bacterianas son casi siempre la causa principal de los fracasos en los tratamientos de endodoncia. Para manejar un fracaso en la obturación del conducto radicular, el primer paso es identificar la fuente de la infección persistente (Pavelski M, D, *et al.*, 2016). La cirugía perirradicular microquirúrgica moderna utiliza ciertos avances técnicos, principalmente el microscopio operatorio dental, ultrasonidos, instrumentos microquirúrgicos modernos y materiales de obturación radicular biocompatibles que han obtenido resultados de tratamientos muy exitoso. (Azim A *et al.*, 2021)

La tasa de éxito de la primera cirugía endodóntica oscila entre el 78 % y el 91 % (Pinto D, *et al.*, 2020). La endodoncia quirúrgica es particularmente eficaz en el tratamiento de casos de retratamiento fallidos debido a la transposición apical o a errores de procedimiento, especialmente cuando existen coronas con postes intracanales. En estos casos, si no se reseca el ápice radicular, existe riesgo de recurrencia de la lesión perirradicular. La investigación indica que la resección de los 3 mm apicales y la preparación del ápice radicular de 3 mm durante la cirugía periapical pueden eliminar el 98 % de las ramificaciones apicales y el 93 % de los conductos laterales (Kim S, y Kratchman S., 2006., Jang J H, *et al.*, 2015).

La microcirugía endodóntica preserva la dentición natural, lo que ofrece beneficios biológicos y funcionales únicos a largo plazo, incluyendo el mantenimiento del ligamento periodontal, la retroalimentación propioceptiva y una mínima alteración biológica de los tejidos circundantes. Un diente natural recuperable es biomecánica y biológicamente superior a cualquier prótesis. (Chercoles-Ruiz A., 2017)

Al evaluar dientes que han recibido tratamiento de endodoncia previamente, se debe prestar especial atención a la presencia de trayectos fistulosos en los tejidos blandos bucales o palatinos, en la sensibilidad en el surco bucal y en la movilidad. Debemos tener en cuenta la sensibilidad a la percusión, la presencia de bolsas profundas aisladas que sugieren fractura

radicular. También debemos tener en cuenta la expansión del hueso alveolar, la calidad de la restauración coronal y el estado periodontal del diente. (Monaghan L.,2019)

Cada vez se utiliza más la tomografía computarizada de haz cónico (TCBC) para realizar exámenes radiográficos detallados, lo que resulta especialmente útil para planificar tratamientos endodónticos quirúrgicos. La TCBC ofrece una mejor evaluación de la relación de las lesiones con estructuras anatómicas como el seno maxilar y el nervio mentoniano, en comparación con la radiografía convencional, dicha información puede ser invaluable al planificar un abordaje quirúrgico. (Setzer F C.,2010)

Las indicaciones para la cirugía endodóntica son aquella en las que se generan anomalías iatrogénicas o del desarrollo que impiden el tratamiento ortograde. Entre los factores que pueden impedir que el odontólogo acceda a la anatomía apical y, por lo tanto, realice una descontaminación completa, se incluyen los escalones, instrumentos fracturados, restauraciones con postes y conductos muy esclerosados. Es importante señalar que lo anterior no constituye una indicación absoluta para la cirugía, ya que existen muchas técnicas para recuperar instrumentos fracturados (McGuigan M.,2013) y extraer postes de los conductos.

Un clínico con experiencia especializada y acceso a un microscopio puede resolver estos problemas.

Si el tratamiento original se ha realizado con un alto nivel de calidad y existe la confianza de que no se puede mejorar, entonces la cirugía se convierte en el tratamiento de elección.

El éxito se suele medir en función del examen radiográfico y la presencia de síntomas. Cuando hablamos de éxito el resultado puede clasificarse como exitoso o favorable si hay curación radiográfica completa y ausencia de síntomas.

En contraste frente a un fracaso o resultados desfavorables se observa que no hay evidencia de curación ósea y los signos o síntomas clínicos sugieren que la enfermedad endodóntica está progresando.

En cuanto a los resultados inciertos se observó persistencia de una lesión periapical, pero es asintomática, esto podría considerarse un resultado incierto. Es posible que exista tejido cicatricial apical en lugar de regeneración del ligamento periodontal, lo que indicaría una curación radiográfica incompleta mientras el paciente permanece asintomático (Andreasen, J. O.,1972).

Para determinar el éxito a largo plazo, es necesario realizar un seguimiento clínico y radiográfico del paciente a intervalos regulares. Se ha sugerido que, a corto plazo, el tratamiento quirúrgico conlleva un mayor éxito. (Evans G., 2019)

Con la adopción generalizada de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), su papel en la mejora de la planificación quirúrgica se ha asociado con mejores resultados en la microcirugía endodóntica, tal como se ha investigado en estudios que analizan los factores que afectan el éxito (Bieszczad, D. *et al.*, 2022). Las investigaciones han demostrado que la CBCT es superior a las radiografías periapicales para detectar la periodontitis apical., la radiografía periapical no puede reflejar el tamaño real de las lesiones que rodean el ápice. La CBCT se ha utilizado cada vez más para el diagnóstico, ya que los investigadores han informado un alto grado de concordancia entre la CBCT y los diagnósticos histopatológicos (Paula-Silva, *et al.*, 2009) Para el seguimiento de rutina, los beneficios de la CBCT superan ampliamente los riesgos asociados a la exposición a la radiación, salvo cuando el estado de cicatrización es difícil de determinar (Schloss, T. *et al.*, 2017). Mediante el uso de los datos de la CBCT y la función de renderizado volumétrico del software, el volumen de las lesiones periapicales antes y después de la cirugía puede medirse y compararse, lo que permite una evaluación cuantitativa de los cambios en las lesiones periapicales (Curtis, D. *et al.*, 2018). Los procedimientos fundamentales involucrados son el curetaje periapical, la resección apical (apicectomía) y el relleno apical.

Una óptima retropreparación e irrigación son procedimientos importantes para el éxito del procedimiento quirúrgico endodóntico. Este se realizó tradicionalmente con fresas redondas pequeñas, lo cual fue asociado a varios problemas como dificultad de acceso a la raíz, incapacidad para realizar preparaciones paralelas al conducto radicular y riesgo de perforación lingual de la raíz (Lui Z *et al.*, 2013., Camargo V., 2010).

El curetaje periapical consiste en la extirpación quirúrgica de los tejidos periapicales enfermos, incluidos el tejido de granulación, las lesiones quísticas y cualquier otra entidad patológica que pueda estar presente en el ápice del diente. (Nair PN *et al.*, 2008).

Este procedimiento se realiza normalmente con anestesia local e incluye la incisión y elevación del colgajo, en los cuales se crea un colgajo en el tejido gingival para proporcionar acceso al hueso subyacente y a la región periapical. Sumado a ello se realiza la extracción de hueso en las que se extrae una pequeña porción de hueso utilizando fresas o instrumentos piezoeléctricos para exponer la zona periapical.

Seguido del curetaje del tejido infectado e inflamado el cual se extrae cuidadosamente con curetas o instrumentos similares. Se realiza un desbridamiento exhaustivo de la zona para asegurar la eliminación de todo el tejido patológico. Este procedimiento ayuda a resolver la infección y la inflamación, favoreciendo la cicatrización natural de la región periapical. A menudo se combina con otros procedimientos quirúrgicos, como la resección apical, para garantizar un tratamiento integral.

La resección del ápice radicular, comúnmente conocida como apicectomía, implica la extirpación de la porción apical de la raíz junto con el tejido infectado circundante. Este procedimiento está indicado cuando el curetaje periapical por sí solo es insuficiente, o cuando existen infecciones persistentes o anomalías anatómicas.

La literatura endodóntica de las últimas dos décadas respalda varias razones para la resección de la parte apical de la raíz durante la cirugía periapical, como son la eliminación de procesos patológicos, la eliminación de variaciones anatómicas como deltas apicales, conductos accesorios, ramificaciones apicales y curvas severas. Sumado a ello la eliminación de percances iatrogénicos (obstáculos, obstrucciones, perforaciones, perforaciones en tira, instrumentos separados).

