

Facultat de Medicina i Odontologia. Departament
d'Estomatologia



VNIVERSITAT
ID VALÈNCIA

Curación de microcirugía endodóncica después de un seguimiento
a largo plazo (5-9 años) y medio plazo (1-4 años)

3143-Programa de doctorado en Odontología

PRESENTADA POR:

Antonio Pallarés Serrano

DIRIGIDA POR:

Prof. Dr. Miguel Peñarrocha Diago

Prof. Dr. David Peñarrocha Oltra

Valencia, mayo de 2023

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA
FACULTAT DE MEDICINA I ODONTOLOGIA
DEPARTAMENT D'ESTOMATOLOGIA

PROF. DR. D. MIGUEL PEÑARROCHA DIAGO, Catedrático del Departamento de Estomatología de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universitat de València,

PROF. DR. D. DAVID PEÑARROCHA OLTRA, Profesor Titular del Departamento del Estomatología de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universitat de València,

CERTIFICAN QUE, **D. ANTONIO PALLARÉS SERRANO**, ha realizado bajo nuestra dirección el presente trabajo titulado: **“Curación de microcirugía endodóncica después de un seguimiento a largo plazo (5-9 años) y medio plazo (1-4 años)”**, y reúne, en nuestro criterio, los requisitos y méritos suficientes para optar, mediante el mismo, al grado de Doctor de Odontología por la Universitat de València.

Fdo.: Prof. Dr. Miguel Peñarrocha

Fdo.: Prof. Dr. David Peñarrocha

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a todas las personas que han formado parte de mi vida durante este periodo de tiempo tanto a nivel profesional como personal.

A mis directores, Profs. el Dr. Miguel Peñarrocha Diago y el Dr. David Peñarrocha Oltra, por permitirme formar parte de su equipo, en el que me he sentido muy arropado todos estos años, y me ha permitido disfrutar y aprender al mismo tiempo.

A mis profesores del Máster de Cirugía e Implantología de la Universitat de València, por transmitirme todos sus ánimos y conocimientos con la dedicación con la que lo hicieron durante tres años.

A mis compañeros y amigos del Máster, y sobretodo a mis compañeros de promoción, Juan Carlos Bernabeu, Pablo Glera, Álvaro Canet, por compartir tantos buenos momentos durante este periodo de aprendizaje.

A Charo Velarde, Inma Guirado y M.a José Barrachina por su ayuda y trabajo en todo momento.

A mis amigos de Algemesí: Alberto, Melen, Lidia, Joan y Alejandro, por ser los de siempre y estar ahí en cada momento.

A mis compañeros de profesión endodoncistas: Casio, Eva, Mede, Mauri, Yaneth y Alba, por formar parte de mi día a día y compartir tantos viajes y buenos momentos desde que empezó nuestra etapa post-universitaria.

A mi mejor profesor, mi padre Antonio Pallarés Sabater. Gracias por haberme transmitido tanto amor hacia esta profesión a la que tanto tiempo le has dedicado. Por haberme permitido estudiarla y animado a superarme año tras año.

A mi madre, Amparo, por tener esa energía incansable y ser tan leal. Gracias por animarme y por confiar siempre en mí.

A mis hermanas Alba y Sandra, por su inagotable sentido del humor, por transmitirme el valor del trabajo bien hecho, y enseñarme a mirar siempre hacia delante.

| Índice

Índice

1. Introducción	.....	7
2. Revisión sistemática	.....	19
3. Justificación, objetivos e hipótesis	.....	33
4. Material y método	.....	41
4.1 Diseño del estudio	.....	43
4.2 Población de estudio	.....	44
4.3 Material	.....	44
4.4 Procedimiento quirúrgico	.....	46
4.5 Recolección de datos	.....	45
4.6 Análisis radiográfico	.....	50
4.7 Análisis estadístico	.....	47
5. Resultados	.....	55
6. Discusión	.....	65
7. Conclusiones	.....	75
8. Bibliografía	.....	79
9. Documentos anexos	.....	91
10. Producción científica	.....	103
11. Artículos publicados sobre el tema de la tesis	.....	109

1 | Introducción

Introducción

La endodoncia quirúrgica es un procedimiento dedicado al tratamiento de las lesiones de origen endodóncico que no responden o no pueden ser resueltas mediante un tratamiento endodóncico convencional (1). La microcirugía endodóncica se realiza en los tejidos periapicales y en los tejidos del propio ápice dentario, permitiendo eliminar la lesión periapical conservando el diente causal, mediante una obturación retrógrada del conducto radicular para hacerlo impermeable a la filtración bacteriana, impidiendo la recidiva infecciosa (2).

A comienzos de la década de 1990 se introdujeron varios avances importantes en la microcirugía endodóncica: dispositivos de magnificación e iluminación; microscopio quirúrgico (3) y endoscopio (4); puntas de ultrasonidos para la preparación de la cavidad retrógrada (5), y la incorporación de nuevos materiales para la obturación de la cavidad retrógrada como el agregado trióxido mineral (6).

Durante el procedimiento de microcirugía endodóncica, el operador puede identificar con mayor precisión, los ápices radiculares y los detalles anatómicos, como istmos, microfracturas radiculares y conductos laterales (7). Combinado con el microscopio quirúrgico o endoscopio y el uso de puntas de ultrasonidos, es posible un abordaje quirúrgico conservador, por lo que esta tecnología permite al operador un mejor control durante el procedimiento y disminuye el riesgo de perforación al aumentar la capacidad de permanecer localizado en el centro del conducto en comparación con la pieza de mano (8). Con el objetivo de prevenir el crecimiento bacteriano y promover la cicatrización del tejido periapical, un material de obturación radicular ideal debe tener biocompatibilidad, estabilidad dimensional (9) y resistencia

Introducción

a la reabsorción (10). Por lo tanto, debe ser bactericida, bacteriostático, fácil de manejar y ofrecer una capacidad de sellado excepcional (9, 10).

El desarrollo simultáneo de mejores técnicas ha dado lugar a una mejor comprensión de la anatomía apical, una mayor tasa de curación del tratamiento y una respuesta más favorable por parte del paciente (8). Peñarrocha y cols. En el año 2000, compararon la curación de la microcirugía periapical con instrumental rotatorio y puntas de ultrasonido para la preparación de la cavidad retrógrada, siendo de 51% y 82% respectivamente (11).

von Arx propuso una serie de indicaciones básicas para la realización de la microcirugía endodóncica (12):

1. Conducto radicular obstruido. Debido a curvaturas pronunciadas, calcificaciones, fracturas de instrumentos dentro del conducto, o restauraciones proteicas de difícil retirada (13).
2. Sobreextensión del material de obturación, con signos radiográficos o síntomas clínicos. El material puede irritar los tejidos periapicales, produciendo una reacción inflamatoria a cuerpo extraño con dolor persistente (14).
3. Fracaso del tratamiento de conducto radicular y no sea apropiado hacer un retratamiento no quirúrgico.
4. Perforaciones radiculares con signos radiográficos o síntomas clínicos, imposible de tratar por vía ortógrada.

Introducción

Setzer y colaboradores, en el año 2010, realizaron un metaanálisis para comparar la tasa de curación de la cirugía endodóncica tradicional y la microcirugía endodóncica (con puntas de ultrasonido y dispositivos de magnificación), y de acuerdo a la literatura, observaron tasas de curación de 90-94%, después de 1-2 años de seguimiento (15-18).

La curación de la microcirugía endodóncica es objeto de debate entre los expertos. Por un lado, se ha sugerido que el resultado preliminar en cortos periodos de seguimiento, es predictivo para el resultado en periodos más largos de seguimiento (19, 20), mientras que, por otro lado, se ha informado que la recidiva postquirúrgica ocurre cuando está en proceso de curación, o ya diagnosticado como curado, cuando se trata de periodos de seguimiento más prolongados (16, 21). Se ha descrito que entre el 5% y el 25% de dientes considerados curados a corto plazo recidivan cuando se evalúan de nuevo a los 3 o más años (21, 22). Si bien la evidencia a largo plazo es limitada, la tasa de curación puede disminuir al 78-81,5% después de 5 a 10 años de seguimiento (23-25). Dicha evidencia clínica puede ayudar a identificar factores predictivos con influencia en el pronóstico.

Se han propuesto diferentes escalas siguiendo criterios clínicos y radiográficos para poder establecer la tasa de curación de la microcirugía endodóncica. La escala más extendida para valorar la curación basándose en radiografías periapicales son los criterios de Rud (26) y Molven (27). Clasifican la curación en cuatro niveles:

1. Curación completa: regeneración ósea completa con una anchura del espacio del ligamento periodontal en la región periapical normal o ligeramente aumentada, pero sin sobrepasar el doble de la anchura normal de las zonas

Introducción

sanas de la raíz. La cavidad quirúrgica debe estar rellena de hueso, pero no tiene por qué ser de la misma radioopacidad que el hueso circundante sano.

2. Curación incompleta: reducción del tamaño del área radiotransparente, con signos de regeneración ósea en la periferia de la rarefacción.
3. Curación incierta: reducción del área radiotransparente con uno de los siguientes signos: la radiotransparencia es más larga que el doble de la anchura del ligamento periodontal, y está delimitada por una estructura similar a la lámina dura o tiene una periferia circular o semicircular.
4. Curación insatisfactoria: cuando la lesión ósea es igual o ha aumentado de tamaño.

Actualmente, la clasificación de resultados radiográficos definida por Rud y cols. (26) y Molven y cols. (27) es ampliamente aceptada para la práctica clínica debido a su alta concordancia entre observadores después de exámenes aislados (27, 28). Los criterios de Rud (26) y Molven (27), se han utilizado en estudios recientes con mayores tiempos de seguimiento (21, 23-25, 29-33), para valorar la tasa de curación de la microcirugía endodóncica, junto con parámetros clínicos. Cuando los pacientes presentaron dolor, tumefacción, presencia de fístula o sintomatología asociada al diente tratado, la curación fue catalogada como fracaso. En ausencia de signos y síntomas, utilizaron los criterios radiográficos de Rud y Molven para analizar radiografías periapicales, y los casos clasificados como curación completa e incompleta fueron contados como curados, mientras los casos de curación incompleta e insatisfactoria fueron contados como fracasos.

Introducción

El pronóstico de la microcirugía endodóncica puede verse influenciado por distintos factores pronóstico, como factores relacionados con el paciente (demografía, estado sistémico, tipo de diente, calidad del tratamiento de conducto radicular previo, tamaño de la lesión radiográfica previa o el tipo de restauraciones corónales (24, 33, 34). Pinto y cols (34), en el año 2020, realizaron un metaanálisis estudiando la tasa de curación y factores pronóstico de la microcirugía endodóncica a largo plazo, mostrando una tasa de curación del 78 al 91% con un seguimiento de entre 2 a 10 años. Además sugirieron que el resultado podría estar influenciado por factores pronóstico como el tabaquismo, el tipo de diente, la profundidad de sondaje, y el material de obturación de la cavidad retrógrada. A su vez sugirieron que el MTA mostró una tendencia a obtener mejores resultados.

2 | Revisión sistemática

Revisión sistemática

La revisión sistemática se realizó basada en los principios de transparencia de revisiones sistemáticas y metaanálisis de la declaración Prisma (35) y la guía AMSTAR-2 (36).

2.1 Pregunta objetivo

La pregunta de investigación se estableció a partir de la adaptación de la pregunta PICO, en este caso aplicando un PEO (population, exposition, outcome). La pregunta fue la siguiente:

“¿Cuál es la tasa de éxito de la microcirugía endodóncica a largo plazo?”

P (population): pacientes con periodontitis apical crónica, que requirieron microcirugía endodóncica.

E (exposition): microcirugía endodóncica con puntas de ultrasonido, dispositivos de magnificación (microscopio o endoscopio) y MTA como material de obturación retrógrada.

O (outcome): Tasa de curación tras un mínimo de 5 años tras la microcirugía endodóncica.

2.2 Estrategia de búsqueda

Se realizó la búsqueda en cinco bases de datos electrónicas: MEDLINE (vía PubMed), Embase, Web of Science, Scopus y the Cochrane Library de la colaboración Cochrane (CENTRAL). No hubo restricción de idioma, y la búsqueda se realizó hasta septiembre de 2022. La estrategia de búsqueda constó de una combinación de términos (MeSH y EMTREE), y palabras clave para asegurar los

Revisión sistemática

mejores resultados de búsqueda (Anexo II). Además, se realizó una búsqueda manual de los principales temas relacionados con la pregunta principal y se consultaron las listas de referencia de los artículos finalmente incluidos para encontrar otros estudios potencialmente elegibles, siguiendo la metodología de Greenhalg y Peacock (37).

La siguiente estrategia de búsqueda fue utilizada en Medline vía Pubmed: ("Apicoectomy"(Mesh) OR periapical surgery OR apical surgery OR apicoectomy OR apicectomy OR periradicular surgery OR root-end surgery OR root-end filling OR endodontic surgery OR surgical endodontic treatment OR endodontic microsurgery OR retrograde surgery OR apical microsurgery) AND (mta OR mineral trioxide aggregate) AND (long-term OR year follow-up OR years).

2.3 Criterios de inclusión y exclusión

Los estudios publicados fueron incluidos en esta revisión sistemática si cumplían los siguientes criterios de inclusión: estudios clínicos en humanos, analizando la tasa de curación de la microcirugía endodóncica, con MTA como material de obturación de la cavidad retrógrada y la utilización de puntas de ultrasonido y dispositivos de magnificación (microscopio o endoscopio), con un seguimiento mínimo de 5 años. Los informes de casos y opiniones de expertos fueron excluidos.

2.4 Screening y selección de trabajos

Dos revisores independientes (APS y PGS) realizaron la búsqueda de la literatura de manera independiente para la selección de los estudios. Se excluyeron los estudios que no cumplieron los criterios de inclusión.

2.5 Resumen de las medidas y síntesis de los resultados

Los datos se introdujeron en una hoja de Excel (Microsoft Corporation, Redmond, WA, EE. UU.). Se recopiló la siguiente información: autores y año, diseño del estudio, parámetros evaluados, número de dientes tratados, tasa de curación de la microcirugía endodóncica, años de seguimiento, criterios de curación y resultados de los factores pronóstico evaluados.

2.6 Riesgo de sesgo de los estudios incluidos

La calidad metodológica de los estudios se evaluó mediante la herramienta ROBINS-I (Risk of Bias In Non-randomized Studies of Interventions) para estudios no aleatorizados (38).

2.7 Definición de criterios de éxito:

Los estudios incluidos evaluaron radiográficamente la curación según los criterios de Rud y Molven (26, 27). Los signos y síntomas también fueron analizados para la determinación del éxito o el fracaso.

2.8 Resultados

Selección de los estudios

Se encontraron un total de 704 artículos en la búsqueda inicial. Después de eliminar los artículos duplicados, 638 artículos fueron revisados según el título y el

Revisión sistemática

resumen. 5 Artículos fueron incluidos para la revisión sistemática tras cumplir los criterios de inclusión (Figura 1).

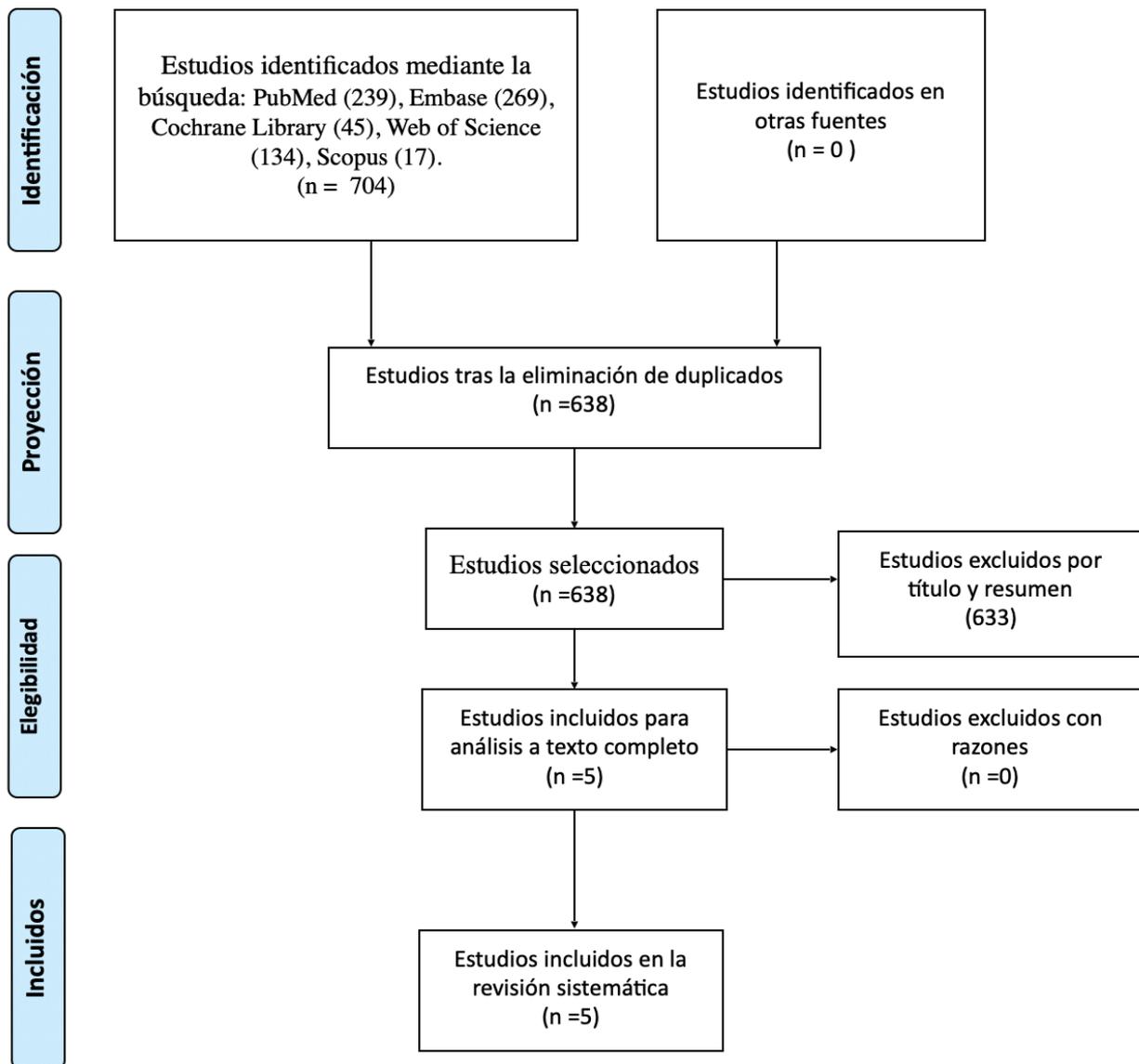


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA del proceso de búsqueda y selección de estudios durante la revisión sistemática.

Características de los estudios

Tres ensayos clínicos prospectivos y dos retrospectivos fueron incluidos en la revisión sistemática (21, 25, 30-32). Los cinco estudios analizaron la curación con los criterios radiográficos de Rud y Molven (26, 27), de microcirugía endodóncica, con MTA como material de obturación de la cavidad retrógrada.

Von Arx y cols. (25) publicaron el estudio con mayor tiempo de seguimiento de microcirugía endodóncica hasta la fecha (10 años), de 195 dientes, con una tasa de curación del 91%. Observaron diferencias significativas en el tipo de diente al comparar la curación a largo plazo, de premolares y molares superiores, (95,2% y 66.7%, respectivamente). Mientras los autores Bliggenstorger y cols. (31), al analizar la curación a partir de los 5 años de seguimiento, observaron un 77% de curación, pero no encontraron diferencias significativas en cuanto al tipo de diente tratado.

von Arx y cols. (21) observaron una tasa de curación de 86% a los 5 años de seguimiento y de los factores pronóstico que estudiaron, sugirieron que la profundidad de sondaje podría influir cuando el sondaje previo a microcirugía endodóncica fuera mayor de 3mm en mesial o distal del diente tratado. Las características de los cinco estudios incluidos en la revisión sistemática se describen en la Tabla 1.

Revisión sistemática

Estudio	Diseño del estudio	Parámetros evaluados	Número de dientes tratados	Tasa de curación	Años de seguimiento	Resultados de parámetros evaluados
Bliggenstorger y cols., 2021 (31)	Estudio clínico retrospectivo	1. Edad 2. Sexo 3. Tipo de diente	61	77 %	>5	No hubieron diferencias significativas.
Pallarés y cols., 2022 (30)	Estudio clínico retrospectivo	1. Edad 2. Sexo 3. Tipo de diente 4. Tamaño de la lesión preoperatoria 5. Presencia de poste y corona 6. Extensión de obturación ortógrada 7. Sondaje	111	81.1%	5-9	Tasa de curación es significativamente menor cuando el sondaje mesial o distal previo es >3mm
von Arx y cols., 2012 (21)	Ensayo clínico prospectivo	1. Edad 2. Sexo 3. Tabaquismo 4. Tipo de diente 5. Tamaño de la lesión preoperatoria 6. Extensión de obturación ortógrada 7. Sondaje	44	86 %	5	Tasa de curación es significativamente menor cuando el sondaje mesial o distal previo es >3mm
von Arx y cols., 2014 (32)	Ensayo clínico prospectivo	1. Edad 2. Sexo 3. Tipo de diente 4. Presencia de Poste	134	93 %	5	No hubieron diferencias significativas.
von Arx y cols., 2019 (25)	Ensayo clínico prospectivo	1. Edad 2. Sexo 3. Tipo de diente 4. Tipo de MTA (gris vs blanco)	195	91 %	10	Mayor tasa de curación en molares superiores, en comparación a premolares superiores

Tabla 1. Análisis descriptivo de los estudios incluidos en la revisión.

Riesgo de sesgo de los estudios

Los cinco estudios clínicos fueron sujetos a evaluación de calidad mediante el riesgo de sesgo, con la herramienta ROBINS-I (riesgo de sesgo en estudios no aleatorizados), tal y como se propone por Cochrane (38). Las puntuaciones mostraron un bajo riesgo de sesgo, y están recogidas en la Figura 2.

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Global
Bliggenstorger y cols., 2021	+	-	+	+	+	+	+	+
Pallarés-Serrano y cols., 2022	+	+	+	+	+	+	+	+
von Arx y cols., 2012	+	+	+	+	+	+	+	+
von Arx y cols., 2014	+	+	+	+	-	+	+	+
von Arx y cols., 2019	+	+	+	+	+	+	+	+

Dominios:
 D1: Sesgo por factores de confusión
 D2: Sesgo por selección de pacientes
 D3: Sesgo por clasificación de intervenciones
 D4: Sesgo por desviaciones en el tratamiento
 D5: Sesgo por falta de información
 D6: Sesgo en la medida de los resultados
 D7: Sesgo en la selección de reporte de resultados

Juicio
 - Moderado
 + Bajo

Figura 2. Resumen del riesgo de sesgo para estudios no aleatorizados según la herramienta ROBINS-I.

2.9 Discusión

El objetivo principal de esta revisión sistemática fue evaluar la tasa de curación a largo plazo, con un seguimiento mínimo de 5 años, de la microcirugía endodóncica, con puntas de ultrasonido, dispositivos de magnificación e iluminación (microscopio y/o endoscopio) y la utilización de MTA para la obturación de la cavidad retrógrada. Se incluyeron tres ensayos clínicos prospectivos y dos retrospectivos, con bajo riesgo de sesgo. La tasa de curación fue del 77 al 93% con un tiempo de seguimiento que varió de 5 a 10 años según los estudios incluidos. Con respecto al

Revisión sistemática

período de seguimiento después de la microcirugía endodóncica, la cantidad de tiempo requerida para la evaluación de los resultados sigue siendo cuestionable (34, 39). Se necesita superar este problema particular para lograr la previsibilidad a largo plazo de los dientes tratados y tomar una decisión terapéutica ponderada (34, 40).

La Sociedad Europea de Endodoncia (ESE) define que son adecuados los seguimientos clínicos y radiográficos regulares durante un período mínimo de observación de 1 año, sin embargo, pueden ser necesarios períodos más largos cuando no se logra la curación completa o en otros casos específicos (34). Existe evidencia previa que informa la reversión de la patología después de 4 años de la microcirugía endodóncica, lo que respalda que un período de seguimiento corto podría no ser suficiente (39).

Von Arx y cols. (25) mostraron una tasa de curación menor después de 10 años (81,5 %) en comparación con las tasas después de 1 y 5 años (91,6% y 91,4%, respectivamente). Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Von Arx y cols. (32) confirmaron que los casos clasificados como curados después de un año de seguimiento, permanecieron así en el 93.9% de los casos, después de 5 años. Sin embargo, la clasificación de cicatrización incierta en un seguimiento a corto plazo parece ser la menos predecible de todas, cuando las observamos en el largo plazo (24, 41).

Todos los estudios incluidos en la revisión sistemática utilizaron MTA como material de obturación de la cavidad retrograda (21, 25, 30-32), ya que es el más empleado y con mayores tasas de éxito estudiadas en el corto plazo(15). La microcirugía endodóncica moderna no contempla el uso de amalgama de plata como

Revisión sistemática

material de obturación del extremo de la raíz, debido a sus posibles desventajas (42). Recientemente, se han desarrollado nuevos materiales basados en el silicato tricálcico, que mantienen las propiedades estables del MTA, y superan sus desventajas, como la reducción del tiempo de fraguado y mejor manipulación (43). En cambio aún no hay evidencia a largo plazo. En la literatura existen estudios con resultados a 1 año de seguimiento, en cambio aún no hay evidencia a largo plazo (9, 44).

Con respecto a la evaluación de la calidad, se calculó el riesgo de sesgo para todos los estudios incluidos con la herramienta ROBINS-I (38). Se obtuvo un riesgo general de sesgo bajo para todos los estudios. La mayor preocupación con el riesgo de sesgo en cuanto al resultado, es la consideración de los casos de fractura radicular vertical como abandono. Hubieron autores que los casos de fracturas los añadieron al fracaso de la microcirugía endodóncica (25), mientras otros autores excluyeron los casos de fractura radicular (21, 32), o no lo especificaron (31).