Del mismo modo la eliminación mejorada del tejido de granulación; Acceso al sistema de conductos cuando el acceso coronal está bloqueado o cuando se determina que el acceso coronal con retratamiento no quirúrgico es poco práctico, requiere mucho tiempo y es demasiado invasivo. Debemos tener en cuenta la evaluación del sellado apical, la creación de un sello apical; y de igual forma ver cómo reducir los ápices radiculares fenestrados. (Cohen S., et al, 1994)

Con la técnica quirúrgica tradicional, se recomendaba que el ángulo de resección del ápice radicular fuera de 45 a 60 grados con respecto al eje longitudinal de la raíz, orientado hacia la cara bucal o facial de la misma. (Rud J *et al.*,1972)

Sin embargo, no existe justificación biológica para crear un bisel pronunciado en el extremo radicular resecado. Cuanto más pronunciado sea el bisel, mayor será la probabilidad de que se produzca alguna de las siguientes complicaciones; como es el daño o extirpación innecesaria del hueso de soporte bucal, o la resección radicular incompleta que esto puede ocurrir particularmente en raíces que se extienden bastante profundamente hacia lingual. La microcirugía recomienda un bisel de 0°, perpendicular al eje longitudinal del diente. (Cohen S, *et al.*, 2002)

Dicha técnica se realiza resecando aproximadamente 3 mm de la punta de la raíz utilizando fresas o puntas ultrasónicas. Esta escisión ayuda a eliminar el delta apical y cualquier infección persistente que pueda estar presente en el conducto radicular. Se prepara una pequeña cavidad en el extremo radicular resecado, utilizando puntas ultrasónicas para facilitar la colocación de un material de obturación en el ápice radicular (Andreasen J, O., 2006).

El relleno apical es un componente fundamental de la cirugía periapical, cuyo objetivo es crear un sellado hermético en el extremo resecado de la raíz para prevenir la filtración microbiana y favorecer la cicatrización periapical. Los materiales comúnmente utilizados para los rellenos apicales incluyen el agregado de trióxido mineral (MTA) y los biocerámicos, debido a sus excelentes propiedades de sellado y biocompatibilidad. (Parirokh M *et al.*,2010).

A continuación, se rellena la cavidad con un material adecuado, como MTA o biocerámico. Estos materiales se eligen por su capacidad para proporcionar un sellado hermético y por su compatibilidad con los tejidos circundantes.

El relleno se compacta y sella, asegurando que no queden huecos por donde puedan penetrar las bacterias. El uso de materiales avanzados como el MTA y los biocerámicos han mejorado significativamente las tasas de éxito de la apicectomía al potenciar la capacidad de sellado y promover la regeneración tisular. (Schilder H.,2006)

Los biomateriales en cirugía periapical el agregado de trióxido mineral (MTA) es un polvo hidrófilo que se solidifica en presencia de humedad, formando una matriz densa y estable. Es altamente biocompatible, posee excelentes propiedades de sellado y favorece la regeneración tisular.

El MTA se utiliza comúnmente para obturaciones apicales, reparaciones de perforaciones y como material de recubrimiento pulpar. Su capacidad para crear un sellado hermético previene la filtración microbiana, favoreciendo la cicatrización periapical. (Torabinejad M *et al.*,2017)

En cambio, los biocerámicos, incluidos los materiales a base de silicato de calcio, son conocidas por su biocompatibilidad, bioactividad y propiedades osteoconductoras. Se adhieren bien a los tejidos dentales y promueven la formación de hidroxiapatita, esencial para la regeneración ósea. Estos se utilizan para obturaciones retrógradas, tapones apicales y como materiales de sellado en diversos procedimientos endodónticos. Su naturaleza

bioactiva favorece la cicatrización de los tejidos periapicales y la regeneración ósea. (Nosrat A, *et al.*, 2020)

Los procedimientos regenerativos complementarios en la microcirugía endodóntica generalmente se refieren a intervenciones adicionales diseñadas para mejorar el relleno óseo y facilitar una curación periapical predecible (Bashutski y Wang.,2009).

Entre estas técnicas se incluyen el uso de materiales de injerto óseo, andamios a base de colágeno, membranas de barrera y agentes biológicamente activos como concentrados de plaquetas (fibrina rica en plaquetas [PRF], factor de crecimiento concentrado, plasma rico en plaquetas [PRP] y sus variantes) que promueven la osteogénesis y la reparación de tejidos blandos.

En las últimas décadas, la incorporación de estos enfoques regenerativos a la cirugía electromagnética ha sido objeto de un interés académico constante (Flynn *et al.* 2024; Liu *et al.* 2021; Rosen *et al.* 2023). Se han explorado diversas estrategias, incluidas membranas reabsorbibles sin material de injerto (Garrett *et al.* 2002; Parmar *et al.* 2019), combinaciones de injertos óseos con membranas reabsorbibles (Baruwa *et al.*, 2023) ; Taschieri *et al.* 2011, 2008, 2007) o no reabsorbibles (Pecora *et al.* 1995), y el uso de agentes biológicamente activos como PRF (Arpitha *et al.* 2023) ; Dhiman *et al.* 2015; Meschi *et al.* 2020), PRP (Dhamija *et al.* 2024, 2020) y factor de crecimiento concentrado (Yahata *et al.*, 2023) ; Yan *et al.* 2023; You *et al.* 2023). A pesar de su plausibilidad biológica y su creciente uso clínico, las indicaciones precisas y la efectividad clínica de las intervenciones regenerativas.

El uso de ciertos osteoinductores u osteoconductores se ha indicado el uso de materiales como hueso humano liofilizado en cirugía perirradicular y podría ser muy útil en algunas situaciones para el éxito del procedimiento clínico. Con respecto al mecanismo de acción, estos biomateriales podrían clasificarse como osteoconductores, materiales osteogénicos, osteopromotores y osteoinductores. Los biomateriales actúan para separar células con características distintas, como los fibroblastos y los osteoblastos son designados como materiales osteopromotores. En la regeneración tisular guiada, los materiales osteopromotores tienen la función de prevenir la proliferación de fibroblastos hacia el defecto óseo en detrimento de los osteoblastos, que tienen una tasa de proliferación más lenta como las que se observan con membranas. La osteoinducción se define como la capacidad de un material para inducir la diferenciación de células mesenquimales no diferenciadas en osteoblastos (Favieri A, *et al.*, 2008) En otras palabras, un material osteoinductor, como

injerto de hueso deberían estimular la conversión de células progenitoras en células formadoras de hueso.

Los enfoques regenerativos en cirugía periapical como lo es el plasma rico en plaquetas (PRP) se obtiene de la propia sangre del paciente y contiene una alta concentración de factores de crecimiento que promueven la curación y regeneración de los tejidos. Estos factores de crecimiento incluyen el factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), el factor de crecimiento transformante beta ($TGF\beta$) y el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF).

El mecanismo de acción del PRP, acelera el proceso de curación al potenciar la proliferación celular, la síntesis de colágeno y la angiogénesis (formación de nuevos vasos sanguíneos). Además, reduce la inflamación y promueve la formación de tejido de granulación.

El PRP se puede aplicar en zonas quirúrgicas para mejorar la cicatrización de tejidos blandos y óseos. Es especialmente útil en casos donde se requiere una regeneración tisular extensa. (Holland R.,2001)

Por otro lado, la regeneración tisular guiada (RTG) implica el uso de membranas de barrera para dirigir el crecimiento de nuevo tejido óseo y periodontal. Estas membranas impiden el crecimiento de tejidos no deseados, permitiendo la regeneración selectiva de los tejidos deseados.

Las membranas de barrera crean un entorno protegido para la proliferación y diferenciación de células progenitoras en osteoblastos y otras células regenerativas. Esta regeneración selectiva promueve la formación de nuevo hueso y estructuras periodontales.

La regeneración tisular guiada (RTG) se utiliza en cirugía periapical para mejorar la regeneración ósea y la cicatrización periodontal. Resulta especialmente beneficiosa en casos de pérdida ósea significativa o defectos anatómicos complejos. (Camilleri J.,2005)

La integración de biomateriales y enfoques regenerativos en la cirugía periapical ha dado lugar a mejoras significativas en los resultados clínicos. Estas innovaciones ofrecen varias ventajas, entre ellas. La mejora de la cicatrización con el uso de los biomateriales como el MTA y los biocerámicos proporcionan un sellado y una biocompatibilidad excelentes, lo que favorece una cicatrización más rápida y eficaz de los tejidos periapicales.

Así también la regeneración ósea como son los injertos óseos y las técnicas regenerativas como el plasma rico en plaquetas (PRP) y la terapia con células madre favorecen la regeneración del hueso periapical, restaurando la integridad estructural del sitio quirúrgico.

La reducción de la inflamación se ve mejorada por la terapia con plasma rico en plaquetas (PRP) y células madre ayuda a reducir la inflamación y a promover la formación de tejido sano, mejorando así la curación general.

Las mayores tasas de éxito se dan con el uso de biomateriales avanzados y enfoques regenerativos que ha aumentado las tasas de éxito de las cirugías periapicales, lo que conlleva mejores resultados a largo plazo y una mayor satisfacción del paciente.

En cuanto a los injertos óseos se utilizan autoinjertos, aloinjertos e injertos sintéticos para rellenar defectos óseos y favorecer la regeneración de los tejidos periapicales.

La endodoncia regenerativa busca restaurar las propiedades funcionales del complejo dentino pulpar mediante principios de ingeniería tisular. Se están explorando técnicas como el plasma rico en plaquetas (PRP) y la terapia con células madre para potenciar la regeneración del tejido periapical y mejorar los resultados clínicos

Una vez finalizadas las técnicas de regeneración, previo al cierre de la herida quirúrgica, se realiza una revisión minuciosa del campo operatorio, verificando la correcta eliminación de residuos y la adecuada condición de asepsia del área intervenida. Se logra la adaptación de los márgenes de la herida. Con suturas simples interrumpidas, preferiblemente utilizando sutura (5/0, 6/0, 7/0). Se recomienda una ligera compresión con gasa para poner el tejido perióstico en contacto con el hueso. Las suturas se retiran normalmente entre 3 y 5 días después de la cirugía. La prescripción de antibióticos no ha demostrado ningún beneficio para la curación postoperatoria inmediata (Lindeboom *et al.*, 2005) ni para el resultado al año después de la cirugía apical (Von Arx *et al.*, 2007).

Luego de la cirugía, se debe usar un enjuague bucal antibacteriano para mantener la higiene bucal. Se debe aplicar una compresa fría intermitentemente durante 24 horas en el área quirúrgica, y se puede usar una compresa caliente intermitentemente si persiste la inflamación. Se deben tomar analgésicos por vía oral cuando haya dolor. Los pacientes que sufren perforación del seno maxilar durante la cirugía deben recibir instrucciones para dormir con la cabeza hacia abajo, no sonarse la nariz con fuerza, evitar nadar y tomar antibióticos para prevenir infecciones durante 5 a 7 días después de la cirugía (Wang H *et al.*, 2025)

Por otra parte, se debe evaluar el resultado del tratamiento de la cirugía apical clínica y radiográficamente. Hoy en día se aceptan criterios de curación clínica y radiográfica para determinar el resultado de la cirugía apical (Zuolo *et al.*, 2000).

Desde un punto de vista práctico, la curación se evalúa normalmente un año después de la cirugía, aunque con defectos periapicales pequeños (<5 mm). Podría curarse en unos pocos meses (Rubinstein y Kim, 1999).

La curación clínica se basa en la ausencia de signos y síntomas tales como dolor, trayecto fistuloso, hinchazón, comunicación apico marginal y sensibilidad a la palpación o percusión. Las clases de curación radiográfica incluyen curación completa, curación incompleta ("formación de tejido cicatricial"), curación incierta (resolución parcial de la radiolucidez postquirúrgica) y cicatrización insatisfactoria (sin cambios o con un aumento de la radiolucidez postquirúrgica). Esta clasificación se basa en puntos de referencia, en estudios que han comparado los hallazgos radiográficos con los resultados histopatológicos de los tejidos periapicales de los dientes que tuvieron que ser extraído después de la cirugía apical (Rud *et al.*, 1972).

Con respecto al valor del control de 1 año, algunos estudios clínicos han comparado la curación a largo plazo con la de 1 año. (Halse *et al.*, 1991; Jesslen *et al.*, 1995; Yazdi *et al.*, 2007). Se informó nuevamente un valor predictivo consistentemente alto (95-97%) para los casos exitosos en el seguimiento de 1 año restante así que después del reexamen a largo plazo.

Como consecuencia, los casos que fueron clasificados como exitosos, no necesitan ser monitoreados radiográficamente en los seguimientos anuales a menos que haya signos o síntomas clínicos presentes. Por el contrario, los casos que son incompletos donde la curación radiográfica incierta o insatisfactoria debe ser reevaluado clínicamente y con radiografías (normalmente en intervalos anuales) hasta que se pueda realizar un diagnóstico definitivo.

Con respecto al resultado de la cirugía apical, los resultados son inconsistentes. Se informaron tasas de éxito que oscilaban entre el 44% y el 90% antes de la introducción de técnicas microquirúrgicas (Hepworth y Friedman, 1997). Sin embargo, estudios recientes han demostrado que el resultado del tratamiento de la cirugía apical ha mejorado considerablemente y las tasas de éxito se han acercado o superado 90% (von Arx, 2005). Esta tendencia es consistentemente alta, las tasas de curación tras la (micro)cirugía apical han sido corroboradas por varios estudios clínicos publicados en los últimos 5 años. (Lindeboom *et al.*, 2005; Tsesis *et al.*, 2006; von Arx *et al.*, 2007; Kim *et al.*, 2008; Saunders, 2008; Christiansen *et al.*, 2009).

Varios estudios también han comparado el resultado de la curación de casos de reintervención quirúrgica y primera intervención quirúrgica (SchwartzArad et.al., 2003; Wang *et al.*, 2004)

En los casos de reintervención quirúrgica, el resultado de la cicatrización fue entre un 7 % y un 27 % menor que para los casos de primera cirugía. Un estudio longitudinal reciente de hace 5 años halló una baja tasa de éxito del 59% para las reintervenciones quirúrgicas en comparación con una alta tasa de éxito del 86% para las cirugías realizadas por primera vez. (Gagliani *et al.*, 2005).

Otro aspecto importante a considerar en el resultado de la curación de la cirugía apical son las dificultades y desafíos de la combinación lesiones endoperiodontales, en particular la ausencia del hueso vestibular con una superficie radicular vestibular completamente expuesta. Solo unos pocos estudios clínicos han comparado los resultados de curación en cirugía apical de dientes con y sin dientes con pérdida de la tabla vestibular anterior.

Kim *et al.* (2008) informaron un resultado exitoso del 77,5% en dientes apicectomizados con lesiones endodóncicas periodontales combinadas, en comparación con un resultado exitoso del 95,2% en dientes con lesiones endodónticas aisladas. Los dientes con una comunicación apicomarginal sometidos a cirugía apical pueden beneficiarse de nuevos avances y perfeccionamiento de las técnicas regenerativas. Sin embargo, debido al aumento de costos y la dificultad quirúrgica, las técnicas regenerativas solo deben incorporarse en la cirugía apical cuando esté indicado, y debe ser realizado por médicos con formación adecuada.

Las lesiones en dientes vecinos durante la microcirugía apical, deben evitarse en la medida de lo posible, las lesiones en las raíces de los dientes vecinos. En caso de lesión radicular en un diente vecino, se debe utilizar inmediatamente una bolita de algodón estéril para proteger la superficie de la herida y evitar la contaminación. La bolita de algodón debe retirarse antes de reposicionar el colgajo, no se requiere ningún tratamiento especial, pero se debe realizar un seguimiento periódico del paciente. (Wang H., 2025)

El propósito de este trabajo es proporcionar una visión general de la cirugía periapical como alternativa terapéutica en los casos de fracaso del tratamiento endodóntico convencional. Se pretende contextualizar los fundamentos biológicos, clínicos y terapéuticos que sustentan el abordaje quirúrgico contemporáneo de las patologías periapicales.