Los estudios de seguimiento a largo plazo permiten lograr un resultado más fiable y aumentar el conocimiento de los factores de riesgo implicados en fracasos a largo plazo, como fractura radicular (25), consideraciones prostodónticas (21), factores relacionados con el estado previo del diente (21, 45) y fracturas de corona o caries (10). Von Arx y cols. (21) y Pallarés-Serrano y cols. (30) observaron una reducción significativa en la tasa curación, al analizar el factor pronóstico profundidad de sondaje, observando que si el sondaje en mesial y/o en distal del diente a tratar era mayor a 3mm tenía un peor pronóstico. En cuanto al tipo de diente von

Revisión sistemática

Arx y cols. observaron una tasa de curación significativamente mayor en molares superiores (95.2%) que en premolares superiores (66.7%) (25).

Limitaciones de la revisión sistemática y recomendaciones para futuras investigaciones

Una limitación de nuestra revisión sistemática es la falta de estudios prospectivos de diferentes autores que estudiaron la tasa de curación de microcirugía periapical con MTA a largo plazo. Aunque los cinco estudios incluidos en la revisión sistemática (21, 25, 30-32) utilicen los mismos criterios de curación para radiografías periapicales, la incorporación de radiografías en tres dimensiones (CBCT) podría ayudar a estimar con mayor precisión la cantidad de casos curados o con lesiones periapicales persistentes. Sería recomendable para futuras investigaciones la incorporación del CBCT, junto al estudio de diferentes factores pronóstico asociados al paciente o al diente tratado que podrían comprometer la curación de los dientes afectados.

2.10 Conclusiones

La tasa de curación de microcirugía endodóncica se encuentra en 73-91%, con puntas de ultrasonido, dispositivos de magnificación y MTA como material de obturación de la cavidad retrógrada. El factor pronóstico profundidad de sondaje, podría influir negativamente en la curación, cuando el sondaje del diente es mayor a 3mm en mesial o distal del diente que requiere tratamiento.

3 | Justificación, Objetivos e Hipótesis

3.1 Justificación

La tasa de curación en microcirugía endodóncica es objeto de debate entre los expertos. Por un lado, se ha sugerido que el resultado preliminar en períodos cortos de seguimiento es predictivo del resultado en períodos más largos de seguimiento (19, 20), mientras que, por otro lado, se han observado casos fracasados de dientes que se consideraban en proceso de curación o cuando ya estaban clasificados como dientes curados, tratándose de periodos de seguimiento más prolongados (15, 16, 18, 21). La microcirugía endodóncica tiene de curación del 90 % al 94 % después de aproximadamente 1 a 2 años de seguimiento (16, 21). En este sentido, el seguimiento a corto plazo podría sobreestimar el pronóstico, ya que se ha descrito que entre el 5% y el 25% de los dientes considerados curados a corto plazo recidivan cuando se evalúan de nuevo a los 3 o más años (21-23, 34, 46).

La cantidad de estudios publicados en la literatura sobre la curación a largo plazo de la microcirugía endodóncica es escasa. Si bien la evidencia a largo plazo es limitada, la tasa de curación podría disminuir al 78%–81,5% después de 5–10 años de seguimiento (23-25, 29). Dicha evidencia clínica puede ayudar a identificar factores predictivos con impacto en el pronóstico. El pronóstico en microcirugía endodóncica puede estar influenciado por una serie de variables (parámetros demográficos, tipo y ubicación del diente, o el tipo de restauraciones coronales involucradas) (34). Dichos factores deben tenerse en cuenta al analizar el éxito del tratamiento.

3.2 Objetivos

1. Comparar la tasa de curación de dientes sometidos a microcirugía endodóncica a medio plazo (1-4 años) frente a largo plazo (5-9 años de seguimiento).
2. Evaluar la influencia de diferentes factores pronóstico que podrían actuar como predictores de la curación a lo largo del tiempo (edad, sexo, tipo de diente, tamaño de la lesión radiográfica previa, extensión de la obturación previa por vía ortógrada, poste, restauración y profundidad de sondaje).

3.3 Hipótesis

Se plantearon las siguientes hipótesis

3.3.1 Hipótesis respecto a la curación en medio y largo plazo de seguimiento:

- a. Hipótesis nula: no hay diferencia en cuanto a la tasa de curación de la microcirugía endodóncica entre medio y largo plazo de seguimiento.
- b. Hipótesis alternativa: la curación a medio plazo es significativamente mayor que cuando se observan a más largo periodos de seguimiento.

3.3.2 Hipótesis respecto a factores pronóstico analizados:

1. En relación a sexo y edad del paciente.
 - a. Hipótesis nula: La curación de la microcirugía endodóncica se ve influenciada por la edad y el sexo del paciente.

Justificación, objetivos e hipótesis

- b. Hipótesis alternativa: La edad y sexo del paciente no influye a la curación de la microcirugía endodóncica.
2. En relación al tipo de diente (sector anterior, premolares y molares) y su posición (maxilar o mandibular):
- a. Hipótesis nula: el tipo de diente y su posición no influye sobre la curación de la lesión.
 - b. Hipótesis alternativa: el tipo de diente y su posición influyen sobre la tasa de curación.
3. En relación al tamaño de la lesión radiográfica previa:
- a. Hipótesis nula: el tamaño del área radiográfica previa no influye en la curación de la lesión.
 - b. Hipótesis alternativa: si la lesión radiográfica previa es de 5mm o inferior tendrá mayor tasa de curación que los casos donde es mayor a 5mm.
4. En relación a la extensión de la obturación previa por vía ortógrada (distancia de la extensión de la obturación previa por vía ortógrada al ápice radiográfico):
- a. Hipótesis nula: no existe diferencia en cuanto a la curación de la lesión.
 - b. Hipótesis alternativa: mayor tasa de éxito si la obturación previa por vía ortógrada está a más de 2mm de distancia del ápice radiográfico.

5. En relación a poste y restauración:

- a. Hipótesis nula: la curación de la microcirugía endodóncica se ve influenciada por la colocación de un poste o el tipo de restauración.

Justificación, objetivos e hipótesis

- b. Hipótesis alternativa: la curación de la microcirugía endodóncica no está influenciada por la colocación de un poste o el tipo de restauración.

6. En relación a la profundidad de sondaje:

- a. Hipótesis nula: el sondaje tanto en mesial como en distal del diente a tratar no influye en el pronóstico de la cirugía.
- b. Hipótesis alternativa: si el sondaje del diente a tratar es mayor a 3mm en mesial o en distal la tasa de curación disminuirá.

4 | Material y método

4.1 Diseño del estudio

Se realizó un estudio sobre una serie de pacientes sometidos a microcirugía endodóncica entre enero del 2011 y diciembre de 2019, en La Unidad de Cirugía Bucal de la Universitat de València.

El estudio se llevo a cavo siguiendo las recomendaciones de la Declaración de Helsinki (2013) y de acuerdo con la declaración STROBE (47). Todos los pacientes firmaron el consentimiento informado correspondiente, y el estudio fue aprobado por el comité ético de la universidad de Valencia (Ref. UV-SOLTIT-1238454).

La información sobre los factores pronóstico previos al tratamiento y el procedimiento de la microcirugía endodóncica se obtuvo de forma retrospectiva a partir de la base de datos de la Unidad de Cirugía Oral de la Universidad de Medicina y Odontología de Valencia. Los datos personales registrados de todos los pacientes se protegerán de acuerdo con lo establecido por el Reglamento General de Protección de Datos 2016/679 y la ley 3/2018 del 5 de diciembre.

El nombre del paciente no apareció en ningún documento del estudio. Los protocolos fueron archivados en una carpeta con acceso limitado por contraseña a la que solo tuvieron acceso los investigadores y en ningún caso se revelará la identidad de los participantes en ninguna publicación o comunicaciones en congreso que puedan derivarse de los resultados del estudio.

4.2 Población del estudio

Los criterios de inclusión y exclusión se detallan a continuación en las tabla 2:

Criterios de Inclusión
<ul style="list-style-type: none">- Pacientes sometidos a microcirugía endodóncica desde 2011 hasta 2019.- Uso de puntas de ultrasonidos para la preparación de la cavidad retrógrada.<ul style="list-style-type: none">- MTA como material de obturación retrógrada.- Incorporación de microscopio y/o endoscopio como dispositivo de magnificación e iluminación.<ul style="list-style-type: none">- Pacientes sin condiciones médicas relevantes.
Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none">- Pacientes que fallaron a las visitas de seguimiento posteriores.

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión.

4.3 Material

- **Instrumental para la preparación del campo quirúrgico, el paciente y el operador:** set quirúrgico de aislamiento de campo y aspirador quirúrgico, guantes estériles, gorros, gafas de protección y mascarilla.
- **Instrumental para la anestesia loco-regional:** Jeringa de anestesia autoaspirable estéril, aguja desechable de anestesia, carpes de anestesia con articaína al 4% y epinefrina 1:100000 Ultracaín® (Normon, Madrid, España).

Material y método

- **Instrumental para la disección de los tejidos blandos:** Mango de bisturí Bard-Parker nº3, hojas de bisturí nº15c, periostotomo de Molt, periostotomo de Freer, periostotomo de Prichard y separadores Minnesota.
- **Instrumental para la ostectomía y legrado del tejido de granulación:** fresa de carburo de tungsteno de 0.27 (Jota, Suiza) montada en una pieza de mano irrigada con suero fisiológico estéril, ultrasonidos (Piezon® Master 400 y 700 EMS, Electro Medical Systems S.A, Suiza) y curetas (Double Gracey Mini Anterior/Posterior; American Eagle Instruments, Inc., Missoula, EEUU)
- **Instrumental y material específico de microcirugía endodóncica:** microespejos, cucharillas, curetas, sonda periodontal, espátula de cemento y loseta de vidrio, espátulas de composite de distintos tamaños, batea con trocitos de gasa impregnada en solución de anestesia articaína 4% con epinefrina 1:100.000 (Inibsa®, Lliça de Vall, Barcelona, España), pistola y cartuchos de ExpasyITM (Expasyl, Produits Dentaires Pierre Rolland, Merignac, Francia), Mineral Trioxide Agregate (MTA) ProRoot® (Dentsply, EEUU), puntas ultrasónicas diamantadas de microcirugía endodóncica, fresa de aro rojo de pieza de mano para pulido del extremo de raíz, Expasyl® (Pierre Rolland, Francia) y tiras de politetrafluoroetileno, recipiente con formaldehído al 10% para el análisis histológico de las muestras de tejido periapical.
- **Dispositivos de magnificación e iluminación:** lupas de 2.6 aumentos Orascope® (AcuityTMSystem. Kerr Corporation, Middleton, USA), endoscopio (Karl Storz®, Tuttlingen, Germany) y microscopio quirúrgico (Dental 300 surgical microscope, Möller-Wedel International, Bedel, Germany)

Material y método

- **Instrumental para la sutura:** Castroviejo Needle Holder 18cm (Hu-Friedy. Co Ltd., Chicago, IL, USA), sutura poliamida 6/0 (Polinyl®, Sweden & Martina, Carrare, Italy), pinza Adson sin dientes, tijeras.
- **Exploración radiológica y visualización de las imágenes:** Equipo de radiología intraoral XMIND® (Pierre Rolland®, Francia), captado digital intraoral RVG® Ultimate (Trophy®, Kodak Dental System, Atlanta, EEUU), posicionador de anillos para estandarización de proyecciones XPC de Rinn® (Dentsply®, Illinois, Francia), programa Cliniview® versión 5.1 (Instrumentarium Imaging®, Tuusula, Finlandia).
- **Fotografías intraorales:** cámara digital Canon® EOS 20D (Tokio, Japón).

4.4 Procedimiento quirúrgico:

Tras el diagnóstico clínico y radiográfico se realizó el procedimiento quirúrgico. Todos los casos fueron operados por dos cirujanos expertos (MDP y DPD). La cirugía se realizó bajo anestesia local con articaína al 4% 1:100.000. Siguiendo la metodología de von Arx y cols (21) se registró la profundidad de sondaje con una sonda periodontal, tanto en mesial como en distal al diente a tratar.

Material y método

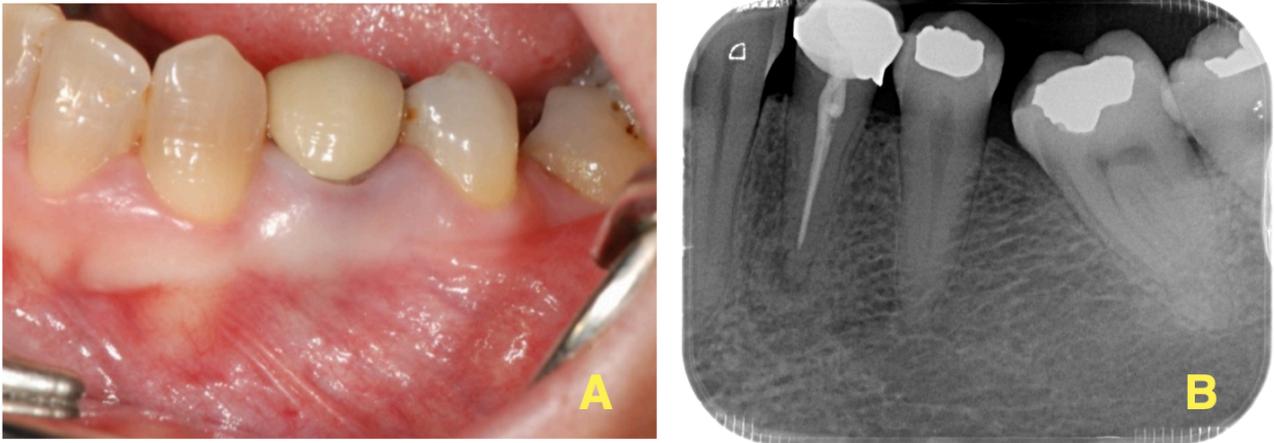


Figura 3. Imágenes preoperatorias a la microcirugía endodóncica de un primer premolar izquierdo con periodontitis apical crónica. A) Fotografía intraoral. B) Radiografía periapical donde se observa el área alrededor del ápice dentario.

Se realizó una incisión (paramarginal o submarginal), y se elevó un colgajo mucoperióstico para poder realizar la ostectomía con una fresa redonda de 0.27mm de carburo de tungsteno con la ayuda de una pieza de mano con abundante irrigación de suero salino estéril. La hemostasia se realizó con Expasyl®, o tiras estériles de politetrafluoroetileno y gasas estériles bañadas en epinefrina (Peñarrocha-Oltra 19).

Tras localizar el ápice del diente se procedió al legrado quirúrgico del lecho óseo y la limpieza con ultrasonidos y curetas acompañado de abundante irrigación para eliminar los posibles restos del tejido de granulación.

La porción apical del diente fue seccionada 3mm, tan perpendicular al la longitud del eje del diente como fuera posible. La cavidad retrógrada fue preparada a una

Material y método

profundidad de 3mm, utilizando puntas de ultrasonidos, seguida de la obturación de la cavidad retrógrada con MTA (Figura 4).

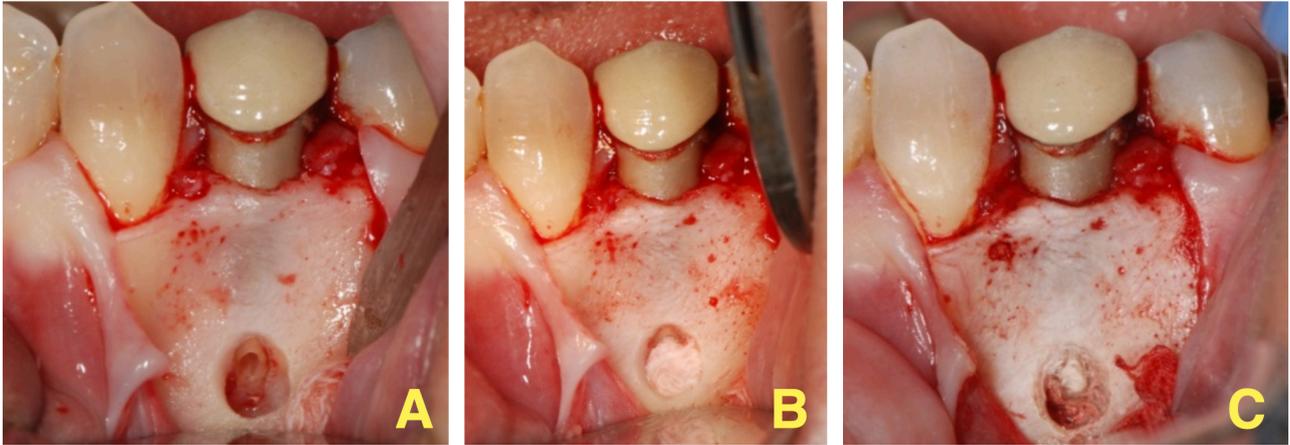


Figura 4. Imágenes intraoperatorias. A) Preparación de la cavidad retrógrada mediante puntas de ultrasonido. B) Control de la hemostasia con gasas impregnadas en epinefrina. C) Obturación de la cavidad retrógrada con MTA.

Posteriormente, el colgajo se suturó libre de tensión (Figura 5), y los pacientes fueron citados a la semana para la retirada de sutura, y a visitas de control, un mes después de la microcirugía endodóncica, a los 6 meses, y anualmente, para evaluar la presencia de signos y síntomas. Se realizaron radiografías periapicales obtenidas con anillos paralizadores XCP. En caso de que fuera un diente multiradicular donde se superpusieron las raíces, las radiografías periapicales fueron obtenidas con angulación distal en el caso de premolares y molares superiores y angulación mesial en el caso de molares inferiores.

Material y método

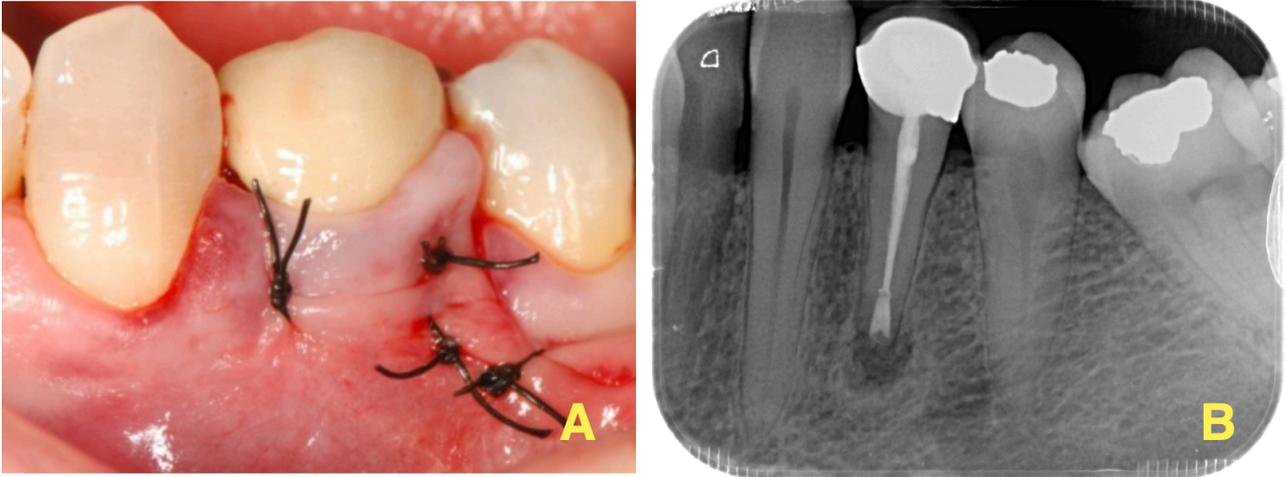


Figura 5. Imágenes postoperatorias. A) Fotografía intraoral de la sutura del colgajo libre de tensión. B) Radiografía periapical donde se observa la obturación de la cavidad retrógrada con MTA.

Los pacientes que no pudieron ser contactados o los que rechazaron las visitas posteriores de control fueron contados como pérdidas. Siguiendo la metodología de von Arx y colaboradores (25), en pacientes con múltiples dientes sometidos a microcirugía endodóncica, solo un diente fue aleatoriamente seleccionado para el análisis estadístico. La aleatorización fue realizada en la página web <http://www.randomization.com>.

4.5 Recolección de datos

Los pacientes fueron evaluados clínicamente, observando la presencia de signos (fístula y/o tumefacción) y síntomas (dolor, sensibilidad en respuesta a la percusión y/o palpación). Las radiografías fueron interpretadas de forma independiente por dos examinadores (APS y PGS), previamente calibrados según la clasificación de curación descrita por Rud et al (26) y Molven y cols. (27).

Material y método

Las siguientes variables se registraron a partir de la historia clínica y las radiografías periapicales, y se ingresaron en una base de datos (Numbers, Apple, Cupertino, CA, EE. UU.):

- Sexo (masculino / femenino).
- Edad en el momento de la microcirugía endodóncica (< 45 años versus \geq 45 años).
- Tipo de diente (anterior, premolares o molares; maxilar o mandibular).
- Tamaño de la lesión radiográfica previa (\geq 5 mm versus < 5 mm).
- Extensión apical de la obturación previa del conducto radicular (\geq 2 mm versus < 2 mm). Para calcular esta variable medimos la distancia del ápice radiográfico al final de la obturación del tratamiento de conductos realizado previo a la microcirugía endodóncica, con el fin de comparar la influencia en la curación cuando la obturación previa se consideró corta contra cuando llegó a obturar todo el conducto radicular.
- Presencia de poste (si / no).
- Tipo de restauración (Reconstrucción / Corona)
- Profundidad de sondaje (Profundidad de sondaje normal \leq 3 mm mesial y distal contra pérdida ósea > 3 mm mesial o distal).
- Curación.

4.6 Análisis radiográfico de la imagen

La curación radiográfica alrededor de los dientes tratados se clasificó en cuatro grupos según los criterios de Rud y Molven: curación completa, curación incompleta, curación incierta o curación insatisfactoria (26, 27). Se consideró que los dientes estaban "curados" cuando presentaron curación completa o incompleta sin signos o síntomas clínicos, y se consideraban "no curados" cuando presentaban curación

Material y método

incierto o insatisfactoria, o con signos o síntomas clínicos (19, 21, 23-25, 28-33). En dientes con múltiples raíces sometidas a microcirugía endodóncica, se utilizó la raíz con la peor calificación de curación para clasificar la curación radiográfica. Los casos diagnosticados como fractura radicular vertical se clasificaron como fracaso. Las radiografías periapicales fueron evaluadas por dos observadores calibrados en bases de datos independientes (Figuras 6-9).



Figura 6. Microcirugía endodóncica de ambas raíces bucales de un primer molar superior derecho. Las radiografías después de uno y dos años de seguimiento muestran la persistencia del área radiotransparente. El paciente acudió con síntomas clínicos (flemón). El caso fue clasificado como no curado.

Material y método



Figura 7. Microcirugía endodóncica de un primer molar inferior izquierdo. Vistas radiográficas periapicales a lo largo del tiempo, que muestran una curación completa a los 4 años de seguimiento.



Figura 8. Microcirugía endodóncica de un primer premolar superior izquierdo con variación anatómica en el que se trataron tres raíces. Las radiografías de seguimiento después de uno y cinco años de seguimiento muestran curación completa.



Figura 9. Microcirugía endodóncica de ambas raíces bucales de un primer molar superior derecho al año y a los cinco años de seguimiento. La curación periapical se consideró curación completa.

4.7 Análisis estadístico

Se utilizaron modelos de regresión logística binaria simple, con la probabilidad de curación como variable dependiente, obteniendo odds ratio (OR) no ajustadas y evaluando el grado de asociación entre las variables. El impacto o grado de asociación entre los diferentes factores y la curación se evaluó en base a OR e intervalo de confianza del 95% (IC95%). Se realizó un segundo modelo de regresión logística binaria simple excluyendo los casos de fractura radicular vertical. Todos los casos fueron reevaluados para cicatrización por un segundo operador según los criterios de Rud y Molven. La reproducibilidad entre examinadores se evaluó con base en el índice kappa de Cohen (k). Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 21 para Macintosh (SPSS, Chicago, IL, EE. UU.) en todo momento.

5 | Resultados

Resultados

Un total de 244 pacientes fueron sometidos a microcirugía endodóncica entre 2016 y 2019; y 134 pacientes entre los años 2011 y 2015. 46 pacientes fueron excluidos debido a diferentes problemas con el seguimiento (tabla 3).

Pérdida de pacientes debido a problemas en el seguimiento	N
No poder ser contactados	30
Enfermos / demasiado mayores para ser atendidos	10
Fallecimiento	6
Total	46

Tabla 3. Pacientes excluidos del estudio por diferentes razones.

La muestra final quedó constituida por un total de 332 pacientes sometidos a microcirugía endodóncica; de estos, 198 dientes se sometieron a un seguimiento a mediano plazo (1-4 años) mientras que 134 dientes fueron sometidos a un seguimiento a largo plazo (5-9 años). El porcentaje de acuerdo entre los examinadores fue del 91,4%. El índice kappa ponderado lineal fue de 0,861 (IC del 95 %: 0,79-0,93), lo que muestra que la reproducibilidad es bastante alta.

A medio plazo, el 86,9 % de los dientes se clasificaron como curados, mientras que a largo plazo, la tasa de éxito fue del 67,2%. En la tabla 4 se muestra la asociación entre la tasa de éxito y los diferentes factores pronóstico. Los modelos de regresión identificaron cinco asociaciones estadísticamente significativas: cohorte, sexo, tipo de diente, poste y profundidad de sondaje. Un paciente de la cohorte más reciente muestra una mayor probabilidad de curación (OR=2,85; p=0,001). Los hombres presentaron menor probabilidad de curación (OR=0,38; p=0,003).