CASO CLÍNICO

Paciente femenina de 40 años de edad, sin antecedentes médicos de importancia fue derivada al servicio de la Especialidad en Endodoncia de la facultad de odontología, Universidad Nacional de Cuyo para la evaluación y tratamiento quirúrgico de rarefacción ósea presente en el elemento 22.

Según los antecedentes recabados durante la anamnesis, la pieza presenta un tratamiento de conducto realizado en el año 2011 con diagnóstico inicial de necrosis pulpar.

Actualmente, el elemento cuenta con una rehabilitación protésica de perno y corona en óptimas condiciones clínicas y funcionales. Por ello en lugar de realizar el retratamiento endodóntico convencional, se optó por un abordaje quirúrgico para preservar la rehabilitación protésica.

La paciente refirió sintomatología dolorosa recurrente localizada en la mucosa y en el elemento dentario. A la inspección clínica de la zona afectada, se observó una marcada inflamación de la mucosa vestibular adyacente a la pieza dentaria en cuestión. En dicha área se constató la presencia de un tracto sinuoso activo, con signos de drenaje e inflamación circundante. A las pruebas de diagnóstico clínico, la pieza manifestó dolor severo a la palpación apical en el fondo de surco vestibular y dolor positivo a la percusión tanto vertical como horizontal, lo cual evidencia un compromiso del ligamento periodontal y los tejidos periapicales.

Al examen radiográfico periapical realizado con Radiovisografo (Rvg Saevo), se evidenció una zona de osteólisis radiolúcida homogénea localizada en la zona periapical del elemento 22, extendiéndose ampliamente hacia el tercio medio lateral distal de la raíz, comprometiendo el espacio del ligamento periodontal. La lesión presenta límites definidos, pero no corticalizados, de forma ovoidal irregular extensa, comprometiendo una porción significativa del hueso alveolar circundante. La lesión está directamente asociada al ápice del elemento dentario que presenta una endodoncia con una correcta obturación del conducto radicular, con sellado denso del canal desde el límite apical hasta el perno.(Fig. 1).



Fig 1. RX inicial del elemento 22.

Se realizó una Tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) en el sector anterior, en base a los cortes coronales se observó una imagen hipodensa radiolúcida, de límites definidos y forma ovoidal, localizada en la zona periapical de la pieza afectada con unas dimensiones aproximadas de 6 mm en su diámetro mayor. El análisis tridimensional revela un compromiso estructural óseo severo, caracterizado por la pérdida completa de la continuidad de la tabla ósea vestibular (fenestración), lo que genera una comunicación directa de la lesión con el tejido blando adyacente. Por el contrario, se constató la conservación e integridad estructural de la tabla ósea palatina. Asimismo, se confirmó que el proceso osteolítico se encuentra circunscrito a la pieza problema, sin involucrar ni comprometer el soporte óseo de los elementos dentarios vecinos. (Fig. 2)



Fig 2. CBCT del elemento 22. Corte sagital

Con los hallazgos clínicos, las imágenes radiográficas y tomográficas el diagnóstico definitivo se orientó hacia una periodontitis apical localizada con tracto sinuoso.

Finalizada la historia clínica se procedió al abordaje quirúrgico bajo campo estéril, se administró anestesia infiltrativa (Totalcaina Forte, Laboratorio Bernabo), en fondo de surco en la región vestibular a ambos lados del elemento 22 y cierre de circuito en mucosa palatina del elemento a tratar. (Fig.3).

Posteriormente, se realizó el diseño de un colgajo Ochsenbein-Luebke mediante una incisión horizontal a través de la encía adherida con una hoja de bisturí 15C (Paramount) perpendicular a la encía y una descarga vertical compensadora. (Fig.4)



Fig 3. Fotografía prequirúrgica.



Fig. 4. Incisión Ochsenbein- Luebke

Tras la elevación del colgajo mucoperióstico a espesor total, se evidenció una fenestración ósea espontánea asociada a tejido de granulación y a un tracto sinuoso, este último se resecó con bisturí (Fig. 5). A continuación, se procedió al curetaje minucioso del tejido blando patológico en la lesión periapical mediante curetas de Lucas (86) y cucharillas de Black. Este procedimiento permitió la inspección y exposición completa del ápice radicular, así como la delimitación nítida de los márgenes de la cavidad ósea (Fig.6).



Fig 5. Eliminación del trayecto sinuoso asociado al elemento 22



Fig 6. Eliminación de tejido patológico del lecho apical

Una vez obtenido el acceso y la limpieza del lecho, se realizó la apicectomía, resecano los 3 mm apicales con un corte perpendicular al eje longitudinal del diente (bisel 0°) la apicectomía fue realizada con piedra troncocónica (FG extremo redondeado) (Fig.7). La retropreparación del conducto radicular se ejecutó a una profundidad de 3 mm mediante puntas ultrasónicas E11D (Woodpecker), bajo irrigación constante con solución salina (Jayor) para evitar el sobrecalefacción dentinario.(Fig.8)



Fig.7. Resección de porción apical.



Fig 8. Retropreparación del conducto radicular con puntas E11D

Posteriormente se procedió al secado del lecho óseo con gasas no tejidas estériles (Union Medica, salud) se realizó la obturación retrógrada utilizando un cemento biocerámico puty (Bio-C Repair, Angelus), asegurando un sellado hermético de la porción apical del sistema de conductos. (Fig.9 y 10)



Fig 9. Conducto radicular desobturado.



Fig 10. Obturación apical con Bio-C Repair.

Para favorecer la reparación de la arquitectura ósea, se procedió a la fase de Regeneración Ósea Guiada (ROG). Se colocó un injerto óseo de matriz ósea bobina (SUS-OSS Tissum) hidratado previamente con solución salina, compactándolo en la cavidad. Se posicionó una membrana de colágeno reabsorbible de origen porcino (SUS-MEM Tissum) sobre el defecto para evitar la invaginación de tejido epitelial. Finalmente, se reposicionó el colgajo y se estabilizó mediante sutura interrumpida de puntos simples con hilo monofilamento de nylon 5-0 (Keeper) finalizando así el procedimiento quirúrgico. (Fig. 11 y 12)



Fig 11. Colocación de injerto óseo



Fig 12. Colocación de membrana de colágeno reabsorbible.



Fig 14. Reposición del colgajo y sutura con puntos simples.

Se tomó una radiografía periapical posquirúrgica inmediata (Fig.15) y se prescribió amoxicilina 875 mg con ácido clavulánico 125 mg (Optamox duo, Laboratorio Roemmers), con la indicación de tomar 1 comprimido cada 12 horas por 7 días. Como analgesia se indicó la combinación de diclofenac de 50 mg con paracetamol 500 mg en comprimidos (Paracetamol Forte laboratorio Raffo), cada 8 horas.

El protocolo post operatorio incluyó colutorios dos veces al día con Clorhexidina al 0,12% (Plac out, Laboratorio Bernabo), cepillado dentario tres veces al día con cuidado en zona quirúrgica, aplicación de frío local, dieta blanda y fría, bebidas frías y reposo relativo. Se informó sobre la posible inflamación de la zona quirúrgica y se recitó para control a las 72 horas y se indicó la remoción de la sutura 7 días posquirúrgico.



Fig 15. RX post quirúrgica inmediata.

A las 48 horas de la intervención, la paciente presentó un incremento del edema en la zona afectada.(Fig.16)



Fig 16. Control postquirúrgico a las 48hs.

A las 72 horas del postoperatorio, se observó una remisión significativa del cuadro inflamatorio. (Fig.17)



Fig 17. Control postquirúrgico a las 72hs.

Se realizó un control dos meses posteriores a la intervención quirúrgica, se observó la remisión del tracto sinuoso (Fig.18), ausencia de sintomatologías clínicas, al control radiográfico se evidenció un aumento en la densidad ósea. (Fig.19)



Fig. 18. Mucosa vestibular sin lesión.



Fig. 19. RX control 2 meses post quirúrgico.

Se recitó a la paciente a un control posquirúrgico a los 11 meses de concluida la cirugía del elemento 22, se observó el tejido de la mucosa vestibular sano y el elemento dentario completamente asintomático (Fig.20). Al control radiográfico se observó en el área de la intervención quirúrgica una zona de densidad ósea mixta en proceso de consolidación. Se evidencia una ganancia del trabeculado óseo, signo de evolución favorable de la regeneración ósea guiada. Se puede observar también una apicectomía exitosa con una retrobturación hermética de MTA (Fig.21).



Fig 20. Control posquirúrgico a 11 meses **de evolución.**



Fig 21. RX control 11 meses posquirúrgico.

DISCUSIÓN

La elección del abordaje quirúrgico en el presente caso estuvo determinada por las características clínicas y radiográficas del elemento dentario tratado. La pieza 22 presentaba un tratamiento endodóntico previo con una restauración protésica-de perno y corona en condiciones favorables. Por consiguiente, realizar un retratamiento ortógrado convencional implicaba la remoción de la rehabilitación existente y un posible compromiso irreversible de la estructura dentaria remanente. Al respecto, Pavelski *et al.* (2016), postulan que los fracasos endodónticos suelen estar asociados a la persistencia de microorganismos en zonas anatómicamente inaccesibles del sistema de conductos; ante este escenario, la cirugía paraendodóntica emerge como una alternativa terapéutica predecible cuando el retratamiento convencional está contraindicado o no ofrece pronósticos favorables.

Un aspecto relevante en el presente caso fue la presencia de una fenestración de la tabla ósea vestibular asociada a la lesión periapical. Esta lesión representa un desafío clínico debido a la pérdida de la barrera ósea protectora y la comunicación del defecto con los tejidos blandos circundantes, lo que puede comprometer la reparación espontánea del tejido óseo. Kim *et al.* (2008) observaron que los dientes con lesiones endo-periodontales combinadas presentan menores tasas de éxito en comparación con aquellos con lesiones estrictamente endodónticas, debido a la complejidad del defecto y a la dificultad para lograr una regeneración predecible. En este contexto, la incorporación de técnicas regenerativas complementarias puede favorecer la estabilización del coágulo sanguíneo, limitar la proliferación de tejidos no osteogénicos y proporcionar un ambiente adecuado para la neoformación ósea.

Asimismo, la utilización de tomografía computarizada de haz cónico permitió una evaluación tridimensional del defecto, aportando información fundamental para la planificación quirúrgica. A diferencia de la radiografía periapical convencional, la CBCT permitió determinar la extensión real de la lesión, identificar la ausencia de la cortical vestibular y establecer la necesidad de complementar la cirugía apical con procedimientos regenerativos. Esta información resulta especialmente importante en cirugía periapical, ya que la correcta selección del abordaje terapéutico depende del conocimiento preciso de la anatomía y del compromiso de los tejidos circundantes. Como describen Bieszczad, D. *et al.*, (2022) con la adopción generalizada de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), su papel en la mejora de la planificación quirúrgica se ha asociado con mejores

resultados en la microcirugía endodóntica, tal como se ha investigado en estudios que analizan los factores que afectan el éxito. de Paula-Silva (2009) agrega que las investigaciones han demostrado que la CBCT es superior a las radiografías periapicales para detectar la periodontitis apical., la radiografía periapical no puede reflejar el tamaño real de las lesiones que rodean el ápice. La CBCT se ha utilizado cada vez más para el diagnóstico, ya que los investigadores han informado un alto grado de concordancia entre la CBCT y los diagnósticos histopatológicos.

En relación con la técnica quirúrgica aplicada, en este caso se realizó una resección de los 3 mm apicales mediante un corte perpendicular al eje longitudinal de la raíz, con un bisel a 0°. Esta decisión metodológica se fundamenta en los principios actuales de la microcirugía endodóntica descritos originalmente por Kim y Kratchman (2006), quienes afirman de manera categórica que la resección del extremo radicular a 0° disminuye la cantidad de túbulos dentinarios expuestos en la superficie de corte y, fundamentalmente, minimiza la filtración apical al remover más del 98% de las ramificaciones apicales y el 93% de las ramificaciones laterales. Asimismo, Cohen y Burns (2002), señalan que la reducción del bisel favorece la conservación de tejido óseo vestibular y permite una mejor visualización de la superficie radicular reseca, disminuyendo la posibilidad de exposición de túbulos dentinarios y eliminando eficazmente las irregularidades anatómicas más complejas del delta apical.

La preparación de la cavidad retrógrada se ejecutó mediante puntas ultrasónicas a una profundidad de 3 mm. Liu *et al.*, (2013) sostienen que el uso de instrumentos ultrasónicos permite realizar preparaciones significativamente más conservadoras, centradas y paralelas al conducto radicular. Esta perspectiva reduce de manera drástica las alteraciones morfológicas y los riesgos de perforación que producían las técnicas tradicionales con fresas rotatorias. En el presente caso, esta técnica permitió obtener un adecuado acceso para la colocación del material de obturación retrógrada y favoreciendo un sellado apical.

Para la obturación retrograda se seleccionó un cemento biocerámico listo para usar (Bio- C Repair, Angelus). Nosrat A, *et al.*, (2020) destacan que los materiales biocerámicos modernos actúan como una evolución del clásico MTA (Agregado de Trióxido Mineral), superando sus limitaciones de manipulación y tiempo de fraguado sin requerir preparación previa, ofreciendo una alta biocompatibilidad y regeneración de tejidos. Estos autores subrayan que por su naturaleza bioactiva se adhieren bien a los tejidos dentales y promueven la formación de hidroxiapatita, facilitando la precipitación de cristales de fosfato de calcio

al entrar en contacto con los fluidos tisulares, una propiedad esencial para la regeneración ósea. Estos se utilizan como tapones apicales y como materiales de sellado en diversos procedimientos endodónticos. Favorecen la cicatrización de los tejidos periapicales y la regeneración ósea. Asimismo, Torabinejad y Pitt Ford (1996) demostraron en sus estudios pioneros que la biocompatibilidad de estos compuestos permite que las células del ligamento periodontal proliferen directamente sobre la superficie del material obturador, promoviendo el restablecimiento de la arquitectura periodontal nativa.

Debido a las dimensiones del defecto óseo observado mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), el cual involucraba la pérdida completa de la tabla ósea vestibular y una comunicación directa con los tejidos blandos circundantes, se decidió complementar la microcirugía apical con un procedimiento de regeneración ósea guiada mediante la utilización de injerto óseo (matriz ósea bobina SUS-OSS Tisum) y una membrana de colágeno reabsorbible (SUS-MEM Tisum). Bashutski y Wang (2009) indican que los procedimientos regenerativos pueden mejorar las condiciones de reparación en defectos periapicales amplios. Estudios recientes como los de Flynn *et al.* (2024) y Rosen *et al.* (2023) evaluaron el impacto del uso combinado de injertos y membranas en cirugía apical, señalando que estas estrategias pueden ser beneficiosas principalmente en defectos complejos donde existe compromiso de los tejidos de soporte. En concordancia con estos autores, la aplicación de técnicas regenerativas en este caso clínico tuvo como objetivo favorecer la recuperación de la arquitectura ósea perdida.

La evolución clínica y radiográfica observada tras el procedimiento mostró una respuesta favorable, evidenciada por la remisión del trayecto sinuoso y el incremento paulatino de la densidad ósea a los dos meses posteriores a la intervención quirúrgica. Estos hallazgos coinciden con los criterios propuestos por Zuolo *et al.*, (2000), utilizados para valorar la reparación posterior a cirugía apical, quienes establecen la ausencia total de signos y síntomas clínicos en combinación con signos radiográficos de reparación progresiva constituyen los indicadores de evolución positiva. Sin embargo, como bien advierten Rubinstein y Kim, (1999) en sus evaluaciones de seguimiento a largo plazo, debe considerarse que la determinación definitiva del éxito requiere controles clínicos a largo plazo, debido a que la reparación ósea completa puede continuar desarrollándose durante meses posteriores a la intervención.