Resultados

Se mostró peor pronóstico en molares inferiores (OR=0,39; p=0,031) y premolares superiores (OR=0,36; p=0,012). Menor tasa de curación ante la presencia de poste (OR=0,50; p=0,035). Cuando el nivel óseo interproximal era superior a 3 mm, la probabilidad de curación se reducía significativamente (OR=0,14; p<0,001).

Resultados

	Curación		OR	95% CI	P-valor
	No	Si			
n (dientes)	70 (21.1)	262 (78.9)			
Cohorte					
2011-15	44 (32.8)	90 (67.2)	1		
2016-19	26 (13.1)	172 (86.9)	3.23	1.87-5.59	<0.001*
Sexo					
Mujeres	32 (16.1)	167 (83.9)	1		
Hombres	38 (28.6)	95 (71.4)	0.48	0.28-0.82	0.007*
Edad					
<45 años	23 (19.7)	94 (80.3)	1		
≥45 años	47 (21.9)	168 (78.1)	0.88	0.50-1.53	0.639
Tipo de diente					0.093
Anterosuperior	12 (13.0)	80 (87.0)	1		
Premolar superior	20 (29.4)	48 (70.6)	0.36	0.16-0.80	0.012*
Molar superior	16 (23.9)	51 (76.1)	0.48	0.21-1.09	0.080
Anteroinferior	3 (11.5)	23 (88.5)	1.15	0.30-4.43	0.839
Premolar inferior	5 (17.2)	24 (82.8)	0.72	0.23-2.25	0.572
Molar inferior	14 (28.0)	36 (72.0)	0.39	0.16-0.92	0.031*
Arcada					
Maxilar	48 (21.1)	179 (78.9)	1		
Mandibular	22 (21.0)	83 (79.0)	1.01	0.57-1.79	0.968
Tamaño de lesión					
≤5mm	43 (19.4)	179 (80.6)	1		
>5mm	27 (24.5)	83 (75.5)	0.74	0-43-1.28	0.277
Extensión de obturación previa					
≤2mm	55 (22.7)	187 (77.3)	1		
>2mm	15 (16.7)	75 (83.3)	1.47	0.78-2.76	0.231
Presencia de poste					
No	53 (19.0)	226 (81.0)	1		
Si	17 (32.1)	36 (67.9)	0.50	0.26-0.95	0.035*
Restauración					
Reconstrucción	30 (23.4)	98 (76.6)	1		
Corona	40 (19.6)	164 (80.4)	1.26	0.74-2.14	0.406
Profundidad de sondaje					
≤ 3 mm mesial y distal	20 (9.5)	190 (90.5)	1		
> 3 mm mesial o distal	50 (41.0)	72 (59.0)	0.15	0.08-0.27	<0.001*

*p<0.05.

Tabla 4. Asociación entre curación (sí/no) y variables independientes, n (%). Resultados de los modelos de regresión logística binaria simple: odds ratio (OR) no ajustado e intervalo de confianza del 95%.

La proporción de fracturas entre los varones es significativamente mayor que entre las mujeres ($p < 0,001$, Chi^2):

			Sexo		Total
			Mujer	Varón	
FRACTURA	No	Recuento	188	109	297
		% de Sexo	94,5%	82,0%	89,5%
	Sí	Recuento	11	24	35
		% de Sexo	5,5%	18,0%	10,5%
Total	Recuento	199	133	332	
	% de Sexo	100,0%	100,0%	100,0%	

Tabla 5. Tabla de contingencia Fractura - Sexo.

Lo mismo sucede con la variable poste. En presencia del mismo, mayor tasa de fracturas ($p < 0,001$, Chi^2):

			POSTE		Total
			No	Sí	
FRACTURA	No	Recuento	257	40	297
		% de POSTE	92,1%	75,5%	89,5%
	Sí	Recuento	22	13	35
		% de POSTE	7,9%	24,5%	10,5%
Total	Recuento	279	53	332	
	% de POSTE	100,0%	100,0%	100,0%	

Tabla 6. Tabla de contingencia Fractura - Poste.

Resultados

Se realizó un análisis de sensibilidad que excluyó las fracturas radiculares verticales del análisis estadístico (12 en la cohorte de medio plazo y 25 en la cohorte de largo plazo). La cohorte de medio plazo (1-4 años) incluyó 186 pacientes (63,05%) y la cohorte de largo plazo (5-9 años) incluyó 109 (36,95%). A medio plazo, el 92,5% de los dientes se clasificaron como curados y el 7,5% como no curados, mientras que a largo plazo, el 81,8% de los dientes se clasificaron como curados y el 18,9% como no curados. En la tabla 7 se muestra la asociación entre la tasa de curación y los diferentes factores pronósticos. No hubo diferencias estadísticamente significativas en relación con el sexo, la edad, el tipo de diente, el tamaño de la lesión, la extensión apical de la obturación previa del conducto radicular, la presencia de poste o el tipo de restauración. Los modelos de regresión identificaron dos asociaciones estadísticamente significativas: cohorte y profundidad de sondaje.

Resultados

	Curación		OR	95%CI	P-valor
	No	Si			
n (dientes)	33 (11.2)	262 (88.8)			
Cohorte					
2011-15	19 (17.4)	90 (82.6)	1		
2016-19	14 (7.5)	172 (92.5)	2.59	1.24-5.41	0.011*
Sexo					
Mujeres	19 (10.2)	167 (89.8)	1		
Hombres	14 (12.8)	95 (87.2)	0.77	0.37-1.61	490
Edad					
< 45 años	13 (12.1)	94 (87.9)	1		
≥ 45 años	20 (10.6)	168 (89.4)	1.16	0.55-2.44	692
Tipo de diente					467
Anterosuperior	7 (8.0)	80 (92.0)	1		
Premolar superior	10 (17.2)	48 (82.8)	0.42	0.15-1.18	420
Molar superior	9 (15.0)	51 (85.0)	0.50	0.17-1.42	496
Anteroinferior	0 (0.0)	23 (100)	--	--	--
Premolar inferior	1 (4.0)	24 (96.0)	2.10	0.25-17.9	498
Molar inferior	6 (14.3)	36 (85.7)	0.53	0.17-1.67	525
Arcada					
Maxilar	26 (12.7)	179 (87.3)	1		
Mandibular	7 (7.8)	83 (92.2)	1.72	0.72-4.13	223
Tamaño de lesión					
≤ 5 mm	20 (10.1)	179 (89.9)	1		
> 5 mm	13 (13.5)	83 (86.5)	0.71	0-34-1.50	374
Extensión de obturación previa					
≤ 2 mm	28 (13.0)	187 (87.0)	1		
> 2 mm	3 (7.7)	36 (92.3)	2.25	0.84-6.04	109
Presencia de poste					
No	30 (11.7)	226 (88.3)	1		
Yes	3 (7.7)	36 (92.3)	1.59	0.46-5.49	461
Restauración					
Reconstrucción	15 (13.3)	98 (86.7)	1		
Corona	18 (9.9)	164 (90.1)	1.40	0.67-2.89	372
Profundidad de sondaje					
≤ 3 mm mesial y distal	15 (7.3)	190 (92.7)	1		
> 3 mm mesial o distal	18 (20.0)	72 (80.0)	0.32	0.15-0.66	0.002*

*p<0.05.

Resultados

Tabla 7. Asociación entre curación (sí/no) y variables independientes, n (%). Resultados del segundo modelo de regresión logística binaria simple, excluyendo fracturas: odds ratio (OR) sin ajustar e intervalo de confianza del 95%.

Pertenecer a la cohorte más reciente aumentó las probabilidades de curación en más de 2,5 veces con respecto a pertenecer a la cohorte más antigua (OR = 2,59; $p=0,011$). Con respecto al nivel óseo interproximal, las probabilidades de cicatrización disminuyeron significativamente al superar el umbral de 3 mm. En la figura 10 se muestra la tasa de cicatrización según cohorte y nivel óseo interproximal, ya que estos fueron los dos factores más relevantes del estudio.

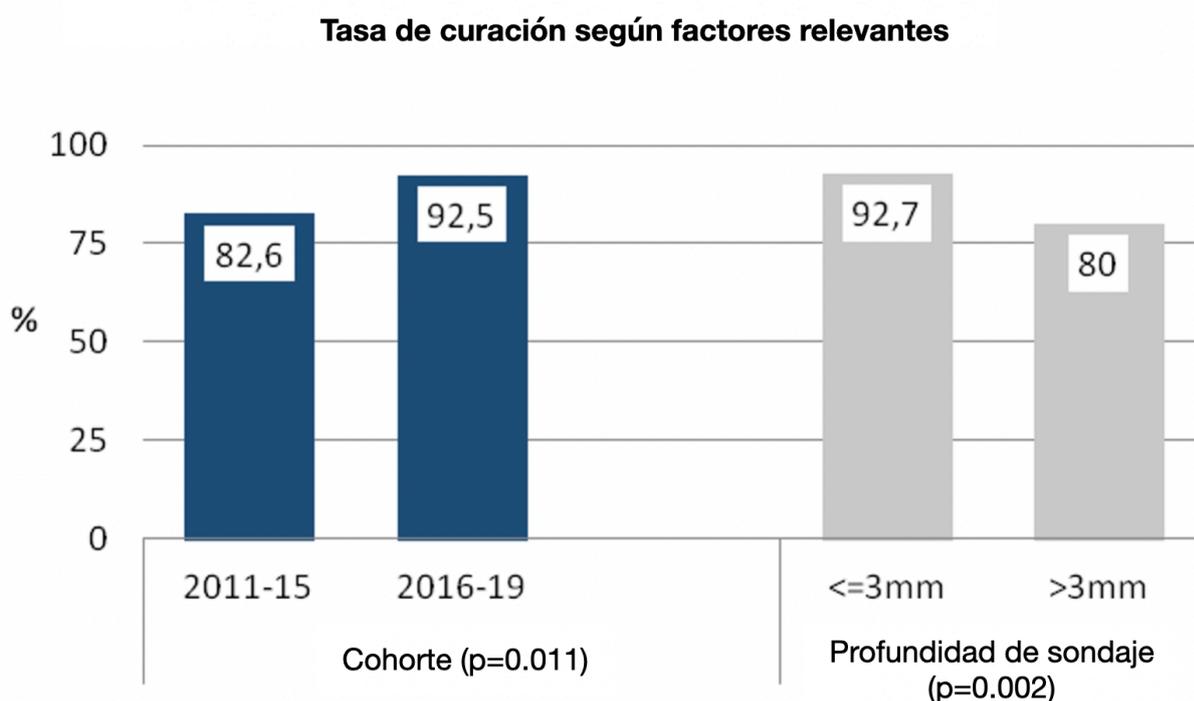


Figura 10. Tasas de curación según factores relevantes (cohorte y profundidad de sondaje).

6 | Discusión

Discusión

En la literatura científica existen un gran número de publicaciones sobre la curación de la microcirugía endodóncica con un seguimiento de 1 a 2 años; pero hasta la fecha, no hay evidencia científica de curación a largo plazo, ni de factores pronóstico que podrían estar involucrados. El primer objetivo de esta tesis fue comparar la tasa de curación de dientes sometidos a microcirugía endodóncica a largo plazo (5-9 años de seguimiento) frente a medio plazo (1-4 años). La curación de la microcirugía endodóncica fue de 67.2% y 86.9% respectivamente. Al excluir casos de fractura radicular, en pacientes con mayor tiempo de seguimiento (5-9 años) la tasa curación fue de 82.6%, mientras a medio plazo (1-4 años) fue de 92.5%. El segundo objetivo fue evaluar la influencia de diferentes valores pronóstico que podrían actuar como factores predictores de la curación a lo largo del tiempo. De los factores pronóstico estudiados, la tasa de curación únicamente se vio afectada por la profundidad de sondaje, siendo significativamente peor cuando la profundidad de sondaje fue mayor a 3mm en mesial o distal. Para la realización del estudio, el comité de ética de la Universitat de València fue aprobado, y se desarrolló siguiendo la guía STROBE (47) para estudios transversales.

6.1 Curación de microcirugía endodóncica según el tiempo de evolución.

Song y colaboradores en su estudio revisaron 115 casos de dientes sometidos a microcirugía endodóncica al año y a los cuatro años, obteniendo una tasa de curación de 87,8% y 91,3% respectivamente, aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa (40). En este estudio utilizaron diferentes materiales de obturación retrógrada (IRM, Super EBA, MTA), según el operador, sin analizar su

Discusión

influencia en la tasa de curación, lo que podría ser considerado un sesgo a la hora de compararlo con nuestra investigación. Los autores consideran que utilizando los criterios de Rud y Molven (26, 27) en el seguimiento del primer año tras la microcirugía endodóncica, el diagnóstico podría ser válido para la predicción a largo plazo.

von Arx y colaboradores, analizaron la tasa de curación de 170 sometidos a microcirugía endodóncica, en 1 y 5 años después de la operación, calculando una tasa de curación de 83.8% y 75.9% respectivamente. Los autores sugirieron que el pronóstico en 5 años podría ser un 8% peor que en el primer año (21).

Respecto a la curación a largo plazo, la evidencia científica es más limitada. Se ha observado una tasa de curación de 78%-81.5% después de 5-10 años de seguimiento (23-25). En nuestro estudio se encontraron diferencias significativas entre la curación a medio plazo, con una tasa de curación de 92,5%, tras 1-4 años de seguimiento, y 81.8% de curación tras 5-9 años de seguimiento.

6.2 Influencia de sexo y edad en la curación de la microcirugía endodóncica.

Respecto a la influencia de las características demográficas de los pacientes sometidos a microcirugía endodóncica, en el primer análisis estadístico sin haber excluido casos de fracturas radiculares verticales, los hombres mostraron un peor pronóstico que las mujeres (71.4% frente a 83.9%); aunque al excluir los casos de fracturas radiculares verticales, esta comparación no fue estadísticamente significativa.

Discusión

En la literatura y en concordancia a nuestra investigación al excluir los casos de fracturas radiculares, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (23-25). El sexo del paciente y la edad no parecen influir en el resultado de la microcirugía periapical.

6.3 Tipo de diente, fracturas radiculares y curación de la microcirugía endodóncica.

En relación al tipo de diente, von Arx y colaboradores registraron mayores tasas de curación en molares superiores (95.2%) frente a los premolares (67.7%) (25). En nuestro estudio, sin excluir casos de fracturas radiculares, observamos una peor curación de manera significativa en molares inferiores (72%) y coincidimos en premolares superiores (70.6%) con los autores.

Los premolares maxilares y molares mandibulares se caracterizan por una compleja anatomía del conducto radicular que puede aumentar el nivel de dificultad de la microcirugía endodóncica (34). Además, el acceso quirúrgico a los molares mandibulares a menudo se ve comprometido. Los premolares maxilares y molares mandibulares también suelen verse afectados por fracturas radiculares verticales (34). Al realizar un segundo modelo de regresión logística binaria simple, excluyendo los casos de fracturas radiculares, no obtuvimos diferencias estadísticamente significativas en cuanto al tipo de diente. Sin embargo, actualmente se desconoce si la microcirugía endodóncica podría contribuir al desarrollo de fracturas radiculares verticales y de qué manera (25, 34). Varios autores han observado fracturas radiculares verticales en casos de abandono o fracaso tras la microcirugía (19, 44, 48). Tawil y colaboradores destacaron el posible efecto negativo de la presencia de

Discusión

grietas como consecuencia de microcirugía endodóncica, conocido como “defectos dentinarios” (20).

En el presente estudio, las raíces de 12 dientes acabaron fracturadas después de 1 a 4 años de seguimiento, frente a 23 dientes después de 5 a 9 años. Por lo tanto, se observó un número considerablemente mayor de fracturas a largo plazo. Sin embargo, se desconoce cómo la microcirugía endodóncica podría contribuir al desarrollo de fracturas radiculares verticales (25). La literatura sobre este tema no aborda la relación entre la microcirugía endodóncica y las fracturas radiculares. Varios autores han excluido casos de fracturas radiculares verticales para la selección de la muestra de su estudio (10, 21, 31-33, 49). En este estudio se realizó un análisis de sensibilidad, excluyendo las fracturas para el análisis estadístico.

La forma en las que la fractura radicular vertical puede influir a la curación de la microcirugía endodóncica no ha sido investigada (25). La preparación de la cavidad retrógrada con puntas de ultrasonido puede estar asociada con un mayor riesgo de microfracturas radiculares en dientes ya debilitados como los sometidos al tratamiento de conducto radicular, y apicectomía, y un periodo de seguimiento prolongado podría hacer que dichas microfracturas se conviertan en fracturas completas (33).

6.4 Repercusión del tamaño de la lesión radiográfica previa.

Varios autores han evaluado la tasa de curación en relación con el tamaño preparatorio de la lesión radiográfica (24, 28, 45, 50-53). En diferentes estudios

Discusión

observaron que los dientes con lesiones radiográficas de menos de 5mm de tamaño, tuvieron tasas de curación significativamente más altas que los dientes con lesiones de más de 5mm de tamaño (28, 50, 51). Por otra parte, nuestro estudio, y en armonía con las observaciones de otros autores con seguimientos más prolongados (24, 45, 52-54) no se observaron diferencias significativas en relación de la curación con el tamaño de la lesión.

Por otro lado, otros autores definieron “lesiones medianas” como lesiones con un diámetro de 6-9 mm (52, 54), y consideraron las lesiones con un diámetro mayor a 9mm (54) o 10mm (52) como “lesiones grandes”; sugiriendo que son las lesiones mayores a 10mm las que pueden ver comprometida su curación. En el estudio de Çaliskan y colaboradores (24), el 72.2% de dientes tuvo una gran lesión periapical de 6 a 20mm, pero no encontró diferencias estadísticamente significativas.

Esto podría explicarse porque las lesiones de mayor tamaño necesitarían más tiempo para su curación, y además, las lesiones de gran tamaño podrían presentar cicatrización, lo que complicaría la evaluación de la curación diagnosticada mediante criterios radiográficos (55). Por otro lado, el legrado de la lesión patológica en la cirugía puede ser incompleto, especialmente en lesiones grandes, por lo tanto, a pesar del legrado, el tejido residual podría actuar como un nido de infección persistente, difícilmente superable por la capacidad inmunológica del individuo. Çaliskan y colaboradores (24) sugieren que la competencia inmunológica del paciente probablemente deba considerarse como un factor que afecta al resultado del tratamiento.

6.5 Repercusión de la extensión de la obturación radicular previa por vía ortógrada en la tasa de curación de la microcirugía endodóncica.

En la literatura hay poca evidencia a cerca de la influencia de la obturación previa a la microcirugía, realizada tras el tratamiento de conductos radicular. Hay pocos estudios que analicen esta variable y los resultados no son contundentes (21, 33).

Liao y colaboradores obtuvieron una mayor tasa de curación en dientes que presentaron una obturación previa del tratamiento de conductos radiculares, excesivamente corta (>2mm) (33). En cambio von Arx y colaboradores, en armonía con nuestros resultados, no obtuvieron diferencias significativas (21).

6.6 Influencia del tipo de restauración y colocación de poste en la curación de la microcirugía endodóncica.

En nuestro estudio comparamos dientes restaurados con resinas compuestas frente a reconstrucciones con coronas metalcerámicas; las tasas de éxito fueron 86.7% y 90.1%, respectivamente, aunque la diferencia no fue significativa. Según la literatura (32, 33, 55), la presencia o ausencia de poste no tiene una influencia significativa en la curación de la microcirugía endodóncica. Sin embargo, hay estudios que confirman que la prevalencia de fractura radicular vertical es mayor cuando se coloca un poste, que en dientes con tratamiento de conductos realizado sin la colocación de poste (56). En nuestro estudio observamos menor tasa de curación cuando hubo presencia de postes, únicamente en el primer modelo de regresión logística binaria simple, contando con casos de fracturas radiculares

Discusión

verticales. El tratamiento de conductos radiculares y la preparación del lecho para la colocación del poste podrían dañar la dentina radicular, y dar lugar a grietas incompletas o líneas de fractura, que pueden convertirse en fracturas radiculares verticales (57-59).

6.7 Repercusión de la profundidad de sondaje en la curación de la microcirugía endodóncica.

Respecto a la profundidad de sondaje, la evidencia científica es muy limitada. Únicamente un estudio de von Arx y colaboradores estudia el sondaje mesial y distal previo del diente a tratar como un factor pronóstico de la microcirugía endodóncica (21). von Arx y colaboradores registraron una peor curación cuando el sondaje en mesial o distal del diente a tratar fue mayor a 3mm desde la línea amelocementaria del diente (52.9% frente a 78.2%). Los autores sugirieron que el pronóstico podría verse influenciado por la pérdida de hueso mesiodistal. De acuerdo con las observaciones de von Arx y colaboradores, registramos diferencias significativas en relación con la profundidad de sondaje (80%, frente a 92.7%).

6.8 Límites de la tesis y futuras líneas de investigación.

Una de las limitaciones del estudio es el hecho de que el seguimiento estuviera basado en radiografías periapicales de dos dimensiones. En este sentido, la tomografía computerizada de haz cónico (CBCT) podría demostrar ser una excelente alternativa para evaluar la curación en microcirugía endodóncica en 3 dimensiones con mayor exactitud (25, 34), ya que se ha demostrado ser más

Discusión

sensible y específico que las radiografías periapicales en la evaluación de zonas periapicales (60).

El diseño de este trabajo es retrospectivo, ya que analiza una muestra de pacientes que fueron sometidos a microcirugía endodóncica antes de que el estudio fuera planteado. Dado que la recogida de datos se realizó de forma retrospectiva, se limitó a la información disponible, recogiendo los factores pronóstico posibles para el análisis en la influencia de la curación a largo plazo.

Serían interesantes futuras líneas de investigación de estudios prospectivos, utilizando el CBCT para el diagnóstico de curación de la microcirugía endodóncica, con mayores tiempos de seguimiento; añadiendo el estudio de factores pronóstico que podrían verse involucrados en la tasa de curación de los dientes tratados.

7 | Conclusiones

Conclusiones

De la presente tesis se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. En la cohorte con 1-4 años de seguimiento, la tasa de curación fue del 67.2%, frente al 86,9% en la cohorte con 5-9 años de seguimiento. Excluyendo los casos de fracturas radiculares verticales, en los pacientes con menor seguimiento (1-4 años) la tasa de curación fue del 92.5%, frente al 82,6% en los de mayor seguimiento (5-9 años).
2. Los premolares superiores fueron los dientes con tasa de curación significativamente inferior al resto. Al excluir los casos de fracturas radiculares esta diferencia no fue significativa. El pronóstico estuvo influenciado por la profundidad de sondaje, en relación con la unión amelocementaria del diente, siendo significativamente mas bajo cuando la profundidad de sondaje era >3mm en mesial o distal del diente tratado (92,7% frente a 80%).

8 | Bibliografía

Bibliografía

1. Hepworth MJ, Friedman S. Treatment outcome of surgical and non-surgical management of endodontic failures. *J Can Dent Assoc.* 1997;63(5):364-71.
2. Aryanpour S, Van Nieuwenhuysen JP, D'Hoore W. Endodontic retreatment decisions: no consensus. *Int Endod J.* 2000;33(3):208-18.
3. Setzer FC, Kohli MR, Shah SB, Karabucak B, Kim S. Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the literature--Part 2: Comparison of endodontic microsurgical techniques with and without the use of higher magnification. *J Endod.* 2012;38(1):1-10.
4. Bahcall JK, DiFiore PM, Poulakidas TK. An endoscopic technique for endodontic surgery. *J Endod.* 1999;25(2):132-5.
5. Gay Escoda C, Méndez V, Sánchez M, Berini L. Aplicación de los ultrasonidos en cirugía periapical. *Rev Europ Odontoestomatol* 1996;8:207-14.
6. Kohli MR, Berenji H, Setzer FC, Lee SM, Karabucak B. Outcome of Endodontic Surgery: A Meta-analysis of the Literature-Part 3: Comparison of Endodontic Microsurgical Techniques with 2 Different Root-end Filling Materials. *J Endod.* 2018;44(6):923-931.
7. Pallarés-Serrano A, Glera-Suarez P, Soto-Peñaloza D, Peñarrocha-Oltra D, von Arx T, Peñarrocha-Diago M. The use of the endoscope in endodontic surgery: A systematic review. *J Clin Exp Dent.* 2020 ;1;12(10):e972-e978.
8. Kim S, Kratchman S. Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *J Endod.* 2006;32(7):601-23.
9. Safi C, Kohli MR, Kratchman SI, Setzer FC, Karabucak B. Outcome of Endodontic Microsurgery Using Mineral Trioxide Aggregate or Root Repair

- Material as Root-end Filling Material: A Randomized Controlled Trial with Cone-beam Computed Tomographic Evaluation. *J Endod.* 2019;45(7):831-839.
10. Kim S, Song M, Shin SJ, Kim E. A Randomized Controlled Study of Mineral Trioxide Aggregate and Super Ethoxybenzoic Acid as Root-end Filling Materials in Endodontic Microsurgery: Long-term Outcomes. *J Endod.* 2016;42(7):997-1002.
 11. Peñarrocha M, Diago J, Sanchis J, Gay-Escoda C, Aguirre J. Comparación entre la técnica convencional y los ultrasonidos para la realización de la caja de obturación retrógrada en cirugía periapical. Estudio de 61 casos. *Arch Odontostomatol* 2000;16:364-70.
 12. von Arx T. Failed root canals: the case for apicoectomy (periradicular surgery). *J Oral Maxillofac Surg.* 2005;63(6):832-7.
 13. Abramovitz I, Better H, Shacham A, Shlomi B, Metzger Z. Case selection for apical surgery: a retrospective evaluation of associated factors and rational. *J Endod.* 2002;28(7):527-30.
 14. Neaverth EJ. Disabling complications following inadvertent overextension of a root canal filling material. *J Endod.* 1989;15(3):135-9.
 15. Setzer FC, Shah SB, Kohli MR, Karabucak B, Kim S. Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the literature--part 1: Comparison of traditional root-end surgery and endodontic microsurgery. *J Endod.* 2010;36(11):1757-65.
 16. Tsesis I, Rosen E, Taschieri S, Telishevsky Strauss Y, Ceresoli V, Del Fabbro M. Outcomes of surgical endodontic treatment performed by a modern technique: an updated meta-analysis of the literature. *J Endod.* 2013;39(3):332-9.