En función de los hallazgos obtenidos en este caso clínico, la aplicación de principios actuales de microcirugía endodóntica, la selección adecuada del material de obturación

retrógrada y el complemento con técnicas regenerativas permitieron alcanzar una evolución favorable en un elemento con lesión periapical persistente y compromiso óseo significativo. No obstante, es importante considerar que el seguimiento realizado en este caso corresponde a una evaluación temprana de la evolución postoperatoria. Si bien la desaparición del tracto sinuoso y el aumento de la densidad ósea representan signos clínicos y radiográficos favorables, la reparación periapical completa requiere controles posteriores debido a que los procesos de remodelación ósea pueden continuar durante períodos prolongados. Por lo tanto, será necesario complementar la evaluación con controles clínicos y radiográficos a largo plazo para determinar el resultado definitivo del tratamiento.

Desde una perspectiva clínica, la resolución favorable observada en este caso destaca la importancia de considerar la conservación del elemento dentario como objetivo principal del tratamiento. Optar por la extracción y posterior rehabilitación protésica implicarían la pérdida de estructura dentaria natural y del soporte periodontal propio del diente. Por este motivo, cuando la pieza presenta condiciones restauradoras favorables y existe posibilidad de eliminar la fuente infecciosa, la microcirugía endodóntica representa una alternativa terapéutica que permite preservar función, estética y tejidos biológicos asociados. Esta postura se alinea firmemente con lo planteado por Chercoles-Ruiz A. (2017), quien sostiene que la microcirugía endodóntica preserva la dentición natural, lo que ofrece beneficios biológicos y funcionales únicos a largo plazo, incluyendo el mantenimiento del ligamento periodontal, la retroalimentación propioceptiva y una mínima alteración biológica de los tejidos circundantes. Un diente natural recuperable es biomecánica y biológicamente superior a cualquier prótesis.

CONCLUSIÓN

La cirugía apical representa una alternativa terapéutica conservadora y predecible frente a casos de persistencia de lesión periapical asociados a tratamientos endodónticos previos, especialmente cuando el retratamiento ortógrado presenta limitaciones relacionadas con la rehabilitación existente o con la complejidad del acceso al sistema de conductos.

En el presente caso clínico, la aplicación de los principios actuales de microcirugía endodóntica permitió abordar de manera adecuada una lesión periapical persistente en el elemento 22, mediante una resección apical de 3 mm con bisel de 0°, preparación retrógrada ultrasónica y obturación con un material biocerámico a base de silicato de calcio (Bio-C Repair). Estas decisiones terapéuticas se encuentran respaldadas por la literatura científica actual, que destaca la importancia de técnicas conservadoras, precisión quirúrgica y materiales con adecuada capacidad de sellado y respuesta biológica favorable.

La utilización de regeneración ósea guiada mediante injerto óseo y membrana de colágeno permitió complementar el tratamiento quirúrgico en un defecto con compromiso de la tabla ósea vestibular, favoreciendo un ambiente adecuado para la reparación de los tejidos periapicales.

La evolución clínica observada, caracterizada por la desaparición del trayecto sinuoso y la mejoría radiográfica inicial, evidenció una respuesta favorable al tratamiento realizado. Sin embargo, se destaca la necesidad de controles clínicos y radiográficos a largo plazo para valorar la cicatrización completa y determinar el éxito definitivo del procedimiento.

En conclusión, este caso demuestra que la integración de técnicas de microcirugía apical, materiales biocerámicos y procedimientos regenerativos puede constituir una estrategia terapéutica efectiva para el manejo de lesiones periapicales complejas, permitiendo conservar el elemento dentario y favorecer su pronóstico a largo plazo.

BIBLIOGRAFIA

Andreasen, J. O., & Rud, J. (1972). Correlation between histology and radiography in the assessment of healing after endodontic surgery. *International journal of oral surgery*, 1(3), 161–173. [https://doi.org/10.1016/s0300-9785\(72\)80006-1](https://doi.org/10.1016/s0300-9785(72)80006-1)

Andreasen, J. O., Munksgaard, E. C., & Bakland, L. K. (2006). Comparison of fracture resistance in root canals of immature sheep teeth after filling with calcium hydroxide or MTA. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 22(3), 154–156. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2006.00419.x>

Azim, A. A., Albanyan, H., Azim, K. A., & Piasecki, L. (2021). The Buffalo study: Outcome and associated predictors in endodontic microsurgery- a cohort study. *International endodontic journal*, 54(3), 301–318. <https://doi.org/10.1111/iej.13419>

Baruwa, A. O., BDS, PhD, Martins, J. N. R., DDS, MSc, PhD, Pires, M. D., DDS, MSc, Pereira, B., DDS, MSc, Cruz, P. M., DDS, MSc, & Ginjeira, A., MD, DMD, PhD (2023). Management of Apico-marginal Defects With Endodontic Microsurgery and Guided Tissue Regeneration: A Report of Thirteen Cases. *Journal of endodontics*, 49(9), 1207–1215. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2023.07.009>

Bashutski, J. D., & Wang, H. L. (2009). Periodontal and endodontic regeneration. *Journal of endodontics*, 35(3), 321–328. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.11.023>

Bieszczad, D., Wichlinski, J., & Kaczmarzyk, T. (2022). Factors Affecting the Success of Endodontic Microsurgery: A Cone-Beam Computed Tomography Study. *Journal of clinical medicine*, 11(14), 3991. <https://doi.org/10.3390/jcm11143991>

Camargo Villela Berbert, F. L., de Faria-Júnior, N. B., Tanomaru-Filho, M., Guerreiro-Tanomaru, J. M., Bonetti-Filho, I., Leonardo, R.deT., & Marcantonio, R. A. (2010). An in vitro evaluation of apicoectomies and retropreparations using different methods. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 110(4), e57–e63. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2010.03.004>

Camilleri, J., Montesin, F. E., Brady, K., Sweeney, R., Curtis, R. V., & Ford, T. R. (2005) The constitution of mineral trioxide aggregate. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 21(4), 297–303. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.05.010>

Chércoles-Ruiz, A., Sánchez-Torres, A., & Gay-Escoda, C. (2017). Endodontics, Endodontic Retreatment, and Apical Surgery Versus Tooth Extraction and Implant Placement: A Systematic Review. *Journal of endodontics*, 43(5), 679–686. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.01.004>

Christiansen, R., Kirkevang, L. L., Hørsted-Bindslev, P., & Wenzel, A. (2009). Randomized clinical trial of root-end resection followed by root-end filling with mineral trioxide aggregate or smoothing of the orthograde gutta-percha root filling--1-year follow-up. *International endodontic journal*, 42(2), 105–114. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2008.01474.x>

Cohen, S., & Burns, R. C. (Eds.). (1994). *Pathways of the pulp* (6th ed.). Mosby

Cohen, S., & Burns, R. C. (Eds.). (2002). *Pathways of the pulp* (8th ed.). Mosby

Curtis, D. M., VanderWeele, R. A., Ray, J. J., & Wealleans, J. A. (2018). Clinician-centered Outcomes Assessment of Retreatment and Endodontic Microsurgery Using Cone-beam Computed Tomographic Volumetric Analysis. *Journal of endodontics*, 44(8), 1251–1256. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.03.016>

de Paula-Silva, F. W., Wu, M. K., Leonardo, M. R., da Silva, L. A., & Wesselink, P. R. (2009). Accuracy of periapical radiography and cone-beam computed tomography scans in diagnosing apical periodontitis using histopathological findings as a gold standard. *Journal of endodontics*, 35(7), 1009–1012. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.04.006>

Dhamija, R., Tewari, S., & Gupta, A. (2024). Two- and three-dimensional healing assessment after endodontic microsurgery in through-and-through periapical lesions: 5-year follow-up from a randomized controlled trial. *International endodontic journal*, 57(9), 1180–1199. <https://doi.org/10.1111/iej.14084>

Dhamija, R., Tewari, S., Sangwan, P., Duhan, J., & Mittal, S. (2020). Impact of Platelet-rich Plasma in the Healing of Through-and-through Periapical Lesions Using 2-dimensional and 3-dimensional Evaluation: A Randomized Controlled Trial. *Journal of endodontics*, 46(9), 1167–1184. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.06.004>

Dhiman, M., Kumar, S., Duhan, J., Sangwan, P., & Tewari, S. (2015). Effect of Platelet-rich Fibrin on Healing of Apicomarginal Defects: A Randomized Controlled Trial. *Journal of endodontics*, 41(7), 985–991. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.04.004>

Dickie, J., & McCrosson, J. (2014). Post extraction techniques, part 1. *Denture Update*, 41(6), 490–492, 495–498.