17. von Arx T. Failed root canals: the case for apicoectomy (periradicular surgery). *J Oral Maxillofac Surg.* 2005;63(6):832-7.
18. Kang M, In Jung H, Song M, Kim SY, Kim HC, Kim E. Outcome of nonsurgical retreatment and endodontic microsurgery: a meta-analysis. *Clin Oral Investig.* 2015;19(3):569-82.
19. Song M, Chung W, Lee SJ, Kim E. Long-term outcome of the cases classified as successes based on short-term follow-up in endodontic microsurgery. *J Endod.* 2012;38(9):1192-6.
20. Tawil PZ, Saraiya VM, Galicia JC, Duggan DJ. Periapical microsurgery: the effect of root dentinal defects on short- and long-term outcome. *J Endod.* 2015;41(1):22-7.
21. von Arx T, Jensen SS, Hanni S, et al. Five-year longitudinal assessment of the prognosis of apical microsurgery. *J Endod* 2012;38:570–9.
22. Kvist T, Reit C. Results of endodontic retreatment: A randomized clinical study comparing surgical and nonsurgical procedures. *J. Endod* 1999;25:814–7.
23. Yazdi PM, Schou S, Jensen SS, et al. Dentine-bonded resin composite (Retroplast) for root-end filling: a prospective clinical and radiographic study with a mean follow-up period of 8 years. *Int Endod J* 2007;40:493–503.
24. Çalışkan MK, Tekin U, Kaval ME, Solmaz MC. The outcome of apical microsurgery using MTA as the root-end filling material: 2- to 6-year follow-up study. *Int Endod J* 2016;49:245–54.
25. von Arx T, Jensen SS, Janner SFM, et al. A 10-year Follow-up Study of 119 Teeth Treated with Apical Surgery and Root-end Filling with Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod* 2019;45:394–401.

26. Rud J, Andreasen JO, Jensen JE. Radiographic criteria for the assessment of healing after endodontic surgery. *Int J Oral Surg* 1972;1:195–214.
27. Molven O, Halse A, Grung B. Observer strategy and the radiographic classification of healing after endodontic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1987;16:432–9.
28. Wang ZH, Zhang MM, Wang J, et al. Outcomes of Endodontic Microsurgery Using a Microscope and Mineral Trioxide Aggregate: A Prospective Cohort Study. *J Endod* 2017;43:694–8.
29. Pallares-Serrano A, Glera-Suarez P, Tarazona-Alvarez B, et al. Prognostic factors after endodontic microsurgery: A retrospective study of 111 cases with 5-9 years of follow-up. *J Endod* 2021;47:397–403.
30. Pallarés-Serrano A, Glera-Suarez P, Tarazona-Alvarez B, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Diago M. Healing of 295 Endodontic Microsurgery Cases After Long-Term (5-9 Years) Versus Middle-Term (1-4 Years) Follow-up. *J Endod*. 2022;48(6):714-721.
31. Bliggenstorfer S, Chappuis V, von Arx T. Outcome of Periapical Surgery in Molars: A Retrospective Analysis of 424 Teeth. *J Endod*. 2021;47(11):1703-1714.
32. von Arx T, Hänni S, Jensen SS. 5-year results comparing mineral trioxide aggregate and adhesive resin composite for root-end sealing in apical surgery. *J Endod*. 2014;40(8):1077-81.
33. Liao WC, Lee YL, Tsai YL, et al. Outcome assessment of apical surgery: A study of 234 teeth. *J Formos Med Assoc* 2019;118:1055–61.

34. Pinto D, Marques A, Pereira JF, et al. Long-Term Prognosis of Endodontic Microsurgery-A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicina (Kaunas)* 2020;56:447.
35. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med.* 2009;21;6(7):e1000097.
36. Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, Moher D, Tugwell P, Welch V, Kristjansson E, Henry DA. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ.* 2017;21;358:j4008.
37. Greenhalgh T, Peacock R. Effectiveness and efficiency of search methods in systematic reviews of complex evidence: audit of primary sources. *BMJ.* 2005;331:1064-5.
38. Sterne JA, Hernán MA, Reeves BC, Savović J, Berkman ND, et al. ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. *BMJ.* 2016;12;355:i4919.
39. Barone C, Dao TT, Basrani BB, Wang N, Friedman S. Treatment outcome in endodontics: the Toronto study--phases 3, 4, and 5: apical surgery. *J Endod.* 2010;36(1):28-35.
40. Song M, Nam T, Shin SJ, Kim E. Comparison of clinical outcomes of endodontic microsurgery: 1 year versus long-term follow-up. *J Endod* 2014;40:490–4.
41. Huang S, Chen NN, Yu VSH, Lim HA, Lui JN. Long-term Success and Survival of Endodontic Microsurgery. *J Endod.* 2020;46(2):149-157.e4.

42. Abusrewil SM, McLean W, Scott JA. The use of Bioceramics as root-end filling materials in periradicular surgery: A literature review. *Saudi Dent J*. 2018;30(4):273-282.
43. Taha NA, Aboyounes FB, Tamimi ZZ. Root-end microsurgery using a premixed tricalcium silicate putty as root-end filling material: a prospective study. *Clin Oral Investig*. 2021;25(1):311-317.
44. Zhou W, Zheng Q, Tan X, Song D, Zhang L, Huang D. Comparison of Mineral Trioxide Aggregate and iRoot BP Plus Root Repair Material as Root-end Filling Materials in Endodontic Microsurgery: A Prospective Randomized Controlled Study. *J Endod*. 2017;43(1):1-6.
45. Truschneegg A, Rugani P, Kirnbauer B, et al. Long-term Follow-up for Apical Microsurgery of Teeth with Core and Post Restorations. *J Endod* 2020;46:178–83.
46. Jesslen P, Zetterqvist L, Heimdahl A. Long-term results of amalgam versus glass ionomer cement as apical sealant after apicectomy-y. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod* 1995;79:101–3.
47. von Elm E, Altman DG, Egger M, et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: guidelines for reporting observational studies. *Int J Surg* 2014;12:1495–9.
48. von Arx T, Janner SF, Hänni S, Bornstein MM. Agreement between 2D and 3D radiographic outcome assessment one year after periapical surgery. *Int Endod J*. 2016;49(10):915-25.
49. Jensen SS, Nattestad A, Egdø P, et al. A prospective, randomized, comparative clinical study of resin composite and glass ionomer cement for retrograde root filling. *Clin Oral Investig* 2002;6:236–43.

50. Lustmann J, Friedman S, Shaharabany V. Relation of pre- and intraoperative factors to prognosis of posterior apical surgery. *J Endod* 1991;17:239–41.
51. von Arx T, Jensen SS, Hänni S. Clinical and radiographic assessment of various predictors for healing outcome 1 year after periapical surgery. *J Endod* 2007;33:123–8.
52. Rubinstein RA, Kim S. Long-term follow-up of cases considered healed one year after apical microsurgery. *J Endod*. 2002;28(5):378-83.
53. Tsesis I, Rosen E, Schwartz-Arad D, Fuss Z. Retrospective evaluation of surgical endodontic treatment: traditional versus modern technique. *J Endod*. 2006;32(5):412-6.
54. Wälivaara DÅ, Abrahamsson P, Fogelin M, Isaksson S. Super-EBA and IRM as root-end fillings in periapical surgery with ultrasonic preparation: a prospective randomized clinical study of 206 consecutive teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011;112(2):258-63.
55. von Arx T, Peñarrocha M, Jensen S. Prognostic factors in apical surgery with root-end filling: a meta-analysis. *J Endod*. 2010;36(6):957-73.
56. Maddalone M, Gagliani M, Citterio CL, Karanxha L, Pellegatta A, Del Fabbro M. Prevalence of vertical root fractures in teeth planned for apical surgery. A retrospective cohort study. *Int Endod J*. 2018;51:622–7.
57. Çapar İD, Uysal B, Ok E, Arslan H. Effect of the size of the apical enlargement with rotary instruments, single-cone filling, post space preparation with drills, fiber post removal, and root canal filling removal on apical crack initiation and propagation. *J Endod*. 2015;41(2):253-6.

58. Mireku AS, Romberg E, Fouad AF, Arola D. Vertical fracture of root filled teeth restored with posts: the effects of patient age and dentine thickness. *Int Endod J.* 2010;43(3):218-25.
59. Patel S, Bhuva B, Bose R. Present status and future directions: vertical root fractures in root filled teeth. *Int Endod J.* 2022;55:804-826.
60. Curtis DM, VanderWeele RA, Ray JJ, Wealleans JA. Clinician-centered Outcomes Assessment of Retreatment and Endodontic Microsurgery Using Cone-beam Computed Tomographic Volumetric Analysis. *J Endod* 2018;44:1251–6.

9 | Documentos Anexos

Documentos Anexos

El comité Ético de Investigación en Humanos de la Comisión de Ética en Investigación Experimental de la Universitat de València,

CERTIFICA:

Que el Comité d'Ètica d'Investigació en Humans, en la reunió celebrada el día 06 de Febrero de 2020, una vez estudiado el proyecto de tesis doctoral: "*Seguimiento de dientes tratados con cirugía endodóncica*", Cuyo/a responsable es D/Dña.

DAVID PEÑARROCHA OLTRA, dirigida por D/Dña. DAVID PEÑARROCHA OLTRA

ha acordado informar favorablemente el mismo.

Y para que conste, se firma el presente certificado

Firmado digitalmente por
PEDRO JESUS PEREZ ZAFILLA
Cargo: Presidente del Comité de Ética de la Investigación en Humanos
Fecha: 07/02/2020 11:53:27 CEI



Av. Blasco Ibáñez, 13 tel: 963864109 vicerec.investigacio@uv.es
València 46010 fax: 963983221 www.uv.es/serinves

Anexo I. Comité Ético de Investigación en Humanos de la Universitat de València.

Documentos Anexos

Base de datos	Estrategia de búsqueda	Resultados hasta septiembre 2022
PubMed	("Apicoectomy"(Mesh) OR periapical surgery OR apical surgery OR apicoectomy OR apicectomy OR periradicular surgery OR root-end surgery OR root-end filling OR endodontic surgery OR surgical endodontic treatment OR endodontic microsurgery OR retrograde surgery OR apical microsurgery) AND (mta OR mineral trioxide aggregate) AND (long-term OR year follow-up OR years)	239
Web of Science	((TS=(periapical surgery OR apical surgery OR apicoectomy OR apicoectomy OR periarticular surgery OR root-end surgery OR root-end filling OR endodontic surgery OR surgical endodontic treatment OR endodontic microsurgery OR retrograde surgery OR apical microsurgery)) AND TS=(mta OR mineral trioxide aggregate)) AND TS=(long-term OR year follow-up OR years)	134
Cochrane	periapical surgery OR apical surgery OR apicoectomy OR apicectomy OR periradicular surgery OR root-end surgery OR root-end filling OR endodontic surgery OR surgical endodontic treatment OR endodontic microsurgery OR retrograde surgery OR apical microsurgery in Title Abstract Keyword AND mta OR mineral trioxide aggregate in Title Abstract Keyword AND long-term OR year follow-up OR years in Title Abstract Keyword - (Word variations have been searched)	45
Scopus	(TITLE-ABS-KEY (periapical AND surgery OR apical AND surgery OR apicoectomy OR apicectomy OR periradicular AND surgery OR root-end AND surgery OR root-end AND filling OR endodontic AND surgery OR surgical AND endodontic AND treatment OR endodontic AND microsurgery OR retrograde AND surgery OR apical AND microsurgery) AND TITLE-ABS-KEY (mta OR mineral AND trioxide AND aggregate) AND TITLE-ABS-KEY (long-term OR year AND follow-up OR years))	17
Embase	('periapical surgery'/exp OR 'periapical surgery' OR (periapical AND ('surgery'/exp OR surgery)) OR 'apical surgery' OR (apical AND ('surgery'/exp OR surgery)) OR 'apicoectomy'/exp OR apicoectomy OR apicectomy OR 'periradicular surgery' OR (periradicular AND ('surgery'/exp OR surgery)) OR 'root-end surgery'/exp OR 'root-end surgery' OR ('root end' AND ('surgery'/exp OR surgery)) OR 'root-end filling' OR ('root end' AND filling) OR 'endodontic surgery'/exp OR 'endodontic surgery' OR (endodontic AND ('surgery'/exp OR surgery)) OR 'surgical endodontic treatment' OR (surgical AND endodontic AND ('treatment'/exp OR treatment)) OR 'endodontic microsurgery' OR (endodontic AND ('microsurgery'/exp OR microsurgery)) OR 'retrograde surgery' OR (retrograde AND ('surgery'/exp OR surgery)) OR 'apical microsurgery' OR (apical AND ('microsurgery'/exp OR microsurgery))) AND ('mta'/exp OR mta OR 'mineral trioxide aggregate'/exp OR 'mineral trioxide aggregate' OR (('mineral'/exp OR mineral) AND trioxide AND aggregate)) AND ('long term' OR 'year follow-up' OR (year AND ('follow up'/exp OR 'follow up'))) OR years)	269
Total sin duplicados		638

Anexo II. Estrategia de búsqueda de la revisión sistemática para cada base de datos.

Documentos Anexos



CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA UTILIZACIÓN DE DATOS CLÍNICOS

INFORMACIÓN AL SUJETO DE EXPERIMENTACIÓN.

El proyecto de investigación para el cual le pedimos su participación se titula:

Seguimiento a largo plazo de dientes tratados con cirugía endodóncica. Estudio retrospectivo.

Para que usted pueda participar en este estudio es necesario contar con su consentimiento, y que conozca la información básica necesaria para que dicho consentimiento pueda considerarse verdaderamente informado. Por ello, le ruego que lea detenidamente la siguiente información. Si tuviera alguna duda exprésela, antes de firmar este documento, al investigador principal del proyecto, bien personalmente, bien a través del teléfono o por correo electrónico. Los datos del investigador principal del proyecto aparecen también en el presente documento.

La información básica que debe conocer es la siguiente:

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivo General:

El objetivo de este estudio retrospectivo fue evaluar el pronóstico a largo plazo de los dientes tratados con cirugía endodóncica, después de 5 años de seguimiento, observando los factores que podrían estar involucrados en su supervivencia.

Los resultados de los proyectos de investigación pueden derivar del uso de estas muestras biológicas pueden contribuir a la mejora en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Tanto las muestras como los datos asociados a las mismas serán custodiados y en su caso cedidos a terceros con fines de investigación biomédica en los términos previstos en la Ley 14/2007, de 3 de julio, y en el Real Decreto 1716/2011, de 18 de noviembre.

METODOLOGÍA

Se trata de un estudio de seguimiento clínico, de carácter retrospectivo. Se recopilarán de la historia clínica que obra en la *clínica odontológica de la universidad de Valencia* los siguientes datos: edad, sexo, fecha en que se realizó la cirugía endodóncica, consumo de tabaco y estado actual del diente tratado.

Toda esta información, está en la historia clínica y no se le van a realizar pruebas o exploraciones adicionales.

El acceso a la historia clínica, la realizará una persona en formación, debidamente autorizada y con un código de registro de acceso, que conoce la normativa emanada de la *Orden SSI/81/2017, de 19 de enero, por la que se publica el Acuerdo de la Comisión de Recursos Humanos del Sistema Nacional de Salud, por el que se aprueba el protocolo mediante el que se determinan pautas básicas destinadas a asegurar y proteger el derecho a la intimidad del paciente por los alumnos y residentes en Ciencias de la Salud. (en caso de que se trate de otra persona, especificar)*

En ningún caso se compartirá la información recopilada utilizando sistemas de información y/o herramientas informáticas/redes sociales, que no se encuentren sujetos a los sistemas de seguridad del Centro y estará supervisado por el responsable de los procesos asistenciales en el centro, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 104 de la LGS en relación con lo previsto en el Real Decreto 1558/1986.

BENEFICIOS ESPERADOS

Los resultados de este proyecto de investigación pueden contribuir a la mejora del conocimiento en cuanto a factores que podrían estar involucrados en el pronóstico a largo plazo de los dientes

Documentos Anexos



CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA UTILIZACIÓN DE DATOS CLÍNICOS

tratados de cirugía endodóncica.

CONSECUENCIAS PREVISIBLES DE SU NO PARTICIPACIÓN Y DERECHO DE REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

La participación en este estudio es voluntaria y puede cancelarse en cualquier momento. Si rechaza participar, no habrá consecuencias negativas para usted. Si se retira del proyecto, puede decidir sin los datos utilizados hasta este momento, deben borrarse o si se pueden seguir utilizando tras haberlos convertido en anónimos (p. ej., eliminando los datos de la información identificativa, incluido el código, para que resulte imposible volver a identificarlos). No percibirá ninguna compensación económica o de otro tipo por participar en esta investigación.

PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES Y CONFIDENCIALIDAD

Indicar los detalles del tratamiento que se dará a los datos de carácter personal del paciente, para ello consultar el siguiente documento disponible en la página web:

Protocolo para el cumplimiento de la normativa de protección de datos en la realización de Prácticas Externas y Trabajos Fin de Estudios

Se han adoptado las medidas oportunas para garantizar la completa confidencialidad de los datos personales de los sujetos de experimentación que participen en este estudio, de acuerdo con la Ley de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD) 3/2018, de 5 de diciembre.

A cada participante se le asignará un código numérico, que no guardará relación con el número de historia ni con ningún dato identificativo del paciente, por lo que el tratamiento de los datos se realizará de forma anónima por parte de los investigadores. Dicho código le será asignado por el responsable del Centro, Consulta, Departamento o Unidad Clínica.

En el caso que se utilicen los resultados del estudio, con fines de docencia, investigación y/o publicación, se respetará siempre la debida anonimización de los datos de carácter personal, de modo que los sujetos de la investigación no resultarán identificados o identificables.

El titular de los datos personales podrá ejercitar los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición al tratamiento de datos de carácter personal, y de revocación del consentimiento, en los términos previstos en la normativa aplicable. *(Si lo considera oportuno, puede detallar más esas medidas)*

INFORMACIÓN DE CONTACTO

Si tienen alguna pregunta sobre este proyecto de investigación, puede consultar en cualquier momento al Investigador responsable del estudio: Antonio Pallarés Serrano tf: 639973811 email: antoniopallaresserrano@gmail.com Si deciden participar en este proyecto, rellenen y firmen el formulario de consentimiento que aparece a continuación.

Documentos Anexos



CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PACIENTE PARA LA UTILIZACIÓN DE DATOS CLÍNICOS

EJEMPLAR PARA EL PACIENTE

Si la persona es mayor de edad, se recomienda utilizar esta fórmula:

D./Dña. _____ mayor de edad, titular del DNI: _____, por el presente documento manifiesto los siguientes consentimientos:

Si la persona es menor de edad o está incapacitada legalmente, se recomienda utilizar esta fórmula:

D./Dña. _____, mayor de edad, titular del DNI: _____, [padre, madre o tutor legal de _____], por el presente documento manifiesto los siguientes consentimientos:

DECLARO

- Que he leído la hoja de información que se me ha entregado.
- Que he comprendido las explicaciones que se me han facilitado.
- Que he podido realizar observaciones y me han sido aclaradas las dudas que he planteado.
- Que puedo revocar el consentimiento en cualquier momento sin tener que dar explicaciones y sin que esto tenga ninguna repercusión negativa.
- Que de forma libre y voluntaria cedo los datos que se hallan recogidos en la historia clínica de mi hijo para el estudio que se me ha propuesto
- Que puedo incluir restricciones sobre el uso de las mismas.

CONSIENTO

Que se utilicen los datos que se hallan recopilados en mi historia clínica para el mencionado estudio.

Que el investigador pueda acceder a mis datos en la medida en que sea necesario y manteniendo siempre su confidencialidad.

Que el personal del centro me contacte en el futuro en caso de que se estime oportuno añadir nuevos datos a los recogidos y/o tomar nuevas muestras. Sí No

Deseo incluir la siguiente restricción al uso de mis datos:

.....

Nombre y apellidos	Nombre y apellidos
Firma PADRE / MADRE / TUTOR	Firma
<i>Sólo utilizar en caso de que sea menor o tenga declaración de incapacidad</i>	

Si el sujeto del estudio es un adolescente capaz intelectual y emocionalmente de entre 12 y 16 años debe de ser oída su opinión y autorizar su participación en el estudio firmando también este consentimiento. Cuando se trate de menores no incapaces ni incapacitados, pero emancipados o con 16 años cumplidos, no cabe prestar el consentimiento por representación y será el propio sujeto del estudio quien firmará el consentimiento (Ley 41/2002).

Declaración Investigador:

He informado debidamente al representante legal y/o al paciente arriba mencionado

Fdo.: DNI

Documentos Anexos

VNIVERSITAT
ID VALÈNCIA

**CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PACIENTE
PARA LA UTILIZACIÓN DE DATOS CLÍNICOS**

En a de de 20...

REVOCACIÓN

Fdo.: D./Dña

Revoco el consentimiento cedido para la utilización de los datos de mi hijo/a para el estudio propuesto

En a de de 20...

Anexo III. Hoja informativa y consentimiento informado del estudio.

10 | Producción científica

1. Artículos publicados sobre el tema de la tesis doctoral

- **Pallarés-Serrano A**, Glera-Suarez P, Tarazona-Alvarez B, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Diago M. Healing of 295 Endodontic Microsurgery Cases After Long-Term (5-9 Years) Versus Middle-Term (1-4 Years) Follow-up. J Endod. 2022 Jun;48(6):714-721.
- **Pallarés-Serrano A**, Glera-Suarez P, Tarazona-Alvarez B, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Oltra D. Prognostic Factors after Endodontic Microsurgery: A Retrospective Study of 111 Cases with 5 to 9 Years of Follow-up. J Endod. 2021;47(3):397-403.
- **Pallarés-Serrano A**, Glera-Suarez P, Soto-Peñaloza D, Peñarrocha-Oltra D, von Arx T, Peñarrocha-Diago M. The use of the endoscope in endodontic surgery: A systematic review. J Clin Exp Dent. 2020;1:12(10):e972-e978.
- Peñarrocha-Oltra D, **Pallarés-Serrano A**, Glera-Suarez P, Soto-Peñaloza D, Peñarrocha-Diago M. Treatment of apicomarginal defect with periapical surgery: A case report. J Clin Exp Dent. 2020;1:12(11):e1091-e1095.

2. Comunicaciones oral en eventos científicos sobre el tema de la tesis

- Pallarés-Serrano, Glera-Suarez P, Bernabeu-Mira JC, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago M. Factores pronóstico tras microcirugía endodóncica. Estudio retrospectivo de 111 casos con 5-9 años de seguimiento. XVIII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Cirugía Bucal SECIB, Online 2021.

- Pallarés-Serrano, Glera-Suarez P, Bernabeu-Mira JC, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago Ma, Peñarrocha-Diago M. Curación de microcirugía periapical de 295 casos, largo plazo (5-9 años de seguimiento) VS medio plazo (1-4 años).

10 | Artículos publicados sobre el tema de la tesis

Artículos publicados sobre el tema de la tesis

- **Pallarés-Serrano A**, Glera-Suarez P, Tarazona-Alvarez B, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Diago M. Healing of 295 Endodontic Microsurgery Cases After Long-Term (5-9 Years) Versus Middle-Term (1-4 Years) Follow-up. *J Endod.* 2022 Jun;48(6):714-721.
- **Pallarés-Serrano A**, Glera-Suarez P, Tarazona-Alvarez B, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Oltra D. Prognostic Factors after Endodontic Microsurgery: A Retrospective Study of 111 Cases with 5 to 9 Years of Follow-up. *J Endod.* 2021;47(3):397-403.
- **Pallarés-Serrano A**, Glera-Suarez P, Soto-Peñaloza D, Peñarrocha-Oltra D, von Arx T, Peñarrocha-Diago M. The use of the endoscope in endodontic surgery: A systematic review. *J Clin Exp Dent.* 2020;1:12(10):e972-e978.
- Peñarrocha-Oltra D, **Pallarés-Serrano A**, Glera-Suarez P, Soto-Peñaloza D, Peñarrocha-Diago M. Treatment of apicomarginal defect with periapical surgery: A case report. *J Clin Exp Dent.* 2020;1:12(11):e1091-e1095.

Artículos publicados sobre el tema de la tesis

ARTICLE IN PRESS

CLINICAL RESEARCH

Healing of 295 Endodontic Microsurgery Cases After Long-Term (5-9 Years) Versus Middle-Term (1-4 Years) Follow-up

Antonio Pallarés-Serrano, DDS,*
Pablo Glera-Suarez, DDS,*
Beatriz Tarazona-Alvarez, DDS,
PhD,[†] David Peñarrocha-Oltra,
DDS, PhD,[‡] Miguel Peñarrocha-
Diago, MD, PhD,[§] and
María Peñarrocha-Diago, MD,
DDS, PhD[‡]

ABSTRACT

Introduction: Some evidence suggests that teeth treated with endodontic surgery and considered to have healed over the short term are seen to relapse when evaluated again after 3 or more years. However, long-term evidence is limited. This study compares healing after endodontic microsurgery over long-term (5–9 years) vs middle-term (1–4 years) follow-up and assesses the influence of different healing predictors over time.

Methods: A retrospective study was made, comparing the endodontic microsurgery healing rates after 1–4 vs 5–9 years of follow-up. Healing was assessed based on clinical and radiographic parameters. Simple binary logistic regression models were used to analyze the influence of patient age and gender, the type of tooth, previous radiographic lesion size, apical extent of previous root canal filling, the presence of a post, type of restoration, and interproximal bone level upon the endodontic microsurgery healing rate. A sensitivity analysis was used excluding cases of vertical root fracture. Two calibrated observers independently evaluated the periapical radiographs. **Results:** A total of 332 patients (60% women and 40% men) were included in the study. Of the 332 analyzed teeth, 198 were subjected to middle-term follow-up (1–4 years), with a healing rate of 86.9%, while 134 were subjected to long-term follow-up (5–9 years), with a healing rate of 67.2%. There were no statistically significant differences in terms of gender, age, type of tooth, size of the lesion, apical extent of previous root canal filling, presence of a post, or type of restoration. The regression models identified 2 statistically significant associations: cohort and interproximal bone level ($P < .05$). **Conclusions:** A success rate of 86.9% was recorded after 1–4 years of follow-up, vs 67.2% after 5–9 years. Excluding cases of vertical root fractures, in the shortest follow-up cohort (1–4 years), the healing rate was 92.5%, vs 82.6% in the cohort with longer follow-up (5–9 years). The prognosis was influenced by the crestal bone level in relation to the cemento-enamel junction of the tooth, being significantly poorer when probing depth was >3 mm mesial or distal to the treated tooth. (*J Endod* 2022; ■:1–8.)

KEY WORDS

Apicoectomy; endodontic microsurgery; follow-up

Healing in endodontic microsurgery is the subject of debate among the experts. On the one hand, the preliminary outcome over short periods of time has been suggested to be predictive of the outcome over longer periods of follow-up^{1,2}, while on the other hand, postsurgery relapse has been reported to occur in healing or already healed teeth when longer periods of follow-up are involved^{3,4}.

Endodontic microsurgery is characterized by success rates of 90%–94% after approximately 1–2 years of follow-up^{4–7}. In this respect, short-term monitoring may overestimate the prognosis, since it has been reported that 5%–25% of the teeth considered to have healed over the short term are seen to relapse when evaluated again after 3 or more years^{3,8–11}. While the long-term evidence is limited, the

SIGNIFICANCE

This study provides information on the success of periapical surgery over time (1–4 years vs 5–9 years), analyzing the influence of variables that could influence the success of long-term treatment.

From the *Resident of the Master in Oral Surgery and Implant Dentistry, [†]Full Professor, Orthodontic Unit, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia; and [‡]Full Professor, Oral Surgery Unit, [§]Chairman, Oral Surgery Unit, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Researcher of the IDIBELL, Barcelona, Spain

Address requests for reprints to Dr David Peñarrocha-Oltra, Clínica Odontológica, Unidad de Cirugía Bucal, Gascó Oliag 1, 46021 Valencia, Spain.
E-mail address: david.penarrocha@uv.es
0099-2399

Copyright © 2022 The Authors. Published by Elsevier Inc. on behalf of American Association of Endodontists. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2022.03.001>

healing rate may decrease to 78%–81.5% after 5–10 years of follow-up^{10,12–14}. Such clinical evidence may help to identify predictive factors with an impact upon the prognosis.

The prognosis in endodontic microsurgery can be influenced by a number of variables (demographic parameters, type and location of the tooth, or the type of coronal restorations involved)¹¹. Such factors must be taken into account when analyzing treatment success.

The present study was carried out to compare the healing of teeth subjected to endodontic microsurgery over long-term (5–9 years) vs middle-term (1–4 years) follow-up and assess the influence of different healing predictors over time. The null hypothesis that the long-term group has a lower healing rate than the healing rate at 1–4 years of follow-up was adopted.

MATERIAL AND METHODS

Study Design

A retrospective study was made of a series of patients subjected to endodontic microsurgery between January 2016 and December 2019 in the Oral Surgery Unit (University of Valencia, Valencia, Spain). Data were collected with the sample of the years 2011–2015, published in a previous study¹⁴.

The study was carried out following the recommendations of the Declaration of Helsinki (2013). All patients signed the corresponding informed consent, and the study protocol was approved by the Ethics Committee of the University of Valencia (Ref. UV-SOLTTT-1238454). The study was conducted in accordance with the STROBE¹⁵ statement.

Sample Selection

The following inclusion criteria were applied: patients subjected to endodontic microsurgery with ultrasonic tips, magnification systems (microscope and/or endoscope), and the use of MTA® (ProRoot; Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, USA) as retrograde filling material; and patients subjected to follow-up during 1–9 years after the procedure. The following exclusion criteria were applied: patients failing to report to the control visits.

Treatment Procedures and Follow-up

Two experienced surgeons (MPD and DPD) performed all the operations, using a Moeller® Dental 300 surgical microscope (Möller-Wedel International, Bedel, Germany) and an endoscope (Karl Storz®, Tuttlingen, Germany) for magnification and illumination purposes.

Following the methodology of von Arx et al.,³ the interproximal bone level was

recorded probing the tooth targeted for treatment, measuring the distance from the crestal bone to the cemento-enamel junction (or the limit of the prosthetic restoration), both mesial and distal to the tooth.

A marginal or paramarginal incision was made, a full thickness flap was raised, and osteotomy was performed with a handpiece (W&H®, Bürmoos, Austria) under irrigation with sterile saline solution. Hemostasis was performed with Expasy® (Pierre Rolland, Merignac, France) or sterile polytetrafluoroethylene strips¹⁶.

The apical portion of the tooth was resected 3 mm as perpendicular as possible to the long axis of the tooth, and methylene blue staining was used when root fractures were suspected. The retrograde cavity was prepared to a depth of 3 mm using ultrasonic tips (Piezomed®, W&H, Bürmoos, Austria), followed by retrograde filling with MTA®. Pressure-free flap suturing was carried out using 6/0 suture material (Poliny®, Sweden & Martina, Carrare, Italy).

The patients returned for a control visit one month after endodontic microsurgery to assess healing and again after 6 months and subsequently on an annual basis to evaluate the presence of signs and symptoms. Intraoral periapical radiographs were obtained with a Rinn XCP Ring® positioner (Dentsply, Constanz, Germany). In the case of multiple-root teeth with superpositioning of the roots, periapical radiographs were obtained with distal angulation in the case of upper molars and mesial angulation in the case of lower molars.

Those patients who could not be contacted or who rejected the control visits were regarded as lost cases. Following the methodology of von Arx et al.,¹³ in patients with multiple teeth subjected to endodontic microsurgery, only one tooth was randomly selected for the statistical analysis. Randomization was generated at the website <http://www.randomization.com>.

Data Collection

The patients were subjected to clinical evaluation, observing the presence of symptoms (pain, sensitivity in response to percussion, and/or palpation) and signs (fistulas, swelling). Radiographs were interpreted independently by 2 examiners (APS and PGS) and by the treatment provider, who were all previously calibrated for use of the healing classification described by Rud et al.¹⁷ and Molven et al.¹⁸

The following variables were recorded from the case history and the periapical radiographs and were entered in a database

(Numbers, Apple, Cupertino, CA, USA): gender; age at the time of endodontic microsurgery (<45 years vs ≥45 years); type of tooth (anterior, premolars or molars; maxillary or mandibular); previous radiographic lesion size (≥5 mm vs <5 mm); apical extent of previous root canal filling (≥2 mm vs <2 mm); presence of a post; type of restoration (reconstruction vs crown); interproximal bone level (normal probing depth ≤3 mm mesial and distal vs bone loss >3 mm mesial or distal); and healing.

Radiographic healing around the treated teeth was classified into 4 groups according to the criteria of Rud and Molven: complete healing, incomplete healing, uncertain healing, or unsatisfactory healing^{17,18}. The teeth were considered to be "healed" when presenting complete or incomplete healing without clinical signs or symptoms and were considered to be "not healed" when presenting uncertain or unsatisfactory healing, or with clinical signs or symptoms^{13,14,19}. In multiple-root teeth subjected to endodontic microsurgery, the root with the poorest healing score was used to classify radiographic healing. Cases diagnosed as vertical root fracture were classified as failure. The periapical radiographs were evaluated by 2 calibrated observers in independent databases (Figs. 1–3).

Statistical Analysis

Simple binary logistic regression models were used, with the probability of success as the dependent variable, obtaining unadjusted odds ratios (ORs) and assessing the degree of association between variables. The impact or degree of association between the different factors and healing was evaluated based on the OR and 95% confidence interval (95% CI). A second simple binary logistic regression model was performed excluding vertical root fracture cases. All the cases were re-evaluated for healing by a second operator according to the criteria of Rud and Molven. Interexaminer reproducibility was assessed based on Cohen's kappa index (κ).

The SPSS, version 21, statistical package for Macintosh (SPSS, Chicago, IL, USA) was used throughout.

RESULTS

A total of 244 patients were subjected to endodontic microsurgery between 2016 and 2019. We excluded 46 patients due to follow-up problems (30 patients could no longer be contacted, 10 patients were too old or too ill to attend, and 6 patients died).

The final sample thus consisted of 198 patients subjected to endodontic microsurgery. Women predominated (n = 119; 60%) over men (n = 79; 40%).

ARTICLE IN PRESS

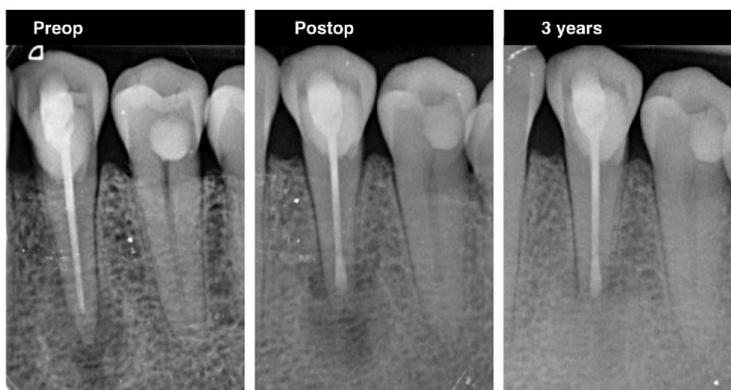


FIGURE 1 – Endodontic microsurgery of a lower left first premolar. Periapical radiographic view before and after surgery and at 3 years of follow-up, showing complete healing.

Table 1 shows the distribution of the study sample according to age and gender. Combining data of the cohort of 1 to 4 years of follow-up, with the cases published in the previous study (5–9 years of follow-up)¹⁴, the study series comprised a total of 332 teeth subjected to endodontic microsurgery; of these, 198 teeth underwent middle-term follow-up (1–4 years), while 134 teeth underwent long-term follow-up (5–9 years). The percentage agreement between examiners was 91.4%. The linear weighted kappa index was 0.861 (95% CI: 0.79–0.93), showing reproducibility to be quite high.

Over the middle term, 86.9% of the teeth were classified as healed, while over the long term, 67.2% of the teeth were classified as healed. Table 2 shows the association between the healing score and the different prognostic factors. The regression models

identified 5 statistically significant associations: cohort, gender, type of tooth, post, and interproximal bone level. A patient from the most recent cohort shows a higher probability of healing (OR = 2.85; $P = .001$). Males showed a lower probability of healing (OR = 0.38; $P = .003$). A worse prognosis was shown in lower molars (OR = 0.39; $P = .031$) and upper premolars (OR = 0.36; $P = .012$). Post placement reduced success rate (OR = 0.50; $P = 0.35$). When the interproximal bone level was greater than 3 mm, the probability of healing was significantly reduced (OR = 0.14; $P < 0.01$).

A sensitivity analysis excluding vertical root fractures (12 in the middle-term cohort and 25 in the long-term cohort) was performed. The middle-term cohort (1–4 years) included 186 patients (63.05%), and the long-term cohort (5–9 years) included 109

(36.95%). Over the middle term, 92.5% of the teeth were classified as healed and 7.5% as not healed, while over the long term, 81.8% of the teeth were classified as healed and 18.9% as not healed. Table 3 shows the association between the healing score and the different prognostic factors. There were no statistically significant differences in relation to gender, age, type of tooth, size of the lesion, apical extent of previous root canal filling, the presence of a post, or type of restoration. The regression models identified 2 statistically significant associations: cohort and interproximal bone level.

Belonging to the more recent cohort increased the odds of healing more than 2.5-fold with respect to belonging to the older cohort (OR = 2.59; $P = .011$). With regard to interproximal bone level, the odds of healing decreased significantly on exceeding the

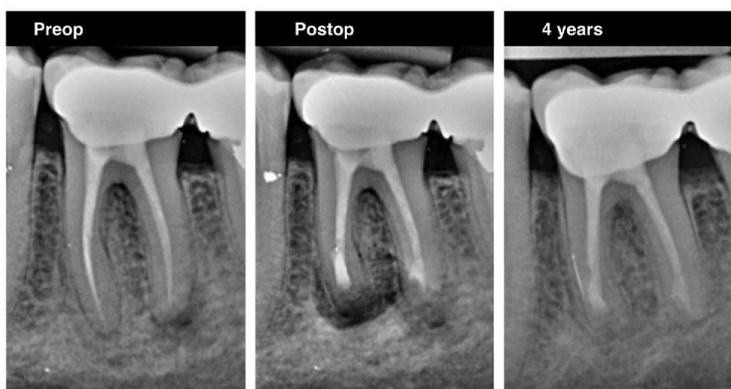


FIGURE 2 – Endodontic microsurgery of a lower left first molar. Periapical radiographic views over time, showing complete healing at 4 years of follow-up.

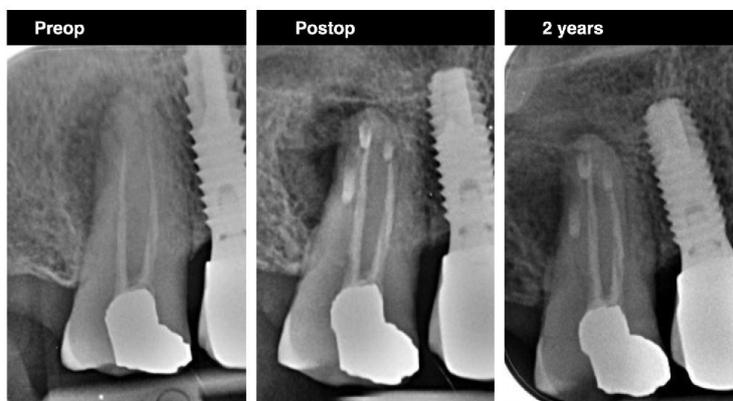


FIGURE 3 – Endodontic microsurgery of an upper right second molar. Periapical healing was considered to be unsatisfactory after 2 years of follow-up.

threshold of 3 mm. Figure 4 shows the healing rate according to cohort and interproximal bone level, as these were the 2 most relevant factors of the study.

DISCUSSION

The present study was carried out to compare the healing rates of teeth subjected to endodontic microsurgery over short- (1–4 years) and long-term follow-up (5–9 years) and to analyze the influence of different prognostic factors. Healing was classified in concordance with the practice in a number of other studies^{12–14,19–21}. The classification of radiographic outcomes defined by Rud et al.¹⁷ and Molven et al.¹⁸ is widely accepted due to its strong concordance between observers after isolated examinations^{11,22}. The null hypothesis that the long-term group has a lower healing rate than the healing rate at 1–4 years of follow-up was accepted.

One of the limitations of the present study is the fact that follow-up was based on

TABLE 1 - Distribution of the Study Sample According to Age and Gender

Gender	Patients, n (%)
Males	79 (39.9)
Females	119 (60.1)
Age (y)*	
Mean	50.6 ± 17
Median	52.5
Minimum	17
Maximum	85

*Age at the time of periapical surgery

the use of 2-dimensional periapical radiographs. In this regard, cone-beam computed tomography may soon prove to be an excellent alternative for assessing healing in endodontic microsurgery in 3 dimensions^{1,13} since it has been shown to be more sensitive and specific than periapical radiographs in evaluating radiolucent periapical zones²³.

Song et al. found the healing rate of 115 cases one and 4 years after endodontic microsurgery to be 87.8% and 91.3%, respectively, though the difference was not statistically significant²¹. In turn, von Arx et al. found the healing rate of 170 teeth one and 5 years after surgery to be 83.8% and 75.9%, respectively. These authors suggested that the outcome 5 years after endodontic microsurgery may be 8% poorer than that one year after surgery³. Over the long term, treatment success rates of 78%–81.5% have been reported after 5–10 years of follow-up^{10,12–14}. In our study, significant differences were recorded, with a success rate of 92.5% as determined 1–4 years after endodontic microsurgery, vs 81.8% after 5–9 years of follow-up.

With regard to the influence of the patient demographic characteristics upon endodontic microsurgery, the data found in the literature are inconsistent¹⁴. In the study published by Liao et al., women showed significantly higher healing rates after microsurgery than men¹⁹. In our study, however, neither patient age nor gender was seen to influence the outcome of endodontic microsurgery.

In relation to the type of tooth, von Arx et al. recorded higher healing rates for upper molars (95.2%) vs premolars (67.7%)¹³. In our study, the healing rate was 85% for upper

molars and 82.8% for premolars—though the type of tooth did not have a significant influence upon healing rate.

In different studies, teeth with radiographic lesions measuring under 5 mm in size were found to have significantly higher healing rates than teeth with lesions over 5 mm in size^{24–26}. In contrast, in our series, and in concordance with the observations of other authors involving longer follow-up periods^{12,14,27}, no significant differences were observed in relation to lesion size. This could be explained by the fact that the healing of larger lesions takes longer, and large lesions moreover may present scarring, which can complicate the assessment of radiological healing²⁸.

With regard to the extent of previous root canal filling, other studies have reported better outcomes in teeth presenting excessively short root canal filling (>2 mm)^{19,28}. No statistically significant differences were recorded in our study, however.

Truschneegg et al. found that endodontic microsurgery in teeth with core and post restorations using intermediate restorative material (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA) as filling material achieves excellent outcomes after 1.5–5 years of follow-up (97.6%), with good results even after 10–13 years of follow-up (75.8%)²⁷. In our study, we compared teeth restored with composite resins vs reconstructions with crowns; the success rates were 86.7% and 90.1%, respectively, though the difference failed to reach statistical significance. According to the literature^{14,19,28}, the presence or absence of posts has no significant prognostic influence if we exclude

ARTICLE IN PRESS

TABLE 2 - Association Between Healing (Yes/No) and Independent Variables, *n* (%). Results of the Simple Binary Logistic Regression Models: Unadjusted Odds Ratio (OR) and 95% Confidence Interval

Independent variables	Healing		OR	95% CI	P-value
	No	Yes			
<i>n</i> (teeth)	70 (21.1)	262 (78.9)			
Cohort					
2011–15	44 (32.8)	90 (67.2)	1		
2016–19	26 (13.1)	172 (86.9)	3.23	1.87–5.59	<.001*
Year of treatment					
2011	10 (43.5)	13 (56.5)	1		
2012	9 (30.0)	21 (70.0)	1.80	0.58–5.59	.313
2013	6 (35.3)	11 (64.7)	1.41	0.39–5.13	.602
2014	9 (47.4)	10 (52.6)	0.86	0.25–2.90	.801
2015	10 (22.2)	35 (77.8)	2.69	0.91–7.95	.073
2016	12 (23.1)	40 (76.9)	2.56	0.90–7.30	.078
2017	6 (12.2)	43 (87.8)	5.51	1.68–18.1	.005*
2018	1 (2.1)	46 (97.9)	35.4	4.14–302.5	.001*
2019	7 (14.0)	43 (86.0)	4.73	1.50–14.9	.008*
Gender					
Females	32 (16.1)	167 (83.9)	1		
Males	38 (28.6)	95 (71.4)	0.48	0.28–0.82	.007*
Age					
<45 years	23 (19.7)	94 (80.3)	1		
≥45 years	47 (21.9)	168 (78.1)	0.88	0.50–1.53	.639
Type of tooth					
Upper anterior	12 (13.0)	80 (87.0)	1		
Upper premolar	20 (29.4)	48 (70.6)	0.36	0.16–0.80	.012*
Upper molar	16 (23.9)	51 (76.1)	0.48	0.21–1.09	.080
Lower anterior	3 (11.5)	23 (88.5)	1.15	0.30–4.43	.839
Lower premolar	5 (17.2)	24 (82.8)	0.72	0.23–2.25	.572
Lower molar	14 (28.0)	36 (72.0)	0.39	0.16–0.92	.031*
Arch					
Maxilla	48 (21.1)	179 (78.9)	1		
Mandible	22 (21.0)	83 (79.0)	1.01	0.57–1.79	.968
Lesion size					
≤5 mm	43 (19.4)	179 (80.6)	1		
>5 mm	27 (24.5)	83 (75.5)	0.74	0.43–1.28	.277
Extent of previous filling					
≤2 mm	55 (22.7)	187 (77.3)	1		
>2 mm	15 (16.7)	75 (83.3)	1.47	0.78–2.76	.231
Post					
No	53 (19.0)	226 (81.0)	1		
Yes	17 (32.1)	36 (67.9)	0.50	0.26–0.95	.035*
Restoration					
Reconstruction	30 (23.4)	98 (76.6)	1		
Crown	40 (19.6)	164 (80.4)	1.26	0.74–2.14	.406
Crestal bone level					
≤3 mm mesial and distal	20 (9.5)	190 (90.5)	1		
>3 mm mesial or distal	50 (41.0)	72 (59.0)	0.15	0.08–0.27	<.001*

Bold indicates independent variables.
**P* < .05.

cases of vertical root fracture. The placement of posts could be related to vertical root fractures.

Von Arx et al. recorded poorer healing when the mesial or distal interproximal bone level exceeded 3 mm from the cemento-enamel junction than when exceeding ≤3 mm (52.9% vs 78.2%, respectively), suggesting that the prognosis is influenced by the mesiodistal bone level of the treated tooth³. In

concordance with the observations of von Arx et al., we recorded significant differences in relation to the mesiodistal bone level (80% vs 92.7%).

In the present study, the roots of 12 teeth experienced fracture after 1–4 years of follow-up, vs 23 teeth after 5–9 years. A considerably greater number of fractures were thus observed over the long term. However, it is currently unknown if and how

apical surgery may contribute to the development of vertical root fractures¹³. The literature on this subject does not address the relationship between endodontic microsurgery and root fractures. Several authors have excluded cases of vertical root fractures^{3,13,19,29,30}. In this study, a sensitivity analysis was performed, excluding fractures for statistical analysis. The way in which vertical root fractures influence the prognosis

ARTICLE IN PRESS

TABLE 3 - Association Between Healing (Yes/No) and Independent Variables, *n* (%). Results of the Second Simple Binary Logistic Regression Models, Excluding Vertical Root Fractures: Unadjusted Odds Ratio (OR) and 95% Confidence Interval

Independent variables	Healing		OR	95% CI	P-value
	No	Yes			
<i>n</i> (teeth)	33 (11.2)	262 (88.8)			
Cohort					
2011–15	19 (17.4)	90 (82.6)	1		
2016–19	14 (7.5)	172 (92.5)	2.59	1.24–5.41	.011*
Gender					
Females	19 (10.2)	167 (89.8)	1		
Males	14 (12.8)	95 (87.2)	0.77	0.37–1.61	490
Age					
<45 y	13 (12.1)	94 (87.9)	1		
≥45 y	20 (10.6)	168 (89.4)	1.16	0.55–2.44	692
Type of tooth					
Upper anterior	7 (8.0)	80 (92.0)	1		
Upper premolar	10 (17.2)	48 (82.8)	0.42	0.15–1.18	420
Upper molar	9 (15.0)	51 (85.0)	0.50	0.17–1.42	496
Lower anterior	0 (0.0)	23 (100)	—	—	—
Lower premolar	1 (4.0)	24 (96.0)	2.10	0.25–17.9	498
Lower molar	6 (14.3)	36 (85.7)	0.53	0.17–1.67	525
Arch					
Maxilla	26 (12.7)	179 (87.3)	1		
Mandible	7 (7.8)	83 (92.2)	1.72	0.72–4.13	223
Lesion size					
≤5 mm	20 (10.1)	179 (89.9)	1		
>5 mm	13 (13.5)	83 (86.5)	0.71	0.34–1.50	374
Extent of previous filling					
≤2 mm	28 (13.0)	187 (87.0)	1		
>2 mm	3 (7.7)	36 (92.3)	2.25	0.84–6.04	109
Post					
No	30 (11.7)	226 (88.3)	1		
Yes	3 (7.7)	36 (92.3)	1.59	0.46–5.49	461
Restoration					
Reconstruction	15 (13.3)	98 (86.7)	1		
Crown	18 (9.9)	164 (90.1)	1.40	0.67–2.89	372
Crestal bone level					
≤3 mm mesial and distal	15 (7.3)	190 (92.7)	1		
>3 mm mesial or distal	18 (20.0)	72 (80.0)	0.32	0.15–0.66	.002*

Bold indicates independent variables.
**P* < .05.

of periapical surgery has not been investigated¹³. Ultrasonic retrograde preparation may be associated with a greater

risk of root microfractures in already weakened teeth such as those subjected to endodontic treatment and apicoectomy, and

a prolonged monitoring period could cause such microfractures to become complete fractures¹⁹.

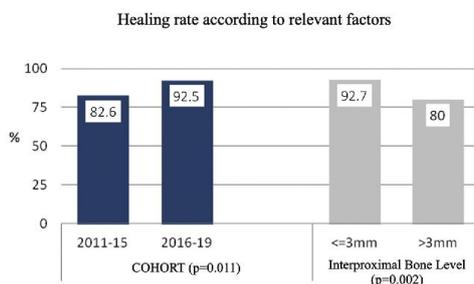


FIGURE 4 – Healing rates according to relevant factors (cohort and interproximal bone level).