Evans, G., Bishop, K., & Renton, T. (2012). Guidelines for surgical endodontics. Royal College of Surgeons of England. https://www.rcseng.ac.uk/-/media/files/rcs/fds/publications/surgical_endodontics_2012.pdf

Favieri, A., Campos, L. C., Burity, V. H., Santa Cecília, M., & Abad, E.daC. (2008). Use of biomaterials in periradicular surgery: a case report. *Journal of endodontics*, 34(4), 490–494. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.01.012>

Flynn, R., Foschi, F., Maloney, B., Creavin, G., & Duncan, H. F. (2024). The impact of bone grafting with/without barrier membrane placement on the outcome of apical surgery: A systematic review and meta-analysis. *International endodontic journal*, 57(8), 1006–1020. <https://doi.org/10.1111/iej.14066>

Gagliani, M. M., Gorni, F. G., & Strohmenger, L. (2005). Periapical resurgery versus periapical surgery: a 5-year longitudinal comparison. *International endodontic journal*, 38(5), 320–327. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2005.00950.x>

Garrett, K., Kerr, M., Hartwell, G., O'Sullivan, S., & Mayer, P. (2002). The effect of a bioresorbable matrix barrier in endodontic surgery on the rate of periapical healing: an in vivo study. *Journal of endodontics*, 28(7), 503–506. <https://doi.org/10.1097/00004770-200207000-00003>

Gutmann, J. L., & Harrison, J. W. (Eds.). (1991). *Surgical endodontics*. Blackwell Scientific Publications

Halse, A., Molven, O., & Grung, B. (1991). Follow-up after periapical surgery: the value of the one-year control. *Endodontics & dental traumatology*, 7(6), 246–250. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1991.tb00211.x>

Hepworth, M. J., & Friedman, S. (1997). Treatment outcome of surgical and non-surgical management of endodontic failures. *Journal (Canadian Dental Association)*, 63(5), 364–371.

Holland, R., de Souza, V., Nery, M. J., Faraco Júnior, I. M., Bernabé, P. F., Otoboni Filho, J. A., & Dezan Júnior, E. (2001). Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube filled with mineral trioxide aggregate, Portland cement or calcium hydroxide. *Brazilian dental journal*, 12(1), 3–8.

J Endod. 2009;35(7):930–7

Jang, J. H., Lee, J. M., Yi, J. K., Choi, S. B., & Park, S. H. (2015). Surgical endodontic management of infected lateral canals of maxillary incisors. *Restorative dentistry & endodontics*, 40(1), 79–84. <https://doi.org/10.5395/rde.2015.40.1.79>

- Jesslén, P., Zetterqvist, L., & Heimdahl, A. (1995). Long-term results of amalgam versus glass ionomer cement as apical sealant after apicectomy. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 79(1), 101–103. [https://doi.org/10.1016/s1079-2104\(05\)80082-4](https://doi.org/10.1016/s1079-2104(05)80082-4)
- Kim, E., Song, J. S., Jung, I. Y., Lee, S. J., & Kim, S. (2008). Prospective clinical study evaluating endodontic microsurgery outcomes for cases with lesions of endodontic origin compared with cases with lesions of combined periodontal-endodontic origin. *Journal of endodontics*, 34(5), 546–551. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.01.023>
- Kim, S., & Kratchman, S. (2006). Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *Journal of endodontics*, 32(7), 601–623. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.12.010>
- Lindeboom, J. A., Frenken, J. W., Kroon, F. H., & van den Akker, H. P. (2005). A comparative prospective randomized clinical study of MTA and IRM as root-end filling materials in single-rooted teeth in endodontic surgery. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 100(4), 495–500. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.03.027>
- Lindeboom, J. A., Frenken, J. W., Kroon, F. H., & van den Akker, H. P. (2005). A comparative prospective randomized clinical study of MTA and IRM as root-end filling materials in single-rooted teeth in endodontic surgery. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 100(4), 495–500. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.03.027>
- Lindeboom, J. A., Frenken, J. W., Valkenburg, P., & van den Akker, H. P. (2005). The role of preoperative prophylactic antibiotic administration in periapical endodontic surgery: a randomized, prospective double-blind placebo-controlled study. *International endodontic journal*, 38(12), 877–881. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2005.01030.x>
- Liu, T. J., Zhou, J. N., & Guo, L. H. (2021). Impact of different regenerative techniques and materials on the healing outcome of endodontic surgery: a systematic review and meta-analysis. *International endodontic journal*, 54(4), 536–555. <https://doi.org/10.1111/iej.13440>
- Liu, Z., Zhang, D., Li, Q., & Xu, Q. (2013). Evaluation of root-end preparation with a new ultrasonic tip. *Journal of endodontics*, 39(6), 820–823. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.03.004>
- M, A., S, T., P, S., & A, G. (2023). Efficacy of mixture of injectable-platelet-rich fibrin and type-1 collagen particles on the closure of through-and-through periapical bone defects: A randomized controlled trial. *International endodontic journal*, 56(10), 1197–1211. <https://doi.org/10.1111/iej.13954>

- McGuigan, M. B., Louca, C., & Duncan, H. F. (2013). Clinical decision-making after endodontic instrument fracture. *British dental journal*, 214(8), 395–400. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2013.379>
- Meschi, N., Vanhoenacker, A., Strijbos, O., Camargo Dos Santos, B., Rubbers, E., Peeters, V., Curvers, F., Van Mierlo, M., Geukens, A., Fieuws, S., Verbeken, E., & Lambrechts, P. (2020). Multi-modular bone healing assessment in a randomized controlled clinical trial of root-end surgery with the use of leukocyte- and platelet-rich fibrin and an occlusive membrane. *Clinical oral investigations*, 24(12), 4439–4453. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03309-1>
- Monaghan, L., Jadun, S., & Darcey, J. (2019). Endodontic microsurgery. Part one: diagnosis, patient selection and prognoses. *British dental journal*, 226(12), 940–948. <https://doi.org/10.1038/s41415-019-0415-3>
- Nair, P. N., Duncan, H. F., Pitt Ford, T. R., & Luder, H. U. (2008). Histological, ultrastructural and quantitative investigations on the response of healthy human pulps to experimental capping with mineral trioxide aggregate: a randomized controlled trial. *International endodontic journal*, 41(2), 128–150. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01329.x>
- Nosrat, A., Homayounfar, N., Verma, P., Zhang, S., & Torabinejad, M. (2020). Prospective, non-randomized, parallel-group, multicenter clinical study on regenerative endodontic treatment and mineral trioxide aggregate apical plug in teeth with necrotic pulp and open apex: Results after 5 years. *Journal of Endodontics*, 46(9), 1169–1177. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.05.013>
- Parirokh, M., & Torabinejad, M. (2010). Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *Journal of endodontics*, 36(3), 400–413. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.009>
- Parmar, P. D., Dhamija, R., Tewari, S., Sangwan, P., Gupta, A., Duhan, J., & Mittal, S. (2019). 2D and 3D radiographic outcome assessment of the effect of guided tissue regeneration using resorbable collagen membrane in the healing of through-and-through periapical lesions - a randomized controlled trial. *International endodontic journal*, 52(7), 935–948. <https://doi.org/10.1111/iej.13098>
- Pavelski, M. D., Portinho, D., Casagrande Neto, A., Griza, G. L., & Ribeiro, R. G. (2016). Paraendodontic surgery: Case report. *RGO - Revista Gaúcha de Odontologia*, 64, 460–466.
- Pecora, G., Kim, S., Celletti, R., & Davarpanah, M. (1995). The guided tissue regeneration principle in endodontic surgery: one-year postoperative results of large periapical lesions. *International endodontic journal*, 28(1), 41–46. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1995.tb00155.x>