ARTICLE IN PRESS

Independently of all other factors, the results obtained suggest that the duration of follow-up is a key parameter for the final evaluation. Regarding the success rate of endodontic microsurgery, we recorded no statistically significant differences in relation to patient age or gender, previous radiographic lesion size, the type of tooth, the presence of a post, the type of restoration, or the apical extent of previous root canal filling. Interproximal bone level is considered a variable of clinical importance, which could have a guide value when making a decision whether or not to carry out conservative surgical treatment.

CONCLUSIONS

In the cohort with 1–4 years of follow-up, the healing rate was 67.2% vs 86.9% in the cohort

with 5–9 years of follow-up. Excluding fractures, in the patients with the shortest follow-up (1–4 years), the healing rate was 92.5%, vs 82.6% in those with longer follow-up (5–9 years) (OR = 2.6; $P = .014$). The prognosis was influenced by the crestal bone level in relation to the cemento-enamel junction of the tooth, being significantly poorer when probing depth was >3 mm mesial or distal to the treated tooth.

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

Antonio Pallarés-Serrano: Conceptualization, Methodology, Software. **Pablo Glera-Suarez:** Methodology, Software, Visualization. **Beatriz Tarazona-Alvarez:** Investigation, Writing – review & editing, Visualization. **David Peñarrocha-**

Oltra: Resources, Writing – review & editing, Supervision. **Miguel Peñarrocha-Diago:** Writing – review & editing, Supervision.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors declare that they have no conflicts of interest in relation to this study.

SUPPLEMENTARY DATA

Supplementary material associated with this article can be found in the online version at [www.jendodon.com \(https://doi.org/10.1016/j.joen.2022.03.001\)](https://doi.org/10.1016/j.joen.2022.03.001).

REFERENCES

1. Song M, Chung W, Lee SJ, Kim E. Long-term outcome of the cases classified as successes based on short-term follow-up in endodontic microsurgery. *J Endod* 2012;38:1192–6.
2. Tawil PZ, Saraiya VM, Galicia JC, Duggan DJ. Periapical microsurgery: the effect of root dentinal defects on short- and long-term outcome. *J Endod* 2015;41:22–7.
3. von Arx T, Jensen SS, Hanni S, et al. Five-year longitudinal assessment of the prognosis of apical microsurgery. *J Endod* 2012;38:570–9.
4. Tsesis I, Rosen E, Taschieri S, et al. Outcomes of surgical endodontic treatment performed by a modern technique: an updated meta-analysis of the literature. *J Endod* 2013;39:332–9.
5. von Arx T. Failed root canals: the case for apicoectomy (periradicular surgery). *J Oral Maxillofac Surg* 2005;63:832–7.
6. Setzer FC, Shah SB, Kohli MR, et al. Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the literature—part 1: Comparison of traditional root-end surgery and endodontic microsurgery. *J Endod* 2010;36:1757–65.
7. Kang M, In Jung H, Song M, et al. Outcome of nonsurgical retreatment and endodontic microsurgery: a meta-analysis. *Clin Oral Investig* 2015;19:569–82.
8. Kvist T, Reit C. Results of endodontic retreatment: A randomized clinical study comparing surgical and nonsurgical procedures. *J Endod* 1999;25:814–7.
9. Jesslen P, Zetterqvist L, Heimdahl A. Long-term results of amalgam versus glass ionomer cement as apical sealant after apicoectomy-y. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol, Endod* 1995;79:101–3.
10. Yazdi PM, Schou S, Jensen SS, et al. Dentine-bonded resin composite (Retroplast) for root-end filling: a prospective clinical and radiographic study with a mean follow-up period of 8 years. *Int Endod J* 2007;40:493–503.
11. Pinto D, Marques A, Pereira JF, et al. Long-Term Prognosis of Endodontic Microsurgery-A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicina (Kaunas)* 2020;56:447.
12. Çalışkan MK, Tekin U, Kaval ME, Solmaz MC. The outcome of apical microsurgery using MTA as the root-end filling material: 2- to 6-year follow-up study. *Int Endod J* 2016;49:245–54.
13. von Arx T, Jensen SS, Janner SFM, et al. A 10-year Follow-up Study of 119 Teeth Treated with Apical Surgery and Root-end Filling with Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod* 2019;45:394–401.
14. Pallarés-Serrano A, Glera-Suarez P, Tarazona-Alvarez B, et al. Prognostic factors after endodontic microsurgery: A retrospective study of 111 cases with 5-9 years of follow-up. *J Endod* 2021;47:397–403.

Artículos publicados sobre el tema de la tesis

ARTICLE IN PRESS

15. von Elm E, Altman DG, Egger M, et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: guidelines for reporting observational studies. *Int J Surg* 2014;12:1495–9.
16. Peñarocha-Oltra D, Soto-Peñaloza D, Peñarocha-Diago M, et al. Hemostatic Agents in Endodontic Surgery: A Randomized Controlled Pilot Study of Polytetrafluoroethylene Strips as an Adjunct to Epinephrine Impregnated Gauze Versus Aluminum Chloride. *J Endod* 2019;45:970–6.
17. Rud J, Andreasen JO, Jensen JE. Radiographic criteria for the assessment of healing after endodontic surgery. *Int J Oral Surg* 1972;1:195–214.
18. Molven O, Halse A, Grung B. Observer strategy and the radiographic classification of healing after endodontic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1987;16:432–9.
19. Liao WC, Lee YL, Tsai YL, et al. Outcome assessment of apical surgery: A study of 234 teeth. *J Formos Med Assoc* 2019;118:1055–61.
20. Song M, Kim SG, Lee SJ, et al. Prognostic factors of clinical outcomes in endodontic microsurgery: a prospective study. *J Endod* 2013;39:1491–7.
21. Song M, Nam T, Shin SJ, Kim E. Comparison of clinical outcomes of endodontic microsurgery: 1 year versus long-term follow-up. *J Endod* 2014;40:490–4.
22. Wang N, Knight K, Dao T, Friedman S. Treatment outcome in endodontics-The Toronto Study. Phases I and II: apical surgery. *J Endod* 2004;30:751–61.
23. Curtis DM, VanderWeele RA, Ray JJ, Wealeans JA. Clinician-centered Outcomes Assessment of Retreatment and Endodontic Microsurgery Using Cone-beam Computed Tomographic Volumetric Analysis. *J Endod* 2018;44:1251–6.
24. Wang ZH, Zhang MM, Wang J, et al. Outcomes of Endodontic Microsurgery Using a Microscope and Mineral Trioxide Aggregate: A Prospective Cohort Study. *J Endod* 2017;43:694–8.
25. Lustmann J, Friedman S, Shaharabany V. Relation of pre- and intraoperative factors to prognosis of posterior apical surgery. *J Endod* 1991;17:239–41.
26. von Arx T, Jensen SS, Hänni S. Clinical and radiographic assessment of various predictors for healing outcome 1 year after periapical surgery. *J Endod* 2007;33:123–8.
27. Truschneegg A, Rugani P, Kirnbauer B, et al. Long-term Follow-up for Apical Microsurgery of Teeth with Core and Post Restorations. *J Endod* 2020;46:178–83.
28. von Arx T, Peñarocha M, Jensen S. Prognostic factors in apical surgery with root-end filling: a meta-analysis. *J Endod* 2010;36:957–73.
29. Jensen SS, Nattestad A, Egde P, et al. A prospective, randomized, comparative clinical study of resin composite and glass ionomer cement for retrograde root filling. *Clin Oral Investig* 2002;6:236–43.
30. Kim E, Song JS, Jung IY, et al. Prospective clinical study evaluating endodontic microsurgery outcomes for cases with lesions of endodontic origin compared with cases with lesions of combined periodontal-endodontic origin. *J Endod* 2008;34:546–51.

CLINICAL RESEARCH

Prognostic Factors after Endodontic Microsurgery: A Retrospective Study of 111 Cases with 5 to 9 Years of Follow-up



Antonio Pallarés-Serrano, DDS,
Pablo Glera-Suarez, DDS,
Beatriz Tarazona-Alvarez, DDS,
PhD, María Peñarrocha-Diago,
MD, DDS, PhD,
Miguel Peñarrocha-Diago, MD,
PhD, and
David Peñarrocha-Oltra, DDS,
PhD

ABSTRACT

Introduction: A study was performed of the healing rate of teeth subjected to endodontic microsurgery after a minimum follow-up of 5 years with an analysis of the influence of different pre- and postoperative factors on the outcome. **Methods:** This was a retrospective study of patients subjected to endodontic microsurgery with the use of mineral trioxide aggregate (MTA) for retrograde filling between January 2011 and December 2015. In patients with multiple treated teeth, only 1 random tooth was selected for the statistical analysis. Clinical and radiographic parameters were used to assess healing. Simple binary logistic regression models were used to analyze the influence of patient age and sex, the type of tooth, prior radiographic lesion size, the presence of a post, the type of restoration, and the apical extent of prior filling of the root canal on the endodontic microsurgery success rate. Two calibrated observers evaluated the periapical radiographs on an independent basis. **Results:** A total of 111 patients (63.1% women and 36.9% men) were included in the study. Of the 111 teeth analyzed, 90 were classified as healed (mean healing rate = 81.1%). Patient age and sex, the presence of a post, the type of tooth, the type of restoration, and the apical extent of prior filling of the root canal had no significant impact on the outcome. Large lesions (>5 mm) were associated with a lower healing rate than smaller lesions, although the difference was not significant. Anterior teeth had a significantly higher healing rate (93.8% maxillary and 100% mandibular) than molars (70.8% maxillary and 57.1% mandibular) ($P < .05$). The differences between the anterior teeth and the molars were statistically significant. **Conclusions:** The mean healing rate of teeth subjected to endodontic microsurgery was 81% after 5–9 years of follow-up. The success rate was lower for upper and lower molars than for teeth in the anterior zone, although the sample was small and further studies are needed to establish whether the type of tooth influences the treatment outcome. (*J Endod* 2021;47:397–403.)

KEY WORDS

Clinical study; endodontic surgery; follow-up; mineral trioxide aggregate

Although endodontic treatment is predictable, failure may occur as a consequence of persistent infection or recontamination of the root canal system^{1,2}. Endodontic surgery involves the surgical treatment of a tooth with a periapical lesion that cannot be resolved through conventional endodontic treatment (root canal treatment or endodontic retreatment)³. In contrast to traditional endodontic surgery, the modern microsurgical techniques use a surgical microscope or endoscope with ultrasonic tips for precise preparation of the root tip and biocompatible retrograde filling materials^{4,5}.

Based on the available evidence, endodontic microsurgery with ultrasound and high magnification affords a success rate of about 90%–94% after 1–2 years of follow-up^{3,5–7}. The evidence in the case of middle- to long-term follow-up is more limited, although the healing rate has been reported to decrease to 78%–81.5% after 5–10 years of follow-up^{8–10}.

SIGNIFICANCE

This study provides information on the long-term success of endodontic microsurgery (between 5 and 9 years of follow-up), observing the influence of prognostic factors that could influence the success of treatment.

From the Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Valencia, Spain

Address requests for reprints to Dr Beatriz Tarazona-Alvarez, Clínica Odontológica, Unidad de Cirugía Bucal Gascó Ollag 1, 46010 Valencia, Spain.
E-mail address: beatriz.tarazona@uv.es
0099-2399/\$ - see front matter

Copyright © 2020 American Association of Endodontists.
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.11.022>

Only limited information is available on the prognostic factors in endodontic microsurgery, and, in particular, few long-term studies have been published to date. Von Arx et al⁹ recorded a healing rate of 81.5% in 119 teeth after 10 years of follow-up and observed differences in the success rate according to the type of treated tooth. In turn, Liao et al¹¹ investigated the associations between patient demographic characteristics and pre- and postoperative factors and the endodontic microsurgery healing rate in 234 teeth. These authors found the healing rate to be significantly higher among women, patients over 60 years of age, and in cases in which the apical extent of prior filling of the root canal was ≥ 2 mm short from the apex of the treated root. In a study of 104 teeth considered to be healed after 5 years of follow-up, Song et al¹² reviewed the teeth on an annual basis up to 10 years and found the sustained global healing rate to be 93.3%.

The present study was performed with the following objectives:

1. to evaluate the healing rate of teeth subjected to endodontic microsurgery with the use of mineral trioxide aggregate (MTA) as root filling material after a minimum follow-up of 5 years and
2. to evaluate the influence of patient age and sex, the type of tooth, previous radiographic lesion size, the presence of a post, the type of restoration, and the apical extent of prior filling of the root canal on the outcome of surgical treatment.

MATERIALS AND METHODS

Study Design

A retrospective study was performed of patients subjected to endodontic microsurgery in the Oral Surgery Unit (Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Valencia, Spain) with the use of MTA for retrograde filling between January 2011 and December 2015. The study was performed following the principles of the Declaration of Helsinki (2013). All patients gave written informed consent, and the study design was approved by the Ethics Committee of the University of Valencia (Ref: UV-SOLTTT-1238454). The study was carried out following the Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology statement¹³.

Sample Selection

The inclusion criteria were healthy patients without serious systemic diseases or functional limitations and with stable periodontal conditions subjected to endodontic microsurgery using ultrasonic tips, magnifying

devices, and MTA as the retrograde filling material with a minimum follow-up of 5 years after surgery. The exclusion criteria were teeth removed because of root fractures and patients failing to report to the control visits.

Treatment Procedures and Follow-up

All surgeries were performed by 2 experienced surgeons (M.P.D. and D.P.O.) using a surgical microscope (Moeller Dental 300; Möller-Wedel International, Bedel, Germany) and an endoscope (Karl Storz, Tuttlingen, Germany) as the magnifying and illumination devices.

A paramarginal or submarginal incision was performed. After mucoperiosteal flap release, an osteotomy was performed with a 1:1 handpiece (W&H, Bürmoos, Austria) under irrigation with sterile saline solution. Hemostasis was performed with Expasyl (Pierre Rolland, Merignac, France).

The apical portion was resected 3 mm as perpendicular as possible to the long axis of the tooth, and methylene blue dye was used in cases in which a crack or root fracture was suspected for confirmation purposes. The retrograde cavities were then prepared 3 mm in depth with ultrasonic tips (Piezomed, W&H) followed by retrofilling with MTA (ProRoot; Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK). Tension-free flap closure was performed using 6/0 suture material (Polinyl; Sweden & Martina, Carrare, Italy).

The patients subjected to endodontic microsurgery underwent control after 1 month to assess healing, again after 6 months, and then on a yearly basis, with evaluation of the presence of signs and symptoms and conduction of a periapical radiographic study. The intraoral radiographs were obtained with a Rinn XCP Ring positioner (Dentsply, Constanz, Germany). In the case of multiple-root teeth with overlapping roots, the periapical radiographs were obtained with distal angulation in the case of upper molars and with mesial angulation in the case of lower molars.

The patients were contacted between September 2019 and February 2020 for follow-up. Patients who could not be contacted or who declined to be re-examined were regarded as losses. In accordance with von Arx et al⁹, in the case of patients with multiple treated teeth, only 1 random tooth was selected for the statistical analysis. Randomization was generated on the website <http://www.randomization.com>.

Data Collection

The following parameters were collected from the case histories and radiographs and were entered in a database (Numbers; Apple,

Cupertino, CA): age at the time of endodontic microsurgery (<45, 45–60, or >60 years), sex, type of tooth (anterior, premolars, and molars; maxillary and mandibular), previous radiographic lesion size (≥ 5 mm vs < 5 mm), presence of a post, type of restoration (reconstruction vs crown), the apical extent of prior filling of the root canal (≥ 2 mm vs < 2 mm), and healing. The patients were clinically examined, recording the presence of symptoms (pain, sensitivity to percussion and/or palpation) and signs (fistula and swelling).

Radiographic healing around the teeth was classified into 4 categories according to the criteria of Rud et al¹⁴ and Molven et al¹⁵: complete healing, incomplete healing, undetermined healing, or nonsatisfactory healing. The teeth were grouped into "healed" when classified as complete healing or incomplete healing without clinical signs or symptoms or "not healed" when classified as undetermined healing or nonsatisfactory healing or with clinical signs or symptoms^{9,11}. In the case of teeth with multiple roots subjected to endodontic microsurgery, the root with the poorest healing category was used to classify radiographic healing. Two calibrated observers evaluated the periapical radiographs on an independent basis (Figs. 1–4).

Statistical Analysis

A biostatistician with experience in dentistry analyzed the study data using the SPSS Version 21 statistical package for Macintosh (IBM Corp, Armonk, NY). In order to evaluate the association between treatment outcome ("healed" vs "not healed") and the independent variables, simple binary logistic regression models were used for healing probability of the dependent variable, obtaining an unadjusted odds ratio to assess the degree of association between variables. The impact or degree of association between the different factors and healing was evaluated based on the odds ratio and the 95% confidence interval. The agreement between the observers was assessed by the intraclass correlation coefficient to establish interobserver consistency in the assessment of healing in each case.

RESULTS

A total of 179 patients underwent endodontic microsurgery between 2011 and 2015. Sixty-eight of them were excluded from the present study, 23 because of extraction due to root fracture and 45 because follow-up could not be completed for at least 5 years because of different reasons (31 patients could no longer be contacted, 6 patients died, and 8 patients

Artículos publicados sobre el tema de la tesis



FIGURE 1 – Endodontic microsurgery of a right mandibular second premolar. The follow-up radiographs after 1 and 9 years show complete healing.

were too old or ill to attend). Six teeth removed because of recurrent infection before 5 years of follow-up were included in the final sample as cases of nonsatisfactory healing.

The final case series was composed of 111 teeth in 111 patients (Table 1) with a mean follow-up of 7 years 11 months. The percentage agreement between the observers was 96.4%, with a linearly weighted kappa index of 0.963 (95% confidence interval, 0.93–1.00), reflecting very high reproducibility. The teeth corresponding to 11 patients were randomized because each subject had more than 1 tooth subjected to endodontic microsurgery.

Most of the teeth (81.8%) were classified as healed, and 18.9% as not healed. Table 2 reports the association between the binary healing outcome and the different prognostic factors. There were no statistically significant differences in relation to age, sex, previous radiographic lesion size, presence of a post, type of tooth, type of restoration, or apical extent of prior filling of the root canal. Figure 5 shows the healing rate according to the relevant factors studied. Although there were no significant differences regarding the type of tooth, molars (particularly lower molars) were the teeth associated with a poorer outcome. Table 3

describes the healing rate according to the type of tooth subjected to endodontic microsurgery. The healing rate was noted to gradually decrease on advancing toward the posterior teeth in both the maxilla and the mandible.

DISCUSSION

The present study was performed to evaluate the healing rate of teeth subjected to endodontic microsurgery after a minimum of 5 years of follow-up and to analyze the influence of different prognostic factors (sex, age, type of tooth, previous radiographic lesion size,



FIGURE 2 – Endodontic microsurgery of a left maxillary first premolar in which 3 roots were treated. The follow-up radiographs after 1 and 5 years show complete healing.



FIGURE 3 – Endodontic microsurgery of both buccal roots of a right maxillary first molar. Periapical healing was considered to be complete after 1 and 5 years.



FIGURE 4 – Endodontic microsurgery of both buccal roots of a right maxillary first molar. The follow-up radiographs after 1 and 2 years of follow-up show persistence of the radiolucent area. The patient reported with clinical symptoms (phlegmon). The case was classified as not healed.

presence of a post, type of restoration, and apical extent of prior filling of the root canal) on the treatment outcome. Based on the criteria of Rud et al¹⁴ and Molven et al¹⁵, we classified healing into 4 categories: complete healing, incomplete healing, undetermined healing, and nonsatisfactory healing in concordance with the practice in a number of other studies^{8,9,16-18}.

Von Arx et al⁹ recorded a healing rate of 81.5% in a sample of 119 teeth subjected to 10 years of follow-up. In turn, Çalışkan et al⁹ recorded a healing rate of 80% in 90 anterior teeth subjected to endodontic microsurgery

with 2–6 years of follow-up. However, these authors found no significant differences in terms of the prognostic factors included in their study (location of the tooth, previous lesion size, and apical extent of filling of the root canal). In our series, the healing rate was 81.1% in a total of 111 teeth subjected to endodontic microsurgery.

Song et al¹⁸ observed no significant differences when comparing the clinical outcome of endodontic microsurgery after 1 year and over a 4-year follow-up period. We found more recent treatments (2015) to be associated with a significantly greater

TABLE 1 - Sex and Age Distribution of the Study Sample (N = 111)

	Patients, n (%)
Males	41 (36.9)
Females	70 (63.1)
Age (y) ^a	
Mean	49.6 ± 14.6
Median	49
Minimum	18
Maximum	78

^aAge at the time of endodontic microsurgery.

Artículos publicados sobre el tema de la tesis

TABLE 2 - Association between Healing (Yes/No) and Independent Variables (*n* (%)) and Results of the Binary Simple Logistic Regression Model (Adjusted Odds Ratio [OR] and 95% Confidence Interval [CI])

Variables	Healing		OR	95% CI	P value
	No (%)	Yes (%)			
<i>n</i> (teeth)	21 (18.9)	90 (81.1)			
Sex					
Women	11 (15.7)	59 (84.3)	1		
Men	10 (24.4)	31 (75.6)	0.58	0.22–1.51	.263
Age (y)					
<45	12 (27.3)	32 (72.2)	1		
45–60	3 (8.3)	33 (91.7)	4.13	1.06–16.0	.040*
>60	6 (19.4)	25 (80.6)	1.56	0.51–4.75	.431
Year of treatment					
2011	7 (35.0)	13 (65.0)	1		
2012	4 (16.0)	21 (84.0)	2.83	0.69–11.6	.149
2013	2 (15.4)	11 (84.6)	2.96	0.51–17.3	.228
2014	4 (28.6)	10 (71.4)	1.35	0.31–5.91	.694
2015	4 (10.3)	35 (89.7)	4.71	1.18–18.8	.028*
Dental arch					
Maxilla	14 (17.7)	65 (82.3)	1		
Mandible	7 (21.9)	25 (78.1)	0.77	0.28–2.13	.613
Type of tooth					
Anterior, maxillary	2 (6.3)	30 (93.8)	1		
Premolar, maxillary	5 (21.7)	18 (78.3)	0.24	0.04–1.37	.108
Molar, maxillary	7 (29.2)	17 (70.8)	0.16	0.03–0.87	.034*
Anterior, mandibular	0 (0.0)	10 (100)	—	—	—
Premolar, mandibular	1 (12.5)	7 (87.5)	0.47	0.04–5.90	.556
Molar, mandibular	6 (42.9)	8 (57.1)	0.09	0.02–0.53	.008*
Lesion size					
≤5 mm	13 (16.0)	68 (84.0)	1		
>5 mm	8 (26.7)	22 (73.3)	0.53	0.19–1.43	.526
Extent of previous filling					
≤2 mm	19 (22.6)	65 (77.4)	1		
>2 mm	2 (7.4)	25 (92.6)	3.65	0.79–16.8	.097
Post					
No	18 (19.6)	74 (80.4)	1		
Yes	3 (15.8)	16 (84.2)	1.30	0.34–4.94	.703
Crown					
No	6 (19.4)	25 (80.6)	1		
Yes	15 (18.8)	65 (81.3)	1.04	0.36–2.98	.942

*Indicates statistical significance.

probability of healing than older treatments (2011). However, it is not clear whether this is simply because failure is generally diagnosed a long time after treatment or whether technical advances may play a role.

The data found in the literature on the influence of patient demographic factors on endodontic microsurgery outcomes are inconsistent. A retrospective study suggested that patients under 20 years of age have a higher healing rate¹⁷. In contrast, another long-term study recorded a significantly higher healing rate among patients over 45 years of age¹⁹. The age intervals established for the different analytical categories vary from one study to another. In our series, patients between 45–60 years of age presented a higher healing rate. Further research is needed to clarify the possible biological bases for these observations. In relation to patient sex, a study

suggested women to have a higher healing rate, although the observed differences could have been attributable to discrepancies of the sample²⁰. In the study published by Liao et al¹¹, women also showed a higher healing rate with significant differences in terms of endodontic microsurgery outcome versus males. We recorded no significant differences when comparing the endodontic microsurgery healing rate between males and females.

In line with the observations of Liao et al¹¹, maxillary and mandibular anterior teeth were reported to present higher healing rates, whereas mandibular molars exhibited a relatively lower healing rate. Von Arx et al⁹ likewise observed no significant differences related to the type of tooth, although in contrast they recorded a success rate of 70.8% in lower molars versus 100% in lower incisors. These findings could be related to the

surgical access of the lower molars, the anatomic complexity of the root canals, the presence of isthmuses, or the complexity of root canal preparation^{16,20}. However, different tooth types did not present significant differences in this study, which may be due to the fact that the cases were not equally distributed within the groups, and in this regard more cases should be analyzed in the future.

Von Arx et al⁹ recorded a higher healing rate in upper molars (95.2%) than in upper premolars (67.7%). No significant differences were observed in our study; the healing rate was 70.8% and 73.3% for upper molars and upper premolars, respectively.

In a number of studies, lesions with a radiographic size <5 mm were associated with a significantly higher healing rate than lesions >5 mm in size^{21–23}. This could be explained by the fact that larger lesions take longer to heal than smaller lesions or that scarring of the healed tissues may occur, thus complicating the radiographic assessment of healing²⁴. In our series, larger lesions (>5 mm) had a lower healing rate than smaller lesions, although statistical significance was not reached.

The presence or absence of posts was not found to be a significant prognostic factor in concordance with the observations of Liao et al¹¹ and von Arx et al²⁴. In our study, the healing rates were not influenced by the type of restoration when comparing the use of composite resins versus the fitting of a crown.

In line with the observations of von Arx et al²⁴ and Liao et al¹¹, the treatment outcome was observed to be better in teeth in which prior filling of the root canal was too short. The surgical procedures could eliminate the infected and nonfilled portion of the tooth, thereby facilitating treatment success^{16,20}. In the present study, the apical extent of prior filling of the root canal had no significant impact on the outcome.