Pinto, D., Marques, A., Pereira, J. F., Palma, P. J., & Santos, J. M. (2020). Long-Term Prognosis of Endodontic Microsurgery-A Systematic Review and Meta-Analysis *Medicina* (Kaunas, Lithuania), 56(9), 447. <https://doi.org/10.3390/medicina56090447>

Rosen, E., Tsisis, I., Kavalerchik, E., Salem, R., Kahn, A., Del Fabbro, M., Taschieri, S., & Corbella, S. (2023). Effect of guided tissue regeneration on the success of surgical endodontic treatment of teeth with endodontic-periodontal lesions: A systematic review. *International endodontic journal*, 56(8), 910–921. <https://doi.org/10.1111/iej.13936>

Rubinstein, R. A., & Kim, S. (1999). Short-term observation of the results of endodontic surgery using a surgical microscope and SuperEBA as an apical filling material. *Journal of Endodontics*, 25(1), 43–48. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(99\)80380-3](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(99)80380-3)

Rud, J., & Andreasen, J. O. (1972). A study of failures after endodontic surgery by radiographic, histologic and stereomicroscopic methods. *International journal of oral surgery*, 1(6), 311–328. [https://doi.org/10.1016/s0300-9785\(72\)80052-8](https://doi.org/10.1016/s0300-9785(72)80052-8)

Rud, J., Andreasen, J. O., & Jensen, J. E. (1972). Radiographic criteria for the assessment of healing after endodontic surgery. *International journal of oral surgery*, 1(4), 195–214. [https://doi.org/10.1016/s0300-9785\(72\)80013-9](https://doi.org/10.1016/s0300-9785(72)80013-9)

Saunders W. P. (2008). A prospective clinical study of periradicular surgery using mineral trioxide aggregate as a root-end filling. *Journal of endodontics*, 34(6), 660–665. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.03.002>

Schilder H. (2006). Filling root canals in three dimensions. 1967. *Journal of endodontics*, 32(4), 281–290. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.02.007>

Schloss, T., Sonntag, D., Kohli, M. R., & Setzer, F. C. (2017). A Comparison of 2- and 3-dimensional Healing Assessment after Endodontic Surgery Using Cone-beam Computed Tomographic Volumes or Periapical Radiographs. *Journal of endodontics*, 43(7), 1072–1079. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.02.007>

Setzer, F. C., Shah, S. B., Kohli, M. R., Karabucak, B., & Kim, S. (2010). Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the literature--part 1: Comparison of traditional root-end surgery and endodontic microsurgery. *Journal of endodontics*, 36(11), 1757–1765. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.08.007>

Surgical and endodontic surgery: a systematic review.

Taschieri, S., Corbella, S., Tsesis, I., Bortolin, M., & Del Fabbro, M. (2011). Effect of guided tissue regeneration on the outcome of surgical endodontic treatment of through-and-through lesions: a retrospective study at 4-year follow-up. *Oral and maxillofacial surgery*, 15(3), 153–159. <https://doi.org/10.1007/s10006-011-0272-y>

Taschieri, S., Del Fabbro, M., Testori, T., & Weinstein, R. (2007). Efficacy of xenogeneic bone grafting with guided tissue regeneration in the management of bone defects after surgical endodontics. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 65(6), 1121–1127. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2006.10.022>

Taschieri, S., Del Fabbro, M., Testori, T., Saita, M., & Weinstein, R. (2008). Efficacy of guided tissue regeneration in the management of through-and-through lesions following surgical endodontics: a preliminary study. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, 28(3), 265–271.

Torabinejad M, Corr R, Handysides R, Shabahang S. Results of retreatment not

Torabinejad, M., Nosrat, A., Verma, P., & Udochukwu, O. (2017). Regenerative Endodontic Treatment or Mineral Trioxide Aggregate Apical Plug in Teeth with Necrotic Pulps and Open Apices: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of endodontics*, 43(11), 1806–1820. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.06.029>

Tsesis, I., Rosen, E., Schwartz-Arad, D., & Fuss, Z. (2006). Retrospective evaluation of surgical endodontic treatment: traditional versus modern technique. *Journal of endodontics*, 32(5), 412–416. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.10.051>

von Arx T. (2005). Frequency and type of canal isthmuses in first molars detected by endoscopic inspection during periradicular surgery. *International endodontic journal*, 38(3), 160–168. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2004.00915.x>

von Arx, T., Hänni, S., & Jensen, S. S. (2007). Correlation of bone defect dimensions with healing outcome one year after apical surgery. *Journal of endodontics*, 33(9), 1044–1048. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.06.010>

von Arx, T., Jensen, S. S., & Hänni, S. (2007). Clinical and radiographic assessment of various predictors for healing outcome 1 year after periapical surgery. *Journal of endodontics*, 33(2), 123–128. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.10.001>

- Von Arx, T., Jensen, S. S., & Hänni, S. (2007). Clinical and radiographic assessment of various predictors for healing outcome 1 year after periapical surgery. *Journal of endodontics*, 33(2), 123–128. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.10.001>
- Wang, H., Xu, X., Bian, Z., Liang, J., Chen, Z., Hou, B., Qiu, L., Chen, W., Wei, X., Hu, K., Wang, Q., Wang, Z., Li, J., Huang, D., Wang, X., Huang, Z., Meng, L., Zhang, C., Xie, F., Yang, D., ... Yu, Q. (2025). Expert consensus on apical microsurgery. *International journal of oral science*, 17(1), 2. <https://doi.org/10.1038/s41368-024-00334-8>
- Wesson, C. M., & Gale, T. M. (2003). Molar apicectomy with amalgam root-end filling: results of a prospective study in two district general hospitals. *British dental journal*, 195(12), 707–698. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4810834>
- Yahata, Y., Handa, K., Ohkura, N., Okamoto, M., Ohshima, J., Itoh, S., Kawashima, N., Tanaka, T., Sato, N., Noiri, Y., Hayashi, M., Okiji, T., & Saito, M. (2023). Autologous concentrated growth factor mediated accelerated bone healing in root-end microsurgery: A multicenter randomized clinical trial. *Regenerative therapy*, 24, 377–384. <https://doi.org/10.1016/j.reth.2023.08.006>
- Yan, L., Lin, J., Yang, L., He, S., Tan, X., & Huang, D. (2023). Clinical Effect Evaluation of Concentrated Growth Factor in Endodontic Microsurgery: A Cross-Sectional Study. *Journal of endodontics*, 49(7), 836–845. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2023.05.005>
- Yazdi, P. M., Schou, S., Jensen, S. S., Stoltze, K., Kenrad, B., & Sewerin, I. (2007). Dentine-bonded resin composite (Retropast) for root-end filling: a prospective clinical and radiographic study with a mean follow-up period of 8 years. *International endodontic journal*, 40(7), 493–503. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01242.x>
- You, J. S., Jung, G. W., Oh, J. S., Moon, S. Y., Lee, W. P., & Jo, H. H. (2023). Volumetric evaluation of effects of platelet-rich fibrin and concentrated growth factor on early bone healing after endodontic microsurgery: a randomized controlled trial. *BMC oral health*, 23(1), 821. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03530-w>
- Zuolo, M. L., Ferreira, M. O., & Gutmann, J. L. (2000). Prognosis in periradicular surgery: a clinical prospective study. *International endodontic journal*, 33(2), 91–98. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2000.00263.x>