One of the limitations of our study is the fact that the follow-up was performed based on periapical radiographs. Two-dimensional radiographs may be unable to provide all the information needed to diagnose the current condition of the treated tooth. Long-term studies evaluating the prior lesion and conducting subsequent follow-up with cone-beam computed tomographic imaging would probably help clarify the true evolutive course of endodontic microsurgery. In this context, it would be advisable to design prospective studies and randomized controlled trials with long follow-up periods in order to better guide clinical decision making in endodontic microsurgery. It would be interesting to conduct future studies on the influence of initial

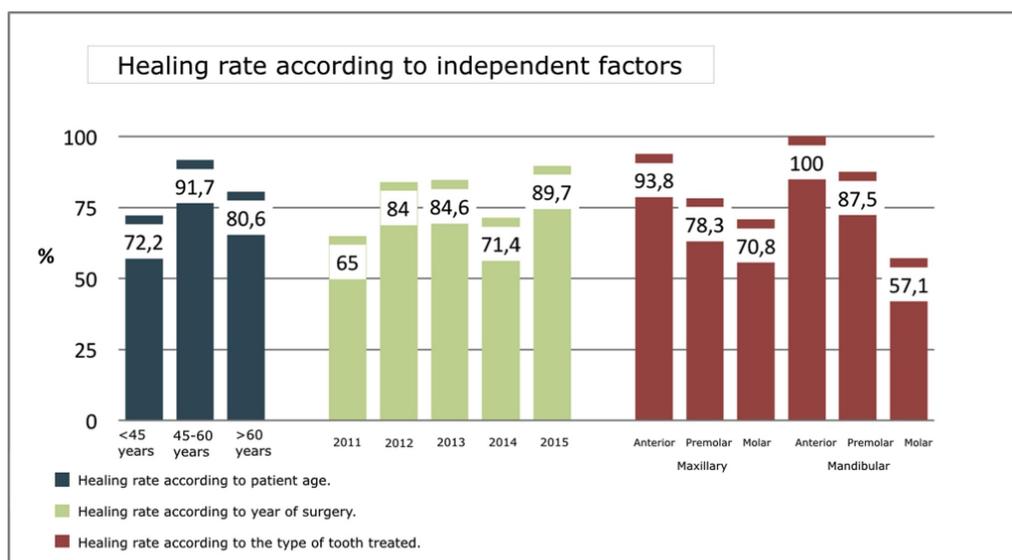


FIGURE 5 – The healing rate according to the relevant factors studied.

TABLE 3 - The Healing Rate according to the Type of Tooth

Type of tooth	Total cases	Healed		Not healed	
		n	%	n	%
Total	111	90	81.1	21	18.9
Anterior, maxillary	32	30	93.8	2	6.3
Premolar, maxillary	23	18	78.3	5	21.7
Molar, maxillary	24	17	70.8	7	29.2
Anterior, mandibular	10	10	100	0	0
Premolar, mandibular	8	7	87.5	1	12.5
Molar, mandibular	14	8	57.1	6	42.9

treatment and endodontic retreatment on the healing rates of endodontic microsurgery.

CONCLUSIONS

The mean healing rate of teeth subjected to endodontic microsurgery was 81.1% after 5–9 years of follow-up. The highest healing rate

corresponded to the anterior teeth (93.8% maxillary and 100% mandibular), whereas molars showed a lower healing rate (70.8% maxillary and 57.1% mandibular). No significant differences were observed in relation to the effects of patient sex or age, previous radiographic lesion size, the type of tooth, the presence of a post, the type of restoration, or the apical extent of prior filling of

the root canal on the endodontic microsurgery healing rate.

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

Antonio Pallarés-Serrano: Conceptualization, Methodology, Software.
Pablo Glera-Suarez: Methodology, Software, Visualization.
Beatriz Tarazona-Alvarez: Investigation, Writing - review & editing, Visualization.
María Peñarrocha-Diago: Methodology, Data curation, Writing - original draft.
Miguel Peñarrocha-Diago: Writing - review & editing, Supervision.
David Peñarrocha-Oltra: Resources, Writing - review & editing, Supervision.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors deny any conflicts of interest related to this study.

REFERENCES

1. Salehrabi R, Rotstein I. Endodontic treatment outcomes in a large patient population in the USA: an epidemiological study. *J Endod* 2004;30:846–50.
2. Siqueira JF Jr, Rôças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod* 2008;34:1291–301.

Artículos publicados sobre el tema de la tesis

3. von Arx T. Failed root canals: the case for apicoectomy (periradicular surgery). *J Oral Maxillofac Surg* 2005;63:832–7.
4. Kim S, Kratchman S. Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *J Endod* 2006;32:601–23.
5. Setzer FC, Shah SB, Kohli MR, et al. Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the literature—part 1: comparison of traditional root-end surgery and endodontic microsurgery. *J Endod* 2010;36:1757–65.
6. Kang M, In Jung H, Song M, et al. Outcome of nonsurgical retreatment and endodontic microsurgery: a meta-analysis. *Clin Oral Investig* 2015;19:569–82.
7. Tsesis I, Rosen E, Taschieri S, et al. Outcomes of surgical endodontic treatment performed by a modern technique: an updated meta-analysis of the literature. *J Endod* 2013;39:332–9.
8. Çalıřkan MK, Tekin U, Kaval ME, Solmaz MC. The outcome of apical microsurgery using MTA as the root-end filling material: 2- to 6-year follow-up study. *Int Endod J* 2016;49:245–54.
9. von Arx T, Jensen SS, Janner SF, et al. A 10-year follow-up study of 119 teeth treated with apical surgery and root-end filling with mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2019;45:394–401.
10. Yazdi PM, Schou S, Jensen SS, et al. Dentine-bonded resin composite (Retroplast) for root-end filling: a prospective clinical and radiographic study with a mean follow-up period of 8 years. *Int Endod J* 2007;40:493–503.
11. Liao WC, Lee YL, Tsai YL, et al. Outcome assessment of apical surgery: a study of 234 teeth. *J Formos Med Assoc* 2019;118:1055–61.
12. Song M, Chung W, Lee SJ, Kim E. Long-term outcome of the cases classified as successes based on short-term follow-up in endodontic microsurgery. *J Endod* 2012;38:1192–6.
13. von Elm E, Altman DG, Egger M, et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol* 2008;61:344–9.
14. Rud J, Andreasen JO, Jensen JE. Radiographic criteria for the assessment of healing after endodontic surgery. *Int J Oral Surg* 1972;1:195–214.
15. Molven O, Halse A, Grung B. Observer strategy and the radiographic classification of healing after endodontic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1987;16:432–9.
16. Kruse C, Spin-Neto R, Christiansen R, et al. Periapical bone healing after apicectomy with and without retrograde root filling with mineral trioxide aggregate: a 6-year follow-up of a randomized controlled trial. *J Endod* 2016;42:533–7.
17. Song M, Kim SG, Lee SJ, et al. Prognostic factors of clinical outcomes in endodontic microsurgery: a prospective study. *J Endod* 2013;39:1491–7.
18. Song M, Nam T, Shin SJ, Kim E. Comparison of clinical outcomes of endodontic microsurgery: 1 year versus long-term follow-up. *J Endod* 2014;40:490–4.
19. Barone C, Dao TT, Basrani BB, et al. Treatment outcome in endodontics: the Toronto study—phases 3, 4, and 5: apical surgery. *J Endod* 2010;36:28–35.
20. Song M, Jung IY, Lee SJ, et al. Prognostic factors for clinical outcomes in endodontic microsurgery: a retrospective study. *J Endod* 2011;37:927–33.
21. Lustmann J, Friedman S, Shaharabany V. Relation of pre- and intraoperative factors to prognosis of posterior apical surgery. *J Endod* 1991;17:239–41.
22. Wang N, Knight K, Dao T, Friedman S. Treatment outcome in endodontics—the Toronto Study, Phases I and II: apical surgery. *J Endod* 2004;30:751–61.
23. von Arx T, Jensen SS, Hänni S. Clinical and radiographic assessment of various predictors for healing outcome 1 year after periapical surgery. *J Endod* 2007;33:123–8.
24. von Arx T, Peñarrocha M, Jensen S. Prognostic factors in apical surgery with root-end filling: a meta-analysis. *J Endod* 2010;36:957–73.

The use of the endoscope in endodontic surgery: A systematic review

Antonio Pallarés-Serrano ¹, Pablo Glera-Suarez ², David Soto-Peñaloza ¹, David Peñarrocha-Oltra ³, Thomas von Arx ⁴, Miguel Peñarrocha-Diago ⁵

¹ DDS, MS. Master in Oral Surgery and Implant Dentistry, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain

² DDS, Master in Oral Surgery and Implant Dentistry, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain

³ DDS, PhD. Assistant Professor, Oral Surgery Unit, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain

⁴ Prof. Dr. med. dent. Department of Oral Surgery and Stomatology, School of Dental Medicine, University of Bern, Bern, Switzerland

⁵ MD, PhD, DDS. Full Professor, Oral Surgery Unit, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain

Correspondence:
Clínica Odontológica
Unidad de Cirugía Bucal
Gascó Oliag 1
46021 – Valencia (Spain)
david.penarrocha@uv.es

Received: 06/11/2019
Accepted: 27/01/2020

Pallarés-Serrano A, Glera-Suarez P, Soto-Peñaloza D, Peñarrocha-Oltra D, von Arx T, Peñarrocha-Diago M. The use of the endoscope in endodontic surgery: A systematic review. J Clin Exp Dent. 2020;12(10):e972-8.

Article Number: 56539 <http://www.medicinaoral.com/odo/indice.htm>
© Medicina Oral S. L. C.I.F. B 96689336 - eISSN: 1989-5488
eMail: jced@jced.es
Indexed in:
PubMed
PubMed Central® (PMC)
Scopus
DOI® System

Abstract

Background: A systematic review of clinical studies with at least one year of follow-up was done to assess the success rate of endodontic surgery including endoscopy for magnification and illumination.

Material and Methods: Five electronic databases were searched, including MEDLINE (via PubMed), Embase, Web of Science, Scopus and the Cochrane Library of the Cochrane Collaboration (CENTRAL). There were no language restrictions, and the search covered the period up to October 2019. The risk of bias was evaluated with the Cochrane Collaboration tool for randomized clinical trials and the ROBINS-I tool for non-randomized studies of interventions.

Results: From the 278 initially identified titles, finally 2 randomized controlled trials and 3 non-randomized studies met the inclusion criteria. All the included studies analyzed the success rate of endodontic surgery performed with the help of endoscope for magnification and illumination. The risk of bias was high for allocation sequence concealment and blinding of participants and personnel in the randomized controlled trials. The non-randomized studies showed limitations in terms of confounding bias and blinding of outcome assessment. Endodontic surgery with the help of an endoscope is associated with high success rates (88.9-94.9%).

Conclusions: The endoscope was associated with high success rates of endodontic surgery in the included studies. Future studies on this topic are warranted, due to the methodological issues and the scarce number of randomized clinical trials.

Key words: Endodontic surgery, magnification, endoscope, success.

Introduction

Microsurgery is defined as a surgical procedure on exceptionally small and complex structures. Microsurgery starts with a magnification of at least eight. That can be achieved with a dental operating microscope or endoscope (1).

The use of endoscope has brought many advantages to endodontic surgery, including a smaller osteotomy size or the reduction of the resection angle at the tip of the root to reduce the number of exposed tubules in the apical zone (2,3).

Higher magnification and illumination are also very favorable for examining the resected root surface while methylen blue dye is used for both, staining the periodontal ligament to ensure complete resection of the root, and looking for cracks, isthmuses and extra canals (4).

The introduction of microsurgical instruments and ultrasonic tips has been shown to improve the outcomes of endodontic surgery in comparison with the traditional technique (5-7). Preparation of the retrograde cavities is easier, safer and more precise than when conventional handpieces are used (5).

Although microscopes and loupes provide the illumination needed for endodontic surgery, adherence to a strict endodontic surgical protocol is suggested to attain high success rates (5). There has been growing interest in endoscopy as an alternative method for adequate illumination and magnification in endodontic surgery, since it provides correct visibility and is easier to use than other devices (2,6,7).

The endoscope could also be used to check the quality of root-end filling and detect dentinal cracks after root-end resection (8-10).

Thus, the present systematic review of clinical studies involving a follow-up period of at least one year was carried out to assess the success rate of endodontic surgery performed with the help of endoscopy for magnification and illumination.

Material and Methods

The systematic review was carried out based on the principles of the Transparent Reporting of Systematic Reviews and Meta-Analyses - PRISMA Statement (11) and AM-STAR-2 guidelines (12).

-Focus question

The research question was established based on the adaptation of structured PICO question, in this case applying a PIO (population, intervention, outcome). The question format was as follows:

“What is the success rate of endodontic surgery including an endoscope?”

P (population): Patients requiring endodontic surgery.

I (intervention): Endodontic surgery using an endoscope for magnification and illumination.

O (outcome): Success rate after follow-up of at least one year.

-Search strategy

Five electronic databases were searched: MEDLINE (via PubMed), Embase, Web of Science, Scopus and the Cochrane Library of the Cochrane Collaboration (CENTRAL). There were no language restrictions, and the search covered the period up to October 2019. The search strategy included a combination of the controlled terms (MeSH and Emtree), and key words were used whenever possible in order to secure the best search results. In addition, a manual search was conducted of the main topics related to the principal question, and the reference lists of the finally included articles were consulted to find other potentially eligible studies according to Greenhalgh and Peacock (13). Furthermore, the Really Simple Syndication (RSS) feed resource from PubMed, was used to detect potential eligible titles fitting to the search strategy.

The following search strategy was used in Medline via PubMed: (“Apicoectomy”(Mesh) OR periapical surgery OR apicoectomy OR apicectomy OR periradicular surgery OR root-end surgery OR root-end filling OR endodontic surgery OR surgical endodontic treatment OR endodontic microsurgery OR retro-grade filling OR retro-grade surgery OR apical microsurgery) AND (“Endoscopes”(Mesh) OR endoscope OR endoscopy OR endoscopic OR dental endoscope) AND (outcome OR treatment outcome OR healing OR success OR success ratio OR complications). The search strategies fitted to different databases are provided in the supplementary material (Appendix-S1).

-Inclusion and exclusion criteria

The articles were included in the systematic review if they complied with the following criteria: randomized clinical trial (RCT), non-randomized study (NRS) in humans, assessing the impact of endoscopy used for magnification and illumination upon the success of endodontic surgery, with a minimum follow-up period of 12 months, and providing information related to the success of the surgical procedure. Case reports, literature reviews, expert opinions, in vitro or nonclinical studies were excluded from the systematic review.

-Screening and selection of papers

Two independent reviewers (APS, PGS) performed the literature and manual searches, the same reviewers extracted the data from the publications (APS, PGS). Studies failing to meet the inclusion criteria were excluded. In the event of disagreement, consensus was reached through discussion with a third reviewer (MPD).

-Risk of bias in individual studies

Two independent reviewers (APS and PGS) evaluated all included articles. The methodological quality of the studies was evaluated using the Cochrane Collaboration tool to assess the risk of bias for randomized clinical trials, while the ROBINS-I (Risk of Bias In Non-randomized Studies of Interventions) tool was used for

Artículos publicados sobre el tema de la tesis

non-randomized studies (14). For each aspect of the quality assessment, the risk of error was based on the recommendations of the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions 5.1.0 (<http://handbook.cochrane.org>). The criteria for each entry were: “yes” (= low risk of bias), “no” (= high risk of bias) or “uncertain” (due to lack of information or uncertainty regarding the potential of bias). A study was considered to have “low” risk of bias in the presence of an adequate sequence of generation, allocation concealment and blinding (patients and personnel). If one or more criteria were not met, the study was considered to have “high” risk of bias. Disagreements between reviewers were solved by discussion with a third advisor (DSP). The level of reviewer’s agreement was assessed by Kappa values, and interpreted using the Landis and Koch scale (15).

-Summary of measures and synthesis of results
The data were entered in an Excel spreadsheet (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA). The following information was compiled, seeking comparability between studies: authors and year, sample size, magnification approach, follow-up in months, root-end preparation instruments, root-end filling material, success rate and study design.

-Definition of success criteria: The included studies assessed the healing according to the criteria by Molven

et al. (16,17). Complete healing, incomplete healing, uncertain healing, or unsatisfactory outcome. Signs and symptoms were also recorded and classified as clinical success, clinically questionable, and clinical failure.

Results

-Study selection

A total of 278 articles were found by the initial search. After duplicates removal, 224 papers were screened by title and abstract and 7 were identified as potentially eligible for inclusion. These 7 articles underwent full-text assessment. From these studies, 2 studies were excluded (18,19) (Table 1) and 5 articles were found to meet the inclusion criteria and were finally included in the systematic review (Fig. 1).

-Study characteristics

We finally included two randomized clinical trials

Table 1: Reasons for studies to be excluded from this systematic review, with reasons.

Author/Year	Reasons
von Arx <i>et al.</i> (18) 2017	Study did not evaluate the outcome of root-end surgery
Taschieri <i>et al.</i> (19) 2006	Study did not evaluate the outcome of root-end surgery

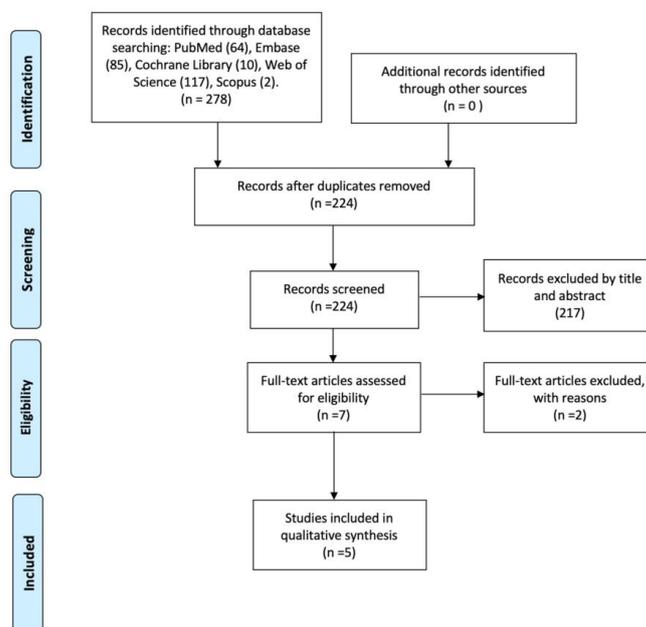


Fig. 1: PRISMA flowchart of the selection of studies.

Artículos publicados sobre el tema de la tesis

(RCTs) and three prospective case series (2,5-7,20). No retrospective clinical studies were identified. The retrograde obturation material included zinc-eugenol EBA-reinforced cement (SuperEBA) in all included studies. The RCT published by Taschieri *et al.* compared endoscopy versus a control group in which surgical loupes were used (5). In contrast, the RCT by Taschieri *et al.* used light microscopy for endodontic surgery in the control group (6), and the prospective trial published by von Arx *et al.* used no magnifying device in the control group (20). In the study carried out by von Arx *et al.*, the success rate in the endoscopy group was 88.9% versus only 75.4% in the control group (no magnification device). Nevertheless, the differences between the groups failed to reach statistical significance (20). The RCT published by Taschieri *et al.* (compared endodontic surgery with an endoscope versus a control group in which loupes were used. Although the differences between the groups failed to reach statistical significance, the success rate was higher in the endoscopy group (94.9%) than in the control group (90.6%). The authors reported that surgery took longer to be completed with the endoscope than with the loupes (5). In another RCT, Taschieri *et al.* compared endoscopy versus a control group in which a microscope was used for magnification and illumination. Both endoscopy and microscopy yielded high success rates (90% and 92%, respectively) (6). The characteristics of the five studies included in the systematic review are described in Table 2.

-Risk of bias across studies
Allocation concealment was not clearly described in RCTs. The second least reported item was blinding of the patients (Fig. 2). The methodological quality of the three nonrandomized studies was evaluated using the ROBINS-I tool (14), which found all three to have moderate risk of bias. The inter-reviewer agreement was almost perfect (k=0.87). The judgement reasons during methodological appraisal is provided in descriptive manner in the supplementary material (Appendix S4-S5).

Discussion

The main objective of this systematic review was to assess the success rate of endodontic surgery performed with the help of endoscopy for magnification and illumination, over a follow-up period of at least one year. We included two RCTs with high risk of bias related to allocation concealment and the blinding of participants, nevertheless, there is evidence that surgical studies are difficult to blind, and three NRS with high risk of confounding bias, since the statistical analysis in these studies failed to control for relevant confounders (e.g. patient age and gender). The use of an endoscope was associated with a high success rate in endodontic surgery (88.9-94.9%). In the endodontic literature, *in vitro* studies showed that magnification devices, such as the microscope or the endoscope, allow the identification of microstructures not visible with the naked eye

Table 2. Descriptive summary of the studies included in this systematic review.

Author	N (M/F)	Age, mean ± SD (M / F)	Magnification approach	Follow-up (months)	Root-end preparation	Root-end filling	Outcomes			Study design
							Success	Failure	Reported success rates (%)	
von Arx <i>et al.</i> 2003 (20)	-	-	Endoscope: 54	12	Ultrasonic	Super EBA	48	6	88.9	NRS
			Control: 61 (without)	12	Ultrasonic	Super EBA	46	15	75.4	
Taschieri <i>et al.</i> 2007 (2)	M: 9 F: 12	M: +49 F: +37	Endoscope: 28	12	Ultrasonic	Super EBA	26	2	92.9	NRS
			Control: -	-	-	-	-	-	-	
Taschieri <i>et al.</i> 2006 (5)	M: 25 F: 34	M: +41 F: +38	Endoscope: 39	12	Ultrasonic	Super EBA	37	2	94.9	RCT
			Control: 32 (Naked eye)	12	Ultrasonic	Super EBA	29	3	90.6	
Taschieri <i>et al.</i> 2008 (6)	M: 32 F: 38	M: +37 F: +43	Endoscope: 41	24	Ultrasonic	Super EBA	37	4	90	RCT
			Control: 59 (microscope)	24	Ultrasonic	Super EBA	54	5	92	
Taschieri <i>et al.</i> 2009 (7)	M: 14 F: 20	M: +37 F: +43	Endoscope: 43	24	Ultrasonic	Super EBA	39	4	90.7	NRS
			Control: -	-	-	-	-	-	-	

Artículos publicados sobre el tema de la tesis

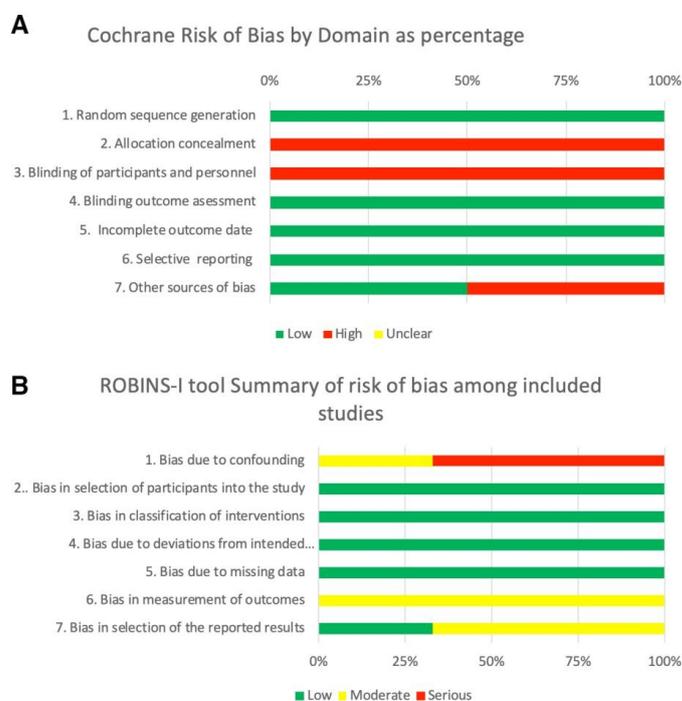


Fig. 2: Summary of risk of bias as percentage per variable. (A) Randomized controlled trials. (B) Non-randomized studies.

(10,21,22). An experimental study by von Arx *et al.* reported that the endoscope accurately identified microstructures following root-end resection and root-end preparation. The endoscope could be considered for use during intraoperative diagnostics in endodontic surgery (22). The same author demonstrated in a clinical study about endodontic surgery with an intraoperative endoscopic examination of first permanent molars a high frequency of canal isthmuses at the apex resection level. Endoscopic inspection also demonstrated that none of the isthmuses were filled, emphasizing the difficulty of orthograde instrumentation and root filling of canal isthmuses (23). This latter aspect is of utmost importance, because of the limited field of view and difficult handling of the endodontic microscope in posterior zones. von Arx *et al.* compared the microscopy and endoscopy with scanning electron microscopy, and the endoscopy x64 proved the most accurate visual aid for the identification of dentinal cracks after root-end resection in extracted human teeth; however, it also provided the most false identifications (10). Setzer *et al.* published a meta-analysis in 2011 comparing the surgical technique of endodontic surgery with the use of higher magnification

de-vices (microscope or endoscope) and the technique without magnification or using only loupes. Although the study did not differentiate between microscope or endoscope, they reported that the probability of success with higher magnification devices proved to be significantly greater (24). Although the studies using endoscopy for endodontic surgery reported high success rates, further randomized controlled trials are needed in order to confirm these findings.

Note to mention, that success rates in endodontic procedures not only laid on the augmentation devices used, but also on the patient characteristics (e.g. systemic condition, gender, age), tooth features and position (e.g. anterior zone, multirooted tooth) (25). Thus, an accurate diagnosis is needed for a favourable prognosis and hinges to a careful patient selection (25,26).

Regarding the advantages of this approach, the field depth perception of the operator using an endoscope is quite similar to that with the naked eye – a fact that facilitates the use of the device (2,7). On the other hand, the field depth cannot be adjusted to the objective from different angles, in most cases a mirror must be used for indirect vision, while the endoscope allows easy adjust-

Artículos publicados sobre el tema de la tesis

J Clin Exp Dent. 2020;12(10):e972-8.

The use of the endoscope in endodontic surgery

ment, with observation from different angles, and provides direct images (7).

A report from von Arx *et al.* described better surgical outcomes (though without reaching statistical significance) with the endoscope than when micromirrors without magnifying devices were used (20). The endoscope also allows us to see behind the roots in an environment with good illumination. In comparison, movements of patient's head are a limiting factor when using a microscope (6). The endoscope is versatile, rapid and comfortable to use (6). Adjustment to focus and zoom can be done with a single hand and is both rapid and convenient (7). In the case of the microscope, any movement of the latter or of the patient will cause the surgical field to move off-center when the magnification is increased (6). Nevertheless, the use of rigid endoscope should be a complementary device, and should not replace the microscope in endodontic microsurgery.

-Limitations of the present review

A limitation of our systematic review is the relative lack of studies comparing endodontic surgery assisted by endoscopy versus endodontic surgery without magnification or using other magnification devices. With regard to the methodological limitations, shortcomings were observed related to confounding bias and blinding of outcome assessment in the NRS design. In the case of the RCTs, allocation concealment and the blinding of participants and personnel showed high risk of bias. However, there is evidence that surgical studies are difficult to blind.

- Recommendations for future investigations

A number of recommendations can be made based on the findings of this systematic review. Future studies should seek to compare endodontic surgery assisted by endoscopy versus groups in which other magnifying devices are used, such as microscopes and loupes, with the objective of assessing variations among the different magnification and illumination strategies. Furthermore, a sufficiently large sample size is required, with follow-up periods long enough to allow the drawing of clear conclusions. It would also be interesting to design controlled studies involving endodontic surgery in which the microscope is compared with a group where both the microscope and endoscope are jointly used, as well as endodontic surgery in which surgical loupes are compared with a group where both surgical loupes and the endoscope are jointly used, but emending the methodological issues detected in the body of evidence on this topic.

Conclusions

In conclusion, the use of an endoscope allows correct magnification and illumination to perform endodontic surgery and is associated with high success rates. Future studies on this topic are warranted, due to the metho-

dological issues and the scarce number of randomized clinical trials.

References

1. Blahuta R, Stanko P. The use of optical magnifying devices in periradicular microsurgery. *Bratisl Lek Listy*. 2012;113:311-3.
2. Taschieri S, Del Fabbro M, Testori T, Weinstein R. Endoscopic periradicular surgery: a prospective clinical study. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2007;45:242-4.
3. von Arx T, Walker WA. Microsurgical instruments for root-end cavity preparation following apicoectomy: a literature review. *Endod Dent Traumatol*. 2000;16:47-62.
4. Kratchman SI. Endodontic microsurgery. *Compend Contin Educ Dent*. 2007;28:399-405; quiz 406-7.
5. Taschieri S, Del Fabbro M, Testori T, Francetti L, Weinstein R. Endodontic surgery using 2 different magnification devices: preliminary results of a randomized controlled study. *J Oral Maxillofac Surg*. 2006;64:235-42.
6. Taschieri S, Del Fabbro M, Testori T, Weinstein R. Microscope versus endoscope in root-end management: a randomized controlled study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2008;37:1022-6.
7. Taschieri S, Del Fabbro M. Endoscopic endodontic microsurgery: 2-year evaluation of healing and functionality. *Braz Oral Res*. 2009;23:23-30.
8. Peñarrocha-Oltra D, Menéndez-Nieto I, Cervera-Ballester J, Maestre-Ferrin L, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Diago M. Aluminum Chloride versus Electro-cauterization in Periapical Surgery: A Randomized Controlled Trial. *J Endod*. 2019;45:89-93.
9. Peñarrocha-Diago M, Menéndez-Nieto I, Cervera-Ballester J, Maestre-Ferrin L, Blaya-Tárraga JA, Peñarrocha-Oltra D. Influence of Hemostatic Agents in the Prognosis of Periapical Surgery: A Randomized Study of Epinephrine versus Aluminum Chloride. *J Endod*. 2018;44:1205-1209.
10. von Arx T, Kunz R, Schneider AC, Bürgin W, Lussi A. Detection of dentinal cracks after root-end resection: an ex vivo study comparing microscopy and endoscopy with scanning electron microscopy. *J Endod*. 2010 Sep;36(9):1563-8.
11. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 2009;6:e1000097.
12. Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, et al. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ*. 2017;358:j4008.
13. Greenhalgh T, Peacock R. Effectiveness and efficiency of search methods in systematic reviews of complex evidence: audit of primary sources. *BMJ*. 2005;331:1064-5.
14. Sterne J, Hernan MA, Reeves BC, et al. ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. *BMJ*. 2016;355:i4919.
15. Landis JR, Koch GG. An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics*. 1977;33:363-74.
16. Molven O, Halse A, Grung B. Observer strategy and the radiographic classification of healing after endodontic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1987;16:432-9.
17. Molven O, Halse A, Grung B. Incomplete healing (scar tissue) after periapical surgery--radiographic findings 8 to 12 years after treatment. *J Endod*. 1996;22:264-8.
18. Von Arx T, Bosshardt D, Bingisser AC, Bornstein MM. Endoscopic Evaluation of Cut Root Faces and Histologic Analysis of Removed Apices Following Root Resection: a Clinical Study. *Eur Endod J*. 2017;3:18-23.
19. Taschieri S, Del Fabbro M, Testori T, Francetti L, Weinstein R. Use of a surgical microscope and endoscope to maximize the success of periradicular surgery. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2006;18:193-8; quiz 200.
20. von Arx T, Frei C, Bornstein MM. Periradicular surgery with and

Artículos publicados sobre el tema de la tesis

J Clin Exp Dent. 2020;12(10):e972-8.

The use of the endoscope in endodontic surgery

without en-doscopy: a prospective clinical comparative study. Schweiz Monatsschr Zahnmed. 2003;113:860-5.

21. Slaton CC, Loushine RJ, Weller RN, Parker MH, Kimbrough WF, Pashley DH. Identification of resected root-end dentinal cracks: a comparative study of visual magnification. J Endod. 2003;29:519-22.

22. von Arx T, Montagne D, Zwinggi C, Lussi A. Diagnostic accuracy of endoscopy in periradicular surgery - a comparison with scanning electron microscopy. Int Endod J. 2003;36:691-9.

23. von Arx T. Frequency and type of canal isthmuses in first molars detected by en-doscopic inspection during periradicular surgery. Int Endod J. 2005;38:160-8.

24. Setzer FC, Kohli MR, Shah SB, Karabucak B, Kim S. Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the literature--Part 2: Comparison of endodontic micro-surgical techniques with and without the use of higher magnification. J Endod. 2012;38:1-10.

25. Monaghan L, Jadun S, Darcey J. Endodontic microsurgery. Part one: diagnosis, patient selection and prognoses. Br Dent J. 2019;226:940-948.

26. Kim D, Lee H, Chung M, Kim S, Song M, Kim E. Effects of fast- and slow-setting calcium silicate-based root-end filling materials on the outcome of endo-dontic microsurgery: a retrospective study up to 6 years. Clin Oral Investig. 2020;24:247-255

Acknowledgements

The authors deny any conflicts of interest related to this study.

Conflict of interest

The authors deny any conflicts of interest.

Treatment of apicomarginal defect with periapical surgery: A case report

David Peñarrocha-Oltra ¹, Antonio Pallarés-Serrano ², Pablo Glera-Suarez ³, David Soto-Peñaloza ⁴, Miguel Peñarrocha-Diago ⁵

¹ DDS, PhD. Assistant Professor, Oral Surgery Unit, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain

² DDS, MSc. Master in Oral Surgery and Implant Dentistry, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain

³ DDS. Master in Oral Surgery and Implant Dentistry, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain

⁴ DDS, MSc, PhD. Master in Oral Surgery and Implant Dentistry, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain

⁵ MD, PhD, DDS. Full Professor, Oral Surgery Unit, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain

Correspondence:
Clínica Odontológica
Unidad de Cirugía Bucal
Gascó Oliag 1
46021 – Valencia, Spain
antoniopallarasserrano@gmail.com

Peñarrocha-Oltra D, Pallarés-Serrano A, Glera-Suarez P, Soto-Peñaloza D, Peñarrocha-Diago M. Treatment of apicomarginal defect with periapical surgery: A case report. J Clin Exp Dent. 2020;12(11):e1091-5.

Received: 09/06/2020
Accepted: 02/07/2020

Article Number: 57453 <http://www.medicinaoral.com/odo/indice.htm>
© Medicina Oral S. L. C.I.F. B 96689336 - eISSN: 1989-5488
eMail: jced@jced.es
Indexed in:
Pubmed
Pubmed Central® (PMC)
Scopus
DOI® System

Abstract

An apicomarginal defect can be explained as a total loss of buccal alveolus extending from the original crestal bone to the apex of the tooth. This study presents a case of an apicomarginal defect in a first left molar subjected to periapical surgery with vestibular cortex block replacement and A-PRF + membrane coating approximately one year ago. One-year clinical follow-up was performed, with no evidence of recurrence. This case report discusses periapical surgical treatment and the importance of an interdisciplinary approach to the management of teeth with apicomarginal defects.

Key words: Periapical surgery, apicomarginal defect, A-PRF+, bone graft.

Introduction

An apicomarginal defect can be explained as a total loss of buccal alveolus extending from the original crestal bone to the apex of the tooth (1). Apicomarginal defects constitute a significant challenge, since post-treatment long junctional epithelium formation occurs over the dehiscence root surface (2). The amount and location of bone adjacent to the root structures affect the prognosis

of periradicular surgery. An apicomarginal defect has an adverse effect upon the outcome, reducing the complete healing rate (3), since healing takes place by repair rather than regeneration (4).

The role of platelet-rich fibrin (PRF) has been well documented in regeneration processes for the management of periodontal intrabony defects, gingival recessions and furcation defects (5). Advanced platelet-rich fibrin

(A-PRF) is a low-speed centrifugation concept protocol (6). Within the A-PRF family, A-PRF+ demonstrates significantly higher levels of messenger RNA (mRNA) encoding for growth factors and type 1 collagen (6). The A-PRF+ matrix is characterized by a more porous structure, favoring vascularization and cell penetration, as well as the homogeneous distribution of platelet-derived growth factors and leukocytes (7). The abovementioned aspects encourage the adoption of alternatives capable of enhancing wound healing, like the use of A-PRF+ membranes.

Case Report

A 29-year-old systemically healthy non-smoking female reported to the Department of Oral Surgery of the University of Valencia (Valencia, Spain) with mild pain and purulent discharge in relation to the lower left posterior tooth region during the last month. At intraoral examination, the gingival tissue attached to the vestibular surface of the first lower left molar showed the presence of an abscess (Fig. 1A). The patient reported no history of trauma to the tooth. The first lower left molar had undergone root canal treatment three years ago. From the periodontal perspective, the dentition was stable and cli-

nically healthy, but tooth 3.6 presented a localized deep probing depth of 9 mm along the vestibular surface of the mesial root. Intraoral periapical radiography of the affected tooth revealed the presence of bone destruction around the roots of the lower molar (Fig. 1B). An ill-defined radiolucency was observed surrounding the three-thirds of the roots, and compromising the molar furcation.

Cone-beam computed tomography (CBCT) (Planmeca®, Helsinki, Finland) revealed the presence of localized periapical bone loss with loss of vestibular bone cortex and marginal alveolar bone around the mesial root, compromising the furrow of molar 3.6 (Fig. 1C,D). Based on the CBCT findings, a diagnosis of apicomarginal bone defect was established. The clinical and radiographic examination confirmed persistent chronic apical periodontitis caused by lower left first molar 3.6.

The patient signed the informed consent to treatment and the use of data for scientific purposes. Periapical surgery was performed, with regeneration of the apicomarginal defect with vestibular cortical block autograft and A-PRF + membrane coating.

For A-PRF+ preparation, the median cubital vein was punctured to collect three 10-ml glass tubes without ad-

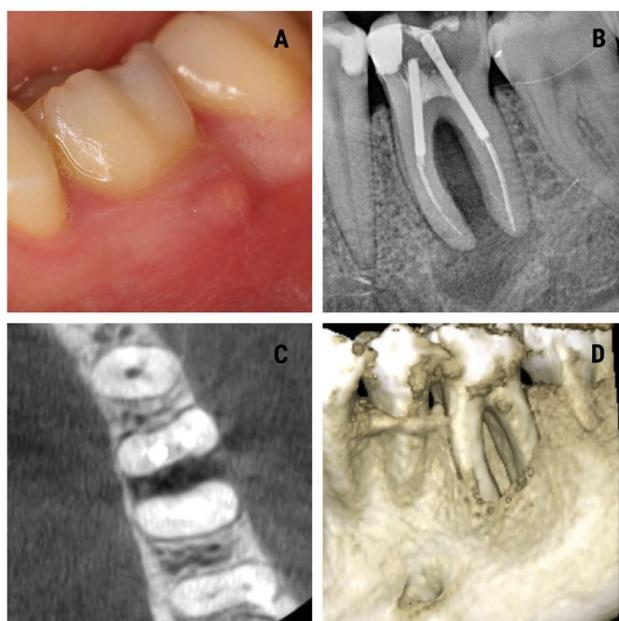


Fig. 1: A. Intraoral view showing an abscess in the attached gingiva at level 3.6. B. Periapical radiograph showing a radiolucency along the roots of 3.6. C. Tomographic (CBCT) axial sectional view where destruction of the vestibular cortical layer and involvement of the bone around the furrow of 3.6 can be seen. D. Three-dimensional tomographic (CBCT) reconstruction showing the bone lesion around the entire root of tooth 3.6.

ditives (Plain Vacuum Tube, A-PRFTM+, Process for PRF, Nice, France). The tubes were centrifuged at 1300 rpm for 8 min (A-PRFTM DUO centrifuge, Process for PRF, Nice, France). The fibrin clots obtained were extracted with special tweezers and scissors, avoiding the red blood component below the buffy coat, and were further processed to obtain a standardized membrane thickness in a sterile container (PRF-BOX, Process for PRF, Nice, France).

Periapical surgery began with anesthetic infiltration at the bottom of the vestibule of 3.6. using two 4% articaine carpules with 1: 100,000 epinephrine (Inibsa®, Lliça de Vall, Barcelona, Spain). A sulcular incision was performed, with mesial release of 3.5 and another distal to 3.7., with raising of a full thickness trapezoidal flap (Fig. 2A).

Osteotomy of the vestibular cortex was performed with ultrasound tips (Piezomed®, W&H, Bürmoos, Austria), and a vestibular cortex block with was obtained chisel and hammer (Fig. 2B).

The margins of the vestibular bone cortex lesion were profiled with a tungsten carbide burr mounted on a handpiece with abundant irrigation of physiological saline solution, allowing visualization of the entire lesion. Then, the periapical inflammatory tissue was removed and the apicoectomies of the two roots of the lower left first molar were performed.

Once root integrity of the first lower left molar was checked, the retrograde obturation box was performed with ultrasound tips (Piezo-med®, W&H, Bürmoos, Austria). After proper control of hemostasis with polytetrafluoroethylene strips (Fig. 2C), it was retrogradely sealed with

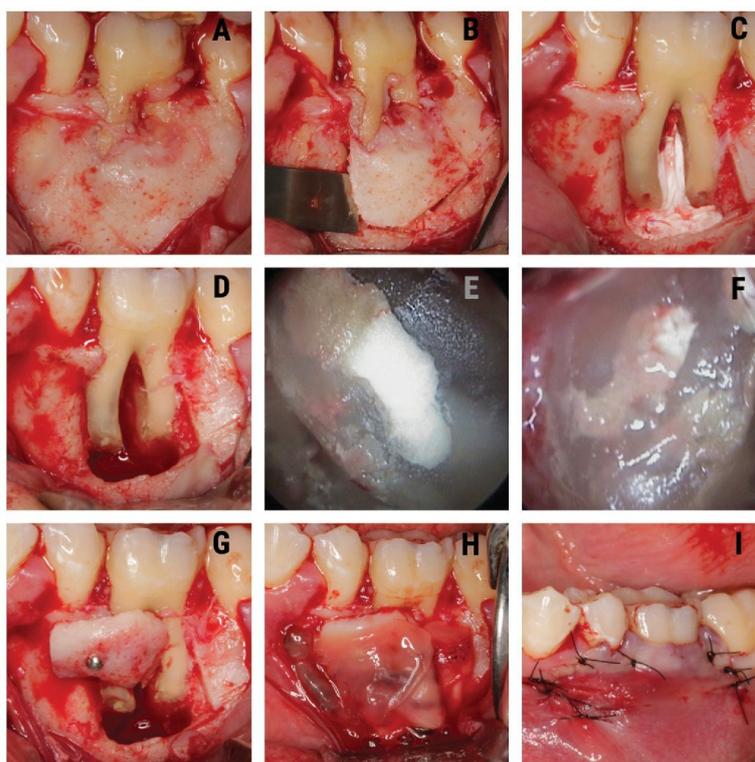


Fig. 2: A. Intraoperative view showing involvement of the vestibular cortex of the mesial root of 3.6. B. Collection of the autograft in vestibular cortex block. C. Apicoectomy, performing the retrograde cavity in the mesial and distal roots of 3.6. and placement of polytetrafluoroethylene strips. D. Retrograde obturation with MTA in the mesial and distal roots. E. Fixation of the autograft in vestibular cortical block repositioned in the coronal third of the mesial root of 3.6. F. Bone defect coating with A-PRF + membranes. G. Postoperative view of the simple sutures. H. Postoperative radiographic view. I. Postoperative view of the simple sutures.

Artículos publicados sobre el tema de la tesis

J Clin Exp Dent. 2020;12(11):e1091-5.

Treatment of apicomarginal defect with periapical surgery

mineral trioxide aggregate (MTA) (ProRoot®, Dentsply, PA, USA). The MTA was compacted in the retrograde cavity and, after waiting 7 minutes for initial setting, it was polished with a red ring burr (Fig. 2D). Retrograde filling of the two mesial root canals (Figure 2E) and distal root canal (Fig. 2F) was checked with an endoscope (Karl Storz®, Tuttlingen, Germany) (Fig. 2E,F).

Regeneration of the apicomarginal defect was performed with replacement of the vestibular cortex, fixed in the coronal third of the tooth root, which was fixed with a screw (Bone Management® System Master-Pin-Control, Meisinger, USA) (Fig. 2G), and the buccal cortical autograft and bone defect were covered with A-PRF + membranes (Fig. 2H).

Suturing was performed with non-reabsorbable 5/0 multifilament suture (Tevdek®, Teleflex®, PA, USA) (Fig. 2I). The patient was prescribed 500 mg of amoxicillin three times a day for 7 days, 600 mg of ibuprofen three times a day for three days, and 0.12% chlorhexidine rinses during 7 days. The sutures were removed one week later.

One year after surgery, the patient underwent clinical (Fig. 3A) and radiological evaluation (Fig. 3B). There were no clinical symptoms, and the tomographic study

showed radiological healing of the lesion together with the formation of bone around the furcation of the lower left first molar (Fig. 3C,D).

Discussion

Of the present case corresponds to a patient with an extensive apicomarginal bony defect. Treatment included the elimination of endodontic infection with periapical surgery, a vestibular cortex block autograft, and its coating with A-PRF membranes. The occurrence of periapical disease, accompanied by periodontal breakdown, constitutes a complex problem in periradicular surgery - being typically associated with a less favorable prognosis, since disruption of the cortical plate can have a deleterious effect upon regeneration of the lost tissues (8,9). Destruction of marginal bone found in apicomarginal defects reduces the success rate of treatment to 27% and 37% (10).

The regeneration of periapical tissues after periapical surgery requires complex interactions among recruited stem cells to secure differentiation into committed osteoblasts, periodontal ligament cells and cementoblasts (11). Growth factors are necessary signals for the attachment, migration, proliferation and differentiation of the

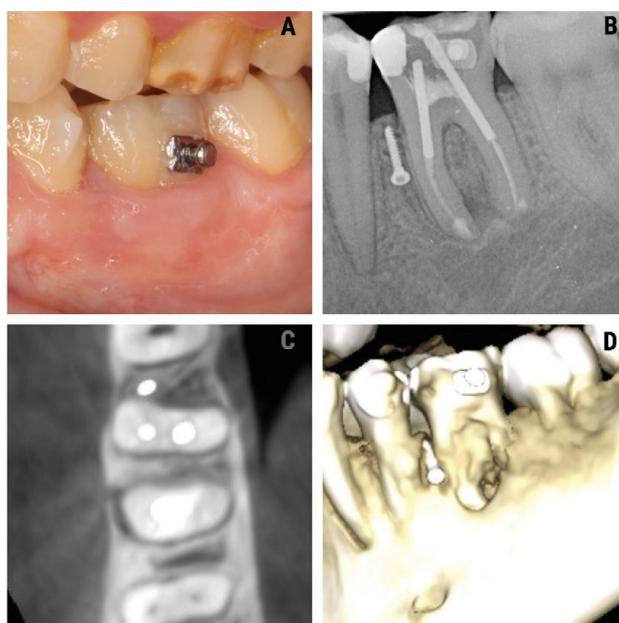


Fig. 3: A. Intraoral view of tooth 3.6 after one year. B. Periapical radiograph showing bone trabeculation between the roots of the lower left first molar. C. Tomographic view showing the formation of bone around the furrow of 3.6, one year after periapical surgery. D. Three-dimensional tomographic (CBCT) reconstruction of the current condition of tooth 3.6.

e1094

Artículos publicados sobre el tema de la tesis

stem cells, and local microenvironmental cues, such as adhesion molecules are also important, as well as an extracellular matrix and associated non-collagenous protein molecules (12). The lack of any of these elements results in tissue repair rather than regeneration (4).

The present case report highlights the role of PRF in the healing of apicomarginal defects in the mandibular first molar sector. It has been observed that intrinsic growth factors (the host's own biological products) are better in promoting wound healing than extrinsic growth factors (13). Platelet-rich fibrin is an osseoinductive material that enhances osteogenesis in comparison with the physiological healing process (14). The PRF membrane also acts as a barrier, accelerating wound closure and mucosal healing due to fibrin bondage and growth factor release (15). For this reason we decided to use PRF as a source of growth factors.

Healing in our case could be attributed to three factors: the immune regulatory action of PRF; the vestibular cortical block autograft repositioned in the coronal third of the mesial root of the lower left first molar; and the removal of infection from the surgical site, promoting connective tissue and bone formation from adjacent healthy periodontium (12).

References

1. Wadhwa J, Gupta A, Hans S. Evaluation of Periapical Healing of Apicomarginal Defect in Mandibular First Molar Treated with Platelet Rich Fibrin: A Case Report. *J Clin Diagn Res.* 2017;11:ZD01-ZD03.
2. Goyal B, Tewari S, Duhan J, Sehgal PK. Comparative evaluation of platelet-rich plasma and guided tissue regeneration membrane in the healing of apicomarginal defects: a clinical study. *J Endod.* 2011;37:773-80.
3. Marin-Botero ML, Domínguez-Mejía JS, Arismendi-Echavarría JA, Mesa-Jaramillo AL, Flórez-Moreno GA, Tobón-Arroyave SI. Healing response of apicomarginal defects to two guided tissue regeneration techniques in periradicular surgery: a double-blind, randomized-clinical trial. *Int Endod J.* 2006;39:368-77.
4. Dudeja PG, Dudeja KK, Garg A, Srivastava D, Grover S. Management of a Previously Treated, Calcified, and Dilacerated Maxillary Lateral Incisor: A Combined Nonsurgical/Surgical Approach Assisted by Cone-beam Computed Tomography. *J Endod.* 2016;42:984-8.
5. Sharma A, Pradeep AR. Autologous platelet-rich fibrin in the treatment of mandibular degree II furcation defects: a randomized clinical trial. *J Periodontol.* 2011;82:1396-403.
6. Fujioka-Kobayashi M, Miron RJ, Hernandez M, Kandalam U, Zhang Y, Choukroun J. Optimized Platelet-Rich Fibrin With the Low-Speed Concept: Growth Factor Release, Biocompatibility, and Cellular Response. *J Periodontol.* 2017;88:112-121.
7. Kubesch A, Barbeck M, Al-Maawi S, Orłowska A, Booms PF, Sader RA, et al. A low-speed centrifugation concept leads to cell accumulation and vascularization of solid platelet-rich fibrin: an experimental study in vivo. *Platelets.* 2019;30:329-340.
8. Jansson L, Sandstedt P, Låftman AC, Skoglund A. Relationship between apical and marginal healing in periradicular surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997;83:596-601.
9. Meharwade VV, Shah DY, Mali PP, Meharwade VV. Management of apicomarginal defect in esthetic region associated with a tooth with anomalies. *Restor Dent Endod.* 2015;40:314-21.
10. Griffith LG, Naughton G. Tissue engineering--current challenges and expanding opportunities. *Science.* 2002;8:295:1009-14.
11. Lin L, Chen MY, Ricucci D, Rosenberg PA. Guided tissue regeneration in periapical surgery. *J Endod.* 2010;36:618-25.
12. Demiralp B, Keçeli HG, Muhtarogullar M, Serper A, Demiralp B,

Eratalay K. Treatment of periapical inflammatory lesion with the combination of platelet-rich plasma and tricalcium phosphate: a case report. *J Endod.* 2004;30:796-800.

14. Geeta IB, Galagali G, Kulkarni S, Suran P, Noushin F. A natural meliorate: revolutionary tissue engineering in endodontics. *J Clin Diagn Res.* 2013;7:2644-6.

15. Pecora G, Baek SH, Rethnam S, Kim S. Barrier membrane techniques in endodontic microsurgery. *Dent Clin North Am.* 1997;41:585-602.

Conflicts of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest in relation to the present study